



# ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl  
Year 2019

Cilt  
Volume 6

Sayı  
Issue 1

ISSN 2149-0783  
e-ISSN 2149-0775

## ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry



# OGM

# 1839

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





<b>Yayın Sahibi</b> <i>Journal Owner</i>	Orman Genel Müdürlüğü adına, Daire Başkanı <b>Mehmet KOÇ</b> <i>On behalf of General Directorate of Forestry, Head of Department</i>
<b>Sorumlu Yazı İşleri Müdürü,</b> <b>Editör</b> <i>Responsible Editor, Editor in Chief</i>	Murat BAŞAR

### Bölüm Editörleri

#### Subject Matter Editors

<b>Islah</b> <i>Tree Breeding</i>	Ercan VELİOĞLU, <i>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araş. Enst., İzmit</i> Fatma FEYZİOĞLU, <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i>
<b>Ekoloji</b> <i>Ecology</i>	Münevver ARSLAN, <i>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü, Eskişehir</i> Ş. Teoman GÜNER, <i>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü, Eskişehir</i> Sevda POLAT, <i>Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Tarsus</i>
<b>İşletme</b> <i>Forest Management</i>	Neşat ERKAN, <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i> Güven KAYA, <i>İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Ankara</i> Ersin YILMAZ, <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i>
<b>Dil Editörleri</b> <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Ceren ÖZMEN, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Akın SARAÇBAŞI, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i>



Orman Genel Müdürlüğü tarafından basılmıştır.

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

E-mail: oad@ogm.gov.tr

## Danışma Kurulu Advisory Board

<b>Islah</b> <i>Tree Breeding</i>	Mehmet ÇALIKOĞLU, <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i> Nebi BİLİR, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> Servet ÇALIŞKAN, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i>
<b>Yetiştirme</b> <i>Growing</i>	Ali KAVGACI, <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i> Ayşe DELİGÖZ, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> Fahrettin TILKİ, <i>Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin</i> Mustafa YILMAZ, <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i>
<b>Ekoloji</b> <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>
<b>İşletme</b> <i>Forest Management</i>	Bekir KAYACAN, <i>İstanbul Üniversitesi, İstanbul</i> Kenan OK, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i> Sacit KOÇER, <i>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araş. Enst., İzmit</i> Yılmaz ÇATAL, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i>
<b>Koruma</b> <i>Conservation</i>	H. Tuğba DOĞMUŞ LEHTİJARVİ, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> İsmail DEMİR, <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i> Ömer KÜÇÜK, <i>Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu</i>
<b>Orman Ürünleri</b> <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>






## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

<b>İşletme / Forest Management</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Orman içi ve kenarı yerleşimlerde orman yangınları tehlike oranlaması modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü örneği / <i>A wildfire hazard rating model for residential structures within and around the forest areas: The case of Antalya Forestry Regional Directorate</i>		1-14
Ersin YILMAZ, Arif KAYACAN, Kader Hale GÜLER		
<b>Ekoloji / Ecology</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Türkmen Dağı'ndaki bazı odun dışı orman ürünlerinin potansiyel dağılımı / <i>Potential distribution of some non-wood forest products in the Turkmen Mountain</i>		15-28
Rıza KARATAŞ, Özdemir ŞENTÜRK, Münevver ARSLAN, Dilek GÜNER, Mehmet Güvenç NEGİZ, Kürşad ÖZKAN		
<b>Ekoloji / Ecology</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Orman yangınının ve yangın sonrası boşaltma kesimlerinin toprak özelliklerine etkisi / <i>The effects of forest fire and post-fire salvage logging on soil properties</i>		29-46
Aliye Sepken KAPTANOĞLU, Ayten NAMLI		
<b>İşletme / Forest Management</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
İbrelili tomrukların traktörle kablo çekimi ile bölmeden çıkarılmasında birim zaman analizi / <i>Time and motion analysis on cable skidding with agricultural tractors of coniferous logs</i>		47-58
İsmail ŞAFAK, Mehmet EKER, Mahir ERDEM, İlhami TURAN		
<b>İşletme / Forest Management</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Manisa-Spil Dağı'ndaki biyolojik çeşitliliği korumanın ekonomik değerinin belirlenmesi / <i>Economic valuation of biodiversity conservation in Manisa-Spil Mountain</i>		59-71
Hadiye BAŞAR, Arzu YÜCEL		
<b>İşletme / Forest Management</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Türkiye mantar üretimi ve ARIMA (Box-Jenkins) ile projeksiyonu / <i>Mushroom production and projection in Turkey using ARIMA (Box-Jenkins)</i>		72-76
Rıfat KURT, Selman KARAYILMAZLAR		
<b>Ekoloji / Ecology</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Potasyum uygulamasının karaçam ( <i>Pinus nigra</i> Arnold.) fidanlarının gelişimine etkisi / <i>Effects of potassium treatment on the growth of black pine (Pinus nigra Arnold.) seedlings</i>		77-86
Özden ÇÖMEZ, Sait GEZGİN		
<b>İşletme / Forest Management</b>	<b>Araştırma Makalesi / Research Article</b>	
Orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadelede EFRICAD ekipmanı kullanımının maliyet analizi / <i>Cost analysis of EFRICAD equipment use in weed control in forest nurseries</i>		87-95
Emre GÖKSU, Salih PARLAK, Zülfü BOZA		



## Orman içi ve kenarı yerleşimlerde orman yangınları tehlike oranlaması modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü örneği

A wildfire hazard rating model for residential structures within and around the forest areas: The case of Antalya Forestry Regional Directorate

Ersin YILMAZ<sup>1</sup>   
Arif KAYACAN<sup>1</sup>   
Kader Hale GÜLER<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma  
Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

**Sorumlu yazar (Corresponding author)**  
Ersin YILMAZ  
eyilmaz33@gmail.com

**Geliş tarihi (Received)**  
21.05.2018

**Kabul Tarihi (Accepted)**  
05.06.2018

**Atıf (To cite this article):** YILMAZ, E., KAYACAN, A., GÜLER, K. (2019). Orman içi ve kenarı yerleşimlerde orman yangınları tehlike oranlaması modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü örneği. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 1-14. DOI: 10.17568/ogmoad.425476

### Öz

Yangında can ve mal kaybının azaltılması açısından orman yangını sırasında yapıların yanma riskinin değerlendirilmesi, yani “orman yangınları tehlike oranlaması” çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kapsamındaki “ikili karşılaştırmalar” yaklaşımı yardımı ile orman yangınları yönetimi konusundaki uzmanların hükümleri ortaya konulmuş ve orman yangınları tehlike ana kriterlerinin ve alt kriterlerinin ağırlıkları bu uzman hükümlerine dayalı olarak belirlenmiştir. Daha sonra ana kriterlerin ve alt kriterlerin kombine edilmesinde “Doğrusal Kombinasyon” tekniği isimli çok kriterli çözümlenmeden faydalanılmıştır. “Yüksek yangın tehlike oranına” sahip bina tipleri arasında “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 4” 2,313 toplam yangın tehlike puanı ile en yüksek yangın tehlike oranına sahip bina tipi olarak belirlenmiştir. “Orta yangın tehlike oranına” bina tipleri arasında “Tatil Köyü 2” 1,895 toplam yangın tehlike puanı ile en yüksek yangın tehlike oranına sahip bina tipi olarak saptanmıştır. Buna karşın yapılan yangın tehlike oranlaması çözümlenmelerinde “düşük yangın tehlike oranına” sahip bina tipi ortaya çıkmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Orman yangınları yönetimi, orman içi ve kenarı yerleşimler, orman yangınları tehlike oranlaması modeli, analitik hiyerarşi süreci, doğrusal kombinasyon tekniği, Antalya ili

### Abstract

It is important to evaluate structure ignition risk during a wildland fire, i.e. wildfire hazard rating studies. At this study, “Linear Combination” approach in Analytic Hierarchy Process (AHP) technique, which is a method based on mathematical combination, was adopted for wildfire hazard rating method. First, it would establish a set of weights for each of the primary criteria and sub-criteria. It was found that the “pairwise comparison” approach in AHP technique was very useful for this aim. So different wildland fire experts’ judgments would be specified by using this approach, and the weights of the primary criteria and sub-criteria were evaluated with respect to judgments made by different wildland fire experts. Later on, multiple criteria analysis, i.e. Linear Combination technique, was used to combine the primary criteria and sub-criteria. Building type 4 that had 2,313 total fire hazard points was building type that had the highest fire hazard ratio among building types that had “high fire hazard ratio”. Holiday village 2 that had 1,895 total fire hazard points was building type that had the highest fire hazard ratio among building types that had “middle fire hazard ratio”. There was no building type that had “low fire hazard ratio”.

**Keywords:** Wildfire management, residential structures within and around the forest areas, wildfire hazard rating model, analytic hierarchy process, linear combination technique, Antalya province.



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

## 1. Giriş

Orman yangınları büyük alanları etkilemekte ve ekolojik, sosyal ve ekonomik zararlara neden olmaktadır. Güney Avrupa ülkelerinde her yıl 50.000'den fazla orman yangını, yaklaşık 500.000 ha vejetasyonu etkilemektedir (Lampin-Maillet, 2008). “Orman-Yerleşim Arayüzü (OYA)” alanları, orman yangınlarıyla doğrudan ilgilidir. Zira ülkemizin de dâhil olduğu Akdeniz Avrupa'sında orman yangınlarının yaklaşık %90'ı, insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkmakta (Eufirelab, 2004) ve her yıl OYA alanlarında yaşayan birkaç insan orman yangınları ile hayatını kaybetmektedir. Yüksek kentsel baskı ve orman biyomasının birikimi sonucu, orman yangını yönetimi açısından ciddi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Özellikle ülkemizin güney ve batı bölgelerinde ormanla iç içe olan kentleşmeler, bu çalışmada OYA olarak adlandırılan yeni mekânsal yapılar ortaya koymaktadır. OYA alanları, vejetasyon ile kentsel sistemler arasındaki teması açıklamaktadır. Bu arayüzlerin gelecek yıllarda ülkemizde daha da genişleyeceği tahmin edilebilir.

Tarihsel olarak ülkemizde orman yangınları öncesi bir yönetim veya orman yangınları tehlikesini azaltma faaliyetlerinden ziyade, çıkan orman yangınlarının söndürülmesine odaklanılmış bir orman yangınları yönetim politikası hâkimdir. Bugünkü orman yangınları tehlikesi sorununun altında yatan ana faktörlerden birisi, tarihten bu yana gelen orman yangınları söndürmesine dayalı bu politikadır. Zira orman yangınlarının çoğu ekosistemin doğal bir parçası olmasından dolayı, tamamıyla orman yangınlarının söndürülmesine dayalı bir yönetim anlayışı, ormanda mevcut yanıcı maddenin doğal olmayan bir şekilde birikmesi anlamına gelmektedir. Bu durum yangın rejimlerinde bir değişikliğe neden olmakta, alanları çoğunlukla yangına daha hassas olan rejimlere dönüştürmekte ve böylece büyük orman yangınlarının sayısını arttırmaktadır (McCaffrey, 2002; Neyişçi, 2009; Yılmaz ve ark., 2012).

Bu politikanın da etkisiyle ormanlık ve makilik alanlar içerisindeki ve kenarındaki yerleşimlerde (orman içi ve kenarında köyler, villalar, tatil siteleri, pansiyonlar, turistik oteller, apart daireler, yayla yerleşimleri vb.) yer alan binalar da, yoğun miktarda yanıcı madde içeren ortamlarda bulunmaktadır. Bu binalar ve tesisler (bundan böyle sadece bina olarak anılacaktır), hem kendi inşaatında kullanılan yanıcı maddelerin hem de çevresindeki orman vejetasyonuna ait yanıcı maddelerin ortak etkisiyle önemli bir orman yangınları yönetim sorunu oluşturmaktadır.

Bu ormanlık ve makilik alanlar içerisindeki ve kenarındaki yerleşimler, orman yangınları mevsiminde Orman Teşkilatı için ek bir yük oluşturmaktadır. Zira bu alanlarda yaşanacak bir orman yangınında, binaların söndürülmesinde yasal sorumluluğun kimde olduğunun bilinmemesi nedeniyle (Küçükaydın, 2009), Orman Teşkilatının yangınla mücadele kaynaklarının bir bölümünü ve hatta bazen tamamını orman yangını söndürme faaliyetinin yerine bu alanlardaki binaları korumaya ayırması gerekecektir (Gençol, 2009). Bu durum ise çoğunlukla orman yangını söndürme süresini uzatacak, orman kaynakları üzerinde daha fazla zarara neden olacak ve böylece orman yangını söndürme maliyetini arttıracaktır. Sonuçta ormancılık sektörünün kıt kaynaklarının yerleşim yerlerindeki binaların korunmasına tahsis edilmesi, orman yangınlarının toplam zararı üzerine önemli bir etkiye sahip olacaktır.

Bunun için öncelikle yangında can ve mal kaybının azaltılması açısından, orman yangını sırasında yapıların yanma riskinin değerlendirilmesi, yani orman yangınları tehlike oranlaması çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde orman içi ve kenarı yerleşimlerdeki binalara yönelik orman yangınları tehlike oranlaması konusundaki bilgi boşluğunun doldurulmasına katkı yapmak üzere, bu çalışmanın literatüre kazandırılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın ana amacı; ülkemizin orman yangını tehlikesi taşıyan ormanlık ve makilik alanlar içerisindeki ve kenarındaki yerleşimlerde yer alan binalar (orman içi ve kenarında köy binaları, villalar, tatil köyleri, kamu kurum ve kuruluşları, okul, hastane, fabrika ve benzin istasyonu) için orman yangınları tehlikesinin belirlenmesi ve ölçülmesine yönelik uygulanabilir bir “orman yangınları tehlike oranlaması modeli” geliştirmektir. Diğer amacı binalarda ve bina çevrelerinde orman yangınları tehlike oranlaması üzerine etkisi olan en önemli kriterlerin belirlenmesini sağlayan bir orman yangınları tehlike bilgisi elde etme metodu geliştirmektir. Bir diğer amaç binalarda ve bina çevrelerinde orman yangınları tehlikesinin azaltılması için hangi eylemlerin etkili olduğunu belirlemek ve bu yerleşimlerdeki binalara yönelik orman yangınları tehlikesi konusunda ilgili kuruluşları (orman teşkilatı, yerel yönetimler, afet yönetimi, sağlık kuruluşları vb.) bilgilendirmektir. Diğer amaçlar ise binalarda orman yangınları tehlikesinin azaltılması yönünde bina sahiplerinin ve ilgili kuruluşların harekete geçmelerini temin etmek, yangın öncesi çalışmalara ve planlamalara destek sağlayacak bilgiler elde etmek, bina inşaatlarına başlanabilmesi için alınacak inşaat ruhsatlarında kullanılabilecek bir karar verme modeli geliştirmek

mek ve binaların yangın sigortası genel şartlarının belirlenmesine katkıda bulunmaktadır.

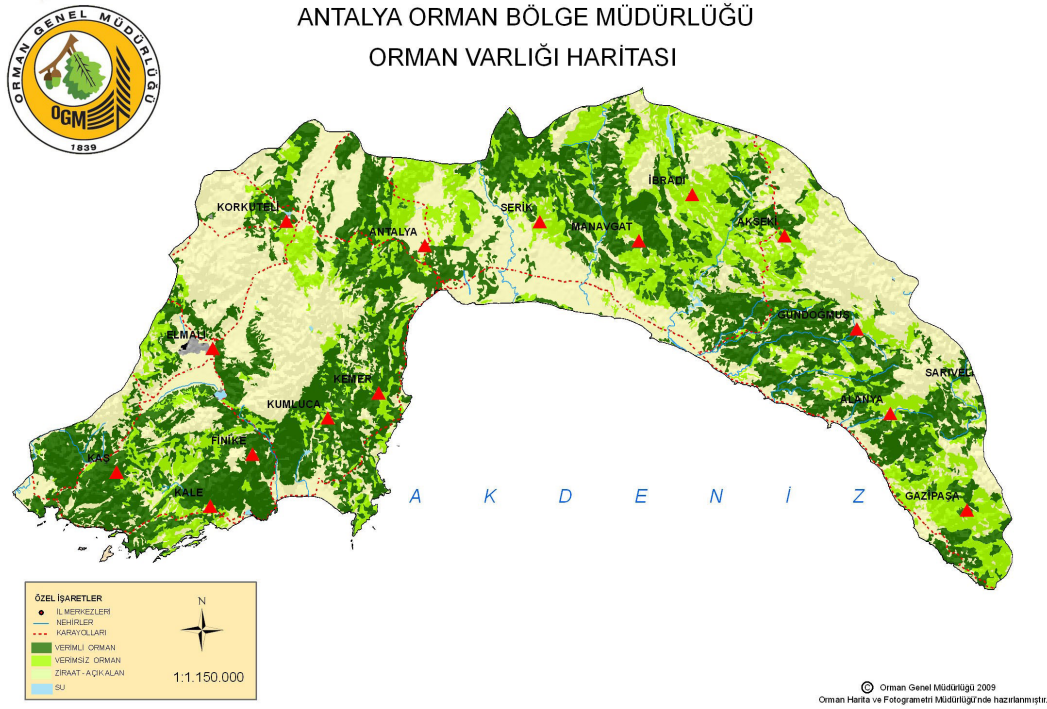
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü çalışma alanında uygulanmıştır (Şekil 1).

Çalışmaya yönelik gerekli verilerin elde edilmesi için öncelikle bir “ön bilgi toplama formu” ve “ön

anket formu“ hazırlanmıştır. Bu formlar, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde görev yapan teknik elemanlara uygulanmıştır. Bu şekilde anket formlarının anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği sınanmak istenmiştir. Ayrıca Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü teknik elemanlarından alınan tavsiyelere göre formlar üzerinde gerekli ayarlamalar yapılmıştır. Sonuçta araştırmada kullanılacak nihai bilgi toplama formu ve nihai anket formu elde edilmiştir.



Şekil 1: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü.  
Figure 1: Antalya Forestry Regional Directorate.

Sonrasında araştırma alanında bilgi toplama formundaki her bir binanın ayrıntılı adres bilgileri ve bina sahibine ait iletişim bilgileri doldurulmuş, her bir kritere ve alt kritere ait bilgi toplama soruları cevaplanmış ve yorum sayfasına ilgili binaya ve çevresine yönelik yorumlar veya alan hakkındaki genel gözlemler kaydedilmiştir.

Ardından son şekli verilen orman yangınları tehlike kriterine ve alt kriterlerine yönelik kriter ve alt kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik anket formları ise proje ekibince Antalya Orman Bölge Müdürlüklerinde görevli orman kaynakları yöneticilerine, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü uzmanlarına ve Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Dairesi yöneticilerine yüz yüze görüşme yoluyla doldurulmuştur.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Araştırmada geliştirilen orman yangınları tehlike oranlaması

Belirli bir alan için yangın tehlikesini azaltma eylemlerinden hangilerinin daha çok etkili olduğunu belirlemek için, orman yangınları tehlike oranlamasını oluşturan kriterlerin en önemlilerini belirlemek gereklidir. Ülkemizde orman içi ve kenarı yerleşimlerdeki binalara yönelik orman yangınları tehlike oranlaması konusu henüz çalışılmamıştır. Bu araştırmada geliştirilecek ve uygulanacak modelleme çalışmasıyla, ülkemizdeki orman içi ve kenarı yerleşimler yer alan binalar için uygun bir orman yangınları tehlike oranlamasına yönelik sayısal bir sistem geliştirilmiştir. Böylece bu alanlardaki herhangi bir bina için kullanıcıların orman yangını tehlikesine katkıda bulunan en önemli



kriterleri ve alt kriterleri belirlemeleri yönünde uygulanabilen bir orman yangını tehlike bilgisi toplama metodu ortaya konmuştur. Buna dayalı olarak araştırma alanındaki orman içi ve kenarı yerleşimlerdeki binalar için orman yangınları tehlikesini azaltmaya yönelik alınabilecek önlemler konusunda ayrıntılı bilgiler elde edilmiştir. Bu bilgiler ülkemizdeki bina sahipleri ve ilgili kuruluşların yangın tehlikesini azaltma eylemleri için yol gösterici olacaktır.

Bu araştırmada kullanılan orman yangınları tehlike oranlaması modelindeki orman yangınları tehlike ana kriterlerine ve alt kriterlerine ait ağırlık değerlerinin hesaplanmasında "Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)" tekniği kapsamındaki "ikili karşılaştırmalar" yaklaşımından yararlanılmıştır. Zira bu araştırmada uygulanmak üzere geliştirilen orman yangınları tehlike oranlamasına yönelik model, orman yangınları konusunda uzmanların yer aldığı bir karar verme süreci olarak düşünülmüştür. Bu model yangın uzmanlarının orman yangınları tehlikesi bünyesindeki ana kriterlere ve alt kriterlere ait ağırlık değerlerini belirlemede aktif bir role sahip olmasını gerektirmektedir. Bu şekilde orman yangınları tehlike oranlamasına ilişkin kararlarda, yangın uzmanlarının farklı bakış açıları dikkate alınarak etkileşim ve işbirliğinin sağlanacağı düşünülmektedir. Böylece uzman görüşlerine dayalı orman yangınları tehlike oranlaması modeline ulaşılmıştır.

### 2.2.2. Modelin kurulması ve problemin formüle edilmesi

Bir OYA toplumunun orman yangınlarına karşı risklerin azaltılması ve risklerin değerlendirilmesine yönelik metotlar; ya orman yanıcı maddelerine ya da yerleşim yerlerinin yanıcı maddelerine odaklanarak gruplandırılabilir. Bunlardan ilk belirtilen orman yanıcı maddeleri, geleneksel olarak Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, ilgili Orman Bölge Müdürlüğü ve dolayısıyla Orman İşletme Müdürlüğü ve Orman İşletme Şefliğinin sorumluluğunda iken, sonraki belirtilen yerleşim yerlerine ait yanıcı maddeler ise bina sahipleri ve İtfaiye Teşkilatı sorumluluğunda olması beklenir.

Öte yandan topoğrafya ve hava halleri (iklim) gibi diğer faktörlerin de önemli tehlike ve risk faktörleri olduğuna dikkat etmek gerekse de, bu faktörlerin hem orman yanıcı maddelerinde hem de yerleşim yeri yanıcı maddelerinde yangının yayılmasına eşit şekilde etkili olduğu söylenebilir.

#### 2.2.2.1. Kriterler

Bu çalışmada kullanılan orman yangınları tehlike

kriterleri ve alt kriterlerinin belirlenmesinde, bu konuda daha önceden yapılmış benzer çalışmalar (Johnson ve ark., 1993; Farmer, 1998; Hay, 2000; Slack, 2000; Tele ve Weatherford, 2000) yol gösterici olmuştur.

Bu çalışma için seçilen orman yangınları tehlike kriterlerinin sayısı (ikili karşılaştırmalara konu elemanlarının sayısı)  $7 \pm 2$  kadar olmalıdır (Schmoltdt ve ark., 1994). Bu nedenle AHS tekniği kapsamındaki ikili karşılaştırmaları sağlıklı şekilde yapabilmek için, orman yangınları tehlike kriterleri 7 kriter altında gruplandırılmıştır. Böylece çalışmada geliştirilen orman yangınları tehlike oranlaması modeli, çok kriterli çözümlene modellerine uygun şekilde, kriterlerin gruplandırılmasına dayandırılmıştır.

Orman yangınları tehlike oranlaması modeline ait seçilen 7 kriter aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

1. Topoğrafya kriteri,
2. Yanıcı maddeler kriteri,
3. Yapı inşa tarzı ve tasarımı kriteri,
4. Binanın yakın çevresindeki yanıcı maddeler kriteri,
5. Binaya ulaşılabilirlik kriteri,
6. Alandaki hizmetler ve yangına ilk müdahale zamanı kriteri,
7. Su mevcudiyeti kriteri.

#### 2.2.2.2. Alt Kriterler

Yukarıda sıralanan her bir orman yangınları tehlike kriterleri altındaki orman yangınları tehlike alt kriterleri aşağıda açıklanmıştır:

**Topoğrafya kriteri:** Bu kriter, alanın fiziksel yapısından dolayı binanın karşı karşıya olduğu yangın tehlikesini ifade etmektedir. Fiziksel yapı kriterlerinin ilkinin, alanın topoğrafik yapısı oluşturmaktadır. Topoğrafik yapı kriteri kapsamındaki orman yangınları tehlike alt kriterleri olarak aşağıdakiler seçilmiştir:

- Binanın eğim üzerindeki yeri,
- Binanın dik (%30'dan daha büyük) bir eğimden olan uzaklığı,
- Binadan 50 metre uzaklık (yarıçap) içindeki alanda ortalama eğim,
- Binadan 50 metre uzaklık (yarıçap) içindeki alanın hâkim eğim yönüne ait bakı sınıfı,
- Binanın tehlikeli topoğrafik özelliklere (dik yamaç, yarık, oluk, kanyon, sırt, boyun vb.)

olan uzaklığı,

- Binadan 150 metre uzaklıkta bulunan tehlikeli topoğrafik özellikler.

**Yanıcı maddeler kriteri:** Fiziksel yapı kriterlerinin ikinci grubunu ise alanın içinde ve çevresindeki yanıcı maddeler, yani vejetasyon tipi oluşturmaktadır. Yanıcı maddeler kapsamında yer alan orman yangınları tehlike alt kriterleri ise şunlar olmuştur:

- Bina çevresi ortam,
- Binadan 50 metre uzaklık (yarıçap) içindeki hâkim yanıcı madde tipi,
- Binadan en az 10 metre uzaklık (yarıçap) içindeki alanda vejetasyon yoğunluğu,
- Binadan en az 10 metre uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin üst tabakası (ağaç türleri),
- Binadan en az 10 metre uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin ara tabakası (çalılar, bodur ağaçlar, fundalıklar veya ağaçların budanmamış alt dalları),
- Binadan en az 10 metre uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin alt tabakası (diri örtü veya toprak yüzeyi malzemesi).

**Yapı İnşa Tarzı ve Tasarımı Kriteri:** Bu kriter, bina inşaatında kullanılan malzemeler ve binanın inşa edilmiş tarzına dayalı olarak bir binanın orman yangınına karşı içinde bulunduğu tehlikeyi göstermektedir. Bu kapsamda orman yangınları tehlike oranlaması modeline dâhil olan tehlike alt kriterleri şunlardır:

- Binanın çatı örtüsü malzemesi,
- Binanın çatı saçakları ve çıkıntılarının inşa edilmiş tarzı,
- Bina bacasının yapısı,
- Binanın duvar kaplama malzemesi,
- Bina balkonlarının inşa edilmiş tarzı,
- Bina balkonlarının malzemesi,
- Binanın temeline yakın taban kısmının (bina eteği için kaplamanın) inşa edilmiş tarzı,
- Bina pencerelerinin yangına dayanıklılığı.

**Binanın Yakın Çevresindeki Yanıcı Maddeler Kriteri:** Bu kriter, binanın hemen çevresinde depolanan yakacak odun, bina çatısındaki veya çatı oluklarındaki dal, yaprak, çerçöp vb. ve bina bacasına veya soba borusuna yakın vejetasyon nedeniyle, bir binanın orman yangınlarına yönelik

sahip olduğu tehlikeyi temsil etmektedir. Bu konu kapsamında orman yangınları tehlike değerlendirilmelerinde dikkate alınan alt kriterler aşağıdadır:

- Yakacak odun depolama yerinin binadan uzaklığı,
- Çalı-çırpı yığılan yerin binadan uzaklığı,
- Akaryakıt deposunun binadan uzaklığı,
- Çöp yakma varilinin binadan uzaklığı,
- Toprak altında veya toprak üstünde dökme gaz (LPG) tankının binadan uzaklığı,
- Kulübe, baraka vb. ek yapının binadan uzaklığı,
- Bina çatısındaki veya yakınındaki yanıcı maddeler (dal, vejetasyon vb.),
- Bina çatısının temizliği (yaprak, çerçöp vb.),
- Vejetasyonun bina bacasına veya soba borusuna yakınlığı,
- Binanın komşu binadan olan uzaklığı.

**Binaya Ulaşılabilirlik Kriteri:** Bu kriter, bir yangın durumunda yangın çalışanlarının ve teçhizatının binaya ulaşmadaki kolaylığı ile ilgilidir. Bu kapsamda değerlendirilen kriterlere; yol genişliği ve eğimi, özel araç yolunun özellikleri (kullanıma elverişliliği ve ana yol ağına bağlandığı yer), elektrik hatları ve bina tanıtım levhası dâhildir. Tüm bu kriterler yangına ilk müdahale zamanını uzatabilecek veya kısaltabilecektir. Orman yangınları tehlike oranlamasında Ulaşılabilirlik Kriterini temsilen yer alan alt kriterler aşağıda sıralanmıştır:

- Binayı sokağa bağlayan bir araç yolu vasıtasıyla, yangın araçlarının binaya ulaşabilme kolaylığı,
- Binaya götüren ana yol ağı boyunca, yol kenarındaki vejetasyon yoğunluğu,
- Binaya götüren ana yol ağı boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan maksimum yol eğimi,
- Binaya götüren ana yol ağı boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan minimum yol genişliği,
- Araç yolunun bağlandığı ana yolun genişliği (banket yani yol kıyısı hariç),
- Araç yolunun bağlandığı ana yolun üst yapısı (yüzeyi, kaplama türü-niteliği),
- Binaya götüren ana yol ağına ulaşma noktası sayısı,
- Binayı sokağa bağlayan araç yolu boyunca, yol kenarındaki vejetasyon yoğunluğu,



- Binayı sokağa bağlayan araç yolu boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan maksimum yol eğimi,
- Binayı sokağa bağlayan araç yolunun genişliği (banket yani yol kıyısı hariç),
- Binayı sokağa bağlayan araç yoluna giriş-çıkış kolaylığı,
- Binayı sokağa bağlayan araç yolu üzerindeki ulaşım köprüsünün yük taşıma sınırı,
- Binayı sokağa bağlayan araç yolu kapısı.

**Alandaki Hizmetler ve Yangına İlk Müdahale Zamanı Kriteri:** Bu kriter, yangın haberini alan yangın çalışanlarının araçları ve teçhizatları ile birlikte binaya ne kadar hızlı bir şekilde ulaşabileceklerini göstermektedir. Böylece yangına ilk müdahaleyi yapması beklenen en yakın yangın istasyonundan binaya gitmek için ihtiyaç duyulan zaman, orman yangınları tehlike değerlendirmelerine dâhil edilmiştir. Bu kriter kapsamında ele alınan alt kriterler şunlardır:

- Binaya gelen ana elektrik enerjisi hattı,
- Bina ve bina çevresindeki alanda mevcut elektrik enerjisi hattı,
- Bina ve bina çevresindeki alanda yer üstünde elektrik enerjisi hattı mevcutsa özelliği,
- Binanın kolay bulunabilirliğini etkileyen yön ve adres levhaları,
- Belediye itfaiye ekibinin binaya uzaklığı ve ilk müdahale zamanı,
- Orman yangın söndürme ilk müdahale ekibinin binaya uzaklığı ve ilk müdahale zamanı.

**Su Mevcudiyeti Kriteri:** Bu kriter, bir binanın yangından korunmasına yönelik suyun mevcudiyeti ile ilgilidir. Bir bina için iki çeşit su kaynağı mevcut olabilir. Bunlar ya binayla doğrudan bağlantılı su kaynaklarıdır veya binadan uzak kaynaklardır. Binayla doğrudan bağlantılı su kaynakları kapsamında; bina yakınındaki caddelere bulunan ve yangın söndürmek için hortum takılıp su çekilebilen yangın muslukları, sulu dereler, göletler veya binaya yeterince yakın olan ve böylece doğrudan bir su hortumu ile suyun alınabileceği sarnıçlar sayılabilir. Binadan uzak su kaynakları ise binaya suyun ancak bir su tankeriyle taşınabileceği uzaklıktaki su kaynaklarını ifade etmektedir. Böylece bu ana kriter değerlendirmeye alınan orman yangınları tehlike alt kriterleri ise şunlar olmuştur:

- Yangın musluklarının binadan uzaklığı ve gücü,

- Binaya doğrudan su alımı yapılabilecek sürekli su kaynaklarının (sulu dere, gölet, su sarnıcı vb.) binadan uzaklığı ve su sağlama kapasitesi,
- Binadan uzak diğer su alma kaynaklarına yangın aracının gidiş-dönüş zamanı.

Yukarıda belirtilen orman yangınları tehlike kriterlerinin her birine ait alt kriter puanları, arazi çalışmaları sonrasında elde edilen verilere göre belirlenmiştir.

Binaların orman yangınları tehlike oranlamasında dikkate alınan yukarıdaki kriterlere yönelik hazırlanan “bilgi toplama formu”, bina ve bina sahiplerine ilişkin bilgiler yanında, her bir kriterle ait bilgi toplama sorularını ve genel gözlemleri kaydetmeye yönelik bir yorum sayfasını da içermiştir. Örneğin eğer bilgi toplayıcısı herhangi bir kriterle ait soruların incelenen binayı tam olarak yansıtmadığını düşünüyorsa, o takdirde bu çelişkili durumun ne olduğunu ayrıntılı şekilde yorum bölümüne kaydetmiştir. Bu yorum bilgilerine dayalı olarak gerektiğinde mevcut orman yangınları tehlike kriterleri düzeltilmiş veya orman yangınları tehlike oranlamasına yeni kriterler eklenmiştir. Bu suretle uygulanan modelin gözden geçirilip düzeltilmesi ve geliştirilmesi sağlanmıştır.

### 2.2.3. Değerlendirme yöntemi

Bu çalışmada bir “orman yangınları tehlike oranlaması” modeli geliştirilmiş ve örnek alanlarda (Antalya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları dahilinde) denenmiştir. Bu model ormanlık ve makilik alanlar içerisindeki ve kenarındaki binaları, orman yangını tehlikelerine göre belirli bir tehlike grubuna dâhil etmektedir. Hiyerarşik olarak yapılandırılan bu model, asıl olarak elde mevcut arazi verilerine ve orman yangınları yönetimi konusunda çalışan uzman kişilerin bilgi, görüş ve deneyimlerine dayalı bir modeldir.

Bu çalışmada AHS tekniği kapsamındaki “iki-li karşılaştırmalar” yaklaşımı yardımı ile orman yangınları yönetimi konusundaki uzmanların hükümleri ortaya konulmuş ve orman yangınları tehlike kriterlerinin ve alt kriterlerinin ağırlıkları bu uzman hükümlerine dayalı olarak belirlenmiştir. Böylece katılımcı bir yaklaşım benimsenmiş ve uygulanmıştır. Daha sonra yangın tehlike oranlamasına yönelik değerlendirmeler gerçekleştirilmesinde ve ana kriterlerin kombine edilmesinde çok kriterli çözümlenmelere imkân veren “Doğrusal Kombinasyon tekniği” seçilmiş ve kullanılmıştır (Yılmaz, 2005). Sonuçta OYA alanlarındaki her bir bina tipi için yangın tehlike oranlaması (potansiyeli) ortaya konmuştur.

### 2.2.3.1. Çok kriterli yangın tehlike oranlaması

Bu araştırmadaki yangın tehlike oranlamasına ilişkin değerlendirmeler, doğal olarak çok kriterli bir problem olarak görülmelidir. Bir başka ifadeyle yangın tehlike çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla kriteri içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak uygundur.

Buna göre çok kriterli yangın tehlike oranlaması değerlendirmelerinin matematiksel modeli, genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Mendoza, 1997):

$$S = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Burada,

S = Yangın tehlike oranı,

$x_1, x_2, \dots, x_n$  = Yangın tehlikesini etkileyen kriterler veya alt kriterlerdir.

O halde yangın tehlike oranlaması çözümlemelerindeki temel problem,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ile gösterilen farklı yangın tehlike kriterlerinin ve alt kriterlerinin hem bireysel, hem de kümülatif etkilerinin ölçülmesidir. Yangın tehlike oranlaması çözümlemeleri için bu kriterlerin ve alt kriterlerin kombine edilmesine yönelik uygun bir yaklaşımın belirlenmesi gerekmektedir.

Bu araştırmada çok kriterli yangın tehlike oranlaması değerlendirmesi tekniği olarak, yukarıda açıklanan matematiksel kombinasyona dayalı tekniklerden Doğrusal Kombinasyon tekniği seçilmiş ve kullanılmıştır.

Bu teknikteki yangın tehlike oranlaması yaklaşımı matematiksel eşitlik olarak, çok kriterli yangın tehlike oranlaması değerlendirmelerine ait daha evvel sunulmuş olan yangın tehlike oranı formülünün genel bir formudur. Bu doğrusal eşitlik aşağıdaki şekilde gösterilebilir (Patrono, 1998):

$$S = \sum_{i=1}^n W_i X_i$$

Burada,

S = Toplam yangın tehlike puanı,

$W_i$  = i kriterinin ağırlık değeri,

$X_i$  = i kriterine ait alt kriter puanı,

n = Kriterlerin toplam sayısıdır.

Bu çok kriterli çözümleme yaklaşımı kullanılarak, farklı kriterlerin ve alt kriterlerin kombinasyonla-

rına dayalı olarak yangın tehlike oranlaması değerlendirmeleri yapılmıştır.

Yangın tehlike oranlaması çözümlemelerinde dikkate alınacak kriterler, kriter ağırlıkları, alt kriterler, alt kriter ağırlıkları ve puanları belirlendikten sonra, birden fazla sayıdaki bu kriterlerin kombinasyonunu sağlamak suretiyle çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmeleri yapılabilecektir. Araştırmada bu amaçla, Yöntem bölümünde açıklanmış olan Doğrusal Kombinasyon tekniği kullanılmıştır.

Bu amaçla ilk aşamada “ağırlıklı alt kriter puanları” hesaplamaları yapılmıştır. “ağırlıklı alt kriter puanını” elde etmek üzere, her bir alt kriterin “geometrik ortalamaya dayalı alt kriter puanı” ile “geometrik ortalamaya dayalı kriter puanı” çarpılmıştır.

Ardından “çok kriterli yangın tehlike oranlaması” değerlendirmelerinin yapılacağı bir tablo oluşturulmuştur. Bu değerlendirme tablosunda OYA alanlarındaki her bir bina tipi itibariyle yangın tehlike potansiyelini etkileyen kriterlere ait alt kriterlerin, sahip olduğu “alt kriter puanları” ile “ağırlıklı alt kriter puanları” değerlendirme tablolarına işlenmiştir.

Sonrasında seçilen ve uygulanan yangın tehlike oranlaması tekniği olan Doğrusal Kombinasyon tekniği gereği, her bir bina tipinin sahip olduğu “alt kriter puanları” ile bu alt kriterlerin ait olduğu kriterlerin “ağırlıklı alt kriter puanları” çarpılmak suretiyle ağırlıklı puanlar elde edilmiştir. Böylece alt kriter puanları toplanabilir veya başka bir ifadeyle kombine edilebilir hale gelmiştir. Sonuçta her bir bina tipi için alt kriterlerin yukarıdaki çarpma işlemiyle elde edilen ağırlıklı puanları toplanarak her bir bina tipine yönelik “toplam yangın tehlike puanı” değerlerine ulaşılmıştır.

### 2.2.3.2. Alt kriter puanları

Her bir alt kriter kendi içinde elemanlara ayrılmıştır. Örneğin “topoğrafya” kriterinin bir alt kriteri olan “binanın eğim üzerindeki yeri” düz arazide, vadi tabanında (alt yamaçta), orta yamaçta, üst yamaçta birer elemanı oluşturmuştur. Böylece bu alt kriter dört eleman olarak sınıflandırılmıştır.

Sonrasında her bir alt kriterine ait elemana birer puan atanmıştır. Bu puanlar verilirken, elemanların yangın tehlike oranlaması ile ilişkisine dikkat edilmiştir. Örneğin “binanın eğim üzerindeki yeri” alt kriterleri yangın tehlike oranlamasının belirlenmesine yönelik olarak ele alındığında, bu alt kriterine ait elemanlardan düz arazide 1, vadi tabanında 2,

orta yamaçta 3 ve üst yamaçta 4 eleman puanı verilmiştir.

Eleman puanları verilirken her ne kadar yangın tehlike oranı dikkate alınarak en olumlu durumdan en olumsuz duruma doğru olmak üzere 1, 2, 3 ve 4 şeklinde artan puanlar verilmiş olsa da, bir alt kritere ait eleman sayısının dört adetten fazla veya az olduğu diğer durumlarda bu sıra gözetsizlikle öznel bir değerlendirme ile puanlandırma yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Bu bölümde ilk olarak bu teknikler kapsamında kullanılan yangın tehlike kriterlerine ve alt kriterlerine ait ağırlık değerlerinin ve alt kriter puanlarının belirlenmesi konusu açıklanmış ve sonrasında bunlara göre araştırma alanında gerçekleştirilen çok kriterli yangın tehlike oranlaması değerlendirmeleri ile elde edilen bulgular ortaya konmuştur.

#### 3.1. Kriter ve alt kriter ağırlıkları

Yangın tehlike oranlaması çözümlerinde dikkate alınacak kriter ve alt kriter ağırlıkları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Yangın uzmanları tarafından ortaya konan kriter ağırlıklarının geometrik ortalama değerleri, yangın tehlike oranlaması çözümlerindeki “geometrik ortalamaya dayalı kriter puanı” değerlerini oluşturmuştur. Buna göre bu yangın tehlike kriterlerinden “binanın yakın çevresindeki yanıcı maddeler” kriteri 0,201 ağırlık değeri ile en önemli kriter iken, bu kriteri sırasıyla 0,175 ağırlık değeri ile “su mevcudiyeti” kriteri; 0,172 ağırlık değeri ile “binaya ulaşılabilirlik” kriteri; 0,164 ağırlık değeri ile “alandaki hizmetler ve yangına ilk müdahale zamanı” kriteri; 0,132 ağırlık değeri ile “bina inşaat tarzı ve tasarımı” kriteri; 0,124 ağırlık değeri ile “yanıcı maddeler” kriteri ve 0,031 ağırlık değeri ile “topoğrafya” kriteri takip etmektedir. Bu aşamadaki ikili karşılaştırmaların ortalama Tutarlılık Oranı ise %0,1 olarak hesaplanmıştır.

“Topoğrafya” kriteri kapsamındaki alt kriterlerden 0,398 ağırlık değeri ile “binanın tehlikeli topoğrafik özelliklere (dik yamaç, yarık, oluk, kanyon, sırt, boyun vb.) olan uzaklığı” alt kriteri, en yüksek ağırlığa sahip alt kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bu alt kriteri sırasıyla “binadan 50 m uzaklık (yarıçap) içindeki alanın hâkim eğim yönüne ait bakı sınıfı” alt kriteri (0,155), “binadan 50 m uzaklık (yarıçap) içindeki alanda ortalama eğim” alt kriteri (0,126), “binanın eğim üzerindeki yeri” alt kriteri (0,123), “binanın dik (%30’dan daha büyük) bir eğimden

olan uzaklığı” alt kriteri (0,100) ve “binadan 150 m uzaklıkta bulunan tehlikeli topoğrafik özellikler” alt kriteri (0,098) izlemektedir. Bu alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise %0,0 olarak belirlenmiştir.

“Yanıcı maddeler” alt kriterleri arasında “binadan en az 10 metre uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin ara tabakası (çalılar, veya ağaçların budanmamış alt dalları)” alt kriteri 0,262 ağırlık değeri ile en önemli alt kriter olarak önemsenirken, bunu sırasıyla 0,225 ağırlık değeri ile “binadan en az 10 m uzaklık (yarıçap) içindeki alanda vejetasyon yoğunluğu” alt kriteri; 0,188 ağırlık değeri ile “binadan en az 10 m uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin üst tabakası (ağaç türleri)” alt kriteri; 0,158 ağırlık değeri ile “binadan 50 m uzaklık (yarıçap) içindeki hâkim yanıcı madde tipi” alt kriteri; 0,090 ağırlık değeri ile “binadan en az 10 m uzaklık (yarıçap) içindeki meşcerenin alt tabakası (diri örtü veya toprak yüzeyi malzemesi)” alt kriteri ve 0,078 ağırlık değeri ile “bina çevresi ortam” alt kriteri takip etmektedir. Bu alt kriterlere yönelik ikili karşılaştırmalara ilişkin hükümlerin ortalama Tutarlılık Oranının ise % 0,1 değerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

“Bina inşaat tarzı ve tasarımı” alt kriterlerinden “binanın çatı örtüsü malzemesi” alt kriteri 0,219 ağırlık değeri ile en önem taşıyan alt kriter iken, bu alt kriteri sırasıyla 0,166 ağırlık değeri ile “binanın duvar kaplama malzemesi” alt kriteri; 0,160 ağırlık değeri ile “bina pencerelerinin yangına dayanıklılığı” alt kriteri; 0,139 ağırlık değeri ile “binanın temeline yakın taban kısmının (bina eteği için kaplamanın) inşaat tarzı” alt kriteri; 0,112 ağırlık değeri ile “bina balkonlarının malzemesi” alt kriteri; 0,077 ağırlık değeri ile “bina balkonlarının inşaat tarzı” alt kriteri; 0,074 ağırlık değeri ile “binanın çatı saçakları ve çıkıntılarının inşaat tarzı” ve 0,053 ağırlık değeri ile “bina bacasının yapısı” alt kriteri izlemektedir. Bu alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise % 0,1 olarak saptanmıştır.

“Binanın yakın çevresindeki yanıcı maddeler” kriteri kapsamındaki alt kriterlerden 0,193 ağırlık değerine sahip “akaryakıt deposunun binadan uzaklığı” alt kriteri, en yüksek ağırlığa sahip alt kriter olarak belirlenmiştir. Bu alt kriteri sırasıyla “bina çatısındaki veya yakınındaki yanıcı maddeler (dal, vejetasyon vb.)” alt kriteri (0,188), “Toprak altında veya toprak üstünde dökme gaz (LPG) tankının binadan uzaklığı” alt kriteri (0,176), “bina çatısının temizliği (yaprak, çerçöp vb.)” alt kriteri (0,100), “çalı-çirpi yığılan yerin binadan uzaklığı” alt kriteri (0,098), “binanın komşu binadan olan uzaklığı” alt kriteri (0,060), “vejetasyonun bina bacasına

veya soba borusuna yakınlığı” alt kriteri (0,050), “kulübe, baraka vb. ek yapının binadan uzaklığı” alt kriteri (0,049), “yakacak odun depolama yerinin binadan uzaklığı” alt kriteri (0,046) ve “çöp yakma varilinin binadan uzaklığı” alt kriteri (0,040) takip etmektedir. Bu alt kriterlere ait ikili karşılaştırmaların ortalama Tutarlılık Oranı ise %0,2 olarak hesaplanmıştır.

“Binaya ulaşılabilirlik” alt kriterlerinden “binayı sokağa bağlayan araç yolu üzerindeki ulaşım köprüsünün yük taşıma sınırı” alt kriteri 0,122 ağırlık değeri ile en yüksek önem taşıyan alt kriter olarak benimsenmiştir. Bu alt kriteri sırasıyla 0,102 ağırlık değeri ile “binaya götüren ana yol ağı boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan minimum yol genişliği” alt kriteri; 0,097 ağırlık değeri ile “binayı sokağa bağlayan araç yoluna giriş-çıkış kolaylığı” alt kriteri; 0,088 ağırlık değeri ile “binayı sokağa bağlayan araç yolu kapısı” alt kriteri ve “binayı sokağa bağlayan bir araç yolu vasıtasıyla, yangın araçlarının binaya ulaşma kolaylığı” alt kriteri; 0,074 ağırlık değeri ile “binayı sokağa bağlayan araç yolu boyunca, yol kenarındaki vejetasyon yoğunluğu” alt kriteri ve “araç yolunun bağlandığı ana yolun genişliği (banket yani yol kıyısı hariç)” alt kriteri; 0,067 ağırlık değeri ile “binaya götüren ana yol ağı boyunca, yol kenarındaki vejetasyon yoğunluğu” alt kriteri; 0,065 ağırlık değeri ile “binayı sokağa bağlayan araç yolunun genişliği (banket yani yol kıyısı hariç)” alt kriteri; 0,062 ağırlık değeri ile “binaya götüren ana yol ağına ulaşma noktası sayısı” alt kriteri; 0,061 ağırlık değeri ile “binayı sokağa bağlayan araç yolu boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan maksimum yol eğimi” alt kriteri, 0,060 ağırlık değeri ile “binaya götüren ana yol ağı boyunca, herhangi bir yerde karşılaşılan maksimum yol eğimi” alt kriteri ve 0,039 ağırlık değeri ile “araç yolunun bağlandığı ana yolun üst yapısı (yüzeyi, kaplama türü-niteliği)” alt kriteri takip etmektedir. Bu ikili karşılaştırmaların ortalama Tutarlılık oranı ise %0,2 değerine sahiptir.

“Alandaki hizmetler ve yangına ilk müdahale zamanı” alt kriterlerinden “orman yangın söndürme ilk müdahale ekibinin binaya uzaklığı ve ilk müdahale zamanı” alt kriteri 0,259 ağırlık değeri ile en önemli alt kriter olmuşken, bunu sırasıyla 0,252 ağırlık değeri ile “belediye itfaiye ekibinin binaya uzaklığı ve ilk müdahale zamanı” alt kriteri; 0,170 ağırlık değeri ile “bina ve bina çevresindeki alanda yer üstünde elektrik enerjisi hattı mevcutsa özelliği” alt kriteri; 0,140 ağırlık değeri ile “binanın kolay bulunabilirliğini etkileyen yön ve adres levhaları” alt kriteri; 0,133 ağırlık değeri ile “bina ve bina çevresindeki alanda mevcut elektrik enerjisi hattı” ve 0,046 ağırlık değeri ile “binaya gelen ana

elektrik enerjisi hattı” alt kriteri izlemektedir. Bu alt kriterler kapsamındaki ikili karşılaştırmalara yönelik hükümlerin ortalama Tutarlılık Oranı ise %0,2 olarak belirlenmiştir.

“Su mevcudiyeti” kriteri kapsamındaki alt kriterlerden 0,374 ağırlık değeri ile “yangın musluklarının binadan uzaklığı ve gücü” alt kriteri, en yüksek ağırlık değerine sahip alt kriter olmuştur. Bu alt kriteri sırasıyla “binaya doğrudan su alımı yapılabilecek sürekli su kaynaklarının (sulu dere, gölet, su sarnıcı vb.) binadan uzaklığı ve su sağlama kapasitesi” alt kriteri (0,361) ve “binadan uzak diğer su alma kaynaklarına yangın aracının gidiş-dönüş zamanı” alt kriteri (0,266) takip etmektedir. Bu alt kriterin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama Tutarlılık Oranı ise %0,4 olarak tespit edilmiştir.

### 3.2. Yangın tehlike oranlaması değerlendirmeleri

Toplam yangın tehlike puanı değerlerine göre her bir bina tipinin yangın tehlike oranı değerlendirilmiştir. Bu amaçla yangın tehlike oranları; “düşük yangın tehlikesi”, “orta yangın tehlikesi” ve “yüksek yangın tehlikesi” olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflandırmaya karşılık gelen toplam yangın tehlike puanı değerleri, Tablo 1’de sunulduğu şekilde kabul edilmiştir.

Tablo 1: Toplam yangın tehlike puanı değerlerine göre yangın tehlike oranları  
Table 1: Fire hazard rating according to total fire hazard point

Yangın tehlike oranı	Toplam yangın tehlike puanı
Düşük yangın tehlikesi	1,000-1,500
Orta yangın tehlikesi	1,501-2,000
Yüksek yangın tehlikesi	2,001-2,500

Buna göre araştırmada değerlendirmeye alınan OYA alanlarındaki her bir bina tipinin yangın tehlike oranı, en yüksek yangın tehlike oranından en düşük yangın tehlike oranına doğru Tablo 2’de sunulduğu şekilde ortaya çıkmıştır.

Tablo 2’ye göre “yüksek yangın tehlike oranına” sahip bina tipleri arasında “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 4” 2,313 toplam yangın tehlike puanı ile en yüksek yangın tehlike oranına sahip bina tipi olarak belirlenmiştir. Bu bina tipini sırasıyla 2,192 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Lojman”; 2,164 toplam yangın tehlike puanı ile “Tatil Köyü 1”; 2,150 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 6”; 2,145 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 7”; 2,128 toplam yangın tehlike pu-



anı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 5”; 2,118 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 1”; 2,080 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 3”; 2,079 toplam yangın tehlike puanı ile “Orman İçi Köyde Bulunan Bina 2” ve 2,056 toplam yangın tehlike puanı ile “Su Ürünleri Enstitüsüne Ait Atölyeler” takip etmektedir.

“Orta yangın tehlike oranına” bina tipleri arasında “Tatil Köyü 2” 1,895 toplam yangın tehlike puanı ile en yüksek yangın tehlike oranına sahip bina tipi olarak saptanmıştır. Bunu sırasıyla “Villa 4” (1,850), “Su Ürünleri Enstitüsüne Ait İdare Binası” (1,804), “Su Ürünleri Enstitüsüne Ait Lojman” (1,785), “Villa 3” (1,755), “Villa 2” (1,686), “Fabrika” (1,673), “Benzin İstasyonu” (1,663), “Villa 1” (1,653), “Okul” (1,649), ve “Hastane” (1,581) izlemektedir.

Buna karşın yapılan yangın tehlike oranlaması çözümlerinde “düşük yangın tehlike oranına” sahip bina tipi ortaya çıkmamıştır.

### 3.4. Yangın tehlikesi azaltma stratejileri

Araştırma bölgesindeki OYA alanlarında yer alan en yüksek yangın tehlike oranına sahip Orman Bölge Müdürlüğü Tek Katlı Lojman bina tipi için yangın tehlikesini azaltma stratejileri, aşağıda ele alınmaktadır.

Orman İçi Köyde Bulunan Bina 4 bina tipinin ve çevresinin genel görünümü Şekil 2’de sunulmaktadır.

Bu bina tipine ait yangın tehlikesi azaltma stratejileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Binadan 10 m uzaklık (yarıçap) içerisindeki;
  - Otsu türler ve sık dallı çalılar uzaklaştırılmalıdır,
  - Bina etrafına kum, çakıl vb. yanmayan materyal serilmelidir,
  - Fazla nem içeren ve boyu 30 cm’den kısa yer örtücü bitkiler kullanılmalıdır,

Tablo 2: Her bir bina tipi için toplam yangın tehlike puanına göre yangın tehlike oranı  
Table 2: Fire hazard rating according to total fire hazard point for each building type

Sıra numarası	Bina tipi	Toplam yangın tehlike puanı	Yangın tehlike oranı
1	Orman İçi Köy Bina 4	2,313	Yüksek yangın tehlikesi
2	Orman İçi Köy Lojman	2,192	Yüksek yangın tehlikesi
3	Tatil Köyü 1	2,164	Yüksek yangın tehlikesi
4	Orman İçi Köy Bina 6	2,150	Yüksek yangın tehlikesi
5	Orman İçi Köy Bina 7	2,145	Yüksek yangın tehlikesi
6	Orman İçi Köy Bina 5	2,128	Yüksek yangın tehlikesi
7	Orman İçi Köy Bina 1	2,118	Yüksek yangın tehlikesi
8	Orman İçi Köy Bina 3	2,080	Yüksek yangın tehlikesi
9	Orman İçi Köy Bina 2	2,079	Yüksek yangın tehlikesi
10	Su Ür.Ens. Atölyeler	2,056	Yüksek yangın tehlikesi
11	Tatil Köyü 2	1,895	Orta yangın tehlikesi
12	Villa 4	1,850	Orta yangın tehlikesi
13	Su Ür.Ens. İdare Binası	1,804	Orta yangın tehlikesi
14	Su Ür.Ens. Lojman	1,785	Orta yangın tehlikesi
15	Villa 3	1,755	Orta yangın tehlikesi
16	Villa 2	1,686	Orta yangın tehlikesi
17	Fabrika	1,673	Orta yangın tehlikesi
18	Benzin İstasyonu	1,663	Orta yangın tehlikesi
19	Villa 1	1,653	Orta yangın tehlikesi
20	Okul	1,649	Orta yangın tehlikesi
21	Hastane	1,581	Orta yangın tehlikesi

- Yanıcı madde miktarı düşük ve gelişmesi yavaş çok yıllık otsu bitkiler tercih edilmelidir,
- Kaya bahçeleri, otsu bitki adacıkları ve çiçek tarhları tesis edilebilir,
- Bina çevresindeki çalıların etrafındaki otlar oldukça kısa (yerden en fazla 10 cm yukarıdan) biçilmelidir,
- Çatı ve yağmur oluklarında yaprak, dal, kabuk vb. döküntülere neden olan sedir ağacı, bina çevresinden uzaklaştırılmalıdır,
- Binaya en az 5 m uzaklıktaki diğer ağaçlar uzaklaştırılmalıdır,
- Binaya 10 m'ye yakın kısımlardaki olgun haldeki geniş yapraklı ağaçlar korunabilir,
- Boylu ağaçların kurumuş alt dalları ile yerden 3 m'ye kadar olan yeşil dalları budanmalıdır,
- Çit ve diğer donatılarda, yanıcı olmayan materyal (taş, beton vb.) kullanılmalıdır.
- Binaya 50 m uzaklık (yarıçap) içerisindeki;
  - Çalı ve çalı grupları arasındaki mesafe, boylarının 3 katı olmalıdır,
  - Değişik yaş ve türden bitkiler alanda bırakılabilir,
  - Geniş yapraklı çalı ve ağaç türleri ile tepesi yayvanlaşmış iğne yapraklı ağaç türleri ko-

runabilir veya kullanılabilir,

- Bitkiler sıkışık vaziyette olmamalıdır,
- Sıkışık haldeki ağaç türlerinde aralama yapılmalıdır,
- Ağaçlar yerden 2,5 m yükseklikten dallanacak şekilde ve bu türler için uygun olan zamanda kuru ve yeşil alt dalları budanmalıdır.
- Binanın çatı örtüsü malzemesi kiremitten betona dönüştürülmelidir.
- Binanın çatı saçakları ve çıkıntıları kapatılmalıdır.
- Bina pencerelerinde ısıtılmış (temperli) cam kullanılmalıdır.
- Yakacak odun depolama yeri bina bitişiğinden alınarak, binadan 5 m daha fazla uzaklığa taşınmalıdır.
- Bina çatısının üzerine doğru sarkan ince ve kalın ağaç dalları uzaklaştırılmalıdır.
- Bina çatısına dağılmış ve serpilmiş halde bulunan ve derinliği 1 cm'den daha az olan iğne yapraklar ve geniş yapraklar, çatıdan temizlenmelidir.
- Bina bacasına 5 m'den daha az uzaklıkta bulunan vejetasyon uzaklaştırılmalıdır.
- Binaya götüren ana yol ağı boyunca bulunan yol kenarındaki vejetasyon, minimum miktar



Şekil 2: Orman içi köyde bulunan bina 4 bina tipinin ve çevresinin görünümü.  
Figure 2: Building 4 type and its surrounding.

ve boyuta dönüştürülmelidir.

- Binayı sokağa bağlayan araç yolu boyunca yol kenarındaki 4,5 m'den daha aşağıda olan ve yolu kapatan ağaç dalları uzaklaştırılmadır.
- Tümüyle yer üstündeki (bakımsız ve iyi durumda olmayan) ana elektrik enerjisi hattı, tümüyle yer altına alınmalı ve kolayca anlaşılır şekilde işaretlenmelidir.
- Tümüyle yer üstünde (bakımsız ve iyi durumda olmayan) ve ağaçların düşme alanında (yani en azından bitişik ormandaki ortalama bir ağaç boyu uzaklıkta) ve yangın araçlarının binaya ulaşmalarını engelleyebilecek durumda olan bina ve bina çevresi alandaki mevcut elektrik enerjisi hattı, tümüyle yer altına alınmalı ve kolayca anlaşılır şekilde işaretlenmelidir.
- Bina çevresine hortum takılarak doğrudan su çekilebilecek bir yangın musluğu konmalıdır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Özellikle Batı Avrupa ülkelerinde, Kuzey Amerika'da ve Avustralya'da OYA alanlarına verilen önem giderek artmaktadır. Zira bu tür OYA yangınlarında evler ve diğer yapılar tahrip olmakta, insanlar sakat kalmakta veya ölmekte ve sorumlu kuruluşların finansal kapasitesi sıkıntıya girmektedir. Ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz ortamında OYA kavramı, büyük orman yangınlarıyla karşılıklı ilişkisinden dolayı, özel bir öneme sahiptir. Büyük orman yangınlarının etkin olarak yönetimi, OYA alanlarının mevcudiyetini dikkate almak suretiyle gerçekleştirilebilir.

Bu araştırmada OYA alanı içindeki parsellerin tehlike oranlamasına yönelik özel olarak geliştirilen bir "Orman Yangınları Tehlike Oranlaması Modeli" kullanılarak veriler değerlendirilmiştir. Bu model yaklaşımı yeni yerleşim yerlerinde, orman yangınları oluşumunda ve yoğunluğunda hangi kriterlerin ne kadar etkili olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu metotlar yerel, bölgesel ve ulusal düzeylerde orman yangınlarına karşı yerleşim alanlarını daha iyi değerlendirme, önceliklendirme ve orman yangını riskini ve tehlikesini azaltma yönünde Orman Genel Müdürlüğüne imkân vermektedir. Böylece orman yangını riskinin ve tehlikesinin düşürülmesi, bir orman yangını yönetiminin en yüksek önceliği olan güvenlik dikkate alındığında, kamu ve yangınla mücadele ekiplerine yönelik riski düşürecektir. Ayrıca yüksek riskli ve tehlikeli alanların belirlenmesi; yerleşim yeri felaketleri olasılığını azaltma ve risk azaltma

çalışmalarını daha öncelikli alanlara yöneltilmesini sağlayabilecektir.

OYA alanlarında ikamet eden bina sahiplerinin özellikle bilmesi gereken konular ve olası eylemler listesi aşağıda verilmiştir:

1. Vejetasyon kesmeler, silvikültürel aralamalar, hayvan otlatmalar, kimyasal mücadeleler, dene-timli yakmalar gibi yanıcı madde azaltma işlemleri uygulama.

2. Değerli alanlarda, yüksek tutuşabilir özellikteki yanıcı maddeleri ortadan kaldırmayı veya tehlikeli yanıcı maddelerin sürekliliğini kırmayı amaçlayan yanıcı madde izolasyon (tecrit) stratejileri.

3. Alanda mevcut kolay tutuşabilir yanıcı maddelerin, daha az tutuşabilir örtü tipiyle değiştirmesini içeren yanıcı madde dönüşüm stratejileri.

4. OYA alanı çevresinde ve OYA içindeki binalar arasında bir "Savunulabilir Yer (Bina Tutuşabilirlik Zonu)" oluşturulması, korunması ve sürdürülebilir kılınması.

5. OYA alanlarındaki binaların yangına dayanıklılığını arttırma.

6. Yakacak odun istifleri, bahçe mobilyası ve aletleri ile odundan yapılmış depo kulübesi gibi bina dışındaki kolay tutuşabilir malzemelerin uzaklaştırılması.

7. Yapısal (strüktürel) değerlendirmeler.

8. Binalara doğru görülebilir ikametgâh yön işaretleri, geçit veren yollar veya erişilebilir güzergâhlar tesis etmek ve korumak ihtiyacı.

OYA alanlarındaki orman yangını tehlikesini azaltmaya yönelik politika önlemleri ise aşağıdaki şekilde belirtilmiştir;

1. OYA sakinlerinin mülkiyetlerindeki vejetasyonu azaltmaları yönünde teşvik edilmelidir,

2. OYA sakinlerini, binaları çevresinde iyi bir "Savunulabilir Alan" oluşturmayı benimsemeleri yönünde cesaretlendirilmelidir,

3. Yangın istasyonlarına yakınlık konusunun önemini vurgulamak için daha fazla araştırma yapılmalı ve yangın istasyonları bu araştırma sonuçlarına göre konuşlandırılmalıdır.

4. Yüksek eğimlerde (%25'den daha büyük) inşaat sınırlı şekilde izin verilmeli ve eğer yapı inşaat kısıtlaması uygulanamıyorsa, bir binaya izin verilmmeden önce böyle taşınmazlarda vejetasyonun temizlenmesi sağlanmalıdır,



5. Parsel alanlarına doğru giden yol oranı artırılmalı ve stratejik yerlerde yol yapılmalıdır,

6. Veri kaynağı olması açısından, faydalı bir orman yangınları tehlike değerlendirilmesine yönelik yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verilerine ve diğer mekânsal verilere ihtiyaç duyulmaktadır,

7. OYA alanlarındaki bina sahiplerinin binanın yakın çevresindeki yanıcı maddelere yönelik uygun peyzaj düzenlemelerini yerine getirmeleri zorunluluğu getirilmelidir,

8. OYA alanlarındaki bina inşaatlarına yönelik alınacak inşaat ruhsatları ve izinlerinde, binalar arasındaki uygun mesafe, binalarda yanmaya dayanıklı bina malzemelerinin kullanımı ve yangına karşı yapı inşa tarzı ve tasarımı ilkelerine uygunluğu zorunlu tutulması gerekmektedir,

9. OYA alanlarındaki binalara yönelik yangın sigortası uygulamasının zorunlu tutulması gerekmektedir,

10. Yangın öncesi çalışmalara ve planlamalara esas olan il orman yangınlarıyla mücadele komisyon kararlarında ve yangın eylem planlarında, OYA alanlarındaki bina ve bina çevrelerindeki orman yangınları tehlikesini azaltmak için hangi önlemlerin alınacağına da belirtilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

OYA sorununun üstesinden gelme yönünde en yüksek önceliğe sahip olan konu, ilgi gruplarıyla iletişime ve işbirliğine geçmektir. OYA alanında yaşayan toplum üyelerinin eğitilmesi, yangına karşı güvenli sonuçlara ulaştırabilecektir. Bu amaçla bina sahiplerinin orman yangınlarına yönelik görüşlerini incelemek ve bu yangınların etkilerini azaltmaya yönelik kişilerin yaklaşımlarını değerlendirmek üzere, bir anket çalışması gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda OYA alanlarında tehlike durumunu değerlendirmek üzere sörveyler ve farklı eğitim yaklaşımları kullanılabilir. Ardından hangi eğitim işleminin, bina sahiplerinin davranışında en büyük değişiklikle sonuçlandığı ortaya konulabilir. Böylesi bir araştırmanın kısa dönemli amaçları (1) bina sahipleri tarafından OYA konularını anlama düzeylerini belirlemek, (2) bina sahiplerinin ve mülkiyet özelliklerinin incelenmesi suretiyle, eğitimden önce özel mülkiyetin tehlike düzeyini ortaya koymak, (3) bina sahiplerinin orman yangınına karşı en etkili davranış değişikliğine neden olan eğitim yaklaşımını belirlemek üzere, özel mülkiyet sahipleri üzerinde farklı eğitim yaklaşımlarını sınamak olarak sıralanabilir. Araştırma alanı yakınında bulunan Uluslararası Ormanlık Eğitim Merkezi Müdürlüğü, OYA kapsamında kamunun

eğitilmesi görevini, ilk aşamada Antalya ili için üstlenmelidir. Bu kapsamda uygun OYA uygulamalarının pratik eğitimi yanında, uygun OYA alanlarını sergileyen demonstrasyon alanları da oluşturulmalıdır. Ayrıca bu Merkez, tüm OYA ilgi grupları arasında işbirliği ve uyumun sağlanacağı bir merkez olma özelliğine de kavuşmalıdır.

### **Teşekkür**

Bu makale, 2014-2017 yıllarında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne aynı başlıkla gerçekleştirilen araştırma sonucunda hazırlanan ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen 19.5314/2014-2015-2017 numaralı Proje Sonuç Raporunun (Yılmaz ve ark., 2017) özetidir.

### **Kaynaklar**

Eufirelab, 2004. Towards Method for Investigating on Wildland Fire Causes. In: Bonora, L., Conese, C., Lampin, C., Martin, P., Martinez, J., Molina, D., Salas, J. (Eds.), Eufirelab: Euromediterranean Wildland Fire Laboratory, a "Wall-less" Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean region, Deliverable D-05-02, 43 pages.

Farmer, D. A., 1998. Larimer County Wildfire Mitigation Plan, 1998: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Colorado State Forest Service, Fort Collins District, September 1995, Revised April 1998, Colorado, USA, pp: 44.

Gençol, M., 2009. Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yerleşim Alanlarının Güvenliği, Yangın Emniyet Yol ve Şeritlerine Yeni Bir Yaklaşım. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak 2009, Tebliğler Kitabı, s. 112-116, Antalya.

Hay, C. M., 2000. A Wildfire Hazard Rating Model for Structures/Parcels in the Wildland/Urban Interface, In: Proceedings of the 13th Conference on Fire and Forest Meteorology, 27-31 October 1996, Lorne, Victoria, Australia.

Johnson, M., Korte, J., Hay, C. M., 1993. A Wildfire Hazard Identification and Mitigation System (WHIMS) for Boulder County, Colorado, In: Proceeding of the 1993 GIS in the Rockies Conference, ASPRS, Golden, CO, USA.

Küçükaydın, A., 2009. Orman Yangınlarının Önlenmesine Dair Mevcut Düzenlemelerdeki Hukuki Sorumluluklar, Alınması Gereken Tedbirler. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak 2009, Tebliğler Kitabı, s. 131-137, Antalya.

Lampin-Maillet, C., 2008. 2007, Summer Fires in the European Mediterranean-The cases of Greece, İtaly and

---

Spain. Mediterranean yearbook, European Institute of the Mediterranean, Med. 2008, Economy and Territory-Sustainable Development, pp: 243-247.

McCaffrey, S. M., 2002. For Want of Defensible Space a Forest is Lost: Homeowners and the Wildfire Hazard and Mitigation in the Residential Wildland Intermix at Incline Village, Nevada, University of California, Wildland Resource Science, Berkeley, USA, pp: 300.

Mendoza, G. A., 1997. GIS-Based Multicriteria Approaches to Land Use Suitability Assessment and Allocation. Seventh Symposium on Systems Analysis in Forest Resources (May 28-31, Treverse City, Michigan, USA), United States Department of Agriculture (USDA), Forest Service, North Central Research Station, General Technical Report NC-205, USA, pp: 89-94.

Neyişçi T., 2009. Ezber Bozmak ya da Yangın Aforizmaları, Orman ve Av Dergisi, Mayıs-Haziran Sayısı, Sayı: 3, Cilt: 85, s. 3-6, ISSN: 1302-040X.

Patrono, A., 1998. Multi-Criteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions, Multicriteria Analysis for Land-Use Management, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management-Volume: 9, ISBN: 0-7923-5198-3, AA Dordrecht, The Netherlands, pp: 271-292.

Schmoldt, D. L., Peterson, D. L., Smith, R. L., 1994. The

Analytic Hierarchy Process and Participatory Decision Making. Proceedings from Decision Support 2001, Volume: 1, 17th Annual Geographic Information Seminar and the Resource Technology 94 Symposium, Toronto, Ontario, September 12-16, 1994.

Slack, P., 2000: Firewise Construction, Design and Materials. Colorado State Forest Service, USA, pp: 37.

Tele, W. C., Weatherford, 2000. The Wildland/Urban Interface Fire Problem. Report to the Council of Western State Foresters, California, CA 95672, USA, pp: 97.

Yılmaz, E., 2005. Bir Arazi Kullanım Planlaması Modeli: Cehennemdere Vadisi Örneği. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 253, DOA Yayın No: 37, Çeşitli Yayın No: 3, 131 s., Tarsus.

Yılmaz, E., Koçak, Z., Coşgun, U., Ay, Z., Bilgin, F. ve İ. Şafak, 2012. Orman Yangınları Yönetiminin Bütüncü Karşıklık Yöntemiyle Değerlendirilmesi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, DOA Yayın No: 67, Teknik Bülten No: 41, 124 s., Tarsus.

Yılmaz, E., Kayacan, A., Güler, K. H., 2017. Orman İçi ve Kenarı Yerleşimlerde Orman Yangınları Tehlike Oranlaması Modeli: Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Örneği. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Sonuçlanan Proje Sonuç Raporu, 285 s., Antalya.

# Türkmen Dağı'ndaki bazı odun dışı orman ürünlerinin potansiyel dağılımı

Potential distribution of some non-wood forest products in the Turkmen Mountain

Rıza KARATAŞ<sup>1</sup>   
Özdemir ŞENTÜRK<sup>2</sup>   
Münevver ARSLAN<sup>1</sup>   
Dilek GÜNER<sup>1</sup>   
M. Güvenç NEGİZ<sup>3</sup>   
Kürşad ÖZKAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

<sup>2</sup> Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, Burdur

<sup>3</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

**Sorumlu yazar (Corresponding author)**

Rıza KARATAŞ  
rizakaratas@ogm.gov.tr

**Geliş tarihi (Received)**

16.05.2018

**Kabul Tarihi (Accepted)**

06.07.2018

**Atıf (To cite this article):** KARATAŞ, R., ŞENTÜRK, Ö., ARSLAN, M., GÜNER, D., NEGİZ, M., ÖZKAN, K. (2019). Türkmen Dağı'ndaki bazı odun dışı orman ürünlerinin potansiyel dağılımı. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 15-28.  
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.424010>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

## Öz

Bu çalışma Türkmen Dağı'nda doğal yayılışı olan odun dışı orman ürünlerinin potansiyel dağılım haritalarının elde edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda ekonomik değeri olan *Cistus laurifolius*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crataegus orientalis*, *Rosa canina*, *Salvia tomentosa* ve *Thymus longicaulis* türleri hedef türler olarak belirlenmiştir. Arazi çalışmaları 693 örnek alanda gerçekleştirilmiştir. Yükselti, eğim, bakı, anakaya, topografik pozisyon indeksi ve bioklim verileri açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Modelleme süreçlerinde Genelleştirilmiş Eklemler Modeli (GEM) ile Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) kullanılmıştır. Bütün türlerin en iyi dağılım modelleri GEM ile elde edilmiştir. Yükselti, dağılım modellerine katkı yapan en önemli değişken olmuş, bunu anakaya, yağışın mevsimselliği (Bio15) ve topografik pozisyon indeksi izlemiştir. Elde edilen modeller coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yaygınlaştırılmış ve böylece bütün hedef türlerin potansiyel dağılım haritaları elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Odun dışı orman ürünleri, coğrafi dağılım modellemesi, yetiştirme ortamı uygunluğu

## Abstract

The aim of this study was to model the potential distribution of non-wood forest products in the Turkmen Mountain of Turkey. *Cistus laurifolius*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crataegus orientalis*, *Rosa canina*, *Salvia tomentosa* and *Thymus longicaulis* species were selected due to their economic value. Field data were collected from 693 sample plots. Elevation, slope, aspect, parent material, topographic position index, radiation index and bioclimatic variables were used as explanatory variables. Generalized Additive Model (GAM) and Classification and Regression Tree technique (CART) were applied in the modeling processes. The most accurate distribution models for all species were obtained with GAM. Elevation became the most descriptive variable within the distribution models. In addition, parent material, precipitation seasonality (Bio15) and topographical position index played important roles in the model construction process. Visualizations of the distribution models were performed by Geographical Information System software.

**Keywords:** Non-wood forest products, geographic distribution modeling, habitat suitability

## 1. Giriş

Dünya nüfusunun yarısından fazlası günlük ihtiyaçlarının birçoğunu odun dışı orman ürünlerinden (ODOÜ) sağlamaktadır. Bu talebe cevap verebilen bazı ülkeler, ODOÜ ticareti sayesinde ciddi miktarda gelir elde etmektedir. Tür çeşitliliği açısından zengin bir floraya sahip olan ülkemiz, coğrafi ve iklim özelliklerinden dolayı farklı ekolojik istekleri olan ve ODOÜ niteliği taşıyan birçok bitkiyi ba-

rındırmaktadır (Davis, 1988; Davis ve ark., 1988; Bayram ve ark., 2010). Ayrıca hem Yakın Doğu hem de Akdeniz havzası içerisinde yer alan Türkiye, ODOÜ'nün üretimi ve pazarlanması hususunda oldukça avantajlı bir konumdadır (Konukçu, 2001; Ekizoğlu ve Kuvan, 2010).

ODOÜ ihracatında Çin, Hindistan ve ABD ilk sıralarda yer alırken Türkiye 21. sırada yer almaktadır. Bunun yanı sıra ithalat olarak ABD, Almanya, Japonya gibi ülkeler ilk sıralardayken Türkiye 32. sıradadır (FAO, 2006). Ülkemizin, sahip olduğu bitki türü zenginliği açısından, sınır komşusu olduğu ülkelere ve diğer Avrupa ülkelerine göre bariz bir üstünlüğünün olduğu ortadadır (Gürbüz ve ark., 2011). Kaynak olarak böyle bir üstünlük söz konusu iken ülkemiz, üretim, planlama, ihracat, ithalat ve pazarlama gibi konularda daha geridedir. Dolayısıyla bu konularda daha titiz ve öngörülü analiz çalışmalarının yapılması zorunlu hâle gelmektedir.

Ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama sürecinde biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu gündemdedir ve ormanlardan sadece odun üretimi amacıyla yararlanılması yerine, ODOÜ üretimi, işlenmesi ve pazarlanması önemli bir hâle gelmiştir. Ekonomik ve ekolojik değere sahip çalı ve ot türlerinin planlara dâhil edilerek üretime sokulması ile orman köylülerine yeni iş imkânlarının sağlanması ve aynı zamanda ormanlar üzerindeki olumsuz baskıyı en aza indirmek de mümkün olabilecektir.

Bu bağlamda öncelikle odun dışı orman ürünlerinin yönetim planlarının içerisine dâhil edilmesi gerekmektedir. ODOÜ'nün orman amenajman planlarına entegrasyonu çerçevesinde öncelikle bu ürünlerin ekolojik özelliklerinin belirlenmesi ve potansiyel yayılış haritalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, Türkmen Dağı kütlesinde ekonomik değere sahip olan laden (*Cistus laurifolius*), kuşburnu (*Rosa canina*), alıç (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crataegus orientalis*), ada çayı (*Salvia tomentosa*) ve kekik (*Thymus longicaulis*) hedef türler olarak seçilmiştir. Türkmen Dağı yöresinde belirlenen bu türlerin, çevresel (yetiştirme ortamı) faktörler ile ilişkilerinin tespiti, onların coğrafi dağılımlarının modellenmesi ve potansiyel dağılım haritalamasının gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarının, yörede ve benzer yetiştirme ortamlarında yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

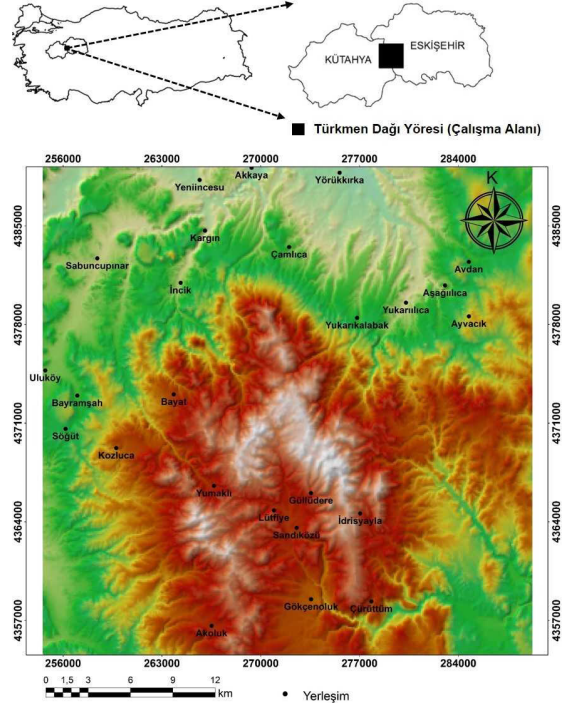
## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Araştırma alanının tanıtımı

Çalışma alanı olarak seçilen Türkmen Dağı Yöresi, 39° 16"-39° 38" kuzey enlemleri ile 30° 06"-30° 36" doğu boylamları arasında, Eskişehir ve Kütahya illeri sınırında bulunmaktadır. Çalışma alanı toplam 175.283 ha büyüklüğe sahiptir. Yöre, İç Anadolu Bölgesi ile Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu bölümünün içinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu nedenle her iki coğrafi bölge arasında bir geçiş bölgesi özelliği göstermektedir (Güner, 2006; Şenol, 2015).

Türkmen Dağı Yöresi'nin en yüksek noktası 1.826 m yükseltideki Türkmenbaba Tepe olduğu bilinmektedir. Ayrıca Küçüktürkmen Tepe (1.795 m), Kurtasıldı Tepe (1.726 m), İnlıyaylaçıklak Tepe (1.719 m), Paşaköşkü Tepe (1.701 m), Efsunbaba Tepe (1.681 m), Mestanlı Tepe (1.676 m), Ayı Tepe (1.643 m) ve Bozkuş Tepe (1.641 m) yöresinin diğer yüksek noktalarıdır. Örnek alanlar için çalışma alanının yükseltisi 790-1.826 m arasında değişmektedir.



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

Çalışma alanı olan Türkmen Dağı kütlesi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsünün 1975 yılında yayınladığı 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nın

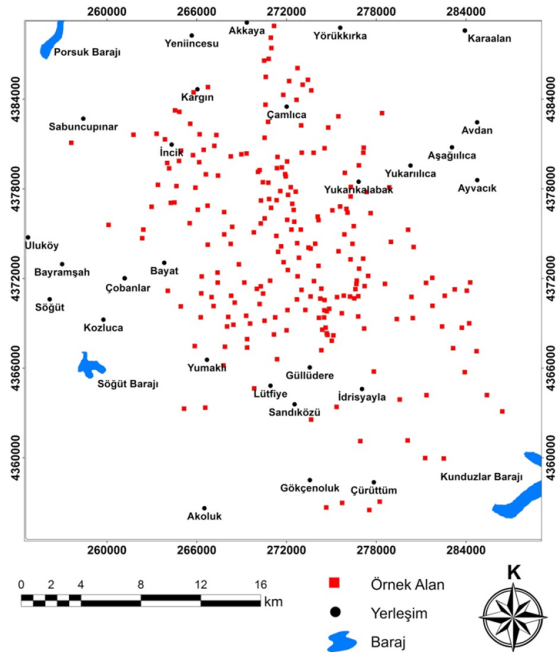


Ankara paftası içerisinde kalmaktadır. Kütleyi ağırlıklı olarak riyolit ve dasit anakayalar oluştururken bazalt, kıltaşı, killi-kumlu-çörtlü kireç taşlarına da rastlanmaktadır. Türkmen Dağı genel olarak neojen yaşlı olup mesozoik, jura-kretase ve permien-mesozoik yaşlı seriler de bulunmaktadır (Pamir ve Erentöz, 1975). Toprak özellikleri bakımından incelendiğinde çalışma alanını oluşturan Türkmen Dağı yöresinde, boz esmer orman toprağı tipi görülmektedir (Güner, 2006).

Yağış rejimi bakımından Kütahya, Akdeniz ile İç Anadolu yağış rejimi arasında; Eskişehir ise Karadeniz ile İç Anadolu yağış rejimi arasında bir geçiş tipine sahiptir (Anonim 1989). Thornthwaite yöntemine göre Eskişehir, kurak-az nemli; Kütahya, yarı nemli bir iklim tipine sahiptir (Akgündüz 2000; Şenol, 2015). Thornthwaite yöntemine göre Türkmen Dağı'nın su bilançosu ve iklim tipi Tablo 1.' de verilmiştir.

Tablo 1. Türkmen Dağının Thornthwaite Yöntemine göre su bilançosu (Güner 2006)  
Table 1. Water balance of Turkmen Mountain according to Thornthwaite Method (Güner 2006)

	Kuzey Bakı					Güney Bakı		
	1250 m	1350 m	1450 m	1550 m	1650 m	1450 m	1550 m	1650 m
Sıcaklık °C	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	9,0	8,5	8,0
Yağış (mm)	605,7	655,7	705,7	755,7	805,7	643,5	693,5	743,5
Evapotran. (mm)	399,3	404,9	407,9	409,9	410,9	419,5	420,7	425,3
Su açığı (mm)	183,3	168,8	152,9	135,1	119,3	181,8	164,3	147,0
Su fazlası (mm)	206,4	250,8	297,8	345,8	394,8	224,0	272,8	318,2
İklim Tipi	C2B1 'sb2'	B1B1 'sb2'	B1C2 'sb2'	B2C2 'sb2'	B3C2 'sb2'	C2B1 'sb3'	B1B1 'sb2'	B2B1 'sb2'



Şekil 2. Örnek alanların çalışma alanındaki konumları  
Figure 2. The locations of the sample plots in the study area

Türkmen Dağı yöresi, Türkiye florası grid sistemine göre B3 karesi içinde kalmaktadır (Davis, 1988). Yörede insan baskısı ve aşırı otlatma gibi tahribatlardan dolayı bozuk orman ve step vasfı taşıyan bölgeler olmasına rağmen, orman

vejetasyonu içerisinde oldukça verimli alanlar da mevcuttur. Türkmen Dağı orman vejetasyonunun hakim ağaç türlerini Anadolu karaçamı, sarıçam, doğu kayını ile genellikle bozuk yapıda saçlı meşe, tüylü meşe ve Makedonya meşesi oluşturmaktadır. Kasnak meşesi çoğunlukla münferit olarak yayılış yapmaktadır. Sapsız meşe çoğunlukla karışım halinde de bulunmaktadır. Mazı meşesi ise çalı formunda yayılış yapmaktadır. Orman vejetasyonunun çalı katındaki en yaygın türleri laden, saçlı meşe, tüylü meşe ve sapsız meşedir.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Arazi çalışmaları

Türkmen Dağı yöresinde gerçekleştirilen bu projede, 231 örnek alanda arazi envanter çalışmaları yapılmıştır. Arazi envanter çalışmaları öncesinde yöre 100 metrelik yükselti basamaklarına göre gruplandırılmış, eğim dereceleri dikkate alınarak eğim grupları oluşturulmuş, 4 ana yön dikkate alınarak bakılar sınıflandırılmış, farklı yamaç konumları (taban arazi, alt yamaç, orta yamaç, üst yamaç, sırt) ile anakaya tipleri belirlenmiştir. Ardından, bu değişkenler yukarıda belirtilen esaslara göre haritalanmıştır. Son aşamada, tüm kıstaslar değerlendirilerek örnek alanların yerleri belirlenmiştir. Ayrıca, arazi envanter çalışmaları boyunca alınan örnek alanlar yukarıda bahsi geçen haritalar üzerinde görüntülenerek çalışma alanında eksik

yerler temsil edilmeye çalışılmıştır. Böylece, örnek alanlar mümkün olduğunca farklı yükselti, eğim, bakı, yamaç konumu ve anakaya özellikleri gözetilerek homojen bir şekilde alınmıştır (Şekil 2). Her örnek alanda farklı çevresel faktörleri temsil edebilmek amacıyla 20x20 m (400 m<sup>2</sup>) büyüklüğünde 3 alt örnek alan alınmıştır. Toplamda 693 alt örnek alandan *Cistus laurifolius*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crataegus orientalis*, *Salvia tomentosa* ve *Thymus longicaulis* türlerine ait var – yok (var: 1 – yok: 0) verisi toplanmıştır. Her alt örnek alanın enlem ve boylam değerleri Global Position System (GPS) aracılığıyla envanter karnelerine kaydedilmiştir.

### 2.2.2. Büro çalışmaları

Türkmen Dağı yöresinde hedef türlerin potansiyel dağılım modelleme ve haritalama süreçlerinin gerçekleştirilmesi için çevre ve iklim değişkenlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda ilk olarak çalışma alanına ait eşyüksekti eğrileri aracılığıyla Sayısal Yükselik Modeli (SYM) oluşturularak yükselti, eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde bakı değişkeni yerine  $Radin = [1 - \cos((\pi / 180)(Q - 30))] / 2$  denklemi kullanılarak Radyasyon İndeksi (Radin) haritası üretilmiştir. Bu denklemde Q, bakının kuzey ile olan açılma değerini ifade etmekte olup dönüşüm 0-1 arasında değişmektedir. “0” değerine yakın yerler daha soğuk bakıları temsil ederken “1” değerine yakın yerler daha sıcak bakıları temsil etmektedir (Moisen ve Frescino, 2002; Aertsen ve ark., 2010). Çalışma alanının arazi yapısının sınıflandırılması amacıyla Jennes (2006) tarafından kullanıma sunulan “*Topographic Tools*” eklentisinden faydalanılarak Topografik Pozisyon İndeksi (Tpi) haritası oluşturulmuştur. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğünden yöreye ait jeoloji haritası temin edilmiştir. İlk olarak jeoloji haritasının geometrik kaydı yapılmıştır. Ardından çalışma alanı sınırları temel alınarak her anakaya tipi sayısallaştırılmış ve öznitelik tablosu anakaya tipleri esas alınarak oluşturulmuştur. Son olarak, Hijmans ve ark., (2005) tarafından hazırlanan ve ücretsiz olarak kullanıma sunulan iklim değişkenleri internet adresinden (<http://www.worldclim.org>) indirilmiş ve uygun raster formatına dönüştürülerek yeniden dışa aktarımları yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirme ve haritalama süreçlerinde çevresel ve iklim değişkenlerinin kullanılabilmesi için tüm haritaların hücre boyutları 100x100 m hücre büyüklüğüne indirgenmiştir.

Hedef türlerin potansiyel dağılım modellerini oluşturulabilmesi amacıyla çevresel ve iklim değişkenlerinin her bir alt örnek alandaki sayısal değerleri

elde edilmiş ve örnek alanlara ait veri matrisi hazırlanmıştır. Ayrıca elde edilen modellerin potansiyel dağılım haritalarının üretilmesi için çalışma alanı sınırı dikkate alınarak yaygınlaştırma veri matrisi oluşturulmuştur.

### 2.2.2.1. İstatistiksel değerlendirme süreçleri

Hedef türlerin dağılım modellerinin oluşturulması aşamasında kullanılan iklim değişkenlerinin birbirleri arasında genellikle yüksek korelasyon bulunmaktadır. Bu durum, hedef türlere ait model(ler) de çoklu bağlantı problemlerine neden olabilmektedir. Bu yüzden, iklim değişkenlerine Temel Bileşenler Analizi (TBA) uygulanmıştır. Böylece, iklim değişkenleri içerisinde temsilci değişken(ler) seçilmiştir. Modelleme sürecinde kullanılacak bağımsız değişkenler ile temsilci olarak seçilen iklim değişken(ler) arasında yine yüksek bir ilişki bulunabilmektedir. Bu durum tekrardan elde edilecek olan model(ler)de çoklu bağlantı problemlerine neden olabileceği için korelasyon analizi uygulanmıştır. Uygulanan korelasyon analizi sonucunda önem seviyesi %5’in altında ve 0,900 değerinin üzerinde korelasyon katsayısına sahip olan iklim değişken(ler)inin modelleme aşamalarına dâhil edilmemesine karar verilmiştir.

Hedef türlerin potansiyel dağılım modelleri ve haritalarının elde edilmesi için Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği ile Genelleştirilmiş Eklemeli Model yöntemlerine başvurulmuştur. Elde edilen dağılım modellerinin doğrulukları ve performansları Receiver Operating Characteristic (ROC) eğrisi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği için *DTREG* paket programı, Genelleştirilmiş Eklemeli Model için *S-Plus 6.0* yazılımı ile birlikte *GRASP* eklentisi kullanılmıştır.

Tür dağılım modellerinin oluşturulmasında genellikle parametrik olmayan kural tabanlı bir yöntem olan sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) tercih edilmektedir. Bu yöntemde bağımlı değişkenin kategorik olması (var–yok verisi vb.) hâlinde sınıflandırma ağacı ismini alırken bağımlı değişkenin sürekli veri olması durumunda ise regresyon ağacı ismini almaktadır (De’ath ve Fabricius 2000; Navarrate ve Espinosa, 2011). SRAT’ta, bağımlı değişken esas alınarak bağımsız değişkenlerin veri matrisini homojen alt gruplara hiyerarşik olarak ayırarak bir ağaç model oluşturulmaktadır (Özkan, 2012). Genelleştirilmiş eklemeli model (GEM), tür dağılım modellerinin oluşturulmasında fazlasıyla tercih edilen diğer bir non-parametrik yöntemdir. Parametrik olmayan doğrusal regresyondan türetilen GEM, bir bağımlı değişken ile farklı bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal

olmayan ilişkilerin ortaya konmasında kullanılan bir yöntemdir (Guisan ve ark., 2002; Moisen ve ark., 2006).

### 2.2.2.2. Modelleme süreçleri

Hedef türlerin açıklayıcı değişkenlerle modelleme sürecinde SRAT ve GEM olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır. Daha önce bahsedildiği üzere, SRAT ve GEM parametrik olmayan yöntem olması sebebiyle gerek doğrusal gerekse eğrisel ilişkileri açıklamada sıklıkla tercih edilmektedir. Bu bağlamda çalışmada, her iki yaklaşım da kullanılarak potansiyel dağılım modelleri elde edilmiştir. Ancak, SRAT elde edilen ağaç modellerde çok fazla kural içermesi, ilişkileri açıklamada güçlükler neden olmuştur. Diğer taraftan, SRAT ile elde edilen ağaç modellerin ROC eğrisi sonuçlarının eğitim seti ile test seti değerlerinin birbirine yakın değerler göstermesi istenen bir durumdur. Ancak, ROC eğrisi ile denetlenen ağaç modellerin doğrulukları, hedef türler için beklenen aralıkta veya düzeyde çıkmamıştır. Bu yüzden, hedef türlerin potansiyel dağılım modellerinin elde edilmesinde GEM yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, hedef türlerin dağılım modellerine ait GEM-ROC değerlerinin SRAT-ROC değerlerinden daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Son olarak, hedef türler için GRASP eklentisi ile elde edilen modeller ArcMap 10.2 yazılımı aracılığıyla potansiyel dağılım haritaları gürselleştirilmiştir.

Tür adlarının kodlanma işlemi, ilk üç harf kullanılarak (*Cistus laurifolius* - Cislau) oluşturulmuştur.

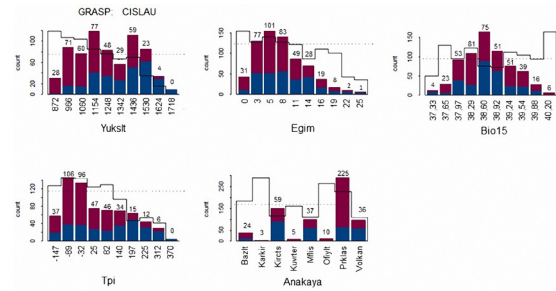
### 3. Bulgular

Hedef türlerin potansiyel dağılım modellerinin elde edilmesinde yükselti (Yukslt), eğim (Egim), radyasyon indeksi (Radin), topografik pozisyon indeksi (Tpi), anakaya tipleri (Bazalt: Bazlt, Karasal kırıntılar: Karkir, Kireçtaşı: Kirects, Kuvarterner: Kuvter, Metaflis: Mflis, Ofiyolitik: Ofiylt, Piroklastik: Prklas, Volkanik: Volkan) ve bioiklim (Bio1-19) değişkenleri kullanılmıştır. Modelleme süreçlerine geçilmeden önce kullanılacak iklim değişkenlerinin seçimi yapılmıştır. Buna göre, 19 bioiklim verisine TBA uygulanmıştır. Analiz sonucunda varyansı 1'den ve varyansa katılma oranı %5'ten büyük olan iki bileşen (Bileşen 1 varyans değeri: 17,244 ve varyansa katılma oranı: %90,757; Bileşen 2 varyans değeri: 1,577 ve varyansa katılma oranı: %8,302) elde edilmiştir. Buna göre, her bir bileşen için pozitif ya da negatif yönlü en yüksek ilişki katsayısına sahip iklim değişkeni temsilci olarak seçilmiştir. İklim değişkenleri içerisinde Bileşen 1 için en yüksek ilişki katsayısına Bio17 değişkeni (-0,999) sahipken, Bileşen 2 için en yüksek ilişki katsayısına Bio15 değişkeni (0,966) sa-

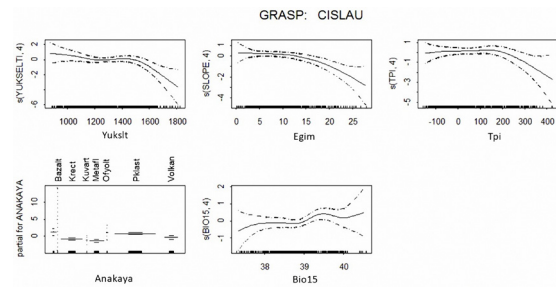
hip olmuştur. Ancak, daha önce bahsedildiği üzere temsilci iklim değişkenler ile (Bio15 ve Bio17) çevresel değişkenler arasında yüksek bir ilişkinin var olup olmadığı korelasyon analizi aracılığıyla test edilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda önem seviyesi %5'in altında ve 0,850 değerinin üzerinde korelasyon katsayısına sahip olan iklim değişken(ler)i modelleme süreçlerine dâhil edilmemiştir. Buna göre, Bio17 değişkeni  $p < 0,05$  ve korelasyon katsayısı 0,965 olarak bulunmuş ve veri matrisinden çıkartılmıştır. Modelleme süreçlerine ise sadece Bio15 ( $p < 0,05$  ve korelasyon katsayısı 0,121) değişkeni ile devam edilmiştir.

### 3.1. *Cistus laurifolius* türünün genelleştirilmiş eklemeli model sonuçları

*Cistus laurifolius* (Cislau) için GEM ile elde edilen modeli Yukslt, Egim, Tpi, Anakaya ve yağış mevsimselliği (Bio15) değişkenleri oluşturmuştur. Yukslt değişkenine göre, Cislau için en uygun potansiyel dağılım alanlarının yaklaşık 850–1.250 m arasındaki yükseltiler arasında olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 1.150–1.250 m arasındaki yükseltilerde daha yaygın dağılım gösterirken bu değerlerin üzerindeki yükseltilerde Cislau'nun dağılımı giderek azalmaktadır (Şekil 3, Şekil 4).



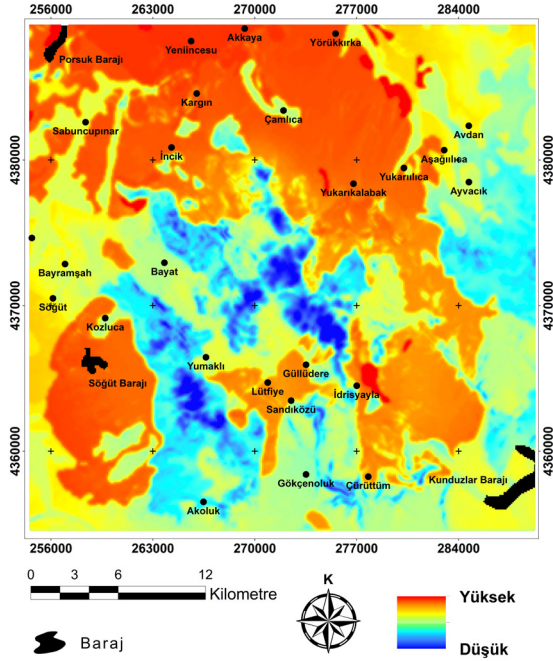
Şekil 3. *Cistus laurifolius* türünün dağılımı ile modelde bulunan açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 3. The relationships between the distribution of *Cistus laurifolius* and the explanatory variables of the model



Şekil 4. *Cistus laurifolius* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 4. The relationships between the distribution of *Cistus laurifolius* and the variables that built the model



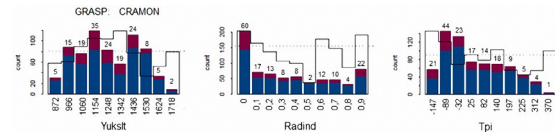
Modeli oluşturan değişkenlerden birisi olan Egim, 3–11 derece arasındaki değerleri türün dağılımı için en uygun alanları oluşturmaktadır (Şekil 3). Egim derecesinin artış gösterdiği alanlarda Cislau'nun potansiyel dağılımı giderek azalmaktadır (Şekil 4). Tpi'ye ait negatif değerler (kanyon ve vadi tabanları) tür için en uygun potansiyel dağılım alanlarını oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, Cislau sifıra yakın ve pozitif değerleri (25,18–82,74), yani düzlük, sabit eğimli ve sırt gibi arazi formlarını tercih etmektedir (Şekil 3). Tpi pozitif yönlü artış gösterirken bu değerlerin artması türün dağılımının azalmasına neden olmaktadır. Yani Cislau'nun dağılık ve dağ zirveleri gibi arazi formlarını çok fazla tercih etmediği görülmektedir (Şekil 4). Türün en yaygın dağılım gösterdiği anakaya tipi Prk-las olurken bunun yanı sıra potansiyel olarak Bazlt, Karkir ve Ofiytl anakaya tiplerini de tercih ettiği belirlenmiştir (Şekil 3). Son olarak, Bio15 değerlerinin artması ile birlikte Cislau için en yaygın dağılım alanları oluşmakta (Şekil 3) ve Bio15 değerlerinin artmasıyla birlikte, türün dağılımında artış meydana gelmektedir (Şekil 4). Sonuç modelin formülü = s (Yukslt, 4) + s (Egim, 4) + s (Tpi, 4) + Anakaya + s (Bio15, 4) şeklinde elde edilmiştir. Elde edilen modelin doğrulama değeri (ROC) 0,818 iken çapraz geçerlilik test (cvROC) sonucu 0,785 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 5'te verilmiştir.



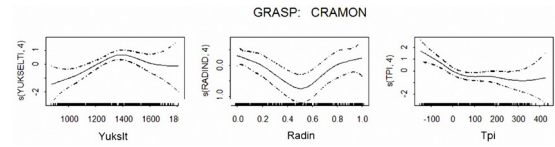
Şekil 5. *Cistus laurifolius*'un model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 5. The model based potential distribution map of *Cistus laurifolius*

### 3.2. *Crataegus monogyna* türünün genelleştirilmiş eklemeli model sonuçları

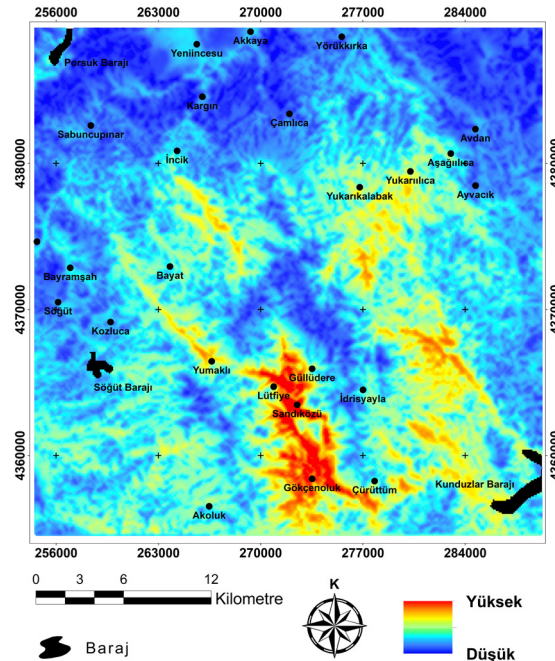
GEM sonucunda elde edilen model Yukslt, Radin ve Tpi değişkenlerinden meydana gelmiştir. Elde edilen modelde *Crataegus monogyna* (Cramon) için en uygun dağılım Yukslt değişkenine göre yaklaşık 1.050–1.350 m arasındaki yükseltilerde elde edilmiştir. Belirtilen yükselti aralıklarının altında veya üzerindeki yerlerde de türün dağılımı gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. *Crataegus monogyna* türünün modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere göre dağılımı  
Figure 6. The distribution of *Crataegus monogyna* by the explanatory variables found in the model.



Şekil 7. *Crataegus monogyna* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 7. The relationships between the distribution of *Crataegus monogyna* and the variables that built the model



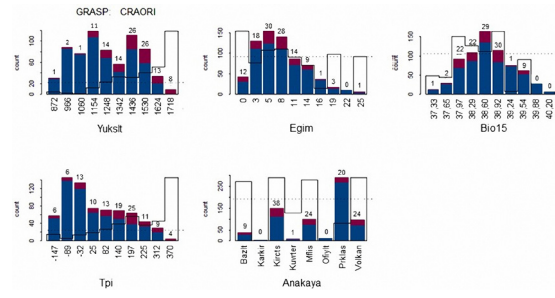
Şekil 8. *Crataegus monogyna*'nın model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 8. The model based potential distribution map of *Crataegus monogyna*

Diğer bir deyişle, yaklaşık olarak 1.400 m yükseltilere kadar türün daha yaygın dağılıma sahip olduğu, bu yükselti değerinin üzerinde ise türün dağılımında giderek azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 7).

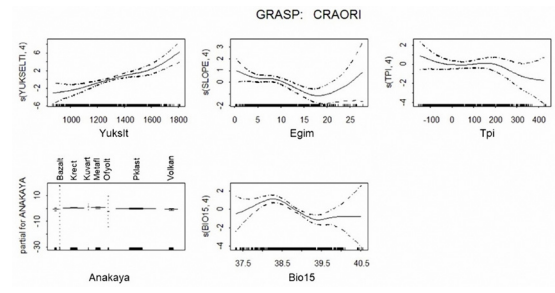
Cramon'un potansiyel dağılımında etkili olan bir diğer değişken Radin olmuştur. Cramon genel olarak tüm bakılarda yer almasına rağmen potansiyel olarak özellikle daha soğuk bakılarda (Radin değeri: 0) ve daha sıcak bakılarda (Radin değeri: 0,6–0,9) örnek alanlar gruplanmıştır (Şekil 6). Ancak, daha sıcak bakılara doğru radyasyon indeks değerinin artması ile türün potansiyel dağılımında artış olduğu Şekil 7'de görülmektedir. Modeli oluşturan son değişken Tpi'ye göre Cramon daha çok kanyon ve vadi tabanı arazi formlarında en uygun dağılımı gerçekleştirmektedir (Şekil 6). Arazi formu bakımından düzlük, hafif eğimli alanlar ve sırtlara doğru türün dağılımı az olsa da sabit şekilde devam etmekte ve eğim derecesinin arttığı dağ veya dağ zirvesi gibi arazi formlarında dağılım giderek azalmaktadır (Şekil 7). Sonuç modelin formülü = s (Yukslt, 4) + s (Radin, 4) + s (Tpi, 4) şeklinde elde edilmiştir. Modelin doğrulama değeri 0,680 iken çapraz geçerlilik test sonucu 0,639 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 8'de verilmiştir.

### 3.3. *Crataegus orientalis* türünün geliştirilmiş eklemeli model sonuçları

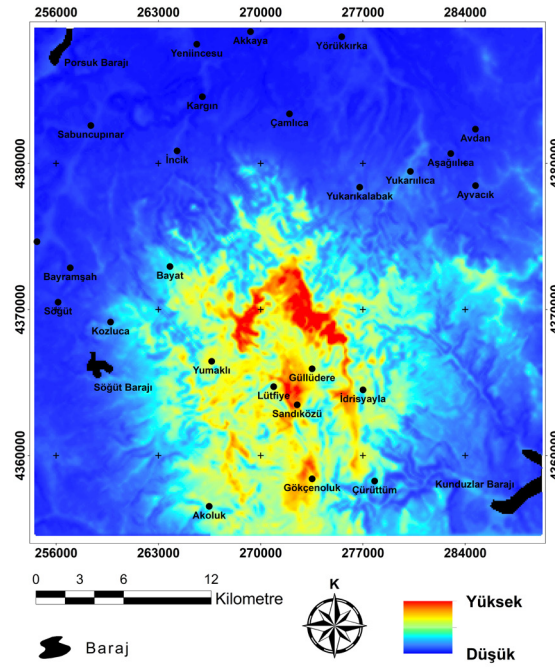
Analiz sonucunda elde edilen modeli Yukslt, Egim, Tpi, Anakaya ve Bio15 değişkenleri oluşturmuştur. *Crataegus orientalis* (Craori) potansiyel olarak en uygun dağılımı yaklaşık olarak 1.250–1.700 m arasındaki yükseltilerde göstermektedir. Bunun yanı sıra, en yaygın dağılımı 1.250–1.500 m arasındaki yükseltilerde gerçekleştirmekte (Şekil 9) ve yükseltinin artması ile birlikte türün dağılımında artış meydana gelmektedir (Şekil 10). Craori için eğimin 11 dereceye kadar olduğu yerler en uygun dağılım alanlarını oluşturmaktadır (Şekil 9). Eğim derecesinin artması ise türün dağılımının azalmasına neden olmaktadır (Şekil 10). Tpi'ye ait grafik bu durumu desteklemektedir. Buna göre, Craori indeksin pozitif değerlere (82,74 – 225,42) sahip olduğu düzlük, sabit eğimli ve sırt gibi arazi formlarında en uygun dağılımı göstermiştir (Şekil 9). Bu değerlerin artması yani dağlık ve dağ zirveleri gibi arazi formlarında ise türün dağılımının giderek azaldığı görülmektedir (Şekil 10). Craori'ye, Karkir, Kuvrter ve Ofiytl anakaya tiplerinde neredeyse hiç rastlanılmamıştır. Geriye kalan anakaya tiplerinin tamamında örnek alanlar gruplanmıştır. Bazlt, Kircts, Mflis ve Volkan anakaya tipleri türün potansiyel olarak var olabileceği alanları oluşturmaktadır (Şekil 9, Şekil 10).



Şekil 9. *Crataegus orientalis* türünün modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere göre dağılımı  
Figure 9. The distribution of *Crataegus orientalis* by the explanatory variables found in the model



Şekil 10. *Crataegus orientalis* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 10. The relationships between the distribution of *Crataegus orientalis* and the variables that built the model



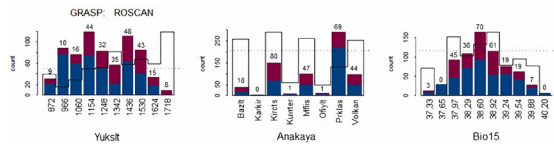
Şekil 11. *Crataegus orientalis*'in model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 11. The model based potential distribution map of *Crataegus orientalis*



Son olarak, Bio15'in orta değerlerinde Craori için en yaygın dağılım alanları oluşmakta (Şekil 9) ve Bio15 değerlerinin artmasıyla birlikte türün dağılımında azalmalar meydana gelmektedir (Şekil 10). Sonuç modelin formülü = s (Yukslt, 4) + s (Egim, 4) + s (Tpi, 4) + Anakaya + s (Bio15, 4) şeklinde elde edilmiştir. Modelin doğrulama değeri 0,865 iken çapraz geçerlilik test sonucu 0,832 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 11'de verilmiştir.

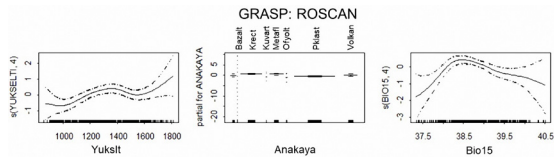
### 3.4. *Rosa canina* türünün geliştirilmiş eklemeli model sonuçları

GEM ile elde edilen model Yukslt, Anakaya ve Bio15 değişkenlerinden meydana gelmiştir. *Rosa canina* (Roscan) en uygun dağılımı Yukslt değişkenine göre yaklaşık 1.250–1.700 m arasındaki yükselti değerlerinde yapmakta ve yaklaşık 1.250–1.550 m arasındaki yükseltilerde en yaygın dağılımı göstermektedir (Şekil 12).



Şekil 12. *Rosa canina* türünün modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere göre dağılımı  
Figure 12. The distribution of *Rosa canina* by the explanatory variables found in the model

Özellikle yükselti değerlerinin artmasıyla birlikte Roscan'ın dağılımının da giderek artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 13).

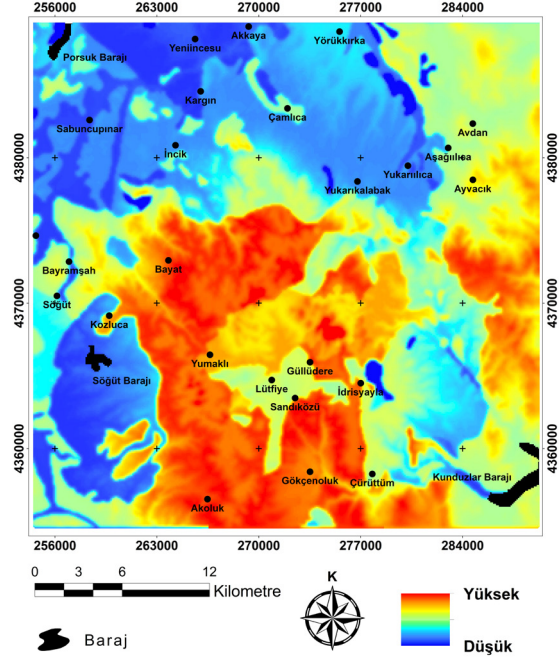


Şekil 13. *Rosa canina* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler

Figure 13. The relationships between the distribution of *Rosa canina* and the variables that built the model

Karkir, Kuvrter ve Ofiylt anakaya tiplerinin olduğu yerlerde Roscan'a neredeyse hiç rastlanmamıştır. Aksine, Roscan'ın yörede Bazlt, Krcrt, Mfss ve Volkan anakaya tiplerinde en uygun dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 12, Şekil 13). Son olarak, Bio15 değerlerinin artmasıyla birlikte türün dağılımında azalmalar meydana gelmektedir (Şekil 13). Sonuç modelin formülü = s (Yukselti, 4) + Anakaya + s (Bio15, 4) şeklinde elde edilmiştir. Modelin doğrulama değeri 0,738 olarak bulunur-

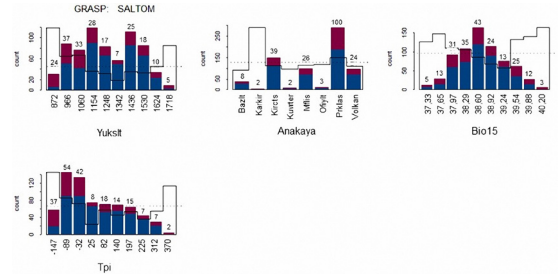
ken çapraz geçerlilik test sonucu 0,714 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. *Rosa canina*'nın model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 14. The model based potential distribution map of *Rosa canina*

### 3.5. *Salvia tomentosa* türünün geliştirilmiş eklemeli model sonuçları

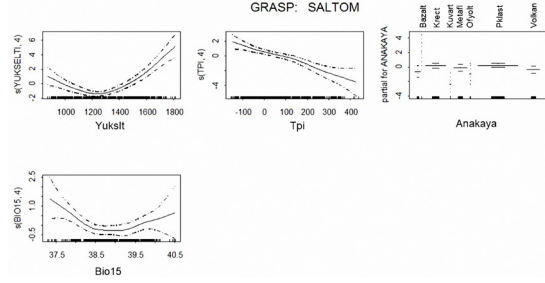
GEM sonucunda elde edilen modeli, Yukslt, Tpi, Anakaya ve Bio15 değişkenleri yapılandırmıştır. *Salvia tomentosa* (Saltom), yaklaşık 850–1.050 m arasındaki düşük yükseltiler ve 1.625–1.725 m yükseltiyeye sahip yerler potansiyel olarak en uygun dağılım alanlarını oluşturmaktadır (Şekil 15).



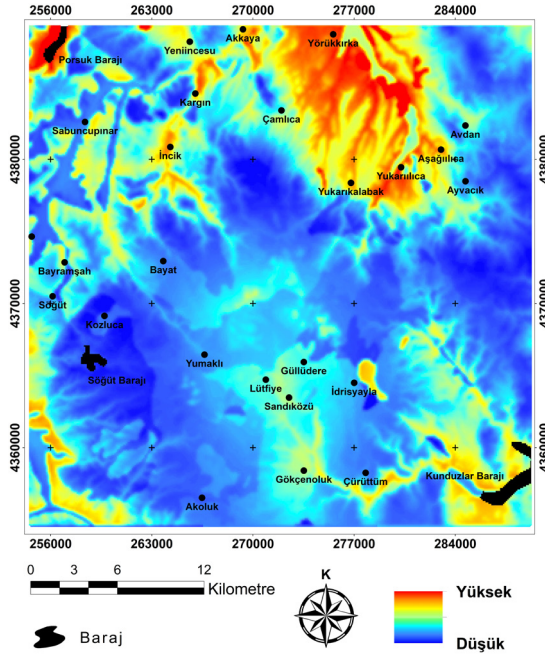
Şekil 15. *Salvia tomentosa* türünün modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere göre dağılımı  
Figure 15. The distribution of *Salvia tomentosa* by the explanatory variables found in the model

Yörenin en düşük yükseltisinden itibaren 1.200 m yükseltiyeye kadar türün dağılımında azalma mey-

dana gelirken, 1.200 m'nin üzerinde yükseltinin artmasıyla türün dağılımının artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. *Salvia tomentosa* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 16. The relationships between the distribution of *Salvia tomentosa* and the variables that built the model



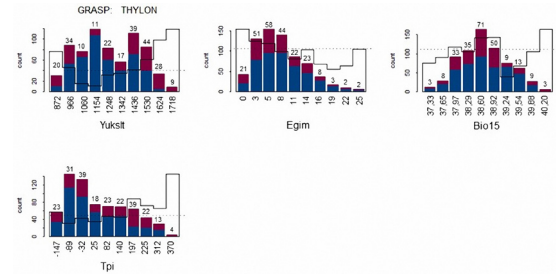
Şekil 17. *Salvia tomentosa*'nın model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 17. The model based potential distribution map of *Salvia tomentosa*

Saltom, Tpi değişkenine göre daha çok kanyon, vadi tabanı ve dağ zirvesi arazi formlarında potansiyel olarak en uygun dağılımı gerçekleştirmektedir (Şekil 15). Arazi formu düzlük, sırt, dağ ve dağ zirvelerine doğru gidildikçe türün dağılımında azalma görülmektedir (Şekil 16). Saltom en uygun potansiyel dağılımı Karkir ve Prklas anakaya tipleri üzerinde yaptığı bulunmuştur (Şekil 15). Ayrıca, Saltom'un çalışma alanı içerisinde bazı anakaya tiplerinde belirli oranlarda yayılış gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 16). Son olarak, Bio15 de-

ğerlerinin artmasıyla birlikte türün dağılımında azalmalar meydana gelirken 38,5 değerinin üstünde türün dağılımında çok az bir artış meydana gelmiştir (Şekil 16). Sonuç modelin formülü =  $s(\text{Yükselti}, 4) + s(\text{Tpi}, 4) + \text{Anakaya} + s(\text{Bio15}, 4)$  şeklinde elde edilmiştir. Modelin doğrulama değeri 0,753 olarak bulunurken çapraz geçerlilik test sonucu 0,705 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 17'de verilmiştir.

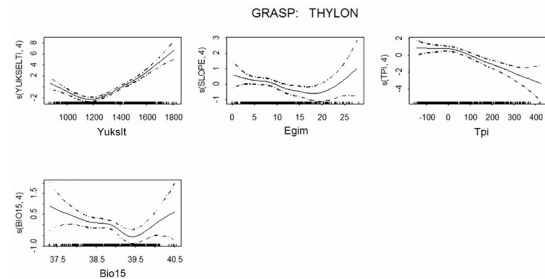
### 3.6. *Thymus longicaulis* türünün geliştirilmiş eklemeli model sonuçları

Analiz sonucunda elde edilen modeli Yükselti, Egim, Tpi ve Bio15 değişkenleri oluşturmuştur. *Thymus longicaulis* (Thylon) çalışma alanının her yükselti basamağında aktüel dağılımı bulunmaktadır. Ancak, yaklaşık 850–1.000 m arasındaki yükseltilerde ve 1.450–1.700 m yükseltiye sahip alanlarda potansiyel olarak en uygun dağılımı göstermektedir (Şekil 18).



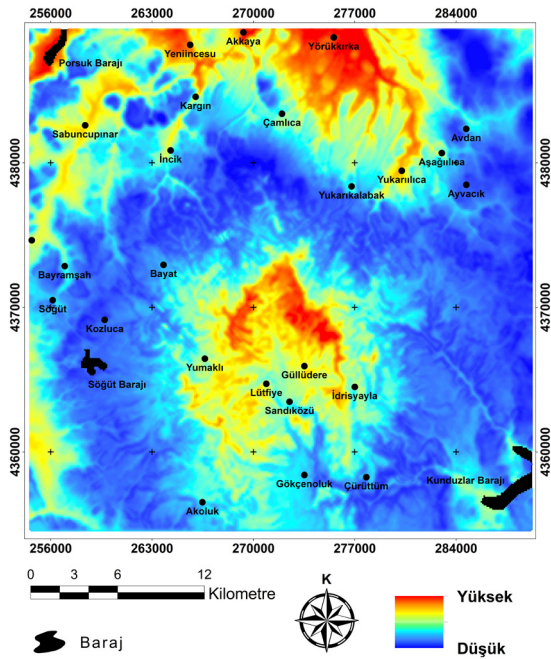
Şekil 18. *Thymus longicaulis* türünün modelde bulunan açıklayıcı değişkenlere göre dağılımı  
Figure 18. The distribution of *Thymus longicaulis* by the explanatory variables found in the model

Öte yandan, yaklaşık 900–1.200 m arasındaki yükseltilerde türün dağılımında azalma meydana gelirken, 1.200m yükseltinin üzerindeki alanlarda türün dağılımında artış meydana gelmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. *Thymus longicaulis* türünün potansiyel dağılımı ile sonuç modeli yapılandırılan değişkenler arasındaki ilişkiler  
Figure 19. The relationships between the distribution of *Thymus longicaulis* and the variables that built the model

Thylon için yaklaşık 0–5 arasındaki eğim dereceleri en uygun potansiyel alanları oluşturmaktadır (Şekil 18). Az eğimli bu alanlarda türün dağılımı sabit kalırken özellikle eğimin artmasıyla birlikte türün dağılımı gittikçe azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 19). Tpi değerlerine göre kanyon, dağ ve dağ zirveleri gibi arazi formları Thylon'un en uygun potansiyel alanlarını oluşturmuştur (Şekil 18). Diğer taraftan, Şekil 19 incelenecek olursa düzlük ve hafif eğimli alanlarda türün dağılımı sabit kalırken sırtlar, dağlar ve dağ zirveleri gibi eğimin artış gösterdiği arazi formlarında türün dağılımında azalma görülmektedir. Son olarak, Bio15 değerlerinin artmasıyla birlikte türün dağılımında azalmalar meydana gelirken 39,5 değerinin üstünde türün dağılımında çok az bir artış meydana gelmektedir (Şekil 19). Sonuç modelin formülü = s (Yukl1st, 4) + s (Egim, 4) + s (Tpi, 4) + s (Bio15, 4) şeklinde elde edilmiştir. Modelin doğrulama değeri 0,815 olarak bulunurken çapraz geçerlilik test sonucu 0,795 olarak bulunmuştur. Elde edilen modelin potansiyel dağılım haritası Şekil 20'de verilmiştir.



Şekil 20. *Thymus longicaulis*'in model tabanlı potansiyel dağılım haritası  
Figure 20. The model based potential distribution map of *Thymus longicaulis*

#### 4. Tartışma ve Sonuç

ODOÜ'nün ekolojik özelliklerinin belirlenmesi ve potansiyel dağılım modelleri ile haritalarının oluşturulmasına duyulan ihtiyaç her geçen gün

artmaktadır. Bu sebeple özellikle ODOÜ'nün potansiyel dağılım modelleri konusunda yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir. Bu çalışmada Türkmen Dağı Yöresi'nde ODOÜ niteliğine sahip laden (*Cistus laurifolius*), kuşburnu (*Rosa canina*), yemişen (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*), Anadolu alıcı (*Crataegus orientalis*), adaçayı (*Salvia tomentosa*) ve kekik (*Thymus longicaulis*) türlerinin potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi ve haritalanması amaçlanmıştır.

*Cistus laurifolius* yörede 850–1.250 m arasındaki yükseltilerde yaygın olarak dağılım gösterirken bu değerlerin üzerinde türün dağılımında azalma olduğu belirlenmiştir. Türün yörede düzlük, sabit eğimli yamaç ve sırt gibi arazi formlarında dağılımına rastlanırken eğimin artması yörede türün dağılımını sınırlandırmıştır. Ayrıca, *Cistus laurifolius* yörede birçok anakaya üzerinde aktüel olarak dağılım gösterirken en yaygın dağılımı piroklastik kayalar üzerinde göstermiştir. Benzer yetiştirme ortamı özelliği gösteren yörelerde yapılan çalışmalarda *Cistus laurifolius*'un genellikle 800 m yükseltilerden başlayarak 1.600 m yükseltilere kadar yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Güner ve ark., 2011a; Güner ve ark., 2011b; Sargın ve Selvi, 2016).

*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* yörede en uygun dağılımı yaklaşık 1.050–1.350 m arasındaki yükseltiyeye sahip alanlarda gerçekleştirmektedir. Bu yükselti değerlerinin üzerinde türün dağılım alanlarında azalma meydana gelmektedir. Türün dağılım modelinde rol oynayan diğer bir değişken radyasyon indeksi olup daha soğuk ve sıcak bakılarda en uygun dağılımı göstermiş ve daha sıcak bakılara doğru gidildikçe türün dağılımında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Son olarak, modeli yapılandırılan diğer bir değişkene göre, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* kanyon ve vadi tabanlarında, düzlük ve sırtlarda daha yaygın bir dağılım göstermiştir. Ülkemizde yaygın bir yayılış alanına sahip olan *Crataegus monogyna*, özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde genellikle düşük yükseltileri tercih etmiştir (Duran ve Hamzaoğlu, 2002; Aslan ve Vural, 2009; Ardıç ve ark., 2011; Dere ve ark., 2013). Çalışma alanının yakın çevresinde yapılan bu çalışmalarda, türün yayılış gösterdiği alanların benzer olduğu görülmektedir.

Yörede, *Crataegus orientalis* 1.250–1.700 m arasındaki yükseltilerde en uygun dağılımı gösterirken en yaygın dağılımı 1.250–1.500 m arasındaki yükseltilerde göstermiştir. Ayrıca, yükseltinin artması ile türün dağılımı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Diğer taraftan, modeli yapılandırılan değişkenlere göre tür, az ve orta eğimli alanlarda, yani düzlük, sabit eğimli tepeler ve sırtlarda daha yaygın bir dağılım göstermekte, eğimin arttığı



yerlerde türün dağılımında azalma meydana gelmektedir. Çalışma alanında türün en uygun dağılımlarında bazalt, kireçtaşı, metafliş ve volkanit anakaya tiplerine rastlanmıştır. Türkmen Dağı çevresinde yapılan bazı çalışmalarda türün benzer yükselti basamaklarında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Köse ve Ocak, 2004; Ocak ve ark., 2008; Erdoğan ve ark., 2011).

*Rosa canina* türü ile ilgili sonuçlara bakılacak olursa; türün çalışma alanında 1.250–1.550 m yükselti aralığında daha yaygın dağılım gösterirken 1.700 m yükseltiye kadar yayılışını sürdürmekte olduğu görülmektedir. Ülkemizin birçok yerinde yayılış gösteren *Rosa canina*'ya farklı yükselti basamaklarında rastlanıldığı birçok çalışmada ifade edilmiştir (Kargioğlu, 2003; Kocabiçak ve ark., 2009; Dere ve ark., 2013; Dölarlan ve Gül 2015; Özgişi ve ark., 2017). Bu durum elde edilen modelin sonuçları ile de birbirini destekler niteliktedir. Ayrıca *R. canina* L. türünün modelinde etkili olan diğer bir faktör anakaya değişkeni olmuştur. Çalışma alanında *Rosa canina*'nın bazalt, kireçtaşı, metafliş ve volkanit anakaya tiplerinde yaygın dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Modelde türün dağılımının, yağışın mevsimselliği miktarının artmasına bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Diğer hedef tür olan *Salvia tomentosa*'nın çalışma alanı olan Türkmen Dağı yöresi'nde yaklaşık 850–1.050 m ve 1.625–1.725 m arasındaki yükseltilerde en uygun dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde gerçekleştirilen çalışmalarda türün yaklaşık 400 m'den başlayarak 1.900 metrelere kadar yayılış gösterebildiği belirtilmektedir (Kargioğlu, 2003; Köse ve Ocak, 2004; Özyayın ve Yücel 2004; Ocak ve ark., 2008; Kocabiçak ve ark., 2009; Ardıç ve ark., 2011). Yörede *Salvia tomentosa* için piroklastik ve karasal kırıntılar anakaya tipleri, en uygun dağılım alanlarını oluşturmuştur. Diğer taraftan, *Salvia tomentosa*'nın kanyon, vadi tabanları ve dağ zirvelerinde en uygun yayılış gösterdiği, arazi yapısı olarak düzlük, tepe ve sırtlara doğru gidildikçe türün dağılımında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Son olarak, türün dağılım modelinde rol oynayan diğer bir değişken yağışın mevsimselliğidir. *Salvia tomentosa* için *Thymus longicaulis* türünde de görüleceği gibi yağışın mevsimselliği değerlerinin artış gösterdiği alanların daha uygun yetişme alanları olduğu tespit edilmiştir.

Yörede yükseltinin yaklaşık 1.200-1.800 m aralığında olan yerlerin, *Thymus langicaulis* için en uygun dağılım alanlarını meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Çalışma alanı ve çevresinde yapılan bazı araştırmalar ile GEM sonucunda elde edilen modeldeki yükselti değerleri birbirini destekler ni-

teliktedir (Alan ve Koca 2007; Ocak ve ark., 2008; Dere ve ark., 2013). Modeli yapılandıran eğim değişkenine göre *Thymus langicaulis*'un az eğimli olan düzlük alanları tercih ettiği, dolayısıyla eğimin artmasının türün dağılım alanlarının azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Tpi değişkenine göre ise kanyon, dağ ve dağ zirvesi gibi yerleri tercih ettiği görülmektedir. Son olarak, yağışın mevsimselliği değişkenine göre mevsimsel yağışın artışı söz konusu tür için en uygun alanları meydana getirmiştir.

GEM kullanılarak elde edilen model sonuçları incelenecek olursa, her bir türün dağılımında en fazla katkı payına sahip değişkenin yükselti olduğu açıkça görülmektedir. Ülkemizde bitki türleri ile ilgili yapılan çalışmalarda da yükseltinin etkili olduğu görülmüştür (Özkan ve Şentürk, 2012; Özkan ve ark., 2015; Özdemir ve Özkan, 2016; Gülsoy ve ark., 2017).

Hedef türlerin dağılım modellerinin yaygınlaştırılması ile elde edilen potansiyel dağılım haritaları türlerin yüksek ve düşük kestirim değerleri, bazı türler için benzer alanları işaret ederken bazı türlerde farklı alanları işaret etmektedir. Yörede, özellikle *Cistus laurifolius*, *Salvia tomentosa* ve *Thymus longicaulis* ile *Crataegus orientalis*, *Crataegus* subsp. *monogyna* ve *Rosa Canina* türleri kısmen ortak alanlarda potansiyel olarak dağılım göstermiştir. Bu durum bazı türlerin birbirleri ile benzer yetişme ortamı özelliklerine sahip olması ile açıklanabilmektedir.

Türkiye ODOÜ bakımından oldukça fazla bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle bu bitki türleri ile ilgili olarak ülkemizde birçok araştırmacı tarafından sadece flora çalışmaları, diğer bir deyişle flora listeleri hazırlanmıştır. Bunun yanı sıra bazı odun dışı orman ürünlerinin yetişme ortamı faktörleri ile ilişkilerini konu alan araştırmalara da rastlamak mümkündür (Özkan ve ark., 2007; Özkan ve Bilir, 2008; Gülsoy ve ark., 2011; Gülsoy ve ark., 2013; Önal ve ark., 2014; Özdemir ve Özkan, 2016; Kaya ve ark., 2017). Ancak ODOÜ'nün potansiyel dağılım modellemesi veya haritalaması üzerine çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu durum özellikle ODOÜ türlerinin farklı yörelerdeki yetişme ortamı özelliklerinin tam olarak bilinememesine neden olmaktadır. Halbuki, ekolojik ve ticari öneme sahip bu türlerin mutlak suretle yetişme ortamı özelliklerinin ortaya konması ve model tabanlı dağılım haritalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu sayede, ODOÜ üretimi, işlenmesi ve pazarlanması için gerekli olan bilgilerin elde edilmesi sağlanacaktır. Dağılım modellemesi ve haritalaması üzerine yapılmış çalışmalar sayesinde,

hedef türlerin model tabanlı ekolojik özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra elde edilen sonuçların görselleştirilmesi, kullanıcılar açısından bilgilerin daha rahat yorumlanmasına ve uygulamaya aktarılmasına imkân sağlanacaktır.

Son olarak, çalışmada modelleme çalışmalarında kullanılan değişkenlerin oluşturulması ve sonuç modellerinin görselleştirilmesi aşamasında Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılmıştır. Diğer taraftan, değişkenlerin seçimi ve modellerin oluşturulmasında tercih edilen istatistiksel yöntemler, elde edilen sonuçların daha objektif bilgileri içermesini sağlamıştır. Bu bağlamda gerçekleştirilen çalışmada ekolojik modelleme ve haritalama ile ilgili olarak yapılan tüm süreçler açık bir şekilde ortaya konmuştur. Bu durum ülkemizde benzer çalışmaların artması bakımından araştırmacılara yol gösterici olacaktır.

### Teşekkür

Bu çalışma Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsünün “Türkmen Dağı’nda Bazı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Potansiyel Dağılım Haritaları” adlı ve ESK – 17 (6313) Nolu araştırma projesi ile desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, öncelikle her türlü kolaylığı sağlayan Enstitü Müdürü Dr. Ş. Teoman GÜNER’e ve arazi çalışmalarında gerekli desteği sağlayan Eskişehir ve Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimizi sunuyoruz.

### Kaynaklar

Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Özkan, K., Muys, Bart. (2010). Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. *Ecological modelling*, 221(8), 1119-1130.

Anonim 1989. Türkiye’nin Yağış Rejimi, T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Zirai Meteoroloji ve İklim Rasatları Daire Başkanlığı, TUMAK Projesi, 21 s., Ankara

Akgündüz, A.S. 2000. Türkiye’de Yağış, Sıcaklık ve Nem Verilerinin Klimatolojik Analizi Raporu, T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, DMİ Yayınları, Yayın No: 2000/07, 131 s., Ankara

Alan, S., Koca, F., 2007. Eskişehir ‘de Yetişen *Thymus* L. (Labiatae) Türleri Üzerinde Anatomik Araştırmalar. *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 8 (1), 161-180.

Ardıç, M., Koyuncu, O., Tokur, S., 2011. The flora of Hekimdag (Bozdag), Eskişehir. *Anadolu University Journal Of Science And Technology–C Life Sciences and Biotechnology*, 1 (1), 35-58.

Aslan, S., Vural, M., 2009. Flora of Kıbrıs Köyü Valley (Mamak-Ankara, Turkey). *Biodicon*, 2 (3), 34-64.

Bayram E., Kırıcı S., Tansı S., Yılmaz G., Arabacı O., Kızıl S., Telci İ., 2010. Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak 2010, S.437-456., Ankara

Davis, P. H., Cullen, J. and Coode, M. J., 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands.(Supplement), Edinburgh University Press.

Davis, P.H., 1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburgh University Yayınları, Cilt 1-9, Edinburgh.

De’ath, G., Fabricius, K. E., 2000. Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, 81 (11), 3178-3192.

Dere, H. H., Koyuncu, O., Yaylacı, Ö. K., Öztürk, D., Özgişi, K., Sezer, O., Savaroğlu, F., 2013. Kırka (Eskişehir) ve Çevresinin Damarlı Bitki Florası. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14 (1), 70-93.

Dölerslan, M., Gül, E., 2015. Yapraklı-Büyükayla (Çankırı)’nın Vasküler Bitkiler Florası. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 11 (2), 74 - 91.

Duran, A., Hamzaoğlu, E., 2002. Flora of Kazankaya Canyon (Yozgat-Çorum). *Turkish Journal of Botany*, 26 (5), 351-369.

Ekizoğlu, A., Kuvan, Y., 2010. Türkiye Ormanları ve Ormancılığı. In A. Akesen ve A. Ekizoğlu (Ed.). Ormancılık Politikası. 67-100. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını. TOD Eğitim Dizisi Yayın No: 6, Ankara.

Erdoğan, N., Ketenoğlu, O., Bingöl, M. Ü., Geven, F., Arslan, M., 2011. Sivrihisar Dağları (Eskişehir/Türkiye) Vegetasyon Tiplerinin Floristik Kompozisyonu Üzerine Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (2), 1-11.

FAO. 2006. Global Forest Resources Assessment. Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper No: 147., Rome.

Guisan A., Edwards T. C., Hastie T., 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, 157 (2), 89-100.

Gülsoy, S., Süel, H., Negiz, MG., Özkan, K. 2011. Ecological properties of *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.): A case study from Buldan district ,Denizli-Turkey. *II. International Non-Wood Forest Products Symposium*, Eds: Fakir, H., Dutkuner, İ., Gürlevik, N., Sarıkaya, Babalık, A., p.125-134., Isparta, Turkey.

Gülsoy, S., Özkan, G., Özkan, K., Genç, M., 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Engler) meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine ekolojik faktörlerin etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Der-*



gisi, 14: 15-23.

Gülsoy, S., Şentürk, Ö., Tümer, İ., 2017. Modeling the potential distribution of Anatolian black pine in the inner parts of Central Black Sea environment. *Journal of Environmental Biology*, 38 (5-SI), 945-954.

Güner, Ş.T., Özkan, K., Çömez, A., 2011a. Key factors in the site selection of *Rosa canina* applying the generalized additive model. *Polish Journal of Ecology*, 59(3): 475-482.

Güner, Ş.T., Özkan, K., Çömez, A., Çelik, N., 2011b. İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Karaçamının Verimli Olabileceği Potansiyel Alanların Odunsu Gösterge Türleri. *Ekoloji*, 20, 80, 51-58.

Güner, Ş.T., 2006. Türkmen Dağı Sarıçam (*Pinus sylvestris* ssp. *hamata*) Ormanlarının Yükseltiye Bağlı Büyüme Beslenme İlişkilerinin Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 298s., Eskişehir.

Gürbüz, B., İpek, A., Ayvaz, N., 2011. Türkiye Florasındaki Origanum Türlerinin yayılış alanları ve Ticareti. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4 (2):55-58, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132.

Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25: 1965-1978. (Erişim Tarihi: 11.12.2014) <http://www.worldclim.org>.

Jenness, J., 2006. Topographic Position Index Extension for ArcView 3.x, v. 1.2. Jenness Enterprises. (Erişim Tarihi: 11.12.2014). <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>

Kargioğlu, M., 2003. The Flora of Ahırdağı (Afyonkarahisar) and its environs. *Turkish Journal of Botany*, 27 (5), 357-381.

Kaya, C., Şentürk, Ö., Gülsoy, S., Negiz, M.G., Baş, M., 2017. Environmental and species indicators of *Pistacia terebinthus* L.: A case study from Gaziantep district. *I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants: "Natural and Healthy Life"* Book of Abstracts, Edt., By Prof. Dr. Selman TÜRKER Prof. Dr. Ayşe Saide ŞAHİN Doç. Dr. Murat ERTEKİN Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÜNVER Yrd. Doç. Dr. Süleyman DOĞU Öğr. Gör. Hasan Ali AKYÜREK Uzm. Hasan İbrahim KOZAN, 09-11 May, p.203, Konya, Turkey.

Kocabiçak, T., Serteser, A., Kargioğlu, M., 2009. Emir Dağları (Afyonkarahisar) Güney Yarısı Florası. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 2 (33), 1-20.

Konukçu, M. 2001. Ormanlar ve ormancılığımız, faydaları, istatistikî gerçekler, DPT yayın No: 2630, Ankara.

Köse, Y. B., Ocak, A., 2004. The flora of the northern part of the Emirdağ Mountains. *Turkish Journal of Botany*, 28 (4), 369-390.

Moisen, G. G., Frescino, Tracey S. (2002). Comparing

five modelling techniques for predicting forest characteristics. *Ecological Modelling*, 157(2), 209-225.

Moisen G. G., Freeman E. A., Blackard J. A., Frescino T. S., Zimmermann N. E., Edwards JR. T. C., 2006. Predicting tree species presence and basal area in Utah: a comparison of stochastic gradient boosting, generalized additive models, and tree-based methods. *Ecological Modelling*, 199 (2), 176-187.

Navarrete, E., Espinosa, M., 2011. Using the Non-Parametric Classifier CART to Model Wood Density. *Journal of Data Science*, 9, 261-270.

Ocak, A., Hüner, G., Ataşlar, E., 2008. The Flora of Kalabak Basin (Eskişehir, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 32 (5), 381-410.

Önal, M., Dindaroğlu, T., Bolat, Ö., 2014. Şakayık Bitkisinin (*Paeonia mascula*) Bazı Ekstrem Yetiştirme Ortamı Özellikleri. *III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu* 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş

Özaydın, B. U., Yücel, E., 2004. Mihalıççık İlçesinin (Eskişehir) Florası. *Anadolu University Journal of Science And Technology*, 5 (1), 83-106.

Özdemir S., Özkan, K., 2016. Ovacık dağı yöresi'nde (Antalya) Türk kekiği (*Origanum onites* L.) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(1): 264-277.

Özgişi, K., Yaylacı, Ö. K., Sezer, O., Öztürk, D., Koyuncu, O., Atila, O., 2017. Yunusemre Beldesi (Eskişehir) ve Çevresinin Florası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 64-78.

Özkan, K., 2012. Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 1-4.

Özkan, K., Bilir, N., 2008. Influence of soil and topographical characteristics on spatial distribution of wild rose (*Rosa canina*) and its indicator species in Beyşehir watershed, Mediterranean region, Turkey. *J. The Malaysian forester*, 71: 87-96.

Özkan, K., Şentürk, Ö., 2012. The Application of Group Discrimination Techniques to Predict The Potential Distribution Of Turbentine Tree, *International Scientific Conference People Buildings And Environment*, Lednice, Czech Republic.

Özkan, K., Süel, H., Negiz, M. G., Uçar, R., Akkaya, O., 2007. İzmir-Bergama bölgesi kozak yaylasında Fıstıkçamının (*Pinus pinea* L.) kozalak ve tohum özellikleri ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. *VII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, 10-13 Eylül 2007, 65 s., İnönü Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi, Malatya.

Özkan, K., Şentürk, Ö., Mert, A., Negiz, M. G., 2015. Modeling and mapping potential distribution of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) using

---

correlative approaches. *Journal of Environmental Biology*, 36 (1), 9.

Şenol, A., 2015. Türkmen Dağında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ve tüylü meşe (*Quercus pubescens* Willd.) türlerinin potansiyel dağılım modelleri. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 137s.

Sargın, S.A., Selvi, A., 2016. Türkiye’de Yayılış Gösteren *Cistus l.* (Cistaceae) Cinsinin Karşılaştırmalı Yaprak Anatomisi. *Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Der.*, 6(2): 41-48.

Pamir, H.N., Erentöz, C., 1975. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 111s, Ankara.

# Orman yangınının ve yangın sonrası boşaltma kesimlerinin toprak özelliklerine etkisi

The effects of forest fire and post-fire salvage logging on soil properties

Aliye Sepken KAPTANOĞLU<sup>1</sup>   
Ayten NAMLI<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları  
Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir  
<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Ankara

**Sorumlu yazar** (Corresponding author)  
Aliye Sepken KAPTANOĞLU  
asepken@gmail.com

**Geliş tarihi** (Received)

04.06.2018

**Kabul Tarihi** (Accepted)

22.10.2018

**Atf** (To cite this article): KAPTANOĞLU, A. ,  
NAMLI, A. . (2019). Orman yangınının ve yangın  
sonrası boşaltma kesimlerinin toprak özellikle-  
rine etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1),  
29-46  
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.430649>

## Öz

Bu çalışmada, orman yangınının biyokimyasal toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin ve yanan ağaçların kesilerek sahadan uzaklaştırılmasının toprağa etkilerinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri arasında geçit kuşağında yer alan Safranbolu'da (Karabük) yangından sonra tüylü meşe (*Quercus pubescens*) ve karaçam (*Pinus nigra*) karışık meşçeresi topraklarında kimyasal ve biyolojik özellikler çalışılmıştır. Üç yıl izlenen yanmış (enkazı üzerinde bırakılan, boşaltma kesimleri yapılmış) ve yanmamış orman (kontrol) sahaları için istatistiksel değerlendirme çift yönlü varyans analizine göre, gruplar arası karşılaştırma ise Duncan ve Dunnett T3 post hoc testleri uygulanarak SPSS 21 ile yapılmıştır. Sonuçlar, düşük ve orta şiddetli orman yangınının toprakta bazı kimyasal özellikleri olumlu etkilediğini (pH, CaCO<sub>3</sub>, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), bazılarını etkilemediğini (EC, OM, TN, asit fosfataz), bazılarını ise olumsuz etkilediğini (β-D glikosidaz, üreaz enzim aktiviteleri) göstermiştir. İncelenen parametreler ışığında, düşük ve orta şiddetli yangın sonrası bu ormanda yapılan boşaltma çalışmalarının ise toprak özelliklerinin iyileşmesine olumsuz bir etkisi tespit edilmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Orman yangını, toprak özellikleri, toprak enzim-leri, asit fosfataz, üreaz, Cmic/Corg

## Abstract

In this study, it was aimed to see the effects of wildfire on biochemical properties of soil and the effects of removing the residuals of burned trees on the soil, as well. Chemical and biological properties of soil on oak (*Quercus pubescens*) and crimean pine (*Pinus nigra*) mixed sites were studied after a wildfire, in Safranbolu which is in Black Sea-Central Anatolia transition zone. Statistical evaluation for burned (with and without burned trees) and unburned (control) areas monitored for three years was made according to two-way anova analysis, and Duncan and Dunnett T3 post hoc tests were conducted with SPSS 21. The results indicated that low- and moderate-intensity forest fire had positive effects on some chemical properties of soil (pH, CaCO<sub>3</sub>, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) while it had no effects on some of them (EC, OM, TN, acid phosphatase,) or had negative effects (β-D glucosidase, urease enzyme activities) on others. In the light of analyzed parameters, it was not detected any negative effects of salvage logging works in the forests, after a low- and moderate-intensity fire, on the improvement of soil properties.

**Keywords:** Forest fire, soil properties, soil enzymes, acid phosphatase, urease, Cmic/Corg

## 1. Giriş

Yangın ve toprak arasında karşılıklı bir ilişki bulunmaktadır ve

yangının toprak üzerine ve toprak üstü biyokütleyle olan etkisi yanında toprağa etkileri göz ardı edilse de, yoğunluk, şiddeti ve



Creative Commons Atf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

sıklığına bağlı olarak uzun ve kısa süreli pek çok önemli etkisi vardır (Certini, 2005; Bilgili, 2009; Certini, 2013). Toprağın yangından sonra kendini toparlama kapasitesi; sahanın yangın geçmişi, topoğrafyası, yangın sonrası hava koşulları, vejetasyon yenilenme süreci (Caon ve ark., 2014; Francos ve ark., 2018) ve yangın sonrası yönetim etkinliklerine bağlıdır (Pereira ve ark., 2018).

Ülkemizde doğal ve denetimli yangınların toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı üzerine etkilerinin çalışıldığı pek çok çalışma mevcuttur (Eron, 1977; Eron ve Gürbüzler, 1988; Neyişçi, 1989; Neyişçi ve ark., 2002; Kantarcı ve ark., 1986; Boydak ve ark., 1996; Gürlevik ve ark., 2009; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2010; Yıldız ve ark., 2010). Daha az olmakla birlikte toprağın biyolojik özelliklerinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur, ancak yapılan araştırmalardan (Turgay ve ark., 2002; Küçük, 2006; Kara ve Bolat, 2009; Berber ve ark., 2015; Akburak ve ark., 2017) anlaşılmıştır ki yangın sonrası mikrobiyal etkinlik ve ayrışma üzerine genellemeler yapılabilmesi için bu konuda daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır. Mikrobiyal etkinlikler üzerine yangının kısa ve uzun dönemli etkilerinin araştırılması, orman ekosistemlerinde yangının rolünün daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada biyolojik parametreler kullanılarak düşük-orta şiddetli bir orman yangınının ve yangın sonrası boşaltma kesimlerinin toprak üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metod

Araştırmamız, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Karabük İşletme Müdürlüğü, Safranbolu Şefliği hudutlarında Bulak Mağarası mevkiinde yer alan yükseltisi 720-760 m, güney bakılı, 9-10 Ekim 2011'de piknik ateşinin sebep olduğu, 5 ha büyüklüğünde yangına maruz kalmış sahada yürütülmüştür. Söz konusu çalışma sahası, meşcere planında Çkab<sub>3</sub> çağında fiiliyatta tüylü meşe (*Quercus pubescens* Wild.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnld. subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) karışık meşceresi ile 3 kapalılıkta yanmamış komşu alanı kapsayan bir ağaçlandırma sahasıdır (1974-1976) (41°16'1''K ve 32°37'41''D). Arazi çok eğimli ve yamaç arazi yapısındadır. Çok taşlı ve kayalık olan sahada anakaya kireçtaşı-marndır.

Tüylü meşe ve karaçam türlerinde, her türde yanmış bölme kısmında dokuz örnek alan, kontrol sahasında yapı aynı olduğundan her türde üçer alan çevrilerek toprak örnekleri alınmıştır. Örnek alanların yarısı kadarı rutin müdahalelere ve kalan kısmı da hiçbir müdahale görmeyecek şekilde ayrılmıştır ve toprağın üç yıllık zaman zarfında,

mevsimsel olarak kimyasal ve biyolojik değişim incelemeleri yapılmıştır.

Yangın şiddeti, toprak yüzeyinde mevcut yakıt miktarına, O horizonundaki incelleme miktarına ve küllerin beyazlaşp beyazlaşmamasına göre tahmin edilmiştir (Bentley ve Fenner, 1958; Kara ve Bolat, 2009). Sahanın büyük çoğunluğunda siyah külün ve çıplak toprak yüzeyinin hâkim olduğu görülmüştür. Buna göre yangının hafif ve orta şiddette olduğu tahmin edilmiştir.

Saha topraklarından tepkimelerin nötr-hafif alkali özellikte, tuzsuz ve kireç içeriklerinin profil derinliğince yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüzey horizonunda oldukça yüksek olan organik madde içeriği alt derinliğe doğru düşüktür. Toprak tekstürü killi-balçık sınıfındadır. Kireçli ana materyal üzerinde yer alan topraklar A-C horizonludur. Bu özellikleri ile topraklar; intrazonal ordosu, kalsimorfik alt ordosunda olup büyük toprak grubu rendzina olarak tanımlanmıştır (Anon, 2014a; Anon, 2014b).

Toprak örnekleme meşe ve karaçam türleri altında, yangından hemen sonra ilk ay içinde (A1), üçüncü ay (A3), altıncı ay (A6), dokuzuncu ay (A9), on ikinci ay (A12), yirmi dördüncü ay (A24) ve son olarak üçüncü yıl dönümünde yani otuz altıncı ayda (A36) yapılmıştır. Derinlik kademeleri 0-7,5 cm (üst derinlik) ve 7,5-15 cm (alt derinlik) olarak belirlenmiştir. Değerlendirmeler ilk iki dönem yangın sahası (enkazlı) ve kontrol sahasında yapılmıştır. Rutin bir yönetim etkinliği olarak, yangının ilk yılında ilkbaharda sahada boşaltma kesimi yapılmış olup bazı örnek alanlar enkazlı saha olarak ayrılmış ve değerlendirmeler, A6, A9, A12, A24 ve A36 dönemlerinde enkazı üzerinde bırakılan sahalarda (EY), boşaltma kesimi yapılarak enkazı kaldırılan sahalarda (BY) ve kontrol (K) sahalarda yapılmıştır. Enkazlı bırakılan ve boşaltılmış sahalarda arasındaki farklar uygulamanın etkisi olarak değerlendirilmiştir.

Toprağın kimyasal analizleri için araziden alınıp ayrılan toprak örnekleri hava kurusu hâline geldikten sonra öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Öğütülen toprakların bir kısmı 105°C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılmış, ve bu toprakların nem içerikleri belirlenmiştir. Kalan örneklerde organik madde, pH, EC, toplam kireç (CaCO<sub>3</sub>), toplam azot (TN), yarıyılsı fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ve kalsiyum(Ca) analizleri yapılmış ve organik karbon hesaplama yoluyla belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonu (pH); 1/2,5 oranında saf suda (Jackson, 1962) saturasyon ekstraktında cam elektrotlu pH metre ile (Richards, 1954), elektriksel iletkenlik (EC25°C); conductivity bridge cihazı

kullanılarak suyla doymun toprak ekstraktında konduktümetrik yöntemle göre (Jackson, 1962), toplam kireç; scheibler kalsimetresi ile (Gülçur, 1974), Ca; NH<sub>4</sub>OAc ekstarktında atomik absorpsiyon spektrometre ile (Kaçar, 2009), organik madde; toprak örneklerinde belirlenen organik karbonun Van Bemmelen faktörüyle çarpılarak hesaplama ile (OCx1,724) organik karbon tayini; Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle (Gülçur, 1974) alınabilir fosfor; asit reaksiyonlu topraklarda amonyum florür, alkale reaksiyonlu topraklarda sodyum bikarbonat yöntemine göre Spectronic 20D kolorimetre cihazında (Ülgen ve Ateşalp, 1972), toplam N; Sömi-Mikro Kjeldahl yöntemine göre (Jackson, 1962; Irmak, 1953), Kjeltac Auto 1030 cihazında tayin edilmiştir.

Biyolojik analizlerde ise C, N ve P döngüsünde görev alan toprak enzimleri; betaglikosidaz, üreaz ve asit fosfataz tayin edilmiş ve Cmic/Corg oranı tespit edilmiştir. Toprak β-D Glikosidaz ve Asit Fosfataz Enzim Aktivitesi Naseby ve Lynch'in (1997) bildirdiği şekilde, üreaz aktivitesi ise Hoffman ve Teicher'e (1961) göre analiz edilmiştir. Cmic/Corg tayini; toprağın mikrobiyal biyokütle karbon değerinin organik karbona bölünmesiyle belirlenmiştir. Bu oranda kullanılan Cmic analizi, kloroform fumigasyon-ekstraksiyon metoduna göre (Vance ve ark., 1987) ekstraktlar Shimadzu TOC-L analiz cihazında okunarak yapılmıştır.

Sayısal veriler n, Ortalama ± Standart sapma (Sd) biçiminde verilmiştir. Sonuçlar; yangının, uygulama

Tablo 1a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama pH değerleri  
Table 1a. Mean soil pH levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
pH	K <sub>üst</sub>	6,6±0,3*	6,0±0,3	6,6±0,3	6,2±0,2	6,4±0,2	6,4±0,1	6,6±0,1	6,0±0,3
	K <sub>alt</sub>	6,9±0,3	5,8±0,5	6,7±0,1	6,1±0,6	6,4±0,6	6,3±0,4	6,7±0,1	5,9±0,2
	K <sub>ort</sub>	6,8±0,3	5,9±0,4	6,7±0,2	6,2±0,4	6,4±0,4	6,4±0,3	6,7±0,1	5,9±0,3
	EY <sub>üst</sub>	7,1±0,2	6,7±0,3	7,0±0,2	6,7±0,4	7,2±0,2	7,2±0,3	7,3±0,1	7,2±0,2
	EY <sub>alt</sub>	7,0±0,4	6,6±0,4	7,1±0,3	6,6±0,6	7,4±0,2	7,1±0,2	7,4±0,2	7,3±0,2
	EY <sub>ort</sub>	7,0±0,3	6,7±0,4	7,1±0,2	6,6±0,5	7,3±0,2	7,1±0,2	7,3±0,1	7,2±0,2
	BY <sub>üst</sub>					7,4±0,1	6,9±0,4	7,5±0,2	6,9±0,4
	BY <sub>alt</sub>					7,3±0,2	6,5±0,7	7,5±0,1	6,6±0,4
	BY <sub>ort</sub>					7,3±0,1	6,7±0,6	7,5±0,2	6,8±0,4
	Ort.		7,0±0,3	6,5±0,5	7,0±0,9	6,5±0,5	7,1±0,5	6,8±0,5	7,2±0,3

M: meşe (*Quercus pubescens*), Çk: karaçam (*Pinus nigra*), M: oak, Çk: crimean pine ,\*Ortalama ±standart sapma ,\*Mean ± standard deviation

Tablo 1b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama pH değerleri  
Table 1b. Mean soil pH levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
pH	K <sub>üst</sub>	6,6±0,1	6,1±0,2	6,2±0,8	6,1±0,5	6,4±0,9	6,4±1,0	6,5±0,4	6,2±0,4
	K <sub>alt</sub>	6,8±0,1	5,8±0,2	6,1±0,9	6,0±0,8	6,4±1,3	6,9±0,3	6,6±0,6	6,1±0,5
	K <sub>ort</sub>	6,7±0,1	6,0±0,2	6,1±0,7	6,0±0,6	6,4±1,0	6,7±0,7	6,5±0,5	6,1±0,5
	EY <sub>üst</sub>	7,4±0,2	7,1±0,4	7,3±0,1	7,1±0,4	7,4±0,1	7,1±0,2	7,2±0,2	7,0±0,4
	EY <sub>alt</sub>	7,4±0,1	7,1±0,3	7,3±0,1	7,2±0,4	7,4±0,1	7,3±0,2	7,2±0,3	6,9±0,5
	EY <sub>ort</sub>	7,4±0,2	7,1±0,3	7,3±0,1	7,2±0,4	7,4±0,1	7,2±0,2	7,2±0,2	7,0±0,4
	BY <sub>üst</sub>	7,5±0,1	7,2±0,2	7,4±0,1	6,8±0,5	7,2±0,1	7,0±0,4	7,4±0,2	7,0±0,4
	BY <sub>alt</sub>	7,4±0,1	6,9±0,5	7,4±0,0	6,9±0,4	7,2±0,1	7,2±0,4	7,4±0,1	6,8±0,5
	BY <sub>ort</sub>	7,5±0,1	7,0±0,4	7,4±0,1	6,9±0,4	7,2±0,1	7,1±0,4	7,4±0,2	6,9±0,4
	Ort.		7,3±0,3	6,8±0,6	7,0±0,6	6,8±0,6	7,1±0,6	7,0±0,5	7,1±0,5

manın (boşaltma kesimlerinin), dönemin (A6, A9, A12, A24 ve A36'da), türün (meşe ve karaçamda) ve derinliğin (üst-alt toprak derinliklerinde) etkisini gösteren istatistik bulgular ışığında değerlendirilmiştir. Veriler normal dağılım gösterdiğinde tek yönlü varyans analizi, normal dağılım göstermediğinde veya varyanslar homojen olmadığında ise Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. K, EY ve BY alan grupları arasındaki farklar dağılım normal ve eşit varyanslı olduğunda Duncan testi ile gruplandırılmış, farklı varyans durumunda ise Dunnett T3 testiyle değerlendirilmiştir (Özdamar, 2004).

### 3. Bulgular

Meşe ve karaçam üst topraklarında yangın ile toprak reaksiyonunun çok önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir ( $P<0,001$ ). Meşe üst topraklarında üç grup birbirinden önemli düzeyde farklı tespit edilmiştir ( $P<0,01$ ). Meşe ve karaçamda dönemin pH üzerine etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $P<0,05$ ). Türlerin pH üzerinde-

ki etkisi  $P<0,001$  düzeyinde önemli iken meşe türü altı topraklarında toprak reaksiyonunun önemli düzeyde yüksek olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1a, b). Her iki türde de derinlik toprak reaksiyonu üzerinde etkili bulunmamıştır.

Meşe ve karaçam topraklarında yangının toprak kireç kapsamı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $P = 0,000$ ). Enkazlı ve boşaltılmış yangın sahalarının  $\text{CaCO}_3$  bakımından önemli düzeyde fark göstermediği, ancak kontrol grubunun her iki türde ve derinlikte de yangın sahalarından önemli düzeyde farklı olduğu anlaşılmıştır. Örnekleme döneminin toprağın  $\text{CaCO}_3$  kapsamı üzerindeki etkisi meşe üst topraklarında önemli düzeydedir. Kireç oranının en yüksek olduğu dönem meşede A24 iken en düşük olduğu dönem A6 olarak bulunmuştur (Tablo 2a, b).  $\text{CaCO}_3$ , tür farklılığından çok önemli düzeyde etkilenmiştir ( $P<0,001$ ); meşenin altından alınan toprak örneklerindeki  $\text{CaCO}_3$ , karaçamın altından alınanlara göre önemli ölçüde yüksektir.  $\text{CaCO}_3$  değerleri derinlik bakımından istatistiksel olarak farklı değildir.

Tablo 2a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama  $\text{CaCO}_3$  değerleri  
Table 2a. Mean soil  $\text{CaCO}_3$  levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
CaCO <sub>3</sub> %	K <sub>üst</sub>	1,3±0,9	0,0±0,0	2,1±0,5	0,8±0,8	0,0±0,0	0,0±0,0	0,8±0,0	0,0±0,0
	K <sub>alt</sub>	2,3±2,0	0,0±0,0	2,6±0,4	1,3±0,4	0,0±0,0	0,0±0,0	0,5±0,5	0,0±0,0
	K <sub>ort</sub>	1,8±1,5	1,2±1,0	2,3±0,5	1,0±0,6	0,0±0,0	0,0±0,0	0,6±0,3	0,0±0,0
	EY <sub>üst</sub>	1,9±0,9	1,4±0,6	2,4±1,3	1,5±0,7	2,3±1,1	1,7±2,1	2,8±1,9	1,7±0,3
	EY <sub>alt</sub>	2,7±1,0	1,6±0,9	3,0±1,6	2,3±1,4	4,2±1,8	2,5±4,1	3,5±2,4	3,2±1,6
	EY <sub>ort</sub>	2,3±1,0	0,0±0,0	2,7±1,4	1,9±1,2	3,3±1,8	2,1±3,1	3,2±2,1	2,5±1,3
	BY <sub>üst</sub>					1,9±1,3	0,4±0,8	4,6±2,3	1,3±1,0
	BY <sub>alt</sub>					2,1±0,9	0,7±1,5	5,6±2,8	0,8±0,6
	BY <sub>ort</sub>					2,0±1,1	0,6±1,1	5,1±2,4	1,1±0,8
	Ort.		2,2±1,2	1,5±0,7	2,6±1,2	1,7±1,1	2,0±1,8	1,1±2,2	3,2±2,5

Tablo 2b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama  $\text{CaCO}_3$  değerleri  
Table 2b. Mean soil  $\text{CaCO}_3$  levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
CaCO <sub>3</sub> %	K <sub>üst</sub>	3,6±1,2	0,0±0,0	1,8±3,1	0,0±0,0	0,6±0,6	0,3±0,2	1,4±1,6	0,1±0,4
	K <sub>alt</sub>	3,0±0,8	0,0±0,0	1,8±3,1	1,5±2,6	0,6±0,5	0,6±0,7	1,5±1,6	0,5±1,1
	K <sub>ort</sub>	3,3±0,9	0,0±0,0	1,8±2,7	0,8±1,9	1,0±0,5	0,4±0,5	1,5±1,6	0,3±0,8
	EY <sub>üst</sub>	5,5±2,1	3,0±1,2	5,7±1,8	7,6±4,0	1,4±0,7	1,7±1,4	2,9±2,0	2,4±2,5
	EY <sub>alt</sub>	4,6±1,4	3,6±1,3	6,0±2,2	8,3±5,4	2,5±0,9	3,8±4,2	3,6±1,9	3,3±3,3
	EY <sub>ort</sub>	5,0±1,8	3,4±1,3	5,8±1,9	8,0±4,5	2,0±1,0	2,8±3,2	3,3±2,0	2,9±3,0
	BY <sub>üst</sub>	5,6±3,6	2,3±1,2	7,1±5,7	4,2±1,3	1,4±0,4	1,6±2,3	4,1±3,6	2,0±1,8
	BY <sub>alt</sub>	7,5±4,1	2,7±1,8	7,8±6,1	4,6±1,9	2,0±1,1	2,9±3,2	5,0±4,1	2,3±2,3
	BY <sub>ort</sub>	6,5±3,7	2,5±1,5	7,5±5,5	4,4±1,5	1,7±0,8	2,3±2,8	4,6±3,8	2,2±2,0
	Ort.		5,1±2,7	2,2±1,8	5,4±4,1	5,0±4,3	1,5±1,0	2,0±2,7	3,1±2,7



Meşe ve karaçamda Ca miktarı yangınla beraber önemli düzeyde artış göstermiştir ( $P<0,001$ ). Meşede en düşük değerini kontrol sahasında (2634 mg/kg) alan Ca en yüksek değerini boşaltılmış yangın sahasında-BY (3802 mg/kg) almıştır. Karaçamda ise kontrol sahasında 1759 mg/kg olan Ca değeri BY sahasında 2690 mg/kg'a yükselmiştir (Tablo 3a, b). Enkazlı ve boşaltılmış yangın sahaları arasında  $CaCO_3$  oranında olduğu gibi, Ca miktarı bakımından da önemli düzeyde fark olmadığı, ancak kontrol grubunun her iki türde ve derinlikte

yangın sahalarından önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur. Ca ortalamalarındaki artış yangınla beraber kireç miktarındaki artış ile paralellik göstermektedir. Türlerin ise Ca miktarı üzerinde etkisi çok önemli düzeydedir ( $P<0,001$ ). Meşede ortalama 3486 mg/kg olan Ca miktarı karaçamda ortalama 2423 mg/kg'a düşmektedir (Tablo 3a, b). Örneklem döneminin ve toprak derinliğinin karaçam ve meşede Ca miktarı üzerinde önemli düzeyde etkisinin olmadığı anlaşılmıştır ( $P>0,05$ ).

Tablo 3a. Örneklem dönemlerindeki ortalama Ca değerleri  
Table 3a. Mean soil Ca levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Ca mg/kg	$K_{üst}$	2806,3	1508,7	2793,7	1680,7	1763,0	1859,0	3367,3	1834,7
		±750,3	±645,7	±420,3	±398,4	±403,4	±106,5	±271,9	±359,0
		2898,7	1127,3	3322,3	2082,7	1487,0	1637,3	2987,7	1359,3
	$K_{alt}$	±987,4	±746,8	±1722,6	±897,6	±366,8	±296,5	±611,5	±387,2
		2853	1952,2	3058,0	1881,7	1625,0	1748,2	3177,5	1597,0
	$K_{ort}$	±786	±807,7	±1158,2	±659,0	±376,5	±233,3	±471,6	±423,4
		4070,7	2658,2	3579,4	2287,4	3413,6	2597,6	4032,2	2688,8
	$EY_{üst}$	±604,0	±810,0	±516,8	±551,5	±534,6	±724,3	±350,5	±951,5
		3777,0	2227,1	3631,9	2157,9	3518,6	2559,2	4265,8	3247,0
	$EY_{alt}$	±319,4	±646,1	±469,1	±680,4	±232,5	±680,1	±410,4	±598,8
		3924	1318,0	3605,7	2222,7	3466,1	2578,4	4149,0	2967,9
	$EY_{ort}$	±492	±658,4	±479,6	±604,5	±392,6	±662,7	±380,3	±805,2
						3498,5	2168,0	4238,5	3051,8
	$BY_{üst}$					±478,9	±521,3	±501,2	±514,3
						3269,5	1975,3	4433,8	2761,5
	$BY_{alt}$					±434,5	±688,6	±454,0	±251,2
						3384,0	2071,6	4336,1	2906,6
	$BY_{ort}$					±440,7	±454,9	±454,9	±405,6
Ort.		3656	2442,7	3468,8	2137,4	2978,5	2201,9	3968,5	2604,8
		±734	±744,6	±721,3	±622,3	±888,1	±636,7	±626,3	±834,7

Meşede ve karaçamda yangının  $P_2O_5$  üzerine önemli düzeyde etkili olduğu ve yangınla beraber toprağın yarayırlı fosfor düzeylerinin arttığı belirlenmiştir. Her iki türde ve derinlikte EY ile BY sahaları arasında fark bulunmazken yangın sahalarının kontrol sahalarından önemli düzeyde farklı olduğu ve daha fazla  $P_2O_5$  içerdiği tespit edilmiştir (Tablo 4a, b). Örneklem döneminin toprağın  $P_2O_5$  kapsamı üzerine etkisinin her iki türde de önemli düzeyde bulunmadığı görülmüştür ( $P>0,05$ ).

Ağaç türü toprağın yarayırlı fosforu üzerinde çok önemli düzeyde etkili bulunmuştur ( $P<0,001$ ). Meşenin hâkim olduğu topraklarda  $P_2O_5$  içeriğinin karaçamdan yüksek olduğu görülmüştür. Derinliğin ise her iki türde yarayırlı fosfor üzerine önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur. Üst derinlik örneklerinde ortalama  $P_2O_5$  değerleri daha yüksek ölçülmüştür.

Yangının elektriksel iletkenlik üzerine etkisi meşede önemsiz ( $P>0,05$ ) karaçamda ise önemli düzeyde bulunmuştur ( $P=0,001$ ). Örneklem döneminin hem meşe hem de karaçam topraklarında EC üzerine önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ( $P<0,001$ ). En yüksek EC ortalaması yangından hemen sonrası alınan yani A1 toprak örneklerinde (meşede 1,0 mS/cm, karaçamda 0,8 mS/cm); en düşük ortalama A6 örneklerinde (meşe ve karaçamda 0,4 mS/cm) ölçülmüştür (Tablo 5a, b). Ağaç türlerinin EC üzerindeki etkisinin çok önemli düzeyde bulunduğu görülmüştür ( $P<0,001$ ). Meşe türü altından alınan toprak örneklerinde elektriksel iletkenliğin önemli düzeyde yüksek olduğu anlaşılmıştır. Elektriksel iletkenlik üzerine derinliğin etkisi meşe ve karaçam topraklarında  $P<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Toprağın organik madde miktarı meşede ve karaçamda her iki derinlikte de yangından önemli dü-

Tablo 3b. Örneklemeye dönemlerindeki ortalama Ca değerleri  
Table 3b. Mean soil Ca levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Ca mg/kg	K <sub>üst</sub>	3930,3 ±732,4	2032,7 ±699,3	2373,0 ±194,1	2133,7 ±698,3	2313,0 ±1243,0	1366,3 ±561,0	2763,8 ±878,8	1773,7 ±518,3
	K <sub>alt</sub>	2889,0 ±474,5	1450,7 ±756,6	2182,3 ±433,5	2539,3 ±1820,4	1765,7 ±1279,4	2019,7 ±934,5	2504,7 ±1041,0	1745,2 ±923,8
	K <sub>ort</sub>	3409,7 ±793,7	1741,7 ±725,4	2277,7 318,0	2336,5 ±1253,0	2039,3 ±1167,3	1693,0 ±776,7	2634,2 ±960,5	1759,4 ±740,0
	EY <sub>üst</sub>	3534,4 ±186,7	2917,6 ±1067,7	3605,0 ±260,5	2915,2 ±754,7	3878,0 ±419,2	2808,0 ±537,7	3748,1 ±497,0	2654,6 ±747,0
	EY <sub>alt</sub>	3620,0 ±173,2	2670,4 ±864,2	3666,8 ±323,3	2907,2 ±855,4	3934,8 ±303,6	3007,0 ±620,7	3760,7 ±390,0	2591,1 ±759,3
	EY <sub>ort</sub>	3577,2 ±175,6	2794,0 ±925,0	3635,9 278,7	2911,2 ±760,5	3906,4 ±346,4	2907,5 ±557,4	3754,4 ±444,1	2622,9 ±749,4
	BY <sub>üst</sub>	3807,3 ±573,2	2562,3 ±158,6	3636,3 ±671,5	2557,3 ±482,6	3793,5 ±606,6	3523,0 ±2636,7	3794,8 ±567,7	2772,5 ±1205,9
	BY <sub>alt</sub>	3928,8 ±202,7	2653,8 ±680,5	3670,5 ±469,1	2756,3 ±671,7	3743,5 ±474,8	2899,3 ±771,5	3809,2 ±539,1	2609,2 ±659,8
	BY <sub>ort</sub>	3868,0 ±403,3	2608,0 ±460,0	3653,4 ±536,6	2656,8 ±551,8	3768,5 ±505,0	3211,1 ±1829,2	3802,0 ±546,5	2690,8 ±963,0
	Ort.	3632,3 ±481,7	2468,9 ±839,2	3302,2 710,7	2682,7 ±845,3	3393,7 ±1030,8	2705,1 ±1282,6	3485,7 ±800,1	2423,2 ±886,2

Tablo 4a. Örneklemeye dönemlerindeki ortalama P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri  
Table 4a. Mean soil P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	K <sub>üst</sub>	20,0±13	10,7±3	9,3±1	7,7±2	7,0±4	7,0±4	7,7±1	6,7±1
	K <sub>alt</sub>	16,7±12	8,3±1	7,0±2	6,7±1	2,7±2	4,3±1	5,3±2	4,7±2
	K <sub>ort</sub>	18,3±11	12,4±7	8,2±2	7,2±1	4,8±4	5,7±3	6,5±2	5,7±2
	EY <sub>üst</sub>	42,6±12	33,8±20	27,6±9	17,9±9	57,0±19	58,8±19	35,4±9	29,6±19
	EY <sub>alt</sub>	21,6±10	13,8±8	18,0±11	8,0±1	25,0±2	22,2±4	24,6±11	28,0±31
	EY <sub>ort</sub>	32,1±15	9,5±2	22,8±11	12,9±8	41,0±21	40,5±23	30,0±11	28,8±24
	BY <sub>üst</sub>					63,3±3	24,5±25	29,0±9	31,8±26
	BY <sub>alt</sub>					26,8±9	9,5±9	26,5±12	12,3±6
	BY <sub>ort</sub>					45,0±20	17,0±19	27,8±10	22,0±20
	Ort.	28,6±15	23,8±18	19,1±11	11,5±8	33,3±24	24,0±23	23,4±13	20,8±21

zeyde etkilenmemiştir (P>0,05). EY ve BY sahaları ile K sahaları her iki türde ve her iki derinlikte aynı grupta yer almış ve içerdikleri organik madde bakımından gruplar arasında önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Meşede organik madde en fazla kontrol sahasında (%5,96) ve en düşük BY sahasında (%4,97) bulunmuştur. Karaçamda da değişim aynı yöndedir. Örneklemeye döneminin sadece meşede toprağın organik madde kapsamı üzerine etkisinin önemli düzeyde olduğu görülmüştür. Organik madde miktarının en yüksek seviyesi yangının ardından alınan topraklarda (A1) gözlenmiştir (Tablo 6a, b). Türler arasında ise toprak organik madde içeriği bakımından çok önemli düzeyde

fark bulunmuştur. Meşe topraklarında organik madde içeriğinin daha fazla olduğu görülmüştür (M: %5,56 ve Çk: %4,48). Toprak derinliği her iki türde de organik madde düzeyini önemli ölçüde etkilemiştir. Her iki türde de üst topraklarda ortalamalar daha yüksektir (Tablo 6a, b).

Hem meşe hem karaçamda yangın ve dönemin toprağın toplam azot kapsamı üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı görülmüştür (P>0,05). EY, BY ve K sahalarının her üçü de farklı türlerde ve derinliklerde aynı grupta yer almıştır. Ortalamalara bakıldığında yangınla beraber azot miktarında artış olduğu görülmekle birlikte (Tablo 7a, b) azot ba-

Tablo 4b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri  
Table 4b. Mean soil P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg	K <sub>üst</sub>	7,3±1	1,0±0	7,8±2	4,6±0	8,9±2	4,5±1	9,7±6	6,0±3
	K <sub>alt</sub>	1,3±1	1,7±1	4,7±1	3,5±0	8,8±7	9,3±9	6,6±7	5,5±4
	K <sub>ort</sub>	4,3±3	1,3±1	6,3±2	4,0±1	8,9±4	6,9±6	8,2±7	5,8±4
	EY <sub>üst</sub>	33,2±7	26,6±23	29,7±10	17,5±9	22,6±7	13,2±7	35,4±14	27,8±20
	EY <sub>alt</sub>	24,6±12	14,6±13	18,8±6	34,3±47	17,7±3,9	13,9±3,2	21,2±9	17,7±20
	EY <sub>ort</sub>	28,9±11	20,6±18	24,3±10	25,9±33	20,1±6	13,6±5	28,3±14	22,7±21
	BY <sub>üst</sub>	50,5±16	21,5±9	27,3±11	13,5±12	25,6±7	18,7±13	39,1±18	22,0±17
	BY <sub>alt</sub>	37,8±17	18,5±15	19,4±8	9,2±8	19,5±3	14,8±10	26,0±12	12,8±10
	BY <sub>ort</sub>	44,1±17	20,0±12	23,4±10	11,3±10	22,5±6	16,8±11	32,6±16	17,4±15
	Ort.	27,8±19	15,6±16	19,5±11	15,6±23	18,1±8	13,0±8	24,3±16	17,2±18

Tablo 5a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama EC değerleri  
Table 5a. Mean soil EC levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
EC 10 <sup>3</sup> 25°C mS/cm	K <sub>üst</sub>	1,0±0,3	0,6±0,3	0,6±0,1	0,5±0,1	0,4±0,0	0,4±0,0	1,0±0,1	0,6±0,2
	K <sub>alt</sub>	0,8±0,5	0,4±0,3	0,5±0,1	0,4±0,1	0,3±0,0	0,4±0,0	1,0±0,2	0,5±0,1
	K <sub>ort</sub>	0,9±0,4	0,7±0,3	0,6±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	1,0±0,2	0,6±0,1
	EY <sub>üst</sub>	1,1±0,1	0,9±0,1	0,8±0,2	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1	0,7±0,1	0,7±0,2
	EY <sub>alt</sub>	0,9±0,1	0,7±0,3	0,7±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,6±0,2	0,6±0,2
	EY <sub>ort</sub>	1,0±0,2	0,5±0,3	0,8±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,7±0,2	0,6±0,2
	BY <sub>üst</sub>					0,5±0,0	0,3±0,1	0,7±0,1	0,6±0,2
	BY <sub>alt</sub>					0,5±0,1	0,3±0,0	0,6±0,2	0,6±0,2
	BY <sub>ort</sub>					0,5±0,1	0,3±0,1	0,7±0,2	0,6±0,2
	Ort.	1,0±0,2	0,8±0,2	0,7±0,2	0,5±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,8±0,2	0,6±0,2

Tablo 5b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama EC değerleri  
Table 5b. Mean soil EC levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
EC 10 <sup>3</sup> 25°C mS/cm	K <sub>üst</sub>	1,2±0,2	0,7±0,1	0,5±0,1	0,5±0,3	0,2±0,1	0,1±0,1	0,7±0,4	0,5±0,2
	K <sub>alt</sub>	0,9±0,3	0,5±0,0	0,4±0,2	0,4±0,2	0,2±0,1	0,2±0,1	0,6±0,4	0,4±0,2
	K <sub>ort</sub>	1,0±0,3	0,6±0,2	0,5±0,1	0,4±0,2	0,2±0,1	0,1±0,1	0,6±0,4	0,4±0,2
	EY <sub>üst</sub>	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,0	0,5±0,2	0,2±0,0	0,2±0,2	0,7±0,3	0,6±0,3
	EY <sub>alt</sub>	0,6±0,1	0,6±0,1	0,6±0,2	0,5±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,6±0,3	0,5±0,2
	EY <sub>ort</sub>	0,7±0,1	0,7±0,1	0,6±0,1	0,5±0,2	0,2±0,0	0,2±0,1	0,7±0,3	0,5±0,2
	BY <sub>üst</sub>	0,8±0,1	0,6±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,5±0,2	0,4±0,2
	BY <sub>alt</sub>	0,7±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,5±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,5±0,2	0,4±0,2
	BY <sub>ort</sub>	0,8±0,1	0,6±0,1	0,6±0,2	0,5±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,5±0,2	0,4±0,2
	Ort.	0,8±0,2	0,6±0,1	0,6±0,2	0,5±0,2	0,2±0,0	0,2±0,1	0,6±0,3	0,5±0,2

kımından topraklar istatistiksel olarak farklı değildir. Toprak derinliğinin toplam N kapsamı üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0,001). Toplam azot ortalamaları her iki türde de üst topraklarda daha yüksektir. Toplam azot içeriği bakımından iki türün önemli düzeyde farklı olduğu anlaşılmıştır (P<0,001). Karaçam türü topraklarında azot

içeriği meşeden düşük bulunmuştur (Tablo 7a, b).

β-D glikosidaz enzim aktivitesi yangından, derinlikten ve dönemden önemli düzeyde etkilenmiştir (P<0,001). β-D glikosidaz aktivitesinin yangınla beraber önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur (Tablo 8a, b). EY sahaları meşe üst topraklarında K'den

Tablo 6a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama OM değerleri  
Table 6a. Mean soil OM levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
OM %	K <sub>üst</sub>	9,4±2,8	6,3±1,6	9,7±1,0	6,1±2,1	5,1±1,0	7,1±1,3	6,6±1,3	6,6±1,4
	K <sub>alt</sub>	5,9±3,3	4,2±2,6	4,6±1,6	4,0±0,5	3,6±0,3	3,8±1,2	4,9±1,9	3,6±0,6
	K <sub>ort</sub>	7,65±3,3	6,32±1,7	7,16±3,1	5,05±1,8	4,34±1,1	5,42±2,1	5,76±1,7	5,09±1,9
	EY <sub>üst</sub>	9,1±2,4	7,6±1,6	8,1±2,0	6,8±1,9	7,7±2,8	5,1±1,8	4,8±1,7	4,7±1,4
	EY <sub>alt</sub>	5,7±1,5	4,5±0,9	5,2±1,6	3,8±0,8	3,8±0,6	2,7±0,4	3,5±1,6	4,0±2,1
	EY <sub>ort</sub>	7,42±2,6	7,61±1,6	6,64±2,3	5,3±2,1	5,73±2,8	3,87±1,8	4,15±1,7	4,34±1,7
	BY <sub>üst</sub>					7,8±1,1	5,2±0,8	4,5±2,1	5,8±2,3
	BY <sub>alt</sub>					4,4±1,6	2,9±0,8	3,9±1,0	3,7±1,5
	BY <sub>ort</sub>					6,10±2,2	4,07±1,4	4,20±1,6	4,79±2,1
	Ort.	7,48±2,7	7,28±1,7	6,77±2,5	5,23±2,0	5,51±2,3	4,32±1,8	4,57±1,8	4,68±1,8

Tablo 6b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama OM değerleri  
Table 6b. Mean soil OM levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
OM %	K <sub>üst</sub>	10,8±2,3	6,0±1,5	6,6±0,8	5,7±1,4	6,1±1,8	3,0±0,3	7,8±2,5	5,8±1,8
	K <sub>alt</sub>	4,2±1,4	4,2±1,5	3,3±0,1	4,5±2,7	2,5±0,4	2,3±0,8	4,2±1,8	3,8±1,5
	K <sub>ort</sub>	7,51±4,0	5,06±1,7	4,97±1,9	5,14±2,0	4,31±2,1	2,65±0,6	5,96±2,8	4,81±1,9
	EY <sub>üst</sub>	6,0±0,5	5,4±2,1	4,9±2,3	4,1±1,4	4,0±1,0	3,6±2,3	6,8±2,7	5,7±2,2
	EY <sub>alt</sub>	4,4±1,3	3,6±1,0	4,8±1,9	2,7±0,9	2,8±0,8	1,8±0,9	4,5±1,6	3,5±1,3
	EY <sub>ort</sub>	5,18±1,3	4,52±1,8	4,83±2,0	3,42±1,4	3,4±1,0	2,71±1,9	5,65±2,5	4,57±2,1
	BY <sub>üst</sub>	7,1±2,8	4,3±1,4	5,2±1,8	4,6±0,4	4,4±0,9	3,6±0,6	5,8±2,2	4,7±1,4
	BY <sub>alt</sub>	4,3±1,8	3,3±0,7	4,8±2,4	3,3±0,4	3,3±0,9	2,6±0,8	4,2±1,5	3,2±0,9
	BY <sub>ort</sub>	5,73±2,6	3,81±1,2	4,99±2,0	3,92±0,8	3,83±1,0	3,10±0,8	4,97±2,1	3,94±1,4
	Ort.	5,95±2,7	4,42±1,6	4,92±1,9	4,02±1,5	3,77±1,4	2,82±1,3	5,56±2,5	4,48±1,9

Tablo 7a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Nt değerleri  
Table 7a. Mean soil Nt levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Nt %	K <sub>üst</sub>	0,3±0,1	0,2±0,1	0,4±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,3±0,1	0,3±0,0	0,2±0,0
	K <sub>alt</sub>	0,2±0,1	0,1±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0
	K <sub>ort</sub>	0,28±0,1	0,16±0,1	0,30±0,1	0,18±0,1	0,18±0,0	0,26±0,1	0,29±0,1	0,16±0,0
	EY <sub>üst</sub>	0,4±0,1	0,3±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,0
	EY <sub>alt</sub>	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0
	EY <sub>ort</sub>	0,30±0,2	0,21±0,1	0,27±0,1	0,18±0,1	0,28±0,1	0,18±0,1	0,22±0,1	0,17±0,0
	BY <sub>üst</sub>					0,4±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,3±0,1
	BY <sub>alt</sub>					0,3±0,1	0,1±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0
	BY <sub>ort</sub>					0,32±0,1	0,18±0,1	0,22±0,1	0,21±0,1
	Ort.	0,29±0,1	0,2±0,1	0,28±0,1	0,18±0,1	0,27±0,1	0,20±0,1	0,24±0,1	0,18±0,1

önemli düzeyde farklı iken BY-EY sahaları arasındaki ve BY-K sahaları arasındaki fark önemli düzeyde değildir. Meşe alt topraklarında yangın sahaları ile kontrol sahaları ise önemli düzeyde farklıdır. Karaçam üst derinlikte ise K ve EY sa-

haları benzer iken K ve BY sahaları birbirinden farklı bulunmuştur. Örnekleme dönemi bakımından  $\beta$ -D glikosidaz aktivitesi her iki türde ve derinlikte önemli düzeyde farklıdır. Meşede (2,06 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>) ve karaçamda (2,81 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>)

Tablo 7b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Nt değerleri  
Table 7b. Mean soil Nt levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Nt %	K <sub>üst</sub>	0,6±0,1	0,3±0,1	0,3±0,0	0,2±0,0	0,3±0,1	0,1±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1
	K <sub>alt</sub>	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0
	K <sub>ort</sub>	0,39±0,2	0,26±0,1	0,22±0,1	0,17±0,1	0,22±0,1	0,12±0,0	0,27±0,1	0,18±0,1
	EY <sub>üst</sub>	0,3±0,0	0,3±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1
	EY <sub>alt</sub>	0,2±0,1	0,2±0,1	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,1	0,1±0,0
	EY <sub>ort</sub>	0,27±0,1	0,23±0,1	0,21±0,0	0,14±0,0	0,17±0,0	0,14±0,1	0,25±0,1	0,18±0,1
	BY <sub>üst</sub>	0,4±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,1
	BY <sub>alt</sub>	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0
	BY <sub>ort</sub>	0,30±0,1	0,20±0,1	0,24±0,1	0,16±0,0	0,22±0,1	0,16±0,0	0,26±0,1	0,18±0,1
	Ort.	0,31±0,1	0,23±0,1	0,22±0,1	0,16±0,0	0,20±0,1	0,14±0,1	0,26±0,1	0,18±0,1

g<sup>-1</sup>) üst seviyesine A9'da ulaşmıştır (Tablo 8a, b). Toprak derinliği her iki türde β-D glikosidaz üzerinde önemli düzeyde etkili bulunmuştur. Meşede üst toprakta 0,88 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>'ten alt toprakta 1,40 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>'e yükseldiği; karaçamda ise üst

toprakta daha yüksek olduğu (1,60 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir.

Meşede asit fosfataz üzerinde dönem (P<0,001) ve yangın (P<0,01) etkili bulunmuştur. Meşede en

Tablo 8a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama β-D değerleri  
Table 8a. Mean soil β-D glucosidase levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
β-D Glikosidaz mg pNP h-1 g-1	K <sub>üst</sub>	1,4±0,7	2,5±1,2	1,0±0,7	1,3±0,4	1,2±0,2	1,7±0,1	0,6±0,5	5,6±3,0
	K <sub>alt</sub>	1,2±0,8	1,5±0,2	4,7±0,3	0,6±0,1	4,7±1,5	0,7±0,1	6,9±0,5	3,0±2,1
	K <sub>ort</sub>	1,23±0,6	1,96±0,9	0,91±0,5	0,92±0,5	1,67±0,9	1,24±0,6	4,70±1,0	4,30±2,7
	EY <sub>üst</sub>	0,9±0,6	1,4±0,6	0,3±0,2	1,3±1,0	0,8±0,5	1,6±1,1	0,6±0,6	2,9±1,9
	EY <sub>alt</sub>	0,4±0,2	0,6±0,3	1,2±0,4	0,5±0,5	1,1±0,7	0,6±0,2	0,6±0,5	3,1±2,0
	EY <sub>ort</sub>	0,60±0,5	1,03±0,6	0,84±0,8	0,91±0,8	0,36±0,2	1,09±0,9	1,15±0,6	2,98±1,9
	BY <sub>üst</sub>					1,3±1,2	1,0±0,4	0,7±0,8	1,6±0,7
	BY <sub>alt</sub>					1,2±0,3	0,7±0,3	1,0±0,1	1,3±0,5
	BY <sub>ort</sub>					0,67±0,2	0,83±0,4	1,22±0,3	1,47±0,6
	Ort.	0,76±0,6	1,26±0,8	0,86±0,7	0,91±0,8	0,79±0,7	1,04±0,7	2,06±1,7	2,81±2,1

Tablo 8b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama β-D değerleri  
Table 8b. Mean soil β-D glucosidase levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
β-D Glikosidaz mg pNP h-1 g-1	K <sub>üst</sub>	2,1±0,8	3,9±1,3	1,5±0,5	1,3±0,1	0,5±0,2	0,4±0,3	1,2±0,7	2,4±2,0
	K <sub>alt</sub>	3,1±1,4	2,7±0,9	0,3±0,1	0,7±0,3	0,1±0,0	0,2±0,1	3,0±2,5	1,3±1,3
	K <sub>ort</sub>	4,99±2,3	3,31±1,2	0,90±0,7	1,01±0,4	0,30±0,2	0,26±0,2	2,10±2,1	1,86±1,8
	EY <sub>üst</sub>	0,5±0,2	2,4±1,2	1,3±1,2	1,0±1,4	0,3±0,1	0,1±0,1	0,7±0,6	1,5±1,3
	EY <sub>alt</sub>	0,5±0,5	1,7±1,2	1,6±1,3	0,8±1,3	0,2±0,1	0,1±0,1	0,8±0,7	1,0±1,2
	EY <sub>ort</sub>	0,58±0,5	2,06±1,2	1,48±1,2	0,87±1,3	0,29±0,1	0,10±0,1	0,74±0,7	1,23±1,3
	BY <sub>üst</sub>	0,8±0,2	1,3±0,8	2,0±1,3	1,0±1,0	0,3±0,1	0,1±0,1	1,0±1,0	1,0±0,8
	BY <sub>alt</sub>	0,5±0,4	1,6±1,1	2,0±1,3	0,4±0,3	0,2±0,1	0,1±0,1	1,0±0,8	0,8±0,8
	BY <sub>ort</sub>	0,74±0,4	1,48±0,9	2,01±1,2	0,67±0,8	0,24±0,1	0,10±0,1	0,99±0,9	0,91±0,8
	Ort.	1,74±2,2	2,18±1,3	1,51±1,1	0,84±0,9	0,27±0,1	0,14±0,2	1,14±1,3	1,31±1,4



yüksek asit fosfataz aktivitesi yangın-uygulama açısından en yüksek seviyesine BY'de (1,29 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>) ulaşmış, onu K (0,85 mg pNP h<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup>) takip etmiştir (Tablo 9a, b). Karaçam topraklarında dönem, yangın ve dönem\*yangın interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir. Karaçamda asit fosfataz aktivitesi en yüksek seviyesine A36'da çıkmış en düşük seviyesi ise A1 ve A3'te tespit edilmiştir. Meşede de yine en yüksek seviyesi A36'da ve en düşük seviyesi A1'de tespit edilmiştir (Tablo 9a, b). Asit fosfataz aktivitesinin tüm dönemler ortalamasına bakıldığında yangın sahalarında daha yüksek olduğu bulunmuş, ancak her dönem ayrı ayrı incelendiğinde yaz dönemi dışındaki bütün dönemlerde yanan sahalarda enzim aktivitesinin aslında daha düşük olduğu görülmüştür. Yanan sahalar ile kontrol sahaları arasında yanan sahalar lehine görülen bu farkın sadece A9'da yanan sahalardaki yüksek aktivite değerlerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Gruplar arasında karaçamda alt toprakta fark bulunmuş EY sahalarının hem K hem BY sahalarına benzer olduğu, K ve BY sahalarının ise birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Örnekleme dönemi toprağın asit fosfataz aktivitesi üzerinde önemli ölçüde etkili bulunmuştur. Yangından sonraki ilk iki döneme bakıldığında aslında yangınla beraber A1'de asit fosfataz aktivitesinin azaldığı, A3'te kontrol ve yangın sahalarının aynı seviyede olduğu, A6'da K sahalarında daha yüksek asit fosfataz aktivitesinin bulunduğu görülmüştür. A9'da (Eylül) ise yangın sahalarında büyük oranda artış gösteren K sahalarından daha yüksek asit fosfataz seviyeleri belirlenmiştir. A12'de tekrar düşerek K sahaları lehine gelişen aktivite A36'da tüm sahalarda zirve yapmıştır.

Toprak derinliğinin her iki türde de asit fosfataz aktivitesi üzerine önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir (P>0,05). EY ve BY sahalarının aynı grupta yer aldığı meşede kontrol sahalarından önemli düzeyde farklı olmadığı ancak karaçam alt topraklarında BY sahası ile K sahasının önemli düzeyde farklı bulunduğu tespit edilmiştir.

Ağaç türleri arasındaki farkın P=0,020 önem düzeyinde olduğu belirlenmiş, asit fosfataz aktivitesi or-

Tablo 9a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Asit fosfataz değerleri  
Table 9a. Mean soil acid phosphatase levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Asit fosfataz mg pNP h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	K <sub>üst</sub>	0,3±0,0	0,2±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,4±0,1	0,4±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0
	K <sub>alt</sub>	0,3±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,4±0,1	0,4±0,1	0,2±0,1	0,0±0,0
	K <sub>ort</sub>	0,30±0,0	0,18±0,0	0,25±0,0	0,17±0,0	0,39±0,1	0,38±0,1	0,11±0,1	0,04±0,0
	EY <sub>üst</sub>	0,2±0,0	0,2±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,3±0,1	0,9±0,8	1,0±0,6
	EY <sub>alt</sub>	0,2±0,0	0,2±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,1	1,4±1,2	0,9±0,4
	EY <sub>ort</sub>	0,22±0,0	0,17±0,0	0,26±0,0	0,18±0,0	0,21±0,1	0,27±0,1	1,14±1,0	0,98±0,5
	BY <sub>üst</sub>					0,2±0,1	0,3±0,1	1,5±1,1	0,7±0,4
	BY <sub>alt</sub>					0,2±0,1	0,3±0,1	1,3±0,9	0,8±0,4
	BY <sub>ort</sub>					0,18±0,1	0,31±0,1	1,40±0,9	0,77±0,4
	Ort.	0,24±0,0	0,18±0,0	0,26±0,0	0,18±0,0	0,24±0,1	0,31±0,1	0,97±1,0	0,68±0,5

Tablo 9b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Asit fosfataz değerleri  
Table 9b. Mean soil acid phosphatase levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Asit fosfataz mg pNP h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	K <sub>üst</sub>	0,3±0,1	0,3±0,0	0,3±0,1	0,3±0,0	4,3±0,7	3,6±0,4	0,9±1,5	0,7±1,2
	K <sub>alt</sub>	0,2±0,0	0,2±0,1	0,2±0,0	0,2±0,1	4,4±0,6	4,5±0,3	0,8±1,5	0,8±1,5
	K <sub>ort</sub>	0,27±0,1	0,25±0,1	0,27±0,1	0,25±0,1	4,37±0,1	4,05±0,6	0,85±1,5	0,76±1,4
	EY <sub>üst</sub>	0,2±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,3±0,1	4,3±0,2	4,8±0,4	0,8±1,3	0,9±1,5
	EY <sub>alt</sub>	0,3±0,1	0,2±0,0	0,3±0,1	0,2±0,0	3,9±0,1	3,7±0,3	0,8±1,3	0,7±1,2
	EY <sub>ort</sub>	0,25±0,1	0,26±0,1	0,25±0,1	0,26±0,1	4,11±0,3	4,29±0,7	0,79±1,3	0,78±1,3
	BY <sub>üst</sub>	0,4±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1	0,3±0,1	4,0±0,4	4,3±0,7	1,3±1,5	1,2±1,6
	BY <sub>alt</sub>	0,3±0,2	0,2±0,0	0,3±0,2	0,2±0,0	4,2±0,2	3,5±0,9	1,3±1,6	1,0±1,4
	BY <sub>ort</sub>	0,38±0,1	0,27±0,1	0,38±0,2	0,27±0,1	4,12±0,3	3,90±0,9	1,29±1,6	1,11±1,5
	Ort.	0,30±0,1	0,26±0,1	0,30±0,1	0,26±0,1	4,18±0,4	4,10±0,7	0,93±1,4	0,85±1,4

talamalarının meşede yüksek olduğu görülmüştür.

Meşe topraklarında EY ve BY sahalarında üreaz aktivitesinin kontrol sahalarına göre önemsiz düzeyde düşük olduğu anlaşılmıştır.

Üreaz aktivitesi üzerine dönemin etkisi hem meşe P<0,01 hem karaçam (P<0,05) topraklarında önemli düzeyde bulunmuştur. Hem meşe hem karaçam topraklarında dönem açısından üreaz en yüksek seviyesine A36'da ulaşmıştır (Tablo 10a, b). Üç grup arasında en yüksek üreaz düzeyi BY'de tespit edilmiştir. Tüm dönemlere bakıldığında bu

Tablo 10a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Üreaz değerleri  
Table 10a. Mean soil Urease levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Üreaz N g-1 toprak	K <sub>üst</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	K <sub>alt</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	K <sub>ort</sub>	0,06±0,0	0,05±0,0	0,06±0,0	0,06±0,0	0,06±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,05±0,0
	EY <sub>üst</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	EY <sub>alt</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	EY <sub>ort</sub>	0,05±0,0	0,05±0,0	0,06±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,05±0,0
	BY <sub>üst</sub>					0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	BY <sub>alt</sub>					0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0
	BY <sub>ort</sub>					0,05±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,05±0,0
Ort.		0,05±0,0	0,05±0,0	0,06±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,06±0,0	0,05±0,0	0,05±0,0

Tablo 10b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Üreaz değerleri  
Table 10b. Mean soil Urease levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Üreaz N g-1 toprak	K <sub>üst</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0	0,2±0,1	1,6±0,6	0,2±0,1	0,3±0,6	0,1±0,1
	K <sub>alt</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	1,6±2,7	0,0±0,0	0,4±0,2	0,4±0,1	0,3±1,0	0,1±0,1
	K <sub>ort</sub>	0,05±0,0	0,05±0,0	0,80±1,9	0,11±0,1	0,97±0,8	0,31±0,1	0,29±0,8	0,10±0,11
	EY <sub>üst</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,3±0,4	0,2±0,2	1,7±1,2	0,2±0,1	0,3±0,7	0,1±0,1
	EY <sub>alt</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,0±0,0	0,1±0,1	0,7±0,2	0,1±0,0	0,1±0,2	0,1±0,1
	EY <sub>ort</sub>	0,05±0,0	0,05±0,0	0,19±0,3	0,14±0,1	1,22±1,0	0,18±0,1	0,21±0,5	0,08±0,07
	BY <sub>üst</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,5±0,8	0,0±0,0	2,2±2,0	0,9±0,3	0,6±1,2	0,2±0,4
	BY <sub>alt</sub>	0,1±0,0	0,1±0,0	0,5±0,8	0,1±0,1	0,6±0,2	0,6±0,2	0,2±0,4	0,2±0,2
	BY <sub>ort</sub>	0,05±0,0	0,05±0,0	0,47±0,7	0,06±0,1	1,40±1,6	0,76±0,3	0,41±0,9	0,20±0,31
Ort.		0,05±0,0	0,05±0,0	0,44±1,0	0,11±0,1	1,22±1,1	0,40±0,3	0,27±0,7	0,11±0,17

Tablo 11a. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Cmic/Corg değerleri  
Table 11a. Mean soil Cmic/Corg levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A1		A3		A6		A9	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Cmic/ Corg %	K <sub>üst</sub>	5,1±0,5	3,7±1,7	1,5±0,3	4,0±2,0	16,7±6,0	6,2±3,0	6,7±6,6	11,9±4,0
	K <sub>alt</sub>	8,6±2,9	2,5±1,4	20,5±6,1	5,8±7,3	12,4±6,2	8,7±5,2	5,5±7,1	7,5±2,3
	K <sub>ort</sub>	6,9±2,8	3,1±1,6	11,0±11,1	4,9±4,9	14,5±5,9	7,5±4,0	6,1±6,2	9,7±3,8
	EY <sub>üst</sub>	3,7±2,4	4,6±1,6	3,3±0,8	8,0±1,9	11,2±4,1	12,0±1,9	13,5±4,8	14,9±9,0
	EY <sub>alt</sub>	11,0±4,2	4,2±1,3	10,3±6,3	7,4±2,7	20,3±15,3	15,4±3,0	19,0±11,6	31,3±38,5
	EY <sub>ort</sub>	7,3±5,1	4,4±1,4	6,8±5,6	7,7±2,3	15,8±11,6	1,4±3,0	16,3±8,9	23,1±28
	BY <sub>üst</sub>					10,7±3,6	12,0±1,7	15,9±7,7	17,3±17,1
	BY <sub>alt</sub>					20,0±2,7	13,4±4,2	17,2±3,3	33,5±21,3
	BY <sub>ort</sub>					15,4±5,8	1,3±3,0	16,5±5,6	25,4±20
	Ort.		7,2±4,5	4,1±1,5	7,9±7,3	7,0±3,3	15,3±8,4	1,2±4,1	13,8±8,3

Tablo 11b. Örnekleme dönemlerindeki ortalama Cmic/Corg değerleri  
Table 11b. Mean soil Cmic/Corg levels within the sampling period

Toprak özellikleri	Uyg.	A12		A24		A36		Toplam ortalama	
		M	Çk	M	Çk	M	Çk	M	Çk
Cmic/ Corg %	K <sub>üst</sub>	8,3±2,2	4,7±1,2	15,0±14,6	17,9±16,7	23,5±9,3	109±120	11,0±9,6	22,5±53
	K <sub>alt</sub>	6,5±1,2	10,0±4,0	17,5±0,5	17,2±8,2	70,4±35,2	119,5±91	20,2±25	24,5±49
	K <sub>ort</sub>	7,4±1,9	7,4±3,9	16,3±9,3	17,6±11,8	47,0±21,3	114±65	15,6±12,6	23,5±32
	EY <sub>üst</sub>	13,5±3,5	5,0±4,2	19,7±12,5	24,5±8,2	18,6±5,3	246±177	10,4±8,1	37,8±94,3
	EY <sub>alt</sub>	13,2±1,6	6,5±2,0	13,2±5,2	26,0±21,9	167±217	186±113	31,6±83,9	33,3±68,2
	EY <sub>ort</sub>	13,4±2,6	5,7±3,2	16,5±9,7	25,3±15,6	92,3±13,9	217±11	21,0±10,2	35,6±63
	BY <sub>üst</sub>	13,4±7,2	10,0±5,2	19,5±8,0	17,7±2,8	18,1±5,1	268,4±66	15,5±6,7	65,1±108
	BY <sub>alt</sub>	10,0±5,2	6,4±5,2	2,5±1,0	30,0±3,3	90,7±50	303±147	28,1±38	77,2±130
	BY <sub>ort</sub>	11,7±6,1	8,2±5,2	11,0±10,5	23,9±7,2	54,4±12,7	286±48	21,8±63,5	71,1±82
	Ort.	11,3±4,5	7,0±4,1	14,6±9,8	22,9±12,3	68,6±78,4	214±98	19,8±32,9	41,0±64

durumun A36'daki K, EY ve BY farkından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Türün üreaz üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığı tespit edilmiştir (P>0,05).

Cmic/Corg oranı üzerine yangın-boşaltma ve dönem meşe topraklarında etkili bulunurken, karaçam üzerinde yangın-boşaltma, dönem ve derinliğin etkili olduğu anlaşılmıştır. Sahayı boşaltmanın her iki tür topraklarında Cmic/Corg oranını artırdığı görülmüştür.

Örnekleme dönemi tüm örneklerde Cmic/Corg oranını önemli düzeyde etkilemiştir, bu oranın en yüksek gözlemlendiği dönemler meşede ve karaçamda A36'dır (Tablo 11a, b).

Toprak derinliği Cmic/Corg oranını önemli düzeyde etkilemiştir (P<0,01). Alt derinlik kademesinde Cmic/Corg oranının daha yüksek olduğu belirlenmiş; türlerin sadece alt toprakta farklı etkisinin olduğu görülmüştür (P = 0,001).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmamızda orman yangınının ve dönemin etkisi göz önüne alındığında sonuçların farklı türlerde ve farklı derinliklerde genellikle aynı yönde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Üçüncü toprak örneklemeinden itibaren yanan ağaç enkazının kaldırılmış veya bırakılmış olmasının etkisine bakıldığında EY ve BY sahalarının gruplandırılarda büyük çoğunlukla aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

Orman yangınının etkisi pH, CaCO<sub>3</sub>, Ca, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, OM (karaçam topraklarında), β-D glikosidaz ve asit fosfataz üzerinde önemli düzeyde bulunmuştur. Yangınla beraber pH düzeyi artmıştır. Orman yangını, toprak pH'sını iki şekilde artırmaktadır. Birincisi; ölü örtüdeki ve topraktaki ayrılmamış asetik asit

gibi organik asitlerin yanarak sistemden uzaklaşmasıdır. İkincisi baz katyonların yangınla birlikte açığa çıkmasıdır ki bu topraktaki H<sup>+</sup> iyonunun tüketilmesi ile ilişkilidir (Fisher ve Binkley, 2000).

Araştırma sahasından alınan topraklarda orman yangınıyla beraber CaCO<sub>3</sub> ve Ca değerlerinde karaçamda ve meşede önemli düzeyde artış belirlenmiştir. Enkazın kaldırılmasından itibaren her iki türde ve derinlikte bu değişkenler bakımından K ve yangın saha grupları (EY ve BY sahaları benzer olmakla beraber) birbirinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi bir çok besin elementinin yangınla beraber açığa çıkarak miktarlarının arttığı kaydedilmiştir (Adams ve Boyle, 1980; Khanna ve Raison, 1986; Khanna ve ark., 1994; Tomkins ve ark., 1991; Hernandez ve ark., 1997; Blank ve Zamudio, 1998; Ludwig ve ark., 1998; Simard ve ark., 2001).

Goforth vd. (2005) orman yangınından sonra yangın öncesi karbonat içeriği düşük toprak yüzeyindeki külde toprağa karışmak üzere yüksek miktarda CaCO<sub>3</sub> birikimi tespit etmişlerdir. CaCO<sub>3</sub> yüzdesindeki değişim Ca miktarındaki değişimle paralellik göstermektedir. Çam ve meşe odun külünde bol miktarda Ca bulunduğu, küldeki alkan oksitlerin zaman içinde CO<sub>2</sub> ve su buharı ile reaksiyona girerek çözünebilir hidroksit ve karbonatları oluşturduğu ifade edilmiştir (Etiegni ve Campell, 1991; Ulery ve ark., 1993). Yine Goforth ve ark. (2005) ibreli ağaçların yoğun bulunduğu bölümden alınan küllerde daha üniform hâlde oluşan alkan oksitlerin CaCO<sub>3</sub> oluşumu için alınabilir hâlde olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan kireç toprağın mineral kısmında bulunur. CaCO<sub>3</sub> artışı, ölçümlerin, organik madde içeriği daha fazla olan kontrol sahalarını ve organik madde miktarı yanma ile azalan yangın sahalarını temsilen eşit miktarda toprakta yapılmasına bağlı da olabilir.

Yarayışlı fosfor düzeyleri her iki türde orman yangınıyla beraber önemli düzeyde artış göstermiştir. Yangına maruz kalmış topraklarda  $P_2O_5$  düzeylerinde artış kaydedilmiştir (Kutiel ve Shaviv, 1992; Boydak ve ark., 1996; Esquiline ve ark., 2008; Yıldız ve ark., 2010). pH'daki artış genellikle demir ve alüminyumda bağlı olan fosforu artırır. Yine yanmış toprakta artan mikrobiyal aktivite organik maddede bağlı fosforu açığa çıkarır (Fisher ve Binkley, 2000).

Orman yangınının organik madde (OM) üzerindeki etkisi karaçamda önemli bulunmuştur. Yanmış topraklarda OM miktarının daha düşük olduğu görülmüştür (Boydak ve ark., 1996). Bünyelerindeki yoğun reçineden ötürü karaçam ibrelerindeki şiddetli yanmaya bağlı olarak organik maddede kayıp oluşmuş olabilir.

Etkisi önemli bulunmamakla birlikte toplam azotta da orman yangınıyla beraber artış tespit edilmiştir. Yangınla ısınan toprakta humus mineralizasyonu ve buna bağlı olarak nitrifikasyon artmaktadır (Çepel, 1975). Toros sediri deneme alanlarında, toprak örneklerine ait analiz sonuçlarına göre toplam N miktarı yakma işleminden önceki değerlerden (%0,63), yakma işleminden hemen sonra daha yüksek (%0,92) bulunmuş, bir yıl sonra yaklaşık yakma öncesi değere (%0,61) yeniden ulaşmıştır (Boydak ve ark., 1996).

Araştırma sonuçlarımız değerlendirildiğinde orman yangınının genel olarak  $\beta$ -D glikosidaz aktivitesini azalttığı belirlenmiştir.  $\beta$ -D glikosidaz enzimi pH değişimlerine ve toprak yönetimi uygulamalarına çok hassas, optimum pH düzeyi 6, toprağın organik maddeyi dengeleme kapasitesini yansıtabilen ve uygulamaların toprak üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir (Acosta-Martinez ve Tabatabai, 2000). Araştırmamızda yangınla genel olarak bu enzim seviyesindeki azalma pH'nın yükselmesine ve organik maddedeki azalmaya bağlı olabilir.

Tüm mikrobiyal aktivitenin indikatörlerinden biri olan asit fosfataz aktivitesi, yangın sonucunda çoğunlukla azalır (Saa ve ark., 1993; Eivasi ve Bayan, 1996; Boerner ve ark., 2000). Ancak çalışmamızda bu enzim aktivitesinin yanan sahalardan boşaltılmış olanlarda önemli düzeyde arttığı bulunmuştur. Değişen substrat yapısı ve özellikle BY sahalarında artışın yüksek oluşundan yola çıkarak yangın ve boşaltma kesimleri ile açılan toprak yüzeyindeki ısınmanın mikrobiyal etkinlikteki artış üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim artan mikrobiyal etkinlik sonucu fosfor düzeyinde de artış saptanmıştır. Asit fosfatazın EY sahalarında daha az artışı ise artan fosforun asit fosfatazı engelleyici

etkisiyle açıklanabilir. Diğer taraftan BY sahalarındaki yüksek mikrobiyal biyokütle fosfor açısından doygunluğa ulaşmamış ve asit fosfataz etkinliği artarak fosfor artışını desteklemeye devam ediyor olabilir. BY sahalarında Cmic/Corg düzeylerindeki artış da bu görüşümüzü desteklemektedir.

Yanan ağaç enkazının kaldırılması (boşaltma) meşe topraklarında yukarıda irdelenen asit fosfataz ile beraber, pH, üreaz ve Cmic/Corg bakımından da etkili bulunmuştur. Bu topraklarda yangına ek olarak boşaltmanın yani yanan ağaçların sahadan uzaklaştırılmasının da toprak reaksiyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Yapraklı türlerin büyük çoğunluğu asit humus oluşturmazken meşelerin bir çoğunun bu genellemenin dışında kaldığı bildirilmiştir (Kantaracı, 2000). Bu bilgi ışığında araştırma sahamızdan meşe ağacı kalıntılarının uzaklaştırılmasının asit humus oluşumunu da azaltmış olması beklenir ve böylece boşaltılmış sahada asitlik azalmış olabilir.

Üreaz aktivitesi çalışmamızda orman yangınıyla beraber meşe üst topraklarında önemli düzeyde azalmıştır. Hernandez ve ark. (1997), Akdeniz çam ormanında yangının kısa dönemli etkilerini inceledikleri çalışmalarında yangından sonra üreaz enzim aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir. *Eucalyptus globulus* ve *Quercus robur* karışık ormanında yapılan çalışmada da yangının üreaz aktivitesine olumsuz etkisinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Barreiro ve ark., 2015).

Sahayı boşaltmanın her iki tür topraklarında Cmic/Corg oranını artırdığı görülmüştür. Bu oran arttığında topraktaki yarayışlı organik madde konsantrasyonu artmaktadır (Brookes, 1995).

pH (karaçam topraklarında), EC, OM, Cmic/Corg,  $\beta$ -glikosidaz, asit fosfataz ve üreaz değerleri dönemler arasında önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Toprak reaksiyonu, toprağın oluşum ve gelişiminde etkili olan bütün faktörler tarafından etkilenmektedir. İklim, mevsim değişiklikleri ve bitki örtüsü orman topraklarının reaksiyonunu etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır (Fitzpatrick, 1986; Foth, 1990; Miller ve Donahue, 1990). Bu konuda yapılan çalışmalara baktığımızda, nemli bölgelerdeki toprakların oldukça asidik topraklara sahip olmaları, bunun nedeninin ise fazla yağışın toprakta bulunan temel katyonları yıkaması ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^+$  ve  $Na^+$ ) ve geriye değişim komplekslerinde baskın olan  $Al^{+3}$  ve  $H^+$  iyonlarını bırakması olarak açıklanmaktadır (Eriksson ve ark., 1992; Brady ve Weil 1999). Yağışın düşük olduğu yerlerde ise bunun tersi durum meydana gelmektedir. Sonbaharda, yaprak dökümü ile ayrışan örtünün katyonlarının toprağa ulaşmasının ve ve-

jetasyon faaliyetlerinin yavaşlamasının toprak pH değerlerini yükselttiği, ilkbaharda ise vejetatif faaliyetin başlamasıyla katyonların topraktan alınmasının, kök ve diğer canlıların solunumu sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub>'in toprakta zayıf asit olan karbonik asit üretiminin toprak pH değerlerini düşürdüğü bildirilmektedir (Bergvist ve Folkesson, 1995; Ergene, 1997; Kantarcı, 2000). Bizim çalışmamızda sadece ilkbaharda ilk yıl ölçüm alınmıştır ve sonbahar mevsimini temsil eden A12 ve A36'da pH en yüksek değerlerini almıştır.

Çalışmamıza göre, elektriksel iletkenlik orman yangınıyla birlikte önemli düzeyde olmamakla beraber artmış, ancak bu artış A9'dan itibaren azalmaya başlamıştır. Dönemler ortalamasına bakıldığında ise EC değerlerinin K sahalarında yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre yangının önemsiz düzeydeki EC değerlerini yükseltici etkisi, A9 (orman yangınından 10 ay kadar sonra) itibarıyla kaybolmaktadır.

Örnekleme dönemi üst topraklarda OM'yi önemli düzeyde etkilemiş, organik maddenin sıcak aylarda bir miktar yükselmekle birlikte dönemler boyunca azaldığı belirlenmiştir.

Cmic/Corg oranında olduğu gibi β-D glikosidaz enzim aktivitesi dönemden önemli düzeyde etkilenmiş meşede ve karaçamda A9'da en yüksek seviyesinde gözlenmiştir. Selülozun nişastaya ve şekere dönüşümünde görevli üç ya da daha fazla enzimden biri olan β-D glikosidaz, β-D glikoprunazın hidrolizini katalizlemektir (Karaca ve ark., 2011) ve karbon döngüsünde rol oynayan bir enzimdir.

Bu araştırmada asit fosfataz aktivitesi bakımından tüm dönemlerin ortalamaları istatistiksel olarak yanan ve yanmayan sahalarda (karaçam alt toprakları hariç) önemli düzeyde farklı bulunmamıştır. Fakat tüm dönemler ortalaması yangın sahalarında bu enzim aktivitesinin daha yüksek olduğunu göstermiş ve bu yüksek değer A9 (yaz sonu) değerlerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Boerner ve ark. (2005), yanmış ve yanmamış sahada asit fosfataz aktivitesini mevsimsel olarak incelemişler ve ortalama 1,57 mmol/kg toprak/s bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada yangından sonra Mayıs ayında yaptıkları ölçümlerde asit fosfataz aktivitesinin yanmış sahalarda yanmamış (kontrol) sahalarla göre daha düşük olduğu, sonraki aylarda ise yanmış sahalarda asit fosfataz aktivitesinin artarak kontrol sahalarındaki aktiviteyi aştığı belirlenmiştir. Eylül ayında ise yangın sahaları asit fosfataz aktivitesinin kontrol sahalarına göre çok önemli düzeyde yükseldiği, Kasım'da hem yangın sahasında hem kontrol sahasında aktivitenin bir miktar düşmekle birlikte yangın ve kontrol sahalarında

yangın sahası lehine önemli düzeyde yüksek kaldığı kaydedilmiştir.

Aslında her dönem ayrı incelendiğinde yaz dışındaki bütün dönemlerde yanan sahalarda enzim aktivitesi daha düşük, buna karşılık yarayışlı fosfor düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. Topraktaki hazırdaki yüksek yarayışlı fosfor düzeyi mikroorganizmaların asit fosfataz enzimi salgılamasına fırsat vermediğinden enzim aktivitesinin düşük olması muhtemeldir (Clarholm, 1993). Ancak bu konunun farklı araştırmalarla incelenmesi faydalı olacaktır. Çünkü yarayışlı fosfor düzeyindeki değişim sadece yaz dönemindeki asit fosfataz enzim aktivitesindeki artışı açıklamak için yeterli bulunmamaktadır. Dönemler arası farka bakıldığında son dönemde (A36) asit fosfataz aktivitesinin çok yüksek oranda ve tüm sahalarda arttığı tespit edilmiştir. Bu, 2014 yılı yağış ortalamalarının yörede aynı yönde fazla oluşuna bağlanabilir.

Çalışmamıza dönemler açısından bakıldığında A36'daki yüksek üreaz değerlerinin asit fosfataz enzimindeki gibi o yıl yağış ortalamalarının yüksekliğine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Cmic/Corg oranı orman yangınından önemli düzeyde etkilenmezken enkaz ağaçların boşaltılmasından ve dönemden önemli düzeyde etkilenmiştir. Bu oran, meşede ve karaçamda A36'da en yüksek bulunmuştur.

pH, EC, OM, TN, CaCO<sub>3</sub>, Ca ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> meşe ve karaçam topraklarında önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Yapraklı türlerden meşelerin pek çoğu ve yapraklı sıklı istiflendiği takdirde kayın dışındaki yapraklı türler asit humus oluşturmamaktadır (Kantarcı, 2000). Buna karşılık, iğne yapraklı türlerden gelen reçineli ve asitli iğne yaprakların da toprak asitliliğini önemli derecede artırdığı bilinmektedir (Barnes ve ark., 1998; Brady ve Weil, 1999; Kantarcı, 2000). Bu çalışmanın sonuçları da iğne yapraklı karaçam topraklarında asitliğin yüksek olduğunu ve pH değerlerinin meşe topraklarına göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

Türlerin EC değerlerinin önemli düzeyde farklı olması ve bu değerlerin meşede daha yüksek bulunması pH sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Katyon kullanma istekleri daha fazla olan türlerin ölü örtülerinin ayrışmasıyla toprağa kazandırdıkları katyon miktarları da daha fazladır (Sarıyıldız, 2004).

Meşe altında gelişen topraklarda OM miktarı önemli düzeyde yüksektir. Yapraklı türlerde iğne yapraklı türlere göre ayrışma daha hızlıdır. İğne yaprakların ayrışarak içindeki besin maddelerinden bitkinin faydalanabileceği humuslaşmayı meydana getirebil-



meleri çok uzun zaman alır (Çepel, 1975).

Toplam azot içeriği bakımından iki tür önemli düzeyde farklı bulunmuş, karaçam türü topraklarında azot içeriği meşeden düşük tespit edilmiştir. Meşe ve çam türleri yaprak N içeriklerindeki farklılık meşe topraklarında bu farkı oluşturmuş olabilir. Nitekim meşe ölü örtüsünde birçok besin elementi yanında N içeriğinin de yüksek olduğu bildirilmiştir (Woodwell ve ark., 1975; Klemmedson, 1992).

Çam ve meşe odun külünde bol miktarda Ca bulunduğu ve küldeki alkalın oksitlerin zaman içinde CO<sub>2</sub> ve su buharı ile reaksiyona girerek çözünebilir hidroksit ve karbonatları oluşturduğu ifade edilmiştir (Etiegni ve Campell, 1991; Ulery ve ark., 1993). Meşe yaprak ve ölü örtüsü N, S, Ca ve Mg gibi besin elementlerince çam türlerine göre daha zengin bulunmuştur (Woodwell ve ark., 1975; Klemmedson, 1992). Çalışmamızda meşe topraklarının CaCO<sub>3</sub> ve Ca değerleri karaçam topraklarından önemli düzeyde yüksektir.

Meşe topraklarında P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı karaçam topraklarına göre önemli düzeyde yüksektir. Organik fosfor bileşiklerinin ayrışmasında ve mineralizasyonunda toprakta yaşayan mikroorganizmaların etkisi büyüktür; uygun pH derecelerinde mikroorganizmalar tarafından önemli miktarda organik fosfor bileşiği mineralize edilmektedir (Kantarci, 2000). Araştırmamızda meşenin hâkim olduğu topraklarda P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeriğinin karaçamdan yüksek olduğu görülmüştür. Meşe altındaki topraklarda pH'nın daha yüksek olmasının topraktaki alınabilir fosfor miktarının bu tür altında daha yoğun olması sonucunu doğurmuş olduğu düşünülmektedir. Ayrıca daha düşük C/N oranına sahip meşe topraklarındaki daha yoğun mikrobiyal etkinlik de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> üretimini destekleyebilir.

Toprak derinliği Cmic/Corg oranını ve β-D glikosidaz enzim aktivitesini önemli düzeyde etkilemiştir. Alt derinlik kademesinde Cmic/Corg oranı değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. β-D glikosidaz ise meşede bu oranla aynı yönde değişim göstermiş, karaçamda bu enzim aktivitesi değerleri üst toprakta yüksek bulunmuştur. Keza toplam azot, organik madde, yarayışlı fosfor ve elektriksel iletkenlik de üst topraklarda önemli düzeyde yüksektir.

Sonuç olarak, araştırmamızda karaçam-meşe sahasında çıkan yangının toprak özelliklerini önemli ölçüde olumsuz etkilediği, aksine yarayışlı formda besin maddelerini artırdığı (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca) ve organik maddede önemsiz düzeyde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun çalışma sahasımızda karaçamın yanında meşenin de bulun-

ması ve yangın şiddetinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Saf meşcerelere göre karışık karaçam meşcerelerinde yangın sonrası olumsuz etkilerin daha az görüldüğü bilinmektedir (Pausas ve ark., 2008). Bu nedenle bu sahasımızda herhangi bir ıslah tedbiri önerilmesi gerekli değildir. Yangından sonra toprağı ıslah tedbirlerinin belirlenmesi ile ilgili hususlar bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

Araştırma sahasımızda yangın sadece 5 ha alanda etkili olmuş ve yayılmamıştır. Yangın sonrası sahada gençlik yeterli olduğundan sahada tohum takviyesi ya da dikim yapılmamıştır. Bu saha yukarıda zikredilen tedbirlerin alınmasını gerektirmemektedir. Ancak düşük ve orta şiddette cereyan eden bu yangın sonucu sağlanan bulgular ölü örtü ve yanıcı materyal birikiminin fazla olduğu sahalarda denetimli yangınların kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların faydalı olduğunu destekler niteliktedir.

Uygulamanın etkisine bakıldığında ise toprak özellikleri bakımından yanan ağaç enkazın kaldırılmasının önemli bir fark yaratmadığı ve sakıncasının bulunmadığı söylenebilir. Anayasa ve mevzuat gereği yanan ormanların yerinde yeni orman yetiştirilir. Nitekim uygulamada bir yıl içerisinde yeni orman yetiştirilmesi çalışmalarına başlanmaktadır. Ancak çeşitli çalışmalar yanan sahada yapılan boşaltma çalışmalarının erozyonu teşvik edici yönüne değinmiştir. Düşük şiddetli yangınların sıcaklık yüksek derecelere çıkmadığı ve buharlaşma yoluyla besin kaybı yaşanmadığı için bazı faydalı etkileri olmakla beraber bu yangınlar hidrofobik kül oluşumuna yol açabilir ve hidrofobik bileşikler yakanıncaya kadar toprağı suyu geçirmezlik özelliği katabilir (Pereira ve ark., 2018). Çalışmamızdaki gibi çok eğimli yamaç arazilerde yangının şiddetine, erozyon riskine, böcek zararı tehlikesine ve türe bağlı olarak sahanın boşaltılmasının ertelenmesi ve mevzuatın yapılacak benzer araştırmalarla desteklenerek geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Karaçam tohumlarının sıcaklığa hassas olduğu ve gençleşme yeteneğinin düşük olduğu düşünüldüğünde küresel ısınmayla bu meşcerelerde artan orman yangınlarının etkisinin tam olarak anlaşılması için saf ve karışık karaçam meşcerelerinde toprak biyolojik parametrelerini de içeren çalışmalar artırılmalıdır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma ESK-11 (6300)/2011-2015 numaralı proje kapsamında Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Acosta-Martinez, V., Tabatabai, M.A. 2000. Enzyme activities in a limed agricultural soil. *Biology and Fertility of Soils*, 31: 85-91
- Adams, P.W., Boyle, J.R. 1980. Effects of fire on soil nutrients in clearcut and whole-tree harvest sites in Central Michigan. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 847-850
- Akburak, S., Son, Y., Makineci, E., Çakır, M. 2017. Impacts of low-intensity prescribed fire on microbial and chemical properties in a *Quercus frainetto* forest. *Journal of Forestry Research*, 29: 687-696.
- Anon, 2014a. Keys to Soil Taxonomy Twelfth ed. NRSC, (Natural Resources Conservation Service), United States Department of Agriculture
- Anon, 2014b. World reference base for soil resources (International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps), FAO, 181, Rome
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R., Spurr, S.H. 1998. Forest Ecology, Fourth Edition, John Wiley and Sons, New York
- Barreiro, A., Lombao, A., Martín, A., Carballas, T., Fonturbel, M.T., Vega, J.A., Fernández, C., Díaz-Raviña, M. 2015. Short-term effects of a wildfire on soil properties in Fragas do Eume Natural Park (Galicia, NW Spain). *FLAMMA*, 6(2): 61-64.
- Beier, C., Blanck, K., Bredemeier, M., Lamersdorf, N., Rasmussen, L. 1998. Responses of soil and vegetation to reduced input of S, N and acidity to two Norway spruce stands of the EXMAN Project, *Forest Ecology and Management*, 101: 111-123.
- Bentley, J. R., Fenner, R. L. 1958. Soil temperatures during burning related to post fire seedbeds on woodland range. *Journal of Forest Research*, 56: 737-740
- Berber, A. S., Tavşanoğlu, Ç. ve Turgay, O.C. 2015. Effects of surface fire on soil properties in a mixed chestnut-beech-pine forest in Turkey. *FLAMMA*, 6(2): 78-80 (In press)
- Bergkvist, B., Folkesson, L., 1995. The influence of tree species on acid deposition proton budgets and element fluxes in South Swedish forest ecosystems, *Ecological Bulletin*, 44: 90-99
- Bilgili, E. 2009. Wildland Fires, Forest Ecosystems and Soils. 2nd International meeting of Fire Effects on Soil Properties, February 11-15, Marmaris, Turkey.
- Blank, R.R., Zamudio, D.C. 1998. The influence of wildfire on aqueous-extractable soil solutes in forested and wet meadow ecosystems along the eastern front of the Sierra-Nevada Range, California. *International Journal of Wildland Fire*, 8: 79-85
- Boerner, R.E.J., Decker, K.L.M., Sutherland, E.K. 2000. Prescribed burning effects on soil enzyme activity in a southern Ohio hardwood forest: a landscape-scale analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 899-908
- Boerner, R.E.J., Brinkman J.A., Smith A. 2005. Seasonal variations in enzyme activity and organic carbon in soil of a burned and unburned hardwood forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 37: 1419-1426
- Boydak, M., Eler, Ü., Pehlivan, N. 1996. Antalya-Elmalı Yöresi Sedirlerinin (*Cedrus libani* Rich.) Gençleştirilmesinde Denetimli Yakma ve Diğer bazı Faktörlerin Başarı Üzerine Etkileri. Batı Akdeniz Araştırma Müdürlüğü, Teknik Rapor, No:2, 42s, Antalya
- Brady, N.C., Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils, Twelfth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Brookes, P.C. 1995. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 269-279
- Caon L., Vallejo V.R., Coen R.J., Geissen V., 2014. Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth Science Reviews*, 139:47-58
- Certini G., 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia*, 143: 1-10.
- Certini G., 2013. Fire as soil-forming factor. *Ambio*, 43: 191-195
- Clarholm, M. 1993. Microbial biomass P, labile P, and acid phosphatase activity in the humus layer of a spruce forest, after repeated additions of fertilizer. *Biology and Fertility of Soils*, 8: 128-133
- Çepel, N. 1975. Orman yangınlarının mikroklima ve toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler. İstanbul Üniversitesi. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt XXV, 1, 71-93
- Eivasi, F., Bayan, M.R. 1996. Effects of long-term prescribed burning on the activity of selected soil enzymes in an oak-hickory forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 1799-1804.
- Eriksson, E., Karlton, E., Lundmark, J.E, 1992. Acidification of forest soils in Sweden, *Ambio*, 21: 150-154.
- Ergene, A., 1997. Toprak Biliminin Esasları, Genişletilmiş Yedinci Baskı, 0027, Öz Eğitim Basım Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Konya.
- Eron, Z. 1977. Heating effects on forest soil physical properties and subsequent seedling growth. Ph. D., University of Montana.
- Eron, Z. ve Gürbüzler, E. 1988. Marmaris 1979 Yılı Orman Yangını ile Toprak Özelliklerinin Değişimi ve Kızılcım Gençliğinin Gelişimi Arasındaki İlişkiler. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten, Ankara.





- Esquelin, A.E.J., Stromberger, M.E., Shepperd W.D. 2008. Soil scarification and wildfire interactions and effects on microbial communities and carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 72:111-118.
- Etegni, L., Campbell, A.G. 1991. Physical and chemical characteristics of wood ash. *Bioresource Technology*, 37: 173-178.
- Fisher, R., Binkley, D. 2000. Ecology and Management of Forest Soils, John Wiley&Sons, Inc., 241-261, USA
- Fitzpatrick, E.A. 1986. An Introduction to Soil Science, Second Edition, Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons, New York.
- Foth, H.D., 1990. Fundamentals of Soil Science, Eighth Edition, John Wiley and Sons.
- Franco, M., Úbeda, X., Pereira, P., Alcaniz, M., 2018. Long-term impacts of wildfire on soils exposed to different fire severities. A case study in Cadiretes Massif (NE Iberian Peninsula). *Science of the Total Environment*, 615:664-671.
- Goforth B.R., Graham R.C., Hubbert K.R., Zanner, C.W., Minnich, R.A., 2005. Spatial distribution and properties of ash and thermally altered soils after high-severity forest fire, southern California. *International Journal of Wildland Fire*, 14: 343-354.
- Gülçur, F. 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1970, 201-225, İstanbul.
- Gürlevik, N., Özkan, K., Gülcü, S. (2009). Effects of prescribed burning and mechanical site preparation on soil properties in a kermes oak field in Isparta region. *Turkish Journal of Forestry*, A (1): 24-37.
- Hernandez, T., Garcia, C., Reinhardt, I., 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, 25 (2):109-116.
- Hoffman, G., Teicher, K. 1961. Ein kolorimetrisches verfahren zur bestimmung der ureaseaktivitat in boden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 95 (1): 55-63.
- Irmak, A. 1953. Arazide ve Laboratuarda toprağın Araştırılması Metodları. İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, No:27, İstanbul.
- Jackson, M.L., 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, inc. N.J.
- Kaçar, B., 2009. Amonyum Asetat Metodu, Toprak Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, Nobel Yayın No: 1387, Genişletilmiş 2. Basım, 467 s., Ankara.
- Kantarıcı, M.D., Parlakdağ, S., Pehlivan, N., 1986. Sedir Ormanlarının Gençleştirilmesinde Yangın Kültürü ve Ekolojik Yorum, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 36(2): 20-39.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 4261, İstanbul.
- Kara, Ö., Bolat, I. 2009. Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in black pine plantation soils in Turkey. *Ecological Indicators*, 9: 1151-1155.
- Karaca, A., Çetin, S.C., Turgay, O.C., Kızılkaya, R. 2011. Soil enzymes as indication of soil quality. In Soil Enzymology, Shukla G. and Varma A. (eds.). Soil Biology 22, Springer, 119-149.
- Khanna, P.K., Raison, R.J., 1986 Effect of fire intensity on solution chemistry of surface soil under a Eucalyptus pauciflora forest. *Australian Journal of Soil Research*, 24: 423-434.
- Khanna, P.K., Raison, R.J., Falkiner, R.A. 1994. Chemical properties of ash derived from Eucalyptus litter and its effects on forest soils. *Forest Ecology Management*, 66: 107-125.
- Klemmedson, J.O. 1992. Decomposition and nutrient release from mixtures of Gambel oak and Panderosa pine. *Forest Ecology and Management*, 47(1-4): 349-361.
- Kutiel, P., Shaviv, A., 1992. Effects of soil type, plant composition and leaching on soil Nutrients following a simulated forest fire. *Forest Ecology and Management*, 53: 329-343.
- Küçük, M. 2006. Genç karaçam meşcerelerinde yangının toprak solunumu, kök kütlesi ve toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Artvin.
- Ludwig, B., Khanna, P.K., Raison, R.J., Jacobsen, K.L. 1998. Modelling cation composition of soil extracts under ashbeds following an intense slashfire in a eucalypt forest. *Forest Ecology and Management*, 103: 9-20.
- Miller, R.W., Donahue, R.L., 1990. Soils, Sixth Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Naseby, D.C., Lynch, J.M. 1997. Rhizosphere soil enzymes as indicators of perturbation caused by enzyme substrate addition and inoculation of a genetically modified strain of *Pseudomonas fluorescens* on wheat seed. *Soil Biology and Biochemistry*, 29:1353-1362.
- Neyişçi, T. 1989. Kızılcım orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi, 205, Ankara.
- Neyişçi, T., Şirin, G. ve Sarıbaşak, H. 2002. Batı Akdeniz Bölgesinde orman yangını tehlikesinin düşürülmesinde denetimli yakma tekniğinin uygulanma olanakları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, 2, Ankara.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel

- Veri Analizi-1, 5.Baskı, Kaan Kitabevi, 649, Eskişehir
- Pausas, J.G., Llovet, J., Rodrigo, A. and Vallejo, R. 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean Basin?-A Review. *International Journal of Wildland Fire*, 17: 713-723
- Pereira, P., Francos, M., Brevik, E.C., Ubeda, X., Bogunovic, 2008. I. Post fire management. Current Opinion in *Environmental Science and Health* (In press)
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils (Agricultural Handbook No. 60). US Salinity Laboratory. USDA. 159, Washington
- Saa, A., Trasar-Cepeda, M.C., Gil-Sotres, F., Carballas, T. 1993. Changes in soil phosphorus and acid phosphatase activity immediately following forest fires. *Soil Biology and Biochemistry*, 25: 1223-1230
- Sarıyıldız T., 2004. Toprak asitliği üzerinde ağaç türleri, tepe yapıları ve mevsimlerin etkisi. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3-4: 220-231
- Simard, D.G., Fyles, J.W., Pare', D., Nguyen, T. 2001. Impacts of clearcut harvesting and wildfire on soil nutrient status in the Quebec boreal forest. *Canadian Journal of Soil Science*, 81: 229-237
- Tavşanoğlu, Ç. and Gürkan, B. (2010). Physical and chemical properties of the soils at burned and unburned *Pinus brutia* Ten. forest sites in the Marmaris region. *Hacetatepe Journal of Biological Chemistry*, 38: 71-76.
- Tomkins, I.B., Kellas, J.D., Tolhurst, K.G. and Oswin, D.A. 1991. Effects of fire intensity on soil chemistry in a eucalypt (*Eucalyptus* sp.) forest. *Australian Journal of Soil Research*, 29: 25-47
- Turgay, O.C., Lumbanraja, J., Yusnaini, S., Nonaka, M., 2002. Effect of land degradation on soil microbial biomass in a hilly area of south Sumatra, Indonesia. *Soil Science Plant Nutrition*, 48(5): 769-774
- Ulery, A.L., Graham. R.C., Amrhein. C., 1993. Wood-ash composition and soil pH following intense burning *Soil Science*, 156: 358-364
- Ülgen, N., Ateşalp, M., 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini, Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar, Sayı 21, Ankara
- Vance, E.D., Brookes, P.C., Jenkinson, D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 703-707
- Woodwell, G.M., Whittaker, R.H. and Hoghton, R.A. 1975. Nutrient concentrations in plants in the Brookhaven oak-pine forest. *Ecology*, 56: 318-332
- Yıldız, O., Esen, D., Sargıncı, M., Toprak, B. 2010. Effects of forest fire on soil nutrients in Turkish pine (*Pinus brutia*, Ten) Ecosystems. *Journal of Environmental Biology*, 31: 11-13



## İbrelili tomrukların traktörle kablo çekimi ile bölmeden çıkarılmasında birim zaman analizi

Time and motion analysis on cable skidding with agricultural tractors of coniferous logs

İsmail ŞAFAK<sup>1</sup>   
Mehmet EKER<sup>2</sup>   
Mahir ERDEM<sup>3</sup>   
İlhami TURAN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü, İzmir

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman  
Fakültesi, Isparta

<sup>3</sup> Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma  
Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu

**Sorumlu yazar (Corresponding author)**

İsmail ŞAFAK  
isafak35@hotmail.com

**Geliş tarihi (Received)**

06.08.2018

**Kabul Tarihi (Accepted)**

31.10.2018

**Atıf (To cite this article):** ŞAFAK, İ., EKER, M., ERDEM, M., TURAN, İ. (2019). İbrelili tomrukların traktörle kablo çekimi ile bölmeden çıkarılmasında birim zaman analizi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 47-58.

DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.451128>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

### Öz

Odun ham maddesi üretimi birim fiyatlarının hassas şekilde hesaplanması, üretim birim zamanlarının doğruluğuna bağlıdır. Günümüzde üretim birim zamanları, iş-zaman etütleriyle elde edilen bazı değişkenlere bağlı olarak türetilmiş katsayıların kullanılmasıyla belirlenmektedir. Bu makale, bölmeden çıkarma tekniklerinden biri olan traktörle kablolu çekim işlerine ait birim zamanların belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Araştırmada kızılçam, karaçam, göknar ve sarıçam ağaç türlerinden elde edilen odun ham maddesinin traktöre bağlı kablo ile zeminde çekilerek bölmeden çıkarılması işlemi için çeşitli değişkenler dikkate alınarak iş-zaman analizleri yapılmıştır. Veriler, Adana, Bolu ve Kastamonu Orman Bölge Müdürlüklerinin programlı üretim sahalarından doğrudan zaman ölçme yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, tomrukların kablo çekimi ile bölmeden çıkarılmasında; parça sayısı, kablo uzunluğu, güzergâh eğimi ve yük miktarı değişkenleri dikkate alınarak metre-küp başına insan çalışma zamanı ile makine çalışma zamanı ağaç türü bazında ayrı ayrı hesaplanmıştır. Nitekim kablo uzunluğunun 100 metre, güzergâh eğiminin %50 ve çekilen parça sayısının 5 adet olduğu bir ibrelili traktörle kablolu çekim işleminde metre-küp başına insan çalışma zamanı 21,26 dk/100, makine çalışma zamanı 17,60 dk/100 olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Birim zaman, iş etüdü, zaman analizi, kızılçam, karaçam, sarıçam, göknar

### Abstract

The precise calculation of the unit cost of the timber logs depends on the accuracy of unit working time in harvesting operation. Currently, the unit working time is determined by using derived coefficients depending on some variables obtained through previous time studies. This study was conducted to estimate unit time of cable skidding with agricultural tractor as one of the timber extraction methods. In this research, by taking various variables into account, time study analysis was performed on extraction of wood-raw materials obtained from Turkish red pine, black pine, fir and Scots pine tree species by using a cable attached to the tractor. The data were obtained from the programmed harvesting sites of Adana, Bolu and Kastamonu Forest Regional Directorates by implementing direct time measurement method. As a result of the research, in the extraction of logs from the harvesting units by cable skidding, human working time and machine working time per cubic meter were calculated separately on the basis of tree types by considering the variables including the number of pieces, cable length, slope of the road, and the amount of load. Besides, it was determined that average human and machine working time was respectively 21,26 and 17,60 min/100 per cubic meter under the conditions of 100 m skidding distance, 50 percent slope gradient, and 5 pieces at each shift in cable skidding for coniferous logs.

**Keywords:** Standart time, work study, time analysis, Turkish red pine, Black pine, Scots pine, fir

## 1. Giriş

İş (işin miktarı ve yapılış zamanı) ölçümüyle nitelikli bir işçinin, tanımlanmış bir performans düzeyinde, belirli bir işi başarabilmesi için gerekli olan zaman hesaplanmaktadır (Prokopenko, 2003). İş ölçümünün ana amacı işin yapılış süresini tespit etmektir. İş ölçümü, bir işlemin belirli çalışma şartları altında ve belirli yöntemlerle, yeteri kadar eğitim, bilgi ve yeteneğe sahip bir işçi tarafından, bir iş günü boyunca aşırı yorgunluk yaratmayacak bir çalışma hızı (normal tempo) ile yapılması için geçen sürenin tespit edilmesidir. Ölçümle elde edilen bu süreye, işçinin kişisel ihtiyaçları ve beklenmeyen gecikmeler eklendiğinde bulunan değere birim zaman (standart zaman) denir (Kobu, 1998).

Ormancılıkta birim zaman değerleri, odun ham maddesi üretimi, ağaçlandırma ve fidanlık işleri gibi çeşitli alanlarda, iş gücü maliyetlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca, odun ham maddesi üretimi, damga programlarının hazırlanması, fidanlık faaliyetlerinin oluşturulması, doğa yürüyüşü aktivitelerinin hesaplanması ve Sosyal Güvenlik Kurumu iş bitirme sürelerinin tahmin edilmesi gibi çeşitli alanlarda da birim zaman değerlerinden yararlanılmaktadır.

Odun ham maddesi başta olmak üzere orman ürünleri üretiminde, özellikle iş gücüne dayalı fiili masraflar Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) giderleri içinde önemli bir girdi kalemidir. Bu maliyetlerin yüksekliği, OGM'nin asli ürün (Anonim, 1996) üretimine dayalı işletme sürekliliğini etkilemesi açısından önemli bir tehdit unsurudur. Diğer taraftan üretim maliyetlerindeki bir birimlik artış dahi OGM'nin rekabet kabiliyetini etkilemektedir. Bu çalışmada konu edilen ve çeşitli yöntemlerle elde edilen birim zaman değerleri, orman asli ürünlerinin üretim maliyetlerini ve dolayısıyla satış fiyatını etkilemesi nedeniyle önemlidir.

Türk ormancılığında, odun ham maddesi üretimi

ve diğer ormancılık faaliyetlerine yönelik zaman analizleri 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Bunlardan bazıları, üretim (Geray, 1978; İlder ve ark., 1986; Dingil, 1988; Acar, 1994; Karaman, 1997; Eker, 2004; Göksu, 2010; Önal, 2013); ağaçlandırma (Birler ve ark., 1979; İlder ve ark., 1988; Şirin, 1989; Çok, 2001); sıklık bakımı (İlder, 1989); kültür bakımı (Atasoy, 1992); fidan üretimi (Acar ve İktüeren, 1985; Birler ve Koçar, 1994); tohum meşcereleri (İlder ve ark., 1997); orman depolarında yükleme ve istifleme (Karaman, 1991), dağlık kesimde bazı orman traktörleri ile kısa ve orta mesafeli vinçli hava hatlarının çalışması (Bayoğlu ve ark., 1993); kavak ağaçlandırmalarında budama, kesim ve tomruklaşma ile kesim sonrası dip kütüklerinin sökülmesi (Zoralioğlu ve ark. 2005) ve ağır tomrukların taşınabilir el vinci ile kamyonu yüklenmesi (Acar, 2016) işlerine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir.

Öztürk ve Akay (2007), ormancılıkta üretim çalışmalarında tarım traktörlerinden daha etkin yararlanma imkânlarını araştırmışlar, üretim çalışmalarına uygun tarım traktörlerinin özelliklerini, bu çalışmalara özgü ekipman tiplerini ve bunların fonksiyonlarını açıklamışlardır. Öztürk (2009) ise kayın tomruklarının MB Trac 900 sürütücü ile 40-140 m'lik sürütme mesafesinde yukarıya doğru bölmeden çıkarılması işleri için birim zaman ölçümü yapmıştır. Eker ve Acar (2014), dikili ağaçların kesilmesi, tomruklanması, kabuklarının soyulması ve bölmeden çıkarılması işlerinde gerçekleştirilen bazı araştırma sonuçlarını özetlemişlerdir. Bölmeden çıkarma ile ilgili bazı çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

Üretim sürecinde kullanılan araç ve gereçlerdeki teknolojik değişimler, makineli çalışmadan (teknolojiden) yana tercihlerin artması (bölmeden çıkarma işlerinde hayvan gücü kullanım oranının oldukça azalması, tarım traktörlerinin yaygın şekilde kullanılmaya başlaması gibi) ve iş sağlığı ve

Tablo 1. Bölmeden çıkarma sürecine yönelik bazı çalışmalar (Eker ve Acar, 2014)  
Table 1. Summary of some previous studies about logging productivity in Turkey (Eker and Acar, 2014)

Kaynak	Süreç	Ağaç Türü	Eğim (%)	Mesafe (m)	Verim
Acar (1993)	Traktörle kablo çekim	İbrelili	70	69	5,27 m <sup>3</sup> /sa
	MB-Trac 800 kablo çekim	İbrelili Yapraklı	30-85	50	6,8 m <sup>3</sup> /sa 3,76 m <sup>3</sup> /sa
Acar (1994)	MB-Trac 900 kablo çekim	İbrelili	40-60	50	6,49 m <sup>3</sup> /sa
		Yapraklı			6,16 m <sup>3</sup> /sa
	Traktörle kablo çekim	İbrelili Yapraklı	32-52	50	6,01 m <sup>3</sup> /sa 2,75 m <sup>3</sup> /sa
Öztürk (2001)	MB-Trac 900 sürütme	İbrelili	10	300-500	6,36 m <sup>3</sup> /sa
Öztürk (2009)	MB-Trac 900 sürütme	Yapraklı	35	105	8,7 m <sup>3</sup> /sa

güvenliğine yönelik kuralların uygulanması hususundaki gelişmeler, 288 Sayılı Tebliğ'de (1996) yer alan birim zaman analizlerinin yeniden hesaplanmasını gerekli kılmaktadır. Bu makalede, m<sup>3</sup> birimi ile ölçülen ve tomruk niteliğindeki odun ham maddesinin traktöre monte edilmiş vinç sistemine bağlı çelik halat (kablo) yardımıyla bölmeden çıkarılması işlemine ait birim zaman değerlerinin tespit edilmesi konu edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Üretim sahalarında gerçekleştirilen bölmeden çıkarma işlerine yönelik birim zaman ölçümleri ile ölçümlerde kullanılan formlar makalenin ana materyalini oluşturmaktadır. Yuvarlak odunların orta çaplarının ölçülmesinde mekanik çap ölçer, ağaç boyları ile gövde uzunluklarının ölçülmesinde ve mesafelerin belirlenmesinde şerit metre, sürütmenin gerçekleştirildiği kablo güzergâhının eğiminin ölçülmesinde klizimetre kullanılmıştır.

İşçi çalışma zamanının tespitinde, üzerinde gözlem ve ölçüm yapılan çalışanların iş güvenliği kurallarına uygun ve kişisel koruyucu donanımla çalıştırılması esas alınmıştır. Ölçümler, çalışanlara ağaç kesme ve boylama operatörü (AKBO) meslek standartları ölçüsünde (Engür, 2014) baret, çelik burunlu ayakkabı, eldiven ve ikaz yeleği gibi donanımlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Koşulları tanımlanmış olan traktöre monteli vinç ile tomrukların bölmeden çıkarılması işinin gerçekleştirilme zaman ve hızının kaydedilmesi ve söz konusu işin önceden saptanmış bir performans düzeyinde yürütülebilmesi için gerekli zamanın hesaplanması amacı ile doğrudan iş ve zaman ölçümü tekniği (Prokopenko, 2003) kullanılmıştır. Doğrudan ölçme çalışmaları kapsamında, çalışma hızının tayin edilip çalışma hızı ile standart çalışma temposu arasında bağlantı kurulması için performans değerlendirme teknikleri de dikkate alınmıştır. Bu kapsamdaki veriler, Hanhard marka kronometre kullanılarak 1/100 dk (desimal) cinsinden ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Ürünlerin traktöre bağlı kablo ile zeminde çekilerek bölmeden çıkarılmasında çekme işlemi aşağıdan yukarıya doğru gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 135 adet göknar ölçümü Bolu Orman Bölge Müdürlüğünde (OBM), 139 adet sarıçam ölçümü Kastamonu OBM'de, 116 adet karaçam ile 107 adet kızılçam tomruğunun ölçümü ise Adana OBM'de gerçekleştirilmiş olup toplamda 497 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümler belirtilen OBM'lerin olağan üretim sahalarında 9 Şubat 2015'te başla-

mış ve 11 Kasım 2016'da tamamlanmıştır. Tablo 2'de çekilen ürünlerin çap ve boylarına yönelik ortalamalar sunulmuştur.

Tablo 2. Ürünlerin ortalama çap ve boyları  
Table 2. Mean diameters and heights of the logs

Ağaç türü	Ürünlerin çap ort. (cm)	Ürünlerin boy ort. (m)
Göknar	34,40	4,69
Sarıçam	36,19	5,32
Karaçam	21,75	2,50
Kızılçam	22,50	2,38
İbrelî	33,17	3,33

Ölçümlerin gerçekleştirildiği sahaların arazi engeli bakımından dağılımı Tablo 3'te verilmiştir. Bu kapsamda çalışmayı engelleyecek ya da süreyi uzatacak her türlü arazi yüzeyi engeli aşağıdaki gibi kodlanarak yazılmıştır (Eker, 2014). Buna göre,

- 1- Yok veya az: Kayalık, taşlık, çukur, çıkıntı, dip kütük vb. engelin olmadığı ya da yürümeyi/çalışmayı etkilemeyecek derecedeki zemin yapısı,
- 2- Orta: Arazi yüzeyinin tamamen kaplanmadığı, ancak çıkıntı ve çukurlukların 1-2 m'yi bulup yürüme ve çalışma zamanını kısmen etkileyebileceği yoğunluktaki zemin yapısı,
- 3- Çok: Büyük kaya blokları, yar oluşumları ve insan boyunu aşan çukurluk ve çıkıntıların arazinin büyük bölümünü kapladığı, çalışmanın ciddi olarak etkilendiği zemin yapısıdır.

Ölçümlerin gerçekleştirildiği sahaların diri örtü yoğunluğu Tablo 4'te verilmiş olup çalışılan ortamdaki odunsu ve otsu diri örtünün varlığının ve yoğunluğunun gözlemsel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır (Eker, 2014). Buna göre,

- 1- Yok veya az: Boyları 1 m nin altında ve çalışı-

Tablo 3. Arazi engeli durumu  
Table 3. Status of the study areas in terms of rugged landscape

Ağaç türü	Arazi engeli (ölçüm adedi)		
	Yok veya az	Orta	Çok
Göknar	72	59	4
Sarıçam	101	38	-
Karaçam	50	66	-
Kızılçam	85	22	-
İbrelî	308	185	4

lan alanın ¼'ünden daha azını kaplayan/örtün yani, çalışma zamanını etkilemeyecek derecedeki diri örtü,

2- Orta: Boyları 1 m den az veya fazla, kalın gövdeli, yayvan, yer örtücü ve/veya alanın yarısını kaplayan çalışma zamanını göreceli olarak uzatacak derecedeki diri örtü,

3- Çok: Boyları 1 metreden fazla olan veya alanın ¾'ünden fazlasını kaplayan yoğunluktaki diri örtü (iş tekniğinin uygulanmasını engelleyen, işçinin çalışmasını engelleyen, çalışma zamanını belirgin şekilde uzatacak derecededir).

Tablo 4. Diri örtünün yoğunluğu  
Table 4. Density of brush and shrubs

Ağaç türü	Diri örtü yoğunluğu (ölçüm adedi)		
	Yok veya az	Orta	Çok
Gök nar	67	54	14
Sarıçam	111	28	-
Karaçam	116	-	-
Kızılcıam	60	47	-
İbrel i	354	129	14

Ölçümlerin gerçekleştirildiği sahaların zemin durumu bakımından dağılımı ise Tablo 5'te verilmiştir. Zeminin durumu, çalışma güçlüğü ya da kolaylığı açısından gözlemsel olarak; i) Kuru (kaygan olmayan, işçinin stabil şekilde durabileceği) zemin, ii) Nemli ve yarı kaygan (derin humus kaplı) zemin, iii) Islak ve kaygan (çamurlu-karlı) zemin (ibre, yaprak, ince taneli toprak, vb. den dolayı) şeklinde kaydedilmiştir (Eker, 2014).

Tablo 5. Zemin durumu (ölçüm adedi)  
Table 5. Ground condition (numbers of measurement)

Ağaç türü	Zemin durumu		
	Kuru zemin	Nemli ve yarı kaygan zemin	Islak ve kaygan zemin
Gök nar	-	44	91
Sarıçam	25	61	53
Karaçam	116	-	-
Kızılcıam	102	5	-
İbrel i	243	110	144

Ölçümlerde tek tamburlu ve ortalama 67 beygir gücüne (HP; horse power) sahip tarım traktörleri kullanılmıştır. Traktör tamburunda kullanılan çelik halatın kalınlığı 12-14 mm, uzunluğu ortalama 120 m ve karşılık kullanılan ortalama kablo

uzunluğu 53,69 metredir. Ortalama güzergâh eğimi %59,5 olarak ölçülmüş olup rampa ile traktör arasındaki ortalama mesafe ise 102,10 m dir (Tablo 6).

Tablo 6. Sürütme güzergâhı ile ilgili veriler  
Table 6. The descriptive data about skidding trails

Ağaç türü	Rampa ile traktör arasındaki ort. mesafe (m)	Çekilen ort. kablo uzunluğu (m)	Ortalama güzergâh eğimi (%)
Gök nar	48,10	57,73	66,2
Sarıçam	224,82	51,54	67,9
Karaçam	58,84	58,03	51,3
Kızılcıam	57,70	46,69	49,3
İbrel i	102,10	53,69	59,5

Tablo 7. İşçilerin ortalama yaş ve iş deneyimi  
Table 7. Average ages and work experience of workers

Ağaç türü	Sürücünün		Yardımcı işçilerin	
	Yaş (yıl)	İş deneyimi (yıl)	Yaş (yıl)	İş deneyimi (yıl)
Gök nar	47,00	27,10	42,35	21,56
Sarıçam	33,24	15,90	31,23	13,93
Karaçam	40,11	19,39	31,55	7,17
Kızılcıam	44,18	15,86	34,57	10,98
İbrel i	40,82	19,31	34,37	13,70

Ürünlerin traktöre bağlı kablo ile zeminde çekilerek bölmeden çıkarılması işlemi, 1 traktör sürücüsü ve ürünleri bağlayan 2 yardımcı olmak üzere toplam 3 işçi ile yapılmıştır. Tablo 7'de işçilerin deneyim ve yaş bilgileri verilmiştir. Buna göre en yaşlı traktör sürücüsü 55 ve en yaşlı yardımcı işçi 58 yaşındadır.

## 2.2. Yöntem

Yuvarlak odunların hacminin hesaplanmasında orta yüzey formülünden (Huber formülünden) yararlanılmıştır (Carus, 2002).

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot l$$

v: Ürün hacimi (m<sup>3</sup>)

d: Ürünün orta çapı (m),

l: Ürünün boyu (m)

Zaman ölçümleri esnasında, çalışanlara hız konusunda uyarı ve önerilerde bulunulmamıştır. İşin gerektirdiği normal çalışma hızı (tempo) göz önünde bulundurularak çalışanın mevcut performansı (performans katsayısı) belirlenmiştir. Buna göre çalışanların performans katsayısı, %90 ile



%110 arasında değerlendirilmiş ve formlara işlenmiştir. (L) ölçüm esnasında öngörülen performans derecesi, (t) ölçülen tek zaman olmak üzere (t<sub>i</sub>) gerçek tek zaman aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Doğan, 2015).

$$t_i = \frac{t \cdot L}{100}$$

### 2.2.1. Regresyon analizi

Regresyon analizinde değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise doğrusal regresyon, değilse doğrusal olmayan regresyon kullanılmaktadır. Oluşturulan bağımlı değişken denkleminin tek bağımsız değişkene dayanması durumunda basit (iki değişkenli) regresyon modeli, iki veya daha fazla bağımsız değişkene dayanması durumunda ise çoklu (çok değişkenli) regresyon modelinden yararlanılmaktadır (Kalaycı, 2016). Araştırmada kullanılan regresyon modeli -y: bağımlı değişken, x<sub>i</sub>: bağımsız değişken, β<sub>i</sub>: tahmin edilecek parametreler ve hata terimi olmak üzere- aşağıda verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n \varepsilon$$

Araştırmada, ana faaliyet zamanlarının saptanmasına yönelik modellerin oluşturulmasında IBM SPSS istatistik programının 24. versiyonunda yer alan çok değişkenli doğrusal regresyon modülünden yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan modellerde, sefer başına ana faaliyet zamanı (dk/100) bağımlı değişken; buna karşılık parça sayısı (adet), ürünleri traktöre çekmek amacıyla kullanılan kablunun uzunluğu (m), güzergâhın eğimi (%) ve çekilen yük hacmi (m<sup>3</sup>) ise bağımsız değişken olarak tanımlanmıştır.

### 2.2.2. Birim zaman

Ormancılıkta birim çalışma zamanı, birim miktardaki (örneğin 1 yapacak odun) ürünü elde etmek için gereken çalışma süresini ifade etmekte olup insan gücü ile yapılan işlerde işçi çalışma zamanı (İÇZ), makine gücü ile yapılan işlerde ise makine çalışma zamanı (MÇZ) olarak nitelendirilir (Eker ve Acar, 2014).

Ana faaliyet zamanı, planlandığı şekilde ve doğrudan doğruya görevin yerine getirilmesine katkıda bulunan faaliyet zamanı olarak ölçülmüştür. Yan faaliyet zamanı, planlandığı şekilde ancak görevin yerine getirilmesine dolaylı olarak katkıda bulunan faaliyet zamanını temsil etmiştir. Buna göre faaliyet zamanı, ana faaliyet zamanı ile yan faaliyet zamanının toplamından oluşturulmuştur.

$$\text{Faaliyet zamanı} = \text{Ana faaliyet zamanı} + \text{Yan faaliyet zamanı}$$

Temel zaman, çalışanın 1 birim miktarı yapması için geçen süre olup faaliyet zamanı ile bekleme (akış gereği ara) zamanının toplamından oluşmuştur. Bekleme zamanı, çok küçük zaman değerinde olduğu için bu araştırmada ana faaliyet zamanı içinde değerlendirilmiş ve ayrıca hesaplanmamıştır. Bu nedenle, bu araştırmada temel zaman, faaliyet zamanına eşit olmaktadır.

$$\text{Temel zaman} = \text{Faaliyet zamanı} + \text{Bekleme zamanı}$$

İÇZ; temel zaman, dinlenme, dağılım ve hazırlık zamanlarının toplanmasıyla, MÇZ ise temel zaman, nesnel dağılım zamanı ile hazırlık zamanlarının toplanmasıyla elde edilmiştir. Buna göre, dağılım zamanı, akışları planlandığı gibi gerçekleştirebilmek için ek akış dilimlerine ilişkin öngörülen zamanların toplamı olup temel zamanın yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Dağılım zamanı, kişisel ve nesnel dağılım zamanlarının toplamından oluşmuştur. Dinlenme zamanı, çalışanın yaptığı işin sonucunda oluşan dinlenme gereksinimini karşılamak için öngörülen zamanların toplamıdır. Çalışanın zorlanma derecesi ve süresine göre değişen dinlenme zamanı, temel zamanın bir yüzde payı olarak gösterilmiştir. Dinlenme zamanı, Peter Steele ve Partners adlı kuruluşun karşılaştırmalı zorluk ve puan dönüştürme tablolarından yararlanılarak belirlenmiştir. Hazırlık zamanı, çalışan tarafından yapılması gereken hazırlıklar için verilen zaman olarak dikkate alınmıştır (Doğan, 2015).

$$\begin{aligned} \text{İÇZ} &= \text{Faaliyet (temel) zamanı} \\ &+ \text{Dinlenme zamanı} \\ &+ \text{Dağılım zamanı} \\ &+ \text{Hazırlık zamanı} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MÇZ} &= \text{Faaliyet (temel) zamanı} \\ &+ \text{Nesnel Dağılım zamanı} \\ &+ \text{Hazırlık zamanı} \end{aligned}$$

## 3. Bulgular

### 3.1. Ana faaliyet zamanı

Traktöre bağlı kablo ile yuvarlak odunların zeminde çekilerek bölmeden çıkarılması işleminde sefer başına ana faaliyet zamanının, sırasıyla, i) sürütme güzergâhından sürütülecek ürüne doğru halatın çekilmesi, ii) halatın ürünün uygun uçlarına bağlanması ve sabitlenmesi, iii) yükün çekme vinci ile

traktöre doğru sürütülmesi ve yukarı doğru çekme lere takılması durumunda, yükün yardımcı işçi ensonasında yükün taş, diri örtü, kök vb. materyal- tarafından kurtarılması akış dilimlerinden oluştu-

Tablo 8. Sefer başına ana faaliyet zamanına yönelik modeller  
Table 8. The models on the main working time per shift

Ağaç türü	Ana faaliyet zamanı (dk/100)*		
	R <sup>2</sup>	Açıklama	Model**
Gök nar	0,9390	Tüm veriler	$y_a = -1,695 + 0,104.s + 0,018.e + 0,621.h$
Sarıçam	0,7850	Tüm veriler	$y_a = 0,192 + 0,082.s + 1,686.h$
Karaçam	0,7170	p<3	$y_a = -3,237 + 0,110.s + 0,023.e + 2,883.h$
	0,8120	p>2	$y_a = -3,932 + 0,149.s + 0,083.e + 3,787.h$
Kızı lçam	0,8110	p<5	$y_a = -2,546 + 0,107.s + 0,085.e + 2,809.h$
	0,8730	p>4	$y_a = 0,804 + 0,131.s + 0,025.e + 5,239.h$
İbrel i	0,8300	p<7	$y_a = -0,944 + 0,102.s + 0,008.e + 0,6616.p$

\* $y_a$ : sefer başına ana faaliyet zamanı (dk/100); p: parça sayısı; s:kablo uzunluğu (m); e: güzergah eğimi (%); h:çekilen yük hacmi (m<sup>3</sup>)

\*\* Tabloda sunulan 7 modelin tamamında bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,80'den küçük, bağımsız değişkenlerin testi önem değeri 0,05'den küçük, modellerin testi önem değeri 0,05'den küçük, modellerin durbin-watson testi değeri ise 1,5-2,5 arasındadır.

Tablo 9. Metreküp (m<sup>3</sup>) başına yan faaliyet zamanı  
Table 9. Supplementary working time per cubic meters

Ağaç türü	Birinci ve ikinci akışların ortalama zamanı (dk/100)	Üçüncü akış diliminin ortalama zamanı (dk/100)	Sefer başına ort. yük hacmi (m <sup>3</sup> )	Yan faaliyet zamanı (dk/100)
Gök nar	3,61	0,53	1,050	3,94
Sarıçam	3,61	0,53	1,050	3,94
Karaçam	3,61	0,53	1,050	3,94
Kızı lçam	3,61	0,53	1,050	3,94
İbrel i	3,61	0,53	1,050	3,94

Tablo 10. Dinlenme zamanı  
Table 10. Rest time

Zorluklar	Zorluk türleri	Gök nar	Sarıçam	Karaçam	Kızı lçam	İbrel i
A. Fiziksel zorluklar	Ortalama güç	19	19	19	19	19
	Duruş	4	4	4	4	4
	Titreşim	1	1	1	1	1
	Kısa devre	1	1	1	1	1
	Kısıtlayıcı giysi	10	10	10	10	10
B. Ussal zorluklar	Düşünsel yoğunluk	1	1	1	1	1
	Tekdüzelik	0	0	0	0	0
	Göz yorgunluğu	0	0	0	0	0
C. Çalışma koşulları	Gürültü	1	1	1	1	1
	Isı/Nem*	0	0	6	6	3
	Havalandırma	0	0	0	0	0
	Buhar	0	0	0	0	0
	Toz	1	1	1	1	1
	Kir	1	1	1	1	1
	Islaklık	2	2	2	2	2
Toplam puan		41	41	47	47	44
Dinlenme payı %'si		19	19	22	22	21

ğu belirlenmiştir. Sefer başına ana faaliyet zamanı için ağaç türü bazında elde edilen modeller Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8'de yer alan modellerden yararlanılarak elde edilen sefer başına ana faaliyet zaman değerleri, sefer başına taşınan yük miktarına (1,050 m<sup>3</sup>) bölünerek m<sup>3</sup> başına ana faaliyet zamanı elde edilmiştir. Sefer başına ortalama taşınan yük miktarı, göknar, sarıçam, karaçam, kızılçam ve ibrelilerde 1,050 olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Yan faaliyet zamanı

Traktöre bağlı kablo ile ürünlerin zeminde çekilerek bölmeden çıkarılması işleminde, yan faaliyet zamanının; i) traktörün rampadan sürütme güzergâhının başlangıcına gelmesi, ii) traktöre çekilmiş olan yükün traktör hareket ettirilerek rampaya sürütülmesi, iii) rampaya getirilen ürünlerin halat uçlarından sökülmesi ve halatının toplanması akış dilimlerinden oluştuğu belirlenmiştir. Tablo 9'da tür bazında m<sup>3</sup> başına yan faaliyet zamanı sunulmuştur.

Metreküp başına elde edilen ana faaliyet zamanı ile m<sup>3</sup> başına yan faaliyet zamanı toplanarak m<sup>3</sup> başına faaliyet zamanı elde edilmektedir. Bu faaliyet zamanının, temel zamana eşit olduğu belirlenmiştir.

### 3.3. Dinlenme zamanı

Dinlenme zamanı payı, Peter Steele ve Partners adlı kuruluşun karşılaştırmalı zorluk ve puan dönüştürme tablolarından yararlanılarak belirlenmiş ve Tablo 10'da sunulmuştur. Buna göre dinlenme payı, ağaç türü bazında değişiklik göstermekle birlikte, ibreli türler grubu için toplam çalışma zamanının %21'idir.

### 3.4. Dağılım zamanı

Dağılım zamanı, kişisel ve nesnel dağılım zamanı olarak iki grupta değerlendirilmiştir. Kişisel dağılım zamanı su içme ve tuvalete gitme zamanlarından oluşmaktadır. Nesnel dağılım zamanı ise tomruğun zemine takılmasının giderilme zamanı, traktöre yakıt koyma zamanı, kablunun bağlantısından çıkma zamanı, halat tamir zamanı ile çamura batan traktörün kurtarılma zamanlarının toplamından oluşmaktadır (Tablo 11).

Sigara içme zamanı, iş güvenliği nedeniyle kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Çalışma amacına uygun olmayan telefon ve/veya arkadaşla görüşme zamanı ile çay içme zamanı dinlenme zamanı kapsamında değerlendirilmiş olup kişisel dağılım zamanı içinde verilmemiştir. Traktörün arızalanmasına (497 ölçüm için yapılan tüm çalışma zamanında) çok seyrek (1 kez 5,65

dk/100) rastlandığı için nesnel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır.

### 3.5. Hazırlık zamanı

Traktörün yanaşma yerinin düzenlenmesi için 6 dk/100, traktörün yer değiştirmesi için 4 dk/100 ve kullanılacak malzemelerin araca yüklenmesi ve indirilmesi (10 m) zamanı için 1,14 dk/100 olmak üzere günlük hazırlık zamanı 11,14 dk/100 olarak dikkate alınmıştır. Hazırlık zamanının günlük sürütme işlemi yapılan ürün miktarına (20) oranlanmasıyla m<sup>3</sup> başına hazırlık zamanı 0,56 dk/100 olarak elde edilmiştir.

### 3.6. Birim zaman (İÇZ ve MÇZ)

Bir m<sup>3</sup> ürünün birim zamanı, i) temel zaman (dk/100), ii) dinlenme zamanı payı (%), iii) dağılım zamanı payı (%) ve iv) hazırlık zamanı payının (dk/100) toplamından oluşmaktadır. Bu paylar ile ilgili değerler yukarıda sunulmuş olup kablolu çekim için metreküp başına birim zaman sırasıyla yöntem başlığında açıklanan işlemler sonucunda elde edilmektedir.

İÇZ ve MÇZ bir örnekle aşağıda açıklanmıştır.

Sürütme mesafesinin 100 m, eğimin %50 ve çekilen yük hacminin 1,500 m<sup>3</sup> olduğu bir göknar orman alanında ürünlerin araziden kablolu çekim ile çekilmesi durumunda İÇZ ve MÇZ aşağıdaki gibi hesaplanır. Bu değerleri aşağıdaki modelde yerine koyarak sefer başına göknar ana faaliyet zamanı ( $y_a$ ) elde edilir.

$$y_a = -1,695 + 0,104.s + 0,018.e + 0,621.h$$

$$y_a = -1,695 + 0,104.100 + 0,018.50 + 0,621.1,500$$

Matematiksel işlemler yapıldığında sefer başına ana faaliyet zamanı dk/100 olarak hesaplanmaktadır. Buna göre, metreküp başına ana faaliyet zamanı  $10,54/1,050 = 10,03$  dk/100 bulunur.

Yan faaliyet zamanı Tablo 9'dan 3,94 dk/100; dinlenme zamanı Tablo 10'dan %19; İÇZ için dağılım zamanı Tablo 11'den %7,83; MÇZ için nesnel dağılım zamanı Tablo 11'den %6,06; metreküp başına hazırlık zamanı ise 0,56 dk/100 olarak hesaplanarak verilmiştir.

Faaliyet Zamanı = (Ana Faaliyet Zamanı + Yan Faaliyet Zamanı) olup

Faaliyet Zamanı =  $10,03 + 3,94 = 13,97$  dk/100 olarak hesaplanır. Bu hesaplanan faaliyet zamanı, bekleme zamanı dikkate alınmadığı için aynı zamanda temel zamana eşittir. Buna göre, bir met-

reküp ürünün traktörle kablolu çekilmesi için İÇZ aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\text{İÇZ} = \text{Temel Zaman} + \text{Dinlenme Zamanı} + \text{Dağılım Zamanı} + \text{Hazırlık Zamanı}$$

$$\text{İÇZ} = 13,97 + (13,97 \times 0,19) + (13,97 \times 0,0783) + 0,56$$

$$\text{İÇZ} = 18,28 \text{ dk/100 olarak hesaplanmıştır.}$$

Bir metre küp ürünün traktörle kablolu çekilmesi için gereken makine çalışma zamanı (MÇZ) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\text{MÇZ} = \text{Temel Zaman} + \text{Nesnel Dağılım Zamanı} + \text{Hazırlık Zamanı}$$

$$\text{MÇZ} = 13,97 + (13,97 \times 0,0606) + 0,56$$

$$\text{MÇZ} = 15,38 \text{ dk/100 olarak hesaplanmıştır.}$$

Yukardaki hesaplamalar dikkate alınarak diğer türler için de benzer şekilde kablolu çekim için metre küp başına İÇZ ve MÇZ zamanı (standart zaman) hesaplanabilir.

Ürünlerin çekilmesinde kullanılan maksimum kablo uzunluğu göknarda 180 m, sarıçamda 110 m, karaçamda 110 m, kızılçamda 85 m ve ibreli modelde 180 m'dir. Metreküplü ürünleri traktöre bağlı kablo ile zeminde çekerek bölmeden çıkarma işleminde sürütme mesafesinin yukarıda belirtilen kablo uzunluklarından daha çok olması durumunda, birinci yol olarak aradaki fark için yeni ara istasyon(lar) kurularak ürünler bölmeden çıkarılabilir. Bu kapsamda varsayılan ara istasyon sayısında kullanılan kablo uzunluklarına göre model kurularak elde edilen değerler toplandığında

Tablo 11. Dağılım zamanı  
Table 11. Distribution time

Dağılım zamanı bileşenleri		Sıklık	Ort. zaman (dk/100)	Toplam zaman (dk/100)
Kişisel dağılım zamanı	Su içme zamanı	5	0,5	2,5
	Tuvalet ihtiyacı zamanı	3	2,0	6,0
Kişisel dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk) içindeki % payı				1,77
Nesnel dağılım zamanı	Tomruğun zemine takılmasının giderilme zamanı	3	2,7	8,1
	Traktöre yakıt koyma zamanı	1	5,0	5,0
	Kablonun bağlantısından çıkma zamanı	3	2	6,0
	Halat tamir zamanı	1	5	5,0
	Traktör batması	1	5	5,0
Nesnel dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk) içindeki % payı				% 6,06
Toplam dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk) içindeki % payı				% 7,83

Tablo 12. Bir (m) sürütme mesafesi için metre küp (m<sup>3</sup>) başına İÇZ ve MÇZ  
Table 12. Machine and human working time per cubic meter for one (m) distance

Ağaç türü	Rampaya 1 m boş geliş ve yüklü dönüş için m <sup>3</sup> başına ortalama fark zamanı (dk/100)*		1 m kablo çekimi için m <sup>3</sup> başına ortalama fark zamanı (dk/100)*	
	İÇZ	MÇZ	İÇZ	MÇZ
Gök nar	0,0306	0,0256	0,0853	0,0713
Sarıçam	0,0429	0,0359	0,1089	0,0910
Karaçam	0,0850	0,0694	0,1616	0,1320
Kızılçam	0,0893	0,0729	0,1776	0,1451
İbreli	0,0496	0,0408	0,1315	0,1082

\*: Zaman değerlerine dağılım ve dinlenme payı eklenmiş, yan faaliyet ve hazırlık payı ise tekrar oluşturulması için eklenmemiştir.

sürütme mesafesi elde edilebilir. İkinci yol olarak, uzun sürütme mesafelerinde, modellerde kullanılan kablo uzunluğundan sonraki fark sürütme mesafesi için Tablo 12'deki değerlerden yararlanılabilir. Buna göre, traktörün rampadan 1m boş geliş ve yüklü dönüşüne karşılık olarak m<sup>3</sup> başına elde edilen İÇZ ve MÇZ ile 1m kablo çekimi için m<sup>3</sup> başına elde edilen İÇZ ve MÇZ değeri, fark sürütme

mesafesi ile çarpılarak sürütme mesafesi için fark zaman değeri elde edilir. Bu fark zaman değeri, işlem sonucu ile toplanarak toplam kablo ile çekim zamanı bulunabilir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

288 Sayılı Tebliğ'de (1996), kesme-boylama, böl-



meden çıkarma, yükleme ve taşıma işlemleri için birim zamanlar, yapraklı ve ibrelili türler için genel olarak dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada ise birim zamanlar, hem tür ve ibrelili bazında hesaplanmış hem de yan faaliyet, dinlenme, dağılım ve hazırlık zaman payları incelenebilir bir şekilde eklenmiştir.

OGM maliyetleri içinde, odun üretiminde çalışanlara ödenen iş gücü ve üretim maliyetleri önemli bir girdi kalemidir. Odun üretiminde çalışanlara yönelik gerçekleştirilen iş gücü ödemelerinin esasını, her bir işlemin gerçekleştirilmesi için çalışanların harcadığı birim zamanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle, birim zamanların uygun biçimde tespit edilmesi, hem kaynağın yöneticisi olan OGM'nin stratejilerini oluşturması hem de çalışanların geliri açısından özel önem taşımaktadır. Aynı kapsamda, araştırma verileri, özel sektör tarafından rekabete yönelik odun üretim maliyetlerinin tespit edilmesinde kullanıldığı için de önemlidir.

Akış dilimi bazında gerçekleştirilen zaman ölçümleri, işlem bazında birim zamanın temelini oluşturan ana faaliyet, yan faaliyet ve ek faaliyet ile kişisel ve nesnel dağılım zamanlarının tespit edilmesini sağlamaktadır. Bu durum, ergonomi, etkinlik veya etken olmayan zamanların saptanmasına yönelik araştırmalarda, işlemin yapılmasında harcanan zamanı akış dilimleri bazında ortaya koyduğu için sapmaların hangi akış diliminden kaynaklandığını ortaya çıkarmaktadır.

Traktörlerin çekim gücü, kablo mesafesi uzadıkça azalmaktadır. Kablo ile bölmeden çıkarma işleminde, mevcut traktörlerin yaklaşık 1 m<sup>3</sup> ürünü (3-5 parça hâlinde) etkin olarak çekebilmesi için maksimum kablo uzunluğunun 120 m'yi geçmesi uygun olacaktır. Bu nedenle, çekim yapılması gereken kablo uzunluğunun, traktörün etkin olarak çekebileceği kablo uzunluğundan fazla olması durumunda bulgular başlığında sunulan birinci yöntemde belirtilen ara istasyonların kullanılması uygun olacaktır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, 288 Sayılı Tebliğ'de (1996) yer alan zaman değerleri ve araştırma kapsamına giren bazı literatür sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tebliğde % cinsinden 0-30; 31-60; 61-100 ve 100'den büyük olmak üzere dört eğim grubu için sürütme mesafesi 1500 m'ye kadar olan sahalarda yukarıdan aşağıya hayvan ve insan çalışma zamanları en az iki çalışan ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise birim zaman hesaplamasında 3 çalışandan yararlanılmış ve elde edilen modelde eğim, sürütme mesafesi, traktöre bağlanan parça sayısı ve yük hacmi dikkate alınmıştır. Araştırmada ürünleri çekmede kullanılan maksimum kablo uzunluğu göknarda 180m, sarıçamda 110m, karaçamda 110m, kızılçamda 85m ve ibrelili modelde 180 metredir. Buna göre, metreköplü ürünleri traktöre bağlı kablo ile zeminde çekilerek bölmeden çıkarma işleminde, sürütme mesafesinin 110 metreden daha uzun olması durumunda aradaki fark için yeni ara istasyon(lar) kurularak ürünler bölmeden

Tablo 13. Araştırmada elde edilen insan çalışma zamanlarının Anonim (1996) zamanları ile karşılaştırılması  
Table 13. Comparison of the study results on human working time with Anon. (1996)

Kablo uzun. (m)	Güz. eğimi (%)	Göknar (dk/100)	Sarıçam (dk/100)	Karaçam (dk/100)	Kızılçam (dk/100)	Araştırma (dk/100)	İbrelili Tebliğ (dk/60)	Fark (%)*
50	25	11,12	12,88	17,51	22,34	14,76	25,50	42,13
100	25	17,40	17,83	26,72	30,44	21,01	51,00	58,80
200	25	34,80	35,65	53,43	60,89	42,02	102,00	58,80
500	25	87,00	89,14	133,58	152,22	105,06	264,00	60,21
50	50	11,66	12,88	20,07	23,12	15,00	33,00	54,54
100	50	17,94	17,83	29,28	31,22	21,26	66,00	67,79
200	50	35,88	35,65	58,56	62,43	42,51	132,00	67,79
500	50	89,71	89,14	146,40	156,08	106,28	330,00	67,79
50	75	12,20	12,88	22,64	23,89	15,25	37,50	59,34
100	75	18,48	17,83	31,85	31,99	21,50	75,00	71,33
200	75	36,97	35,65	63,69	63,98	43,00	150,00	71,33
500	75	92,42	89,14	159,23	159,94	107,51	375,00	71,33
50	105	12,86	12,88	25,71	24,82	15,54	54,00	71,22
100	105	19,14	17,83	34,92	32,92	21,80	108,00	79,82
200	105	38,27	35,65	69,85	65,83	43,59	216,00	79,82
500	105	95,68	89,14	174,62	164,58	108,98	540,00	79,82

\*Fark (%) sütunu, araştırma sonuçlarının Tebliğ sonuçlarından hangi düzeyde düşük veya yüksek olduğunu % cinsinden vermektedir.

çıkarılabilir. Bu kapsamda varsayılan ara istasyon sayısında kullanılan kablo uzunluklarına göre hesaplanan İÇZ ve MÇZ değerleri toplandığında toplam sürütme zamanı elde edilebilir.

Araştırmada diri örtü, arazi engeli, zemin durumu gibi parametrelerin çalışma koşullarına olan etkisi saptanmak istenmiş olsa da, araştırma süresinin kısıtlı olması nedeniyle ölçüm sayılarının düşük tutulması ve ölçümlerde seçilen arazi özelliklerinin bu etkileri saptamaya yönelik olmaması nedeniyle

diğer parametrelere yönelik anlamlı sonuç üretilememiştir.

Önal (2013), kızılçam için ortalama 61m kablo uzunluğu için traktörle çekme zamanını m<sup>3</sup> başına İÇZ ve MÇZ için 5,30 dk saptamıştır. Bu araştırmada ise %50 eğimde aynı mesafe için m<sup>3</sup> başına İÇZ 24,90 dk/100, MÇZ ise 20,44 dk/100 olarak bulunmuştur. Önal'ın (2003) sonuçlarının düşük olması, sadece çekme zamanının dikkate alınmasından, rampaya taşıma, dağılım ve dinlenme pay-

Tablo 14. Araştırmada elde edilen makine çalışma zamanlarının Anonim (1996) zamanları ile karşılaştırılması  
Table 14. Comparison of the study results on machine working time with Anon. (1996)

Kablo uzun. (m)	Güz. eğimi (%)	Gökmar (dk/100)	Sarıçam (dk/100)	Karaçam (dk/100)	Kızılçam (dk/100)	İbrelili		
						Araştırma (dk/100)	Tebliğ (dk/60)	Fark (%)*
50	25	9,39	10,86	14,40	18,35	12,25	21,00	41,67
100	25	14,64	15,00	21,93	24,97	17,40	42,00	58,57
200	25	29,28	30,00	43,86	49,94	34,80	80,00	56,50
500	25	73,20	75,00	109,64	124,85	86,99	212,00	58,97
50	50	9,85	10,86	16,50	18,99	12,45	28,00	55,53
100	50	15,10	15,00	24,02	25,60	17,60	56,00	68,57
200	50	30,19	30,00	48,05	51,20	35,20	112,00	68,57
500	50	75,48	75,00	120,12	128,01	88,01	298,00	70,47
50	75	10,30	10,86	18,59	19,62	12,65	35,00	63,85
100	75	15,55	15,00	26,12	26,23	17,80	70,00	74,57
200	75	31,10	30,00	52,24	52,47	35,61	138,00	74,20
500	75	77,75	75,00	130,59	131,17	89,02	354,00	74,85
50	105	10,85	10,86	21,11	20,38	12,90	45,00	71,34
100	105	16,10	15,00	28,63	26,99	18,05	90,00	79,95
200	105	32,19	30,00	57,27	53,99	36,09	180,00	79,95
500	105	80,48	75,00	143,16	134,97	90,23	450,00	79,95

\*Fark (%) sütunu, araştırma sonuçlarının Tebliğ sonuçlarından hangi düzeyde düşük veya yüksek olduğunu % cinsinden vermektedir.

larının dikkate alınmamasından veya düşük tutulmasından kaynaklanabilir.

Tablo 13 ve Tablo 14'te eğimler %25, %50, %75 ve %105; parça sayısı ibrelilerde 5 adet ve bir seferde çekilen yük hacmi ise ibrelilerde 1,050 m<sup>3</sup> olmak üzere çeşitli sürütme mesafeleri için hesaplanan bölmeden çıkarma zamanları ile Tebliğ zamanları (Anonim, 1996) karşılaştırılmıştır. Buna göre İÇZ zamanlarında, ibrelili türlerde en az %42,13 oranında Tebliğ değerleri daha yüksektir. Tebliğde yer alan hayvan çalışma zamanları, ibrelili türlerde traktör çalışma zamanından en az %41,67 yüksek hesaplanmıştır.

### Teşekkür

Bu makalede Orman Genel Müdürlüğü, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerince 2015-2017

yıllarında yürütülen "Gökmar, Sarıçam, Karaçam ve Kızılçamın Üretim İşlerinde Birim Zaman Analizi" konularındaki iki araştırma projesinin verilerinden yararlanılmıştır.

### Kaynaklar

Acar, H., H. 1994. Ormanlıkta Transport Planları ve Dağlık Arazide Orman Transport Planının Oluşturulması, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 150s

Acar, H., H. 2016. Tomrukların kamyonla yüklenmesi çalışmalarında taşınabilir el vinci ve polietilen oluk kombinasyonu sistemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, C:66, s.329-339

Acar, İ., İktüeren, Ş. 1985. Torbalı Orman Fidanlığında Kızılçam Fidan Üretimine İlişkin İş-Zaman Analizleri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:69, 37s

Anonim, 1996. Orman Genel Müdürlüğü, Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ. Ankara

- Atasoy, H. 1992. Doğu Karadeniz Bölgesinde El Araçlarıyla Kültür Bakımı Standart Zamanları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:235, 70s
- Bayoğlu, S., Acar, H., H., Şentürk, N. 1993. Dağlık arazi bölmeden çıkarma araçlarında maliyet analizi ve minimum çalışma süresinin araştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt:43, Sayı:1-2, s.45-56
- Birler, AS., Doğru, M., Usta, HZ. 1979. Ağaçlandırma Çalışmalarına Ait Birim Zaman Cetvelleri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Yıllık Bülten No:15, s.1-48
- Birler, A. S., Koçar, S. 1994. Kavak Fidanlıkları İçin Maliyet Analizleri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:161, 29s
- Carus, S. 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağıl uzunluklara göre kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Cilt: 1, s.101-114
- Çok, N. 2001. Elazığ İli Gözeli Mikro Havzasında Ağaçlandırma İşlerine İlişkin İş Analizleri ve Standart Zamanlar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 104s
- Dingil, S. 1988. Çeşitli Boylarda Sedir Yapacak Yuvarlak Odunların Çeşitli Alan Koşullarında Sürütmesinin Fiyat Analizleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:204, 36s
- Doğan, A. 2015. İş Etüdü Yöntem Bilgisi. TC Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ders Notu, Ankara, 216s
- Eker, M. 2004. Ormancılıkta Odun Hammaddesi Üretiminde Yıllık Operasyonel Planlama Modelinin Geliştirilmesi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 230s
- Eker, M. 2014. Süreçler-İşlem Adımları-İş Tanımları-Ölçüm Formları, Yayınlanmamış Bilgi Notu, Isparta, 43s
- Eker, M., Acar, H., H. 2014. Kesim ve bölmeden çıkarma işlerinde birim çalışma zamanlarının irdelenmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. 22-24 Ekim 2014, Isparta, Bildiriler Kitabı, s.260-268
- Engür, M., O. 2014. Odun Üretiminde Çalışanların Eğitimi Ağaç Kesme ve Boylama Operatörü, Orman Genel Müdürlüğü. Ankara, 393s
- Geray, A., U. 1978. Ormancılıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar. İÜ Yayın No: 2409, Orman Fakültesi Yayın No: 255, 158s, İstanbul
- Göksu, E., 2010. Devlet Orman İşletmelerinde Odun Hammaddesi Üretimine PERT Tekniği İle Planlanması (Ardıç Orman İşletme Şefliği Örneği). Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 117s
- İlter E., Öktem, E., Türegün, H., Yüksel, S. 1997. Orman Ağacı Tohum Tedarikinde Standart Zamanların Belirlenmesi. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:267, 37s
- İlter E., Türegün, H., Yüksel, S., Savyer, S., Şirin, G., Çevik, İ., Acar, İ., Dinç, B. 1988. Fidanlıklarda Fidan Üretim Maliyetlerinin Saptanması Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:198, 47s
- İlter, E. 1989. Tabii ve Suni Olarak Yetiştirilmiş ve Sıklık Çağındaki Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşcerelerinde Yapılacak Sıklık Bakım İşlemlerine ait İş-Zaman Analizleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:207, 64s
- İlter, E., Çakır, M., Yüksel, S. 1986. Büyükdüz Araştırma Ormanı Serisinde Yapacak ve Yakacak Odun Üretiminden Satışına Değın Gerekli Tüm Süreçlere İlişkin İş Analizlerinin ve Bunlara Dayalı Birim Maliyetlerin Saptanması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:158, 72s
- Kalaycı, Ş. 2016. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Kalkan Matbaacılık San. Tic. ve Ltd. Şti., 7. Baskı, 426s
- Karaman, A. 1991. Orman Depolarında Liebher 902 ile Tomruk Yükleme ve İstiflemenin Zaman Verim ve Masraf Yönünden Karşılaştırılması. KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 97s, Trabzon
- Karaman, A. 1997. Doğu Karadeniz Yöresinde Farklı Çalışma Koşullarında Kesim ve Sürütme İşlerinde İşgüçlüğü Kriterlerinin Araştırılması ve Verim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 221s, Trabzon
- Kobu, B. 1998. Üretim Yönetimi, İ.Ü. İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No:04, Onuncu Baskı, İstanbul, 618s
- Önal, Y., E. 2013. Odun Hammaddesi Üretim Operasyonlarında Kullanılan Teknolojinin Enerji Tüketimi, Emisyon ve Gürültü Etkilerinin İncelenmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 171s
- Öztürk, T. 2009. Kayın tomruğunun bölmeden çıkarılmasında Mb Trac 900 sürütücünün verimlilik analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:59, s.45-59
- Öztürk, T. Akay, A., E. 2007. Tarım traktörlerinin orman ürünlerinin üretiminde kullanılmak üzere modifiye edilmesi. 150th Anniversary of Forestry Education in Turkey, Bottlenecks, Solutions, and Priorities in the Context of Functions of Forest Resources 17-19 October 2007. s.1111-1120
- Prokopenko, J. 2003, Verimlilik Yönetimi Uygulamalı Elkitabı, Milli Prodüktivite Merkezi Yayın No:476, Ankara, 315s
- Şirin, G. 1989. Doğu Karadeniz Yöresindeki

---

Ağaçlandırma İşlerine İlişkin İş Analizleri ve Standart Zamanlar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:209, 43s

Zoralioğlu, T. Uludağ, S., Koçer, S., Diner, A., Kılıçaslan, H., Karabulut, S. 2005. Kavak Ağaçlandırmaların-

da Budama, Kesim ve Kesim Sonrası Dip Kütüklerinin Sökülmesine Yönelik Teknikler ile İşlem Birim Zaman ve Maliyetlerinin Belirlenmesi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:199, 28s



# Manisa-Spil Dağı'ndaki biyolojik çeşitliliği korumanın ekonomik değerinin belirlenmesi

Economic valuation of biodiversity conservation in Manisa-Spil Mountain

Hadiye BAŞAR<sup>1</sup>

Arzu YÜCEL<sup>1</sup>

Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir

**Sorumlu yazar** (*Corresponding author*)

Hadiye BAŞAR

[hadiyebasar@ogm.gov.tr](mailto:hadiyebasar@ogm.gov.tr)

**Geliş tarihi** (*Received*)

09.08.2018

**Kabul Tarihi** (*Accepted*)

23.10.2018

**Atıf** (*To cite this article*): BAŞAR, H., YÜCEL, A. (2019). Manisa-Spil Dağı'ndaki biyolojik çeşitliliği korumanın ekonomik değerinin belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 59-71. DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.446331>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

## Öz

Biyolojik kaynaklar ve çeşitliliği, ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin temelini oluşturan önemli kaynaklardan biri olarak değerlendirilmektedir. Orman kaynaklarının bu yönüyle toplumsal refaha katkısı doğal kaynaklar içinde önemli bir yere sahip olup bu katkının değerlendirilmesine yönelik teknikler ve çalışmalar önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Ege Bölgesi içinde sanayileşme ve kentleşmenin etkilerinin artmakta olduğu Manisa ilinde önem kazanan Spil Dağı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Spil Dağı'ndaki biyoçeşitliliğin sağladığı hizmetlerin devamlılığını ve çevresinde yaşayanlarca önemini ortaya koymak amaçlanmıştır. Manisa il merkezinde yaşayan ve Spil Dağı'nı ziyarete gelen 444 birey ile yüz yüze görüşme tekniğiyle anket yapılmış ve Spil Dağı biyoçeşitliliğinin korunmasının toplumsal refaha katkısını belirlemek amacıyla koşullu değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları ile Spil Dağı biyoçeşitliliğini korumanın yıllık değeri 5.220.000 TL olarak tahmin edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Manisa, Spil Dağı, biyolojik çeşitlilik, koşullu değerlendirme yöntemi

## Abstract

Biological resources and their diversity are regarded as one of the most important sources of the services provided by ecosystems. The contribution of the forest resources to social welfare has great importance among natural resources, and the techniques and studies on for the evaluation of this contribution are essential. In this study, Spil Mountain in Manisa province where industrialization and urbanization is increasing in the Aegean Region, was determined as the study area. The aim of this study was to show the continuity of the services provided by the biodiversity in Spil Mountain and the importance for the people living in the vicinity. A questionnaire was conducted with face to face interview technique with 444 individuals living in Manisa city center and visiting Spil Mountain. Contingent valuation method was used to determine the contribution of the conservation of Spil Mountain biodiversity to social welfare. According to the findings of the study, the annual value of preserving the biodiversity of Spil Mountain was estimated to be 5.220.000 TL.

**Keywords:** Manisa, Spil Mountain, biodiversity, contingent valuation method

## 1. Giriş

Sosyal ve ekonomik göstergeleriyle gelişmiş bir toplumun şartlarından olan ve Birleşmiş Milletler (BM) Binyıl Kalkınma Hedeflerinden biri olarak belirlenen sağlıklı çevre ancak sağlıklı ekosistemlerle mümkündür. Biyolojik kaynaklar ve çeşitlilik ise ekosistemlerin sağlığı ve sağladıkları hizmetlerin temelini oluşturan

önemli kaynaklardır. Ekolog Frank Egler, “ekosistemler tahmin ettiğimiz kadar karmaşık değildir; tahmin edebileceğimizden de karmaşıktır” diyerek ekosistemlerdeki ilişkiler ağının karmaşıklığını ifade etmiştir. Ormanlar ise farklı ekosistemleri bir arada içeren yapılarıyla bu karmaşıklığın üst düzeyde olduğu doğal kaynaklardır (Niering, 1998).

Ormanların, parasal değeri olan ürünleri yanında, parasal olarak ifade edilmeyen çok sayıda hizmetleriyle toplum refahına yaptığı katkı fayda-maliyet analizlerine dâhil edilememektedir. Bunun sonucu olarak yüksek maliyetler ya da geri dönülmez kaynak kayıplarının ortaya çıkması, ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin parasal değerlerini tahmin etmek için geliştirilen tekniklerin kullanımını ve önemini artırmaktadır. Biyolojik çeşitlilik ya da biyoçeşitlilik terimi ilk kez 1985 yılında konu ile ilgili ulusal bir forumun planlama toplantısında kullanılmıştır (Harper ve Hawksworth, 1995; Eldredge 2002’ye atfen Uzun ve ark., 2011).

Bioçeşitlilik kavramı, farklı alanlarda çalışanlar tarafından bazı farklılıklarla algılanmakla birlikte, Birleşmiş Milletler (BM, 1992) Rio Çevre ve Kalkınma Zirvesi’nin ortaya çıkardığı beş belgeden biri olan “Biyçeşitlilik Sözleşmesi”nde, “diğerlerinin yanı sıra kara, deniz ve diğer su ekosistemleri ile bu ekosistemlerin bir parçası olduğu ekolojik kompleksler dâhil olmak üzere, tüm kaynaklardan canlı organizmalar arasındaki farklılaşma” olarak tanımlanmıştır. Orijinal metnin bu çevirisini, karasal ve sucul tüm ekosistemler ile bu ekosistemleri oluşturan ekolojik süreçlerin ortaya çıkardığı çeşitlilik olarak ifade etmek de mümkündür. Tanımdan da anlaşılacağı gibi biyoçeşitlilik, moleküler düzeyden biyosfere kadar çok geniş bir aralıkta düşünülebilir. Genel olarak gen, tür, ekosistem ve ekolojik süreçler olmak üzere dört sınıfta incelenir; son yıllarda peyzaj çeşitliliği de biyoçeşitliliğin bir boyutu olarak ifade edilmektedir (Küçük ve Özen, 2007)

İçerdiği bütün bu boyutlarla yaşam destek sistemi içindeki öneminin, insan faktörünün doğa üzerindeki artan etkisiyle her zamankinden daha önemli olduğu günümüzde biyoçeşitlilik, giderek daha fazla araştırmanın konusunu oluşturmakta; biyoçeşitliliği korumanın ekonomik değerine ilişkin çalışmalar da önem kazanmaktadır.

Binyıl Ekosistem Değerleme Sınıflandırması’nda (MA, 2005) tedarik /düzenleyici/destekleyici/kültürel olarak dört kategoride incelenen ekosistemin topluma sağladığı hizmetlerin devamlılık ve sağlamlılığı, ekosistemdeki biyolojik kaynakların devamlılığı ve sağlamlılığına doğrudan bağlıdır. BM,

biyoçeşitliliğin ekosistem dengesi ve dolayısıyla insanın yaşam destek sistemi içindeki önemine dikkat çekmek amacıyla 2011-2020 yılları arasında “Biyçeşitliliğin Onyılı” olarak ilan etmiştir (Harrison, 2017).

Biyolojik kaynaklar, yalnızca insanın besin, araç ve gereç sağlamasında doğrudan bir kaynak olarak değil; su, hava, toprak üzerine etkileriyle, yaşam kalitesi ve insanı geliştiren araçlar olan bilim ve sanatın kaynağı olarak kalkınmanın da vazgeçilmez bir öğesidir. Bununla beraber, kamu malı olma ve dışsallık niteliği taşımaktadır, ancak hesaplanmalarının zorluğu nedeniyle fayda-maliyet analizlerine yansıtılmaması, normal seyrinin üstünde hızlı bir yok oluşu da beraberinde getirmiştir. İnsan etkisiyle bozulan doğal döngüler, bu seyri hızlandırmıştır.

Bu durum doğal kaynakların uluslararası düzeyde ve buna bağlı olarak ulusal düzeyde sağladığı faydaların ekonomik değerlerinin muhasebeye yansıtılması ve toplam ekonomik değer kavramı çerçevesinde biyolojik kaynakların değerini tahmin eden araştırmaları günümüzün önemli bir konusu hâline getirmiştir. Sonuç olarak, gerek uluslararası sözleşmelerde ve gerekse ulusal planlarda ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi çalışmalarının gerekliliği daha fazla yer almış ve biyoçeşitliliğin ekonomik değerlemesine yönelik çalışmalar öncelikli hâle gelmiştir.

Doğal kaynaklara ilişkin kararların, toplumun tüm kesimlerinin yararına ve yalnızca bugünkü nesli değil, gelecek nesilleri de dikkate alınarak verilebilmesi; sosyal fayda-maliyet analizlerinin hesaplara dâhil edilmesi, çevresel etki değerlendirmelerinin çok boyutlu ve etkili yapılması ve kaynak muhasebesi sistemlerinin geliştirilmesi ile mümkündür. Bütün bunlar ise doğal kaynakların sağladığı ekosistem hizmetlerinin değer tahmini çalışmalarını gerektirmektedir.

Biyolojik kaynakların, kalkınmanın unsurlarından biri olduğu düşüncesinin güçlenmesiyle birlikte, Türkiye’nin taraf olduğu uluslararası sözleşmelerden başka, ulusal düzeyde gerek Kalkınma Planlarımızda ve gerekse diğer mevzuat ve eylem planlarımızda biyoçeşitliliği korumanın önemi, ekonomik değerlendirme çalışmalarının yapılmasının ve analizlere dâhil edilmesinin gerekliliğine daha çok yer verilmektedir. Ancak biyolojik çeşitlilik arazi kullanımlarına ilişkin kararlarda yeterince dikkate alınmamaktadır.

Doğal kaynaklara yönelik ekonomik değerlendirme ça-

lışmalarının artmasıyla; karar vericilere veri sağlanacak, parasal olarak maliyet analizlerine dâhil edilmesi ile de kaynakların toplum refahını optimum kılacak biçimde kullanılması sağlanacak ve ulusal kaynak değerlerimizin daha doğru ortaya konulmasına da katkı sağlanmış olacaktır. Ancak bu çalışmalar hem konumsal, hem de sektörel olarak bütüncül bir bakış açısıyla uygulamaya aktarılsa sağladıkları fayda çok daha etkili olacaktır. Bununla birlikte gerek ekosistem bozulmalarının neden olduğu kayıplardaki, gerekse kamu bilincindeki artış, ekosistem hizmetlerinin değerleme yöntem ve uygulamalarına yönelik çalışmaları zorunlu ve öncelikli kılmaktadır.

### **Araştırmanın kapsamı ve amaçları**

Spil Dağı, Ege Bölgesi'nin önemli sanayi merkezlerinden biri olan ve TÜİK 2009 verilerine göre 1.331.957 (merkez 291.374) nüfusa sahip olan Manisa ilinin sınırları içindedir (TÜİK, 2011). Bölge içinde önemli tarım, ticaret ve sanayi alanlarına sahip Manisa, limana ve pazarlara yakınlığı ve içinde yer aldığı coğrafyanın sağladığı avantajlar ile bölgenin gelişme potansiyeli en yüksek illerinden biri olarak dikkat çekmektedir (Tokmakoğlu, 2009). Bu hızlı gelişme, kaynakların doğru kullanımını ve doğal kaynakları içinde turizm başta olmak üzere pek çok potansiyeli barındıran Spil Dağı'nı ve biyolojik zenginliğinin korunmasını daha önemli hâle getirmektedir.

Çalışmada, Spil Dağı biyoçeşitliliğinin, Manisa merkezinde yaşayanlar ve bölgeyi ziyaret edenler için değeri sorgulanmış ve bu kapsamda alandaki biyoçeşitlilik üzerine bir ekonomik değer belirleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Bireylerin alandaki biyoçeşitliliğin korunması için ödeme isteğinin, koşullu değerleme yöntemi ile ortaya konulmasında demografik özellikler, çevresel davranış kalıpları ve ekolojik bilgi düzeylerinin etkileri dikkate alınmıştır.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Materyal**

Çalışmanın ana materyali, hedef toplum olarak belirlenen Manisa il merkezi ile Spil Dağı Milli Parkı ziyaretçilerini temsil eden bir örnekleme yüz yüze yapılan soru formlarından elde edilen veriler ile oluşturulmuştur. Yurt içi ve yurt dışında biyolojik çeşitlilik, koşullu değerleme ve diğer yöntemlerle ekosistem hizmetleri ve biyoçeşitlilik değerleme konusunda yapılmış çalışmalar ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı IV. Bölge (Manisa) Müdürlüğünden elde edilen veriler ise çalışmanın

ikincil kaynaklı verilerini oluşturmuştur.

### **2.2. Yöntem**

Çalışmada, Spil Dağı biyoçeşitliliğini korumanın, buradan yararlanan bireylere sağladığı faydaları somut olarak ortaya koymak amacıyla biyoçeşitliliğin çok yönlü faydaları ve unsurları basitleştirilerek bireylere kurgusal bir pazar sunulmuştur. Kurgusal pazarların bu şekilde oluşturulduğu yöntemler "ifade edilmiş tercih yöntemleri" olarak bilinmektedir (Pearce ve ark., 2002).

İfade edilmiş tercih yöntemleri, pazara ilişkin bilginin olmadığı durumlarda, araştırma konusuna ilişkin parasal bir değer (ödeme isteği) ortaya koyarken bu ödeme isteğine etki edebilecek faktörlerin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığı ve bu faktörlerin etkisi, yani tahmin edilen parametrenin işareti hakkında bilgi sağlanır. Bu yönüyle söz konusu yöntemler, görüşme ya da odak grup çalışmaları ile elde edilemeyecek bilgilere ulaşılmasını olanaklı kılar. Çalışmamızda bu yöntemlerden "koşullu değerleme" yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, temelini refah ekonomisi teorisinden alan, çevresel mal ve hizmetlerin kullanım değerleriyle birlikte kullanım dışı değerlerini de tahmin etmek için kullanılabilen ve ankete dayalı ifade edilen tercih tekniklerinden biridir (Carson, 2000). Pazar dışı değerleme yöntemleri arasında çok kullanılan bu yöntem, çevresel hizmetin tanımlandığı belirli bir kurgusal pazara bağlı olarak bireylerin ödeme isteğini ifade etmelerinin istenmesi nedeniyle "koşullu" olarak tanımlanır.

Yöntemin teorisini ilk olarak Ciriacy-Wantrup 1947 yılında pazar dışı malların pazar değerini belirlemek için önermiş (Bowen, 1943); ilk koşullu değerleme çalışması ise Davis tarafından 1963 yılında ABD Maine Ormanı'nın rekreasyonel değerinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır (Jakobsson ve Dragun, 1996).

Çalışmamızın konusunu oluşturan biyoçeşitlilik gibi ekosistem hizmetlerini değerlemede, soyut faydaları da ortaya koyabilmek açısından, ifade edilen tercih teknikleri (*stated preference techniques*) ve onlardan biri olan koşullu değerleme (*contingent valuation*) yöntemi, açığa çıkarılan tercih tekniklerine (*revealed preference techniques*) göre avantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır.

Koşullu değerleme yönteminin uygulama aşamaları aşağdaki gibi özetlenebilir (Haripriya, 2005; Kaya, 2002; Mitchell ve Carson, 1989; Hanley ve Spash, 1993):

Değerleme konusunun ve ilgili popülasyonun be-

lirlenmesi,

Anket tekniği ve örnek büyüklüğünün belirlenmesi,

Kurgusal pazar ve ödeme istekliliği sorusunu içeren formun hazırlanması,

Soru formunun uygulanması,

Sonuçların değerlendirilmesi.

Koşullu değerlendirme yöntemini kullanmak için bir ödeme mekanizması yoluyla, bireylerin söz konusu çevresel hizmetten sağladığı faydaya karşılık ödeme isteğini ortaya çıkarmak gerekir. Bu nedenle bireyler için Spil Dağı'ndaki biyoçeşitliliğin doğrudan ve dolaylı kullanım değerleri ile kullanım dışı değerlerini sorgulamaya yönelik bir soru formu hazırlanmıştır. Formu hazırlama aşamasında Spil Dağı Milli Parkı gelişme planı incelenerek alanın yöneticileri, alanda görevli uzmanlar ve İzmir Ege Üniversitesi ile Manisa Celal Bayar Üniversitesinin Biyoloji Bölümü öğretim üyeleriyle görüşmeler yapılmıştır. Formda renk ve şekiller kullanılarak anlaşılabilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Bireylerin bilgi düzeylerindeki farklılığın ve genel olarak konu hakkındaki bilgi eksikliğinin neden olabileceği olumsuzlukları en aza indirebilmek için yüz yüze görüşme tekniği uygulanmıştır. Soru formunda;

Bireylerin sosyoekonomik özellikleri, biyoçeşitlilik ve Spil Dağı hakkındaki bilgileri ve eğilimleri hakkında bilgi almaya yönelik sorulara,

Spil Dağı biyoçeşitliliğinin belirlenen bazı özellikleri ile oluşturulan kurgu senaryolar ve mevcut durum dâhil alternatiflerin yer aldığı seçim sorularına yer verilmiştir.

Bireylerin sosyoekonomik özellikleri yanında, tutum ve eğilimleri ile biyoçeşitlilik konusundaki bilgi düzeylerine ilişkin sorulara da yer verilmiştir. Bireylerin biyolojik çeşitlilik kavramı konusundaki bilgi durumlarını belirtmeleri istenerek biyolojik çeşitlilik tanımlanmış ve farklı yönleriyle biyolojik çeşitliliğe verdikleri önem sorgulanmıştır.

Davranış kalıplarını ortaya koymak amacıyla, ziyaretçilerin Spil Dağı'na gitme sıklığı, çevreye zarar veren kişilere gösterdikleri tepki ve çevreyle ilgili yayın okuma alışkanlıkları hakkında sorulara da yer verilmiştir. Tutum, eğilim ve davranış kalıplarının değerlendirilmesinde genel olarak 5'li likert ölçeği kullanılmıştır.

Araştırmada çoklu seçim formatı kullanılmış, kullanılacak değer teklifi aralığını belirlemek için sahada ön çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda açık

uçlu saha çalışmaları yapılarak bu çalışmalardan elde edilen sonuçların esas alınmasıyla 5 TL, 10 TL, 15 TL, 20 TL, 25 TL, 30 TL, 35 TL, 40 TL ve 45 TL olmak üzere 9 değer teklifi seçeneği kullanılmıştır.

Spil Dağı'ndaki biyoçeşitliliği değerlendirmede dikkate alınacak özellikler dört grup olarak açıklanmıştır: a) Nadir türler (dünyada ya da Türkiye'de yalnızca burada bulunan ve tehlike altında veya tehlikeye girebilecek türler), b) Yaygın türler (henüz tehlike altında olmayan bölgeye özgü ve Spil Dağı'nı karakterize eden Manisa lalesi ve yulduz atı gibi türler), c) Habitatlar (göl, kayalık, orman ve dağ gibi farklı yaşam ortamları), d) Rekreasyon (yöresi ve bölgesi için halkın rekreasyon ihtiyacını karşılama olanakları).

Bu özelliklerin korunma derecesi ile ilgili olarak: a) Hiçbir şeyin yapılmadığı, dolayısıyla zaman içinde bozulma/ azalma tehlikesinin ortaya çıktığı durum (azalma), b) Koruma çalışmalarının olduğu, ancak yetersiz kaldığı durum, c) Koruma ile birlikte insanların olumsuz etkilerini telafi etmeye yönelik doğru ve yeterli korumanın yapıldığı durum (iyileştirme) alternatifleri sunulmuştur (Ek-1).

Mevcut durum alternatifi nadir türler, yaygın-alanı karakterize eden türler ve habitatlar için azalma/ bozulmanın olduğu, rekreasyon için mevcut durumun muhafaza edildiği durum olarak tanımlanmıştır. Bireylere mevcut durum seçeneği ile birlikte sunulan üç alternatifte biyoçeşitliliğin belirtilen özellikleriyle ilgili koruma durumunun farklı düzeylerine yer verilmiştir.

Mevcut durum için hiçbir ödeme gerekmezken, kişilerin alternatif yönetimlerden birini seçmeleri hâlinde Spil Dağı biyoçeşitliliğini korumada kullanılacak fona 1 yıl boyunca aylık olarak ödeme yapmaları gerektiği ifade edilmiştir.

Örnek hacmi;

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot Z^2}{[(N - 1) \cdot d^2 + p \cdot q \cdot Z^2]}$$

formülü ile (n, örnek büyüklüğü; N, anakitle büyüklüğü; p, ölçülmek istenen özelliğin ana kütle içerisinde bulunma olasılığı; q, ölçülmek istenen özelliğin ana kütle içerisinde bulunmaması olasılığı; Z, %95 güven düzeyinde Z test değeri (1,96) ve d, hata payı (0,05)) örnek hacmi 384 olarak hesaplanmıştır (Miran, 2002).

Ana kütle büyüklüğünü belirlerken Manisa merkez nüfusu ile Spil Dağı Milli Parkı'nın son üç yıllık ortalama ziyaretçi sayısı (160.500) toplamı esas alınmış (N= 450.000) ve yaş, cinsiyet ve öğrenim değişkenleri dikkate alınarak kota örnekleme yöntemi



gulanmıştır.

### 3. Bulgular

Çalışmada değerlendirilen anketlerin %67'si Manisa merkezinde, %33'ü ise Spil Dağı'nda yapılmıştır. Spil Dağı'nda görüşülen bireylerin %44.9'u Manisa'dan ve %53.1'i Manisa dışından gelenlerdir. Çalışmaya katılan bireylerin sosyo-ekonomik

Tablo 1. Yaş, öğrenim ve cinsiyet durumu  
Table 1. Descriptive statics of age, education and gender

	Sayı	Spil Dağı (Ziyaretçiler)		Manisa (Yerleşim yeri sakinleri)		Toplam	
		%	Sayı	%	Sayı	Sayı	%
Kadın		70	47,6	148	49,8	218	49,1
Erkek		77	52,4	149	50,2	226	50,9
Toplam		147	100,0	297	100,0	444	100,0
Yaş	≤25	31	21,1	49	16,5	80	18,0
	26-45	82	55,8	117	39,4	199	44,8
	46-60	27	18,3	82	27,6	109	24,6
	61≤	7	4,8	49	16,5	56	12,6
	Toplam	147	100	297	100	444	100
Öğrenim	<İlkokul	1	0,7	20	6,7	21	4,7
	İlkokul	28	19,0	92	31,0	120	27,0
	Ortaokul-lise	42	28,6	135	45,5	177	39,9
	Yüksekokul-fakülte	71	48,3	47	15,8	118	26,6
	Lisansüstü	5	3,4	3	1,0	8	1,8
	Toplam	147	100	297	100	444	100

özelliklerine ilişkin bulgular sayı ve oran olarak Tablo 1'de verilmiştir.

#### 3.1. Spil Dağı biyoçeşitliliğini koruma isteğinin sebepleri

Bireylerin, Spil Dağı biyoçeşitliliğini koruma isteğini etkileyen düşüncelerini saptamak amacıyla, "Spil Dağı'nda biyoçeşitliliğinin korunmasını neden istersiniz?" sorusu yöneltilerek toplam ekonomik değer bileşenleri kapsamında sunulan bazı gerekçelere katılma derecelerini belirtmeleri istenmiştir (Tablo 2).

"Her canlının yaşama hakkı olduğunu düşündü-

ğüm için", "Dünyanın öbür ucunda da olsa canlı çeşitliliğinin korunması beni memnun ettiği için", "Gelecek nesiller için", "Doğrudan sağladığı faydalar nedeniyle (manzara seyir, yürüyüş ve piknik gibi)", "Dolaylı faydaları nedeniyle (su ve hava kalitesine etkileri gibi)" ve "Gelecekte sağlayabileceği faydalar (henüz bilinmeyen tıbbi faydalar gibi)" şeklinde ifade edilen önermelere katılma dereceleri 5'li Likert Ölçeği ile ölçülmüştür. Canlıların yaşama hakkına duyulan saygı 4.89 ortalama ile en önemli unsur olarak ortaya çıkarken diğer unsurların da çok önemli bulunduğu ve ortalamaların birbirine çok yakın olduğu dikkat çekmektedir. Spil Dağı'nda görüşülen bireylerin, Manisa merkezinde

Tablo 2. Spil Dağı biyoçeşitliliğinin korunma isteği sebepleri  
Table 2. The reasons for the protection of Spil Mountain's biodiversity

Spil Dağı biyoçeşitliliğinin korunmasını isterim. Çünkü..	Spil Dağı Ortalama*	Manisa Ortalama*	Toplam Ortalama*
Her canlının yaşama hakkı olduğunu düşünüyorum	4,91	4,88	4,89
Dünyanın öbür ucunda da olsa canlı çeşitliliğini korunması beni memnun eder	4,81	4,74	4,77
Gelecek nesiller için korunmalı	4,88	4,88	4,88
Doğrudan sağladığı faydalar nedeniyle korunmalı	4,65	4,77	4,73**
Dolaylı faydaları nedeniyle korunmalı	4,78	4,77	4,78
Gelecekte sağlayabileceği faydalar nedeniyle korunmalı	4,77	4,77	4,77

\*1: Çok önemsiz, 2: Biraz önemli, 3: Orta derecede önemli, 4: Oldukça önemli, 5: Çok önemli

\*\*0.05 düzeyinde anlamlı

görüülen bireylere göre, bütün unsurları önemli bulma dereceleri genel olarak daha yüksek bulunmuştur.

### 3.2. Biyoçeşitlilikle ilgili bazı özelliklerin önem dereceleri

Çalışmada, bireyler Spil Dağı'nın biyoçeşitliliğini,

toplumca bilinen yaygın türler (yılıklı atları ve Manisa lalesi gibi), az bilinen, ancak tehlike altında ya da tehlikeye girebilecek türler, farklı yaşam biçimleri için sağladığı habitat çeşitliliği ve rekreasyon olanakları yönüyle değerlendirmişlerdir. Likert ölçeği değerlendirilmesi sonuçlarına göre ve Tablo 3'te görüldüğü gibi, ilk sırayı 4.64 ile nadir türler almış; onu sırasıyla

Tablo 3. Spil Dağı biyoçeşitliliğinin bazı özelliklerinin önemi  
Table 3. The importance of some features of Spil Mountain's biodiversity

Önem derecesi	Spil Dağı biyoçeşitliliğinin bazı özelliklerinin önemi							
	Nadir türler		Yaygın türler		Habitat		Rekreasyon	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Önemsiz	2	0,5	1	0,2	-	--	17	3,8
Biraz önemli	6	1,4	6	1,4	4	0,9	31	7,0
Orta derecede önemli	13	2,9	28	6,3	28	6,3	103	23,2
Oldukça önemli	110	24,8	137	30,9	133	30,0	130	29,3
Çok önemli	313	70,5	272	61,3	279	62,8	163	36,7
Toplam	444	100,0	444	100,0	444	100,0	444	100,0
Ortalama	4,64		4,52		4,55		3,88	

habitat (4.55), yaygın türler (4.52) ve rekreasyon (3.88) izlemiştir. Habitat özelliğini "önemsiz" bulan bireyin olmaması ise dikkat çekmiştir.

### 3.3. Çevresel tepki

Bireylere çevreye zarar veren birine karşı tepkileri sorulmuş; "ilgilenmem/ umursamam", "rahatsız olurum, ama tepki göstermem" ve "uyarır ve/veya şikâyet ederim" seçeneklerinden biri ile tepkilerini belirtmeleri istenmiştir. Çalışmaya katılanların çoğunluğu (%85.6) uyaracağını ve/veya şikâyet edeceğini ifade etmiş; tepkisiz kalacağını ifade edenler ise %14.5 oranında kalmıştır.

### 3.4. Çevre konularında yayın okuma sıklığı

Bireylerin çevre konusunda okuma sıklıkları araştırılmış ve "gazetelerden takip ederim", "dergi okurum", "kitap okurum" ve "bilimsel yayınlar okurum" cümlelerinden kendileri için uygun olan, "1-hiç", "2-nadiren", "3-ara sıra" ve "4-düzenli olarak" seçeneklerinden birini işaretlemeleri istenmiştir.

Tablo 4. Çevre konularında yayın okuma sıklığı  
Table 4. Frequency of reading publications on environmental issues

	Spil Dağı Ortalama*	Manisa Ortalama*	Toplam Ortalama*
Gazete	2,91	2,85	2,87
Dergi	2,16	1,90	1,98
Kitap	1,90	1,77	1,82
Bilimsel yayın	2,03	1,81	1,88

\*1: Hiç, 2: Nadiren, 3: Ara sıra, 4: Düzenli olarak

Cevapları değerlendirildiğinde, Spil Dağı'nda görüülen bireylerin Manisa'da görüülenlerden daha çok okuduğu görülmüş; Spil Dağı'nda görüülen bireyler geldikleri yere göre incelenince Manisa dışından gelenlerin Manisa'da yaşayanlardan daha çok okuduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

### 3.5. Spil Dağı'nın biyoçeşitliliğini korumak için ödeme isteği

Bireylerin %63,1'i ödeme yapılmayan mevcut durum alternatifini tercih etmiştir. Ödeme yapmak isteyenlerin oranı ise %39,6'dır. Spil Dağı biyoçeşitliliğini 5'li likert ölçeği ile dünya için "çok önemli" bulanlar ile daha az önemli bulanlar arasında, Spil Dağı biyoçeşitliliğinin korunması için ödeme isteğinde bulunma açısından  $\alpha=0,10$  düzeyinde ( $p=0,074$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Spil Dağı biyoçeşitliliğini dünya için çok önemli bulduğunu ifade eden bireyler daha fazla ödeme isteği belirtmişlerdir.

Spil Dağı biyolojik çeşitliliğini korumak için ödeme isteği olasılığına, bireylerin demografik özelliklerinin etkisini belirlemek amacıyla probit model oluşturulmuştur. Probit model, parametreleri doğrusal olmayan kesikli seçim modelidir. Bu modelin amacı; bağımlı değişken olan  $P_i$  seçim olasılığını, bağımsız değişkenlerle,  $P_i$  0-1 arasında olacak şekilde ilişkilendirmektir. Probit modelde her gözlem için bir  $I_i$  fayda indeksi geliştirilir (Denklem 1):

$$I_i = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (\text{Denklem-1})$$

$I_i$  ne kadar büyükse,  $i$  bireyinin  $y_i=1$  seçiminden elde edeceği faydanın o kadar büyük olacağını ifade eder.

Probit modelin genel gösterilişi denklem 2'de sunulmuştur:

$$P_i = F(I_i) = F(\beta_1 + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}) = P(x_i, \beta) \text{ (Denklem-2)}$$

$F(I_i)$ ;  $I_i$  olarak değerlendirilen standart normal (0,1) tesadüf değişkenine ait eklemeli olasılık fonksiyonu-

nudur (Miran, 2002).

Tablo 5'teki modelin incelenmesiyle; gelir düzeyindeki artış, beklenen yönde ödeme olasılığını artıran, değer teklifi ise azaltan bir etki göstermektedir. Öğrenim düzeyindeki artış ödeme isteğini artırmakta; yaşın ise etkili olmadığı görülmektedir ki bu her yaştaki bireyin ödeme isteğinde bulunduğu şeklinde yorumlanabilir. Yine, ailedeki birey sayısı ödeme isteğinde etkili değildir. Bireylerin kendilerine sunulan değer tekliflerini kabul edip

Tablo 5. Ödeme isteği modeli  
Table 5. Payment request model

	Katsayı	Std. Hata	Z	p-değeri	Eğim
Sabit	-1,20319	0,18608	-6,4658	<0,00001	-0,00665*
Değer teklifi	-0,021803	0,001643	-13,2660	<0,00001	0,000562*
Yaş	0,001841	0,001718	1,0717	0,28384	0,028910
Öğrenim	0,094650	0,03262	2,9015	0,00371	4,73751e-05*
Hane gelir	0,000155	1,92504e-05	8,0570	<0,00001	0,000512*
Aile birey sayısı	0,001677	0,018708	0,0897	0,92853	-0,006659
Log-likelihood					-1858,532
Akaïke criterion					3729,063
Number of cases correctly predicted					2670 (75,2%)
Likelihood ratio test: Chi-square(5)					277,766 [0,0000]

Bağımlı değişken: Ödeme isteği kabul  
\*0.01 düzeyinde anlamlı

etmeme durumu dikkate alınarak ortalama ödeme isteği hesaplanmıştır.

Hane halkı başına aylık ödeme isteği ortalama 3,19 TL'dir; buna göre yıllık ödeme isteği 38,28 TL olmaktadır. Çalışmada ortalama hane büyüklüğü 3,3;  $N=450.000$  ve ortalama hane büyüklüğü =  $450.000 / 3,3 = 136.363$ 'tür.

Çalışmada, Manisa merkezde yaşayanlar ile Spil Dağı'nı ziyaret edenlerin Spil Dağı'nın biyoçeşitliliğine verdiği toplam ekonomik değer hesabı;

Tahmini ekonomik değer = Hane sayısı x Ödeme isteği

$$= 136.363 \times 38,28$$

$$= 5.219.975,64 \text{ TL'dir.}$$

Çalışmada kısaca, Spil Dağı'nın biyoçeşitliliğini korumadan sağlanan tahmini pazar dışı ekonomik değer 5.220.000 TL olarak belirlenmiştir.

Ödeme isteğinin demografik özelliklere göre dağılımını ortaya koymak amacıyla ödeme isteğini tanımlayıcı istatistikler, bireylerin sosyo-ekonomik özellikleri ile ilişkilendirilip Ek-2'deki tablolarla verilmiştir.

Yaş ve öğrenim grupları ile cinsiyete göre ödeme isteğinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, en yüksek ortalama (14,56 TL) 26 yaş altı gençlerde görülmüştür. Öğrenim gruplarına göre dağılım incelendiğinde orta grubu oluşturanlarda (lise mezunu bireyler) daha yüksek (13,71 TL) ve cinsiyete göre incelendiğinde kadınların (12,94 TL ile) daha fazla ödeme istedikleri görülmektedir (Ek 2- Ek-Tablo I).

Gelir durumuna göre tanımlayıcı istatistik değerlerine bakıldığında, en yüksek ortalamasının yüksek gelir (aylık hane geliri 5000-7500 TL ve 7500 TL üzeri) gruplarında olduğu, 1,36 TL ile en düşük ortalama ödeme isteğinin 1000 TL ve altı gelir belirlenlerde olduğu ve en yüksek gözlemin yapıldığı 7500 TL üstü gelir grubunda ise ortalama ödeme isteğinin 19,12 TL olduğu görülmektedir (Ek 2- Ek-Tablo II).

Biyoçeşitliliği bilme durumuna göre ödeme isteğinin tanımlayıcı istatistikleri incelendiğinde, bildiğini ifade edenlerin en yüksek ödeme isteği ortalamasına (14,25 TL) sahip olduğu; onu "bilmiyorum" diyenlerin 12,93 TL ile izlediği; "tahmin ediyorum" diyenlerin ise 10,81 TL ile en düşük ödeme isteği ortalamasına sahip grup oldukları görülmektedir (Ek 2- Ek-Tablo III).

Yaygın türlerin korunma derecesine göre ödeme isteği ortalamaları incelenince, en yüksek ödeme isteği ortalamasına sahip grubun genel olarak tanınan, alanda yaygın bulunan ve alanı karakterize eden türlerin korunmasına öncelik verdiği görülmektedir ki grubun ortalama ödeme isteği 22,04 TL'dir. Onu bu türlerin en azından tehlikeye girmesini önleyecek ölçüde korunmasını isteyen grup, ortalama 18,72 TL ödeme isteği ile takip etmektedir (Ek 2-Tablo IV).

Ek-2 Ek Tablo V'teki "nadir, dünyada ya da Türkiye'de yalnızca bu yörede bulunan" türleri koruma derecesine göre ödeme isteği ortalamaları incelendiğine, en yüksek ödeme isteği ortalamasına (20,06 TL) sahip grubun o türlerin en iyi şekilde korunmasına öncelik verdiği görülmektedir.

Spil Dağı'ndaki farklı yaşama ortamlarının korunma derecesine göre ödeme isteğini tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, habitatları iyileştirmeye öncelik verenlerin, yeterli korumanın yapılmadığı durumu içeren alternatifini tercih edenlere göre 20,90 TL ile daha yüksek ortalama ödeme isteğine sahip oldukları görülmektedir (Ek 2-Ek Tablo VI).

Rekreasyon olanaklarını koruma derecesine göre ödeme isteği ortalamaları incelendiğinde, rekreasyon olanaklarının varlığına en az öncelik veren grubun en yüksek ortalama ödeme (20,78 TL) isteğine sahip oldukları görülmektedir (Ek 2- Ek Tablo VII).

Ödeme isteğinde bulunmayan bireylerin gerekçeleri incelendiğinde ise en etkili faktörün %37,41 ile bütçe yetersizliği olduğu görülmüş; etkili diğer iki faktör ise sırasıyla "vergimi ödüyorum, devlet yapmalı" (%35,97) ve "yönetimlere güvenmiyorum" (%17,99) düşüncesi olarak ortaya çıkmıştır. Ödememe gerekçesi olarak "yararsız buluyorum" (%2,88), "bozulmasına neden olanlar ödemeli" (%2,88) ve "paranın çözüm olacağına inanmıyorum" (%2,88) seçeneklerini belirtenlerin oranları ise oldukça düşük düzeylerde kalmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma ile Spil Dağı ziyaretçileri ve çevresinde yaşayanlar için Spil Dağı biyoçeşitliliğinin önemi farklı boyutlarıyla incelenmiş ve Spil Dağı biyoçeşitliliğinin pazar dışı ekonomik değeri hakkında tahmini bir değer elde edilmiştir.

Genel olarak biyoçeşitliliği korumak için topluma yansayan bir maliyet olmasına rağmen, çalışma bulgularıyla bireylerin biyoçeşitliliği korumak için ödeme eğilimine sahip oldukları görülmektedir.

Araştırmada gelir, öğrenim ve yaş değişkenlerinin

çevresel farkındalığı ve biyoçeşitliliği koruma isteğini artırdığı söylenebilir. Çalışmanın bulguları ile biyoçeşitliliği koruma konusunda Spil Dağı biyoçeşitliliğini korumanın koşullu değerlendirme yöntemiyle yıllık değeri 5.220.000 TL olarak tahmin edilmiştir.

Çalışmada bireylerin %36,9'u ödeme isteğini belirtmiştir; hem ziyaretçilerin, hem de yöre insanların biyoçeşitliliği korumak için bir ödeme isteğine sahip olmaları önemlidir.

Çalışma sonuçlarını benzer çalışmalar ile bire bir karşılaştırmak, her çalışmanın kapsamındaki, yöntemindeki ve aynı yöntemlerin kullanılması hâlinde dahi çalışmaların kurgularındaki farklılıklar nedeniyle çok doğru değildir. Bununla birlikte çalışmamızın sonuçları benzer çalışmalardan bazıları ile genel itibarıyla karşılaştırılmıştır.

Gürlük (2006), Manyas Gölü'nün çevresel kalite düzeyinin artırılmasına yönelik ödeme isteğini belirleyen çalışma ile yıllık hane halkı ödeme isteğini 55,83 TL olarak bulmuş ve Manyas Gölü'ndeki yerleşim birimlerine yönelik toplam faydayı 4.466.400 TL/yıl olarak hesaplamıştır. Ödeme isteği, çalışmamızdaki gibi öğrenim ve gelirle artma eğilimi göstermektedir.

Halkos ve Jones (2011), biyoçeşitliliği korumak için ödeme isteği kararını etkileyen sosyal faktörleri araştırmışlar ve Yunanistan'ın kuzeyindeki iki milli parkta uygulama yapmışlardır. Çalışmada sosyal güvenin ödeme isteğinde pozitif etkisi belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları da benzer şekilde bireylerin ödeme yapma isteklerindeki temel gerekçelerden birinin yönetimlere güvensizlik olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Surendran ve Sekar'ın (2010), Hindistan'da orman ekosistemini korumak için ödeme isteğini ölçtükleri çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, araştırmamızdaki gibi eğitim düzeyi ve gelirin pozitif ve etkili olduğu görülmektedir.

Özdemir'in (2010), doğa deneyimine dayalı çevre eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin yakın çevreleri hakkındaki algılarını istatistiksel olarak anlamlı ölçüde artırdığı bulgusu; bu çalışmada bireylerin ziyaretçi olması ile biyoçeşitlilik bilgi düzeyini daha yüksek bulması, ziyaretçi olma ile biyoçeşitliliğe ve Spil Dağı biyoçeşitliliğini korumaya verilen önem derecesinin arttığı yönündeki bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Martín-López ve ark. (2007), koşullu değerlendirme yöntemini kullanarak bireylerin biyoçeşitlilik koruma konusundaki tutum ve eğilimlerini araştırmışlar, farklı kullanıcı gruplarını biyoçeşitlilik

tercihlerine göre değerlendirip kuvvetli bir korelasyon bulmuşlardır. Çalışma; araştırmamızda ele alınan ziyaretçiler ve Manisa’da ikamet edenler olmak üzere 2 grup olarak belirlenen hedef kitlenin nadir türler, yaygın türler, habitatlar ve rekreasyon olmak üzere biyoçeşitliliğin farklı boyutlarıyla değerlendirme sonuçları ile karşılaştırıldığında, benzer şekilde, bireylerin sosyo-kültürel özellikleri ile istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edildiği dikkat çekmektedir.

Han ve ark. (2011), Çin Kanas Ulusal Koruma Alanı’nda yapılan koşullu değerlendirme çalışmalarında ödeme isteğini etkileyen faktörlere ilişkin bulguları incelendiğinde yaş, cinsiyet ve gelirin 0,05 düzeyinde ödeme isteğini etkileyen faktörler olarak bulunmadığı görülmektedir. Çalışmamızda ise yaş etkili faktör olarak bulunmamış, gelir ise ödeme isteğini artıran bir faktör olarak etkili bulunmuştur. Han ve ark. (2011), kullanım dışı değerlerin ödeme istekliliğinde önemli olduğunu tespit etmişlerdir ki bu sonuç çalışmamızla örtüşmektedir ve küresel düzeyde çevresel bilinçteki artışın kullanım dışı değerlere verilen önemi artırdığı şeklinde yorumlanabilir.

Ödeme isteğinin koruma isteği ile ve koruma isteğinin demografik özellikler ile bağlantılı olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmanın sonuçlarına göre, düşük gelir ve düşük öğrenim düzeyinin olumsuz etkilerini olumluya dönüştürecek politikaların geliştirilmesi mümkündür. Doğa koruma bilincini artırmaya yönelik eğitim faaliyetleri ve düşük gelir gruplarının katılımını artıracak düzenlemeler bu konuda yapılabilecek çalışmalardan bazılarıdır. Yine uygulamalarda hedef toplumların doğru belirlenmesi ve farklı hedef toplumlar için farklı araçları geliştirmede bu ve benzeri çalışmalar kullanışlı verileri sağlamaktadır.

Biyolojik çeşitlilik ve bu kapsamda orman kaynaklarının korunması ve ekosistem hizmetlerinde sürekliliğin sağlanması için, bu konuda geliştirilecek politikalara sosyal etmenleri dâhil eden araştırmalar çoğaltılmalıdır.

### Teşekkür

Bu makale, Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nce yürütülen 15.8303/2012-2015-2016 nolu “Manisa-Spil Dağında Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasının Ekonomik Değerinin Belirlenmesi” adlı projeden hazırlanmıştır. Bu çalışmanın ortaya çıkmasında ilgi ve sabırlarıyla en büyük payın sahibi olan anketimizi yanıtlayanlara ve anketin uygulanmasında desteklerini esirgemeyen Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü çalışanlarına çok teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Bowen, H.R. 1943. The interpretation of voting in the allocation of economic resources. *Quarterly Journal of Economics*. 58, 27-48

BM, 1992. <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>, United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, <https://sustainabledevelopment.un.org/rio2>, (Erişim tarihi: 01.01.2016)

Carson, R. T., 2000, Contingent valuation: A user’s guide. *Environment Science Technology*, 34, 1413-1418p

Eldredge, N. 2002. Life On Earth: An Encyclopedia of Biodiversity, Ecology and Evolution, ABC- CLIO, e-book

Gürlük, S. 2006. Manyas Gölü Ve Kuş Cennetinin Çevresel Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, U.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Bursa ,133s.

Han, F., Yang, Z., Wang, H., Xu, X., 2011. Estimating willingness to pay for environment conservation: A Contingent Valuation Study of Kanas Nature Reserve, Xinjiang, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 180(1), 451-459

Halkos, G., Jones, N., 2011. Social factors influencing the decision to pay for the protection of biodiversity: A case study in two national parks of Northern Greece Online at <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/34581/> MPRA Paper No. 34581, posted 7. November 2011 21:51 UTC

Hanley, N. D., Spash C. L., 1993. Cost-Benefit Analysis and the Environment. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd., p. 54–57

HariPriya, G., 2005. Contingent Valuation Method, [envis.mse.ac.in/dissemination/dissemin-hari.pdf](http://envis.mse.ac.in/dissemination/dissemin-hari.pdf)

Harper, J.L., Hawksworth, D.L. 1995. Preface, In:Hawksworth, D.L. (ed.), Biodiversity: Measurement and estimation, *Philos. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B, 345, p. 140

Harrison, R., 2017. Freezing Seeds and Making Futures:Endangerment, Hope, Security, and Time in Agrobiodiversity Conservation Practices Culture, Agriculture, Food and Environment Vol. 39, Issue 2, pp. 80 – 89, ISSN 2153-9553, eISSN 2153-9561.

Jakobsson, K.M., Dragun, A.K., 1996. Contingent valuation and endangered species. Methodological issues and applications. Edward Elgar, Cheltenham, 269p

Kaya, G., 2002. Pazarı Olmayan Ürünler Çerçevesinde Orman Kaynaklarının Değerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 279s

Küçük, M., Özen Demirbaş, M., 2007. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi Çerçevesinde Çevre ve Orman Bakanlığının



---

Yetki ve Sorumlulukları, Avrupa Peyzaj Sözleşmesinin Uygulanması Yolunda Türkiye Uluslararası katılımlı toplantı, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası yayın no: 2008/3, 17-20 Mayıs 2007, Ankara.

MA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC., <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>, Erişim tarihi: 2011

Martín-López, B., Montes, C., Benayas, J., 2007. The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 139: 67–82

Mitchell, R. C., Carson, R. T., 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. ISBN 0-915 707-32-2

Miran, B., 2002. Temel İstatistik, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 297s, ISBN: 975-93088-0-0

Niering, W.A., 1998. Postscript on an Ecological Giant: Frank E. Egler." *Bulletin of the Ecological Society of America* 79.4 (1998): 255-256.

Özdemir, C. 2010. Türk Eğitim Sisteminde Biyolojik Çeşitlilik. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

Pearce, D., Özdemiroglu, E., Bateman, I., Carson, T., Day, B., Hanemann, M., ... & Mourato, S., 2002. Economic Valuation With Stated Preference Techniques: Summary Guide, Department for Transport, Local Government and the Regions, London.

Surendran, A., Sekar, C., 2010. An economic analysis of willingness to pay (WTP) for conserving the biodiversity. *International Journal Of Social Economics*, 37(8), 637-648

Tokmakoğlu, A., 2009. Yükselen Şehir: Manisa, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 7, Sayı:2, 169-180s.

TÜİK, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, Temel İstatistikler Nüfus ve Demografi <http://www.tuik.gov.tr/Ust-Menu.do?metod=temelist>, (Erişim tarihi:2011).

Uzun, A., Terzioğlu, S., Uzun, Palabaş, S., 2011. Orman ekosistemlerinde habitat Pparçalanmaları ve biyolojik çeşitlilik üzerine etkileri. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş

Ek-2. Ek Tablolar


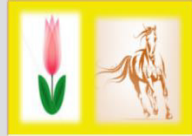

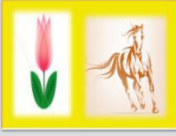

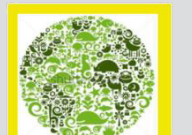



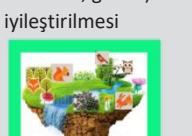

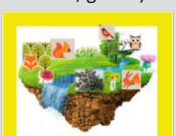
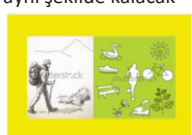
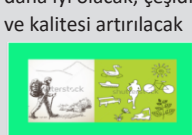


Annex-2. Additional tables

Ek Tablo I. Yaş, öğrenim ve cinsiyete göre tanımlayıcı istatistik

Table I. Descriptive statistics for age, education and

Ek-1 Çoklu seçim kartı örneği

Annex 1. Example of choice set in survey

K( 1 )	Mevcut durum	K( 2 )	Alternatif 1	K( 3 )	Alternatif 2	K( 4 )	Alternatif 3
	<b>Yaygın ve Spil Dağ'ını karakterize eden türlerde azalma riski</b> 		<b>Yaygın ve Spil Dağ'ını karakterize eden türlerin korunması</b> 		<b>Yaygın ve Spil Dağ'ını karakterize eden türlerin iyileştirilmesi</b> 		<b>Yaygın ve Spil Dağ'ını karakterize eden türlerin korunması</b> 
	<b>Nadir ve yalnız Spil'de bulunan türlerde tükenme riski</b> 		<b>Nadir ve yalnız Spil'de bulunan türlerin korunması</b> 		<b>Nadir ve yalnız Spil'de bulunan türlerin çoğalması</b> 		<b>Nadir ve yalnız Spil'de bulunan türlerin çoğalması</b> 
	<b>Farklı yaşam ortamlarının (orman, çalılık, kayalık, su kenarları, göl vb) bozulması</b> 		<b>Farklı yaşam ortamlarının (orman, çalılık, kayalık, su kenarları, göl vb) iyileştirilmesi</b> 		<b>Farklı yaşam ortamlarının (orman, çalılık, kayalık, su kenarları, göl vb) iyileştirilmesi</b> 		<b>Farklı yaşam ortamlarının (orman, çalılık, kayalık, su kenarları, göl vb) korunması</b> 
	<b>Mevcut rekreasyon olanakları aynı şekilde kalacak</b> 		<b>Rekreasyon etkinlikleri daha iyi olacak; çeşidi, alanı ve kalitesi artırılabilecek</b> 		<b>Rekreasyon etkinlikleri koruma amaçlı kısıtlanacak</b> 		<b>Rekreasyon etkinlikleri koruma amaçlı kısıtlanacak</b> 
	0 TL Ödeme		30 TL Ödeme		35 TL Ödeme		20 TL Ödeme

gender  
Ek Tablo V. Nadir türlerin korunma derecelerine göre tanımlayıcı istatistik  
Table V. Descriptive statistics for protection levels of rare species

		Ödeme isteği				
		Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	Sayı
Yaş grupları	< 26 yaş	14,56	13,533	0	45	160
	26-45 yaş	13,42	13,073	0	45	398
	46-60 yaş	11,06	12,674	0	45	218
	> 60 yaş	11,07	14,149	0	45	112
Öğrenim grupları	İlköğretim ve daha az	11,08	13,312	0	45	282
	Lise	13,71	13,134	0	45	354
	Lise üstü	13,25	13,215	0	45	252
Cinsiyet	Kadın	12,94	13,143	0	45	436
	Erkek	12,57	13,362	0	45	452
Toplam		12,75	13,249	0	45	888

Ek Tablo II. Gelir gruplarına göre tanımlayıcı istatistik  
Table II. Descriptive statistics for income levels

		Ödeme isteği				
Hane gelir grupları (TL)	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	Sayı	
<1000	1,36	3,836	0	15	22	
1000-2000	6,93	10,323	0	45	166	
2001-3000	14,51	12,045	0	45	365	
3001-5000	13,51	15,359	0	45	262	
5001-7500	17,50	12,756	0	40	56	
>7500	19,12	13,138	0	40	17	
Toplam	12,75	13,249	0	45	888	

Ek Tablo III. Biyoçeşitlilik kavramını bilme durumuna göre tanımlayıcı istatistik  
Table III. Descriptive statistics for knowledge of the biodiversity concept

		Ödeme isteği				
Biyoçeşitliliği bilme durumu	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	Sayı	
Bilmiyorum	12,93	13,495	0	45	270	
Tahmin ediyorum	10,81	12,570	0	45	284	
Biliyorum	14,25	13,441	0	45	334	
Toplam	12,75	13,249	0	45	888	

Ek Tablo IV. Yaygın türlerin korunma derecelerine göre tanımlayıcı istatistik  
Table IV. Descriptive statistics for protection levels of common species

		Ödeme isteği				
Yaygın türlerin durumu	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	N	
Tehlike altında	,00	,000	0	0	315	
Yetersiz koruma	18,72	11,084	5	45	394	
Optimal koruma	22,04	12,254	5	45	179	
Toplam	12,75	13,249	0	45	888	

Ödeme isteği					
Nadir türlerin durumu	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	N
Tehlike altında	,00	,000	0	0	315
Yetersiz koruma	19,62	11,667	5	45	394
Optimal koruma	20,06	11,330	5	45	179
Toplam	12,75	13,249	0	45	888

Ek Tablo VI. Habitatların korunma derecelerine göre tanımlayıcı istatistik  
Table VI. Descriptive statistics for protection levels of rare habitats

Ödeme isteği					
Habitatların durumu	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	N
Tehlike altında	,00	,000	0	0	315
Yetersiz koruma	19,09	11,991	5	45	363
Optimal koruma	20,90	10,689	5	45	210
Toplam	12,75	13,249	0	45	888

Ek Tablo VII. Rekreasyon olanaklarının korunma derecelerine göre tanımlayıcı istatistik  
Table VII. Descriptive statistics for protection levels of recreation possibilities

Ödeme isteği					
Rekreasyonel olanaklar	Ortalama	Std. Hata	Minimum	Maksimum	N
Azalış	20,78	11,482	5	45	276
Koruma	,00	,000	0	0	315
Artış	18,80	11,559	5	45	297
Toplam	12,75	13,249	0	45	888

## Türkiye mantar üretimi ve ARIMA (Box-Jenkins) ile projeksiyonu

### Mushroom production and projection in Turkey using ARIMA (Box-Jenkins)

Rıfat KURT<sup>1</sup>

Selman KARAYILMAZLAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri  
Mühendisliği, Bartın

**Sorumlu yazar** (Corresponding author)

Rıfat KURT  
rkurt@bartin.edu.tr

**Geliş tarihi** (Received)

19.09.2018

**Kabul Tarihi** (Accepted)

12.12.2018

**Atıf** (To cite this article): KURT, R., KARAYILMAZLAR, S. (2019). Türkiye mantar üretimi ve ARIMA (Box-Jenkins) ile projeksiyonu. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 72-76.  
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.461534>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

#### Öz

Artan nüfus ile birlikte alternatif besin kaynaklarına olan gereksinim giderek önem kazanmıştır. Mantar, uygun şartların sağlanması durumunda yıl boyunca birden fazla ürün alınabilen, kolay yetiştirilebilen ve besin değeri yüksek bir ürün olmasının yanında, doğada mevsimine bağlı olarak kendiliğinden yetişebilen ve kırsal alanda yaşayan insanların besin ihtiyacını karşılayan önemli bir gıda maddesidir. Bu çalışmada, Türkiye'nin mantar üretimi incelenmiş ve Türkiye mantar üretiminin gelecekteki durumunu belirlemek amacıyla tahmin yapılmıştır. Bu kapsamda, 1985-2016 yılları arasındaki verilerden yola çıkarak gelecek on yıllık mantar üretim değerleri ARIMA (Box-Jenkins) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Sonuçlar, Türkiye mantar üretiminin kademeli bir şekilde artarak 2025 yılında 100 bin tonu aşacağını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mantar, üretim, tahmin, ARIMA

#### Abstract

The need for alternative food sources has become more important with the rapid increase in population. Mushroom is an important food, which can be harvested more than once a year under suitable conditions, easily grown and is high in nutritional value. It can also grow spontaneously in nature depending on the season and meet the nutritional needs of people living in the rural areas. The purpose of this study was to examine the mushroom production in Turkey and estimations were made to determine mushroom production in Turkey in the future. In this context, using the data from 1985-2016, mushroom production values for the next ten years have been estimated using ARIMA (Box-Jenkins). The results showed that the mushroom production of Turkey would exceed 100 thousand tons in 2025 by gradually increasing.

**Keywords:** Mushroom, production, forecast, ARIMA

#### 1. Giriş

Günümüzde mantarın insan beslenmesi ve sağlığı bakımından değerinin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte mantar yetiştiriciliğine olan merak ve ilgi son yıllarda hızlı bir şekilde artış göstermiştir (Kibar, 2015). Bu artış beraberinde yenilebilir mantar pazarında yüksek ticari potansiyel sağlamış ve bu ürünü önemli odun dışı orman ürünlerinden biri hâline getirmiştir (Boa, 2004).

Mantar üretimi için gerekli ham madde potansiyeli oldukça yüksek olan Türkiye'de, birçok endüstriyel ve tarımsal atığın mantar yetiştirmede kompost olarak kullanılması ve bunların teminindeki kolaylıklar üretimi cazip hâle getirmektedir (Erkel, 1992). Günümüzde kavak, meşe, çam, kayın, akçaağaç, huş gibi ağaç türlerinin



talaşı, hububat samanı, mısır koçanı, çay artığı, ay-çiçeği tohum kabuğu, pamuk tohumu atıkları gibi çok sayıda tarımsal atık mantar yetiştiriciliğinde yetişme ortamı olarak kullanılabilir (Şen ve Yalçın, 2010).

Toprak ve tarım arazisi gerektirmeden, kontrollü koşullarda, çevre şartlarına bağlı kalmadan bütün yıl boyunca üretilen ve besin değeri yüksek olan mantarlar, dünyada özellikle protein açığı olan ve gelişmekte olan ülkelerde besin ihtiyacını karşılayacak en etkili besin maddelerinden biri olarak görülmektedir (Kibar, 2015).

Dünya'da 2016 yılında 10 milyon tonun üzerinde mantar üretildiği belirtilmektedir. Sırasıyla Çin, İtalya, ABD, Hollanda ve Polonya en fazla mantar üretimi yapan ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır (Kurt vd., 2018a).

Türkiye'de ise ilk olarak 1960'lı yıllarda kültürü yapılmaya başlanan mantar, 1990'lı yıllardan itibaren ticari olarak değer kazanmış ve bu tarihten itibaren ticari bir sektör olarak gelişmeye başlamıştır (Eren ve Pekşen, 2014). 1973 yılında 80 ton olan Türkiye mantar üretimi zamanla artarak 2008 yılında 26 bin tona, 2016 yılında ise 40,2 bin tona ulaşmıştır. 2016 yılında Türkiye'de en fazla kültür mantarı üretimi yapan iller sırasıyla Antalya, Burdur, Konya ve Kocaeli olmuştur (Kurt vd., 2018a; FAO, 2018; TÜİK, 2018).

Bu çalışmada, Türkiye'nin 1985-2016 yılları arasındaki mantar üretim verileri incelenmiş ve gelecek on yıllık mantar üretim değerleri ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma materyalini Türkiye'nin 1985-2016 yıllarına ait 32 yıllık mantar üretim değerleri oluşturmaktadır (Tablo 1).

Çalışmada tahmin yöntemi olarak zaman serileri analiz tekniklerinden biri olan Otoregresif Hareketli Ortalama, yani yaygın olarak bilinen ismiyle ARIMA (Box-Jenkins) yöntemi kullanılmıştır. İstatistiksel testlerin yapılmasında ve tahmin işleminin gerçekleştirilmesinde MINITAB paket programından yararlanılmıştır.

ARIMA modeli kurulup tahmin aşamasına geçmeden önce mantar üretim değerleri tahmin başarısını artırmak amacıyla ilk olarak logaritmik hâle getirilmiştir. Daha sonra modelin en önemli varsayımlarından biri olan durağanlık koşulunu sağlayıp sağlamadığı birim kök testlerinden biri olan Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi ile sını-

mış ve veriler durağanlaştırıldıktan sonra tahmin aşamasına geçilmiştir.

Tablo 1. Türkiye mantar üretimi (FAO, 2018)  
Table 1. Mushroom production in Turkey (FAO, 2018)

Yıllar	Mantar üretimi (Ton)	Yıllar	Mantar üretimi (Ton)
1985	200	2001	9.000
1986	340	2002	11.000
1987	4.400	2003	13.000
1988	2.400	2004	15.000
1989	1.000	2005	17.000
1990	300	2006	21.833
1991	1.300	2007	23.426
1992	1.000	2008	26.526
1993	1.066	2009	19.501
1994	1.586	2010	21.559
1995	2.276	2011	27.058
1996	2.000	2012	33.750
1997	1.200	2013	34.494
1998	3.000	2014	38.767
1999	5.000	2015	39.495
2000	7.000	2016	40.272

## 2.1. ARIMA (Box-Jenkins) yöntemi ve ADF testi

Zaman serileri uygulamalarının temelinde yatan varsayım, kullanılan verilerin durağan olmasıdır. Durağan kavramı, sürecin herhangi bir trend taşımaması, zaman içinde ortalama ve varyansında bir değişim olmaması anlamına gelmektedir. Bu tip serilerde ARMA (p,q), ve bu modelin özel hâli olan AR(p) ve MA (q) modellerinden uygun olanı kullanılabilir. Ancak gerçekte zaman serilerinin ortalama ve varyansında zamana bağlı değişimler olabilmektedir. Bu durumda seri durağan hâle getirilerek tahmin işleminde kullanılabilir. Zaman serilerinin durağanlaştırılması işlemi ise serinin birinci ve ikinci farkları alınarak yapılmaktadır. Bu durumda model, ARIMA (p,d,q) olarak ifade edilmektedir (Hamzaçebi ve Kutay, 2004; Topçuoğlu vd., 2005; Özdemir ve Bahadır, 2010).

Box ve Jenkins'in (1970) zaman serisi analizi kitaplarında doğrusal stokastik modellerin bir ailesi olarak tanımladığı yöntem, günümüzde Box-Jenkins veya ARIMA olarak bilinmekte ve durağan olmayan ancak fark alma işlemiyle durağan hâle dönüştürülmüş serilere uygulanmaktadır (Kurt vd., 2018b).

Genel olarak ARIMA (p,d,q) modeli;

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (1)$$

şeklinde olmaktadır. Burada  $Y_t$ ; d dereceden

farkı alınmış gözlem değerlerini,  $\varepsilon_t$ ; t zamanındaki hata terimlerini,  $\phi_i (i = 1, 2, 3 \dots p)$  ve  $\theta_j (j = 1, 2, 3 \dots q)$ ; model parametrelerini,  $p$  ve  $q$  ise sırasıyla otogresif süreç (AR) ve hareketli ortalama (MA) değerlerini göstermektedir.

Günümüzde durağanlığın saptanmasında farklı yöntemler kullanılmakta olup, en yaygın kullanılanlardan birisi ADF birim kök testidir. Dickey ve Fuller (1979; 1981) tarafından ele alınan bu testte sabitsiz, sabitli ve trendli bir süreç izlenmekte ve buna göre seri trendli bir süreçte durağan hâle gelmişse, diğer süreçler izlenmeksizin bu değer esas alınmaktadır. Seri durağan hâle gelmemişse, sabit terimlidir, bunda da durağanlık sağlanamamışsa, sabit terimsiz sınama yapılır ve bu süreç sonucunda seriyi durağan hâle getiren değer baz alınır (Enders, 1995). ADF testi aşağıdaki eşitlikleri kapsamaktadır.

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Birim kök testi için kurulan hipotezler ise şu şekildedir;

$H_0: \delta = 0$  (Birim kök vardır, yani zaman serisi durağan değildir).

$H_1: \delta < 0$  (Seri birim kök içermemektedir, durağandır).

Denklemlerde yer alan ( $\Delta$ ) birinci fark işlemcisini,

Logaritmik verilere ait testler	t-istatistiği	Önem derecesi
Artırılmış Dickey-Fuller testleri	1,088317	0,9242
Test kritik değerleri	%1	-2,641672
	%5	-1,952066
	%10	-1,610400

( $Y_t$ ) t dönemde kullanılan zaman serisini, ( $\mu$ ) sabit terimi, ( $\beta t$ ) zaman trendini, ( $\varepsilon_t$ ) hata terimini, ( $p$ ) gecikme uzunluğunu göstermektedir (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2010; Kılıç, 2015).

### 3. Bulgular

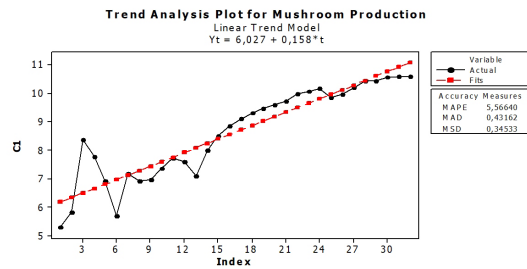
#### 3.1. ADF birim kök testleri

Türkiye mantar üretim değerlerine ait ADF test sonuçlarına bakıldığında (Şekil 1a) test istatistiği 1,0883617, kritik değerlerden büyük olduğu için serinin birim kök içerdiği görülmektedir. Yine önem derecesinin  $0,9242 > 0,05$  olması serinin durağan olmadığını göstermektedir. Ayrıca artan trend analizi değerleri de serinin mevsimsel faktörün etkisinde olduğunu göstermektedir. Bu nedenle mantar üretim değerleri tahmin işleminden önce farkları alınarak durağan hâle getirilmiştir. 2. derece farkları alındıktan sonra durağan hâle gelen mantar üretim değerlerine ait ADF test sonuçları ve trend analizi grafiği Şekil 1b'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde test istatistiği  $-7,052710$ 'un kritik değerlerden küçük olduğu ve serinin birim kök içermediği görülmektedir. Yine önem derecesi  $0,000 < 0,05$ 'ten küçük olması ve trendin ortadan kalkması, serinin durağanlaştığını ve ARIMA ile tahmin için kullanılabilirliğini göstermektedir.

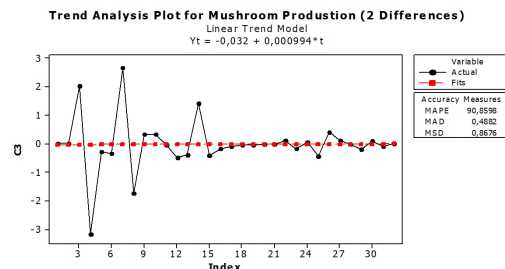
#### 3.2. ARIMA (Box-jenkins) modeli ve tahmin

Veriler durağan hâle getirildikten sonra en uygun ARIMA modelleri araştırılmış ve en iyi istatistiksel sonuç, ARIMA (2,2,2), ARIMA (2,2,3) ve ARIMA (3,2,1) modellerinde elde edilmiştir. Bu modellerden ARIMA (3,2,1), daha anlamlı değerlere ve daha iyi öngörü performansına sahip oldu-

İkinci derece farkları alınmış verilere ait testler	t-istatistiği	Önem derecesi
Artırılmış Dickey-Fuller testleri	-7,052710	0,0000
Test kritik değerleri	%1	-2,664853
	%5	-1,955681
	%10	-1,608793



a. Durağan olmayan ADF testi ve Trend analizi grafikleri



b. Durağanlaştırılmış ADF testi ve Trend analizi grafikleri

Şekil 1. Mantar üretim değerlerine ait ADF test sonuçları ve trend analizi grafikleri  
Figure 1. ADF test results and trend analysis graphs of mushroom production values

ğu için tahmin amacıyla kullanılmıştır. Tablo 2’de ARIMA (3,2,1) modeline ait istatistik sonuçlarının yer aldığı program çıktıları görülmektedir. Tablo 2 incelendiğinde modelin 0,05 ( $p < 0,05$ ) önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Hata Kareleri Ortalaması (MSE): 0,27557, oldukça düşük

bir değer olarak elde edilmiştir. Yine Ljung box ki-kare istatistiklerine bakıldığında da modelin %5 ( $p > 0,05$ ) önem derecesinde anlamlı ve yeterli olduğu söylenebilir. Yani model tahmin için kullanılabilir.

Tablo 2. ARIMA (3,2,1) modeline ilişkin istatistik sonuçlar  
Table 2. Statistical results for ARIMA (3,2,1) model

Tip	Katsayılar	Standart hata	T	P (Önem derecesi)
AR 1	-0,3218	0,1575	-2,04	0,052
AR 2	-0,5240	0,1400	-3,74	0,001
AR 3	-0,7507	0,1379	-5,44	0,000
MA 1	0,9630	0,0855	11,26	0,000
Constant	-0,00371	0,004766	-0,78	0,443

Fark alma	2	Gözlem sayısı (orijinal seri)	32	Gözlem sayısı (fark alma işleminden sonra)	30
SD (Serbeslik derecesi)	25	MSE (Hata kareleri ortalaması)	0,27557	SS (Hata kareleri toplamı)	6,88914

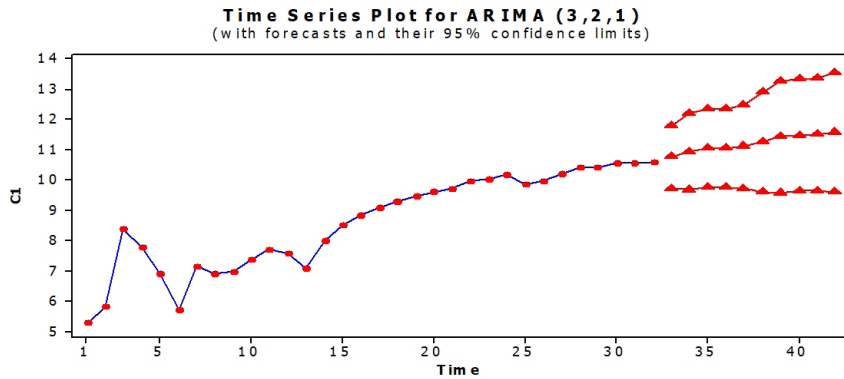
  

Box-pierce (Ljung box) ki-kare istatistikleri				
Lag (Gecikme)	12	24	36	48
Ki-kare	14,5	17,7	-	-
SD	7	19	-	-
P-Değeri	0,043	0,546	-	-

Şekil 2’de ARIMA (3,2,1) modeline ait mantar üretimi tahmin sonuçları verilmiştir. Sonuçlara genel olarak bakıldığında, mantar üretiminin 2017 yılında 47,5 bin tona, 2020 yılında 63,6 bin tona, 2026 yılında ise 108,7 bin tona ulaşacağı öngörülmüştür.

#### 4.Sonuç ve Öneriler

Çalışmada 1985-2016 yılları arasındaki Türkiye mantar üretim verilerinden yola çıkılarak gelecek on yıllık mantar üretim değerleri ARIMA (Box-



Yıllar	Tahmin (Logaritmik)	Tahmin	Yıllar	Tahmin (Logaritmik)	Tahmin
2017	10,7698	47.562,504	2022	11,2772	78.999,753
2018	10,9585	57.440,218	2023	11,4413	93.087,948
2019	11,0586	63.487,607	2024	11,5059	99.299,916
2020	11,0616	63.678,356	2025	11,5229	101.002,440
2021	11,1218	67.629,530	2026	11,5971	108.781,870

Şekil 2. Mantar üretimi tahmin sonuçları  
Figure 2. Mushroom production forecast results

Jenkins) yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Sonuçlar mantar üretiminin kademeli bir şekilde artarak 2025 yılında 100 bin tonu aşacağını göstermiştir. Tahmin sonuçları özellikle mantar üretici sayısındaki artış, devletin son yıllarda genç girişimciler için vermiş olduğu destekler ve destek miktarlarındaki artış, kolay kompost temini ve kompost hazırlayan firmaların giderek çoğalması, mantarın besleyici özellikleri ve faydaları konusundaki bilinçlenme gibi olumlu durumlar göz önüne alındığında oldukça tutarlı bulunmuştur.

Türkiye, özellikle zengin biyoçeşitlilik ve farklı iklim türlerine sahip bölgeler bulunması bakımından mantar üretimini arttırabilecek bir potansiyele sahiptir. Bu kapsamda farklı türde ve ticari değeri yüksek mantar türlerinin kültüre alınması için çalışmalar arttırılmalı, kültür mantarı üretimi için bölgesel teşvikler getirilmeli ve mantar üretimiyle ilgili kurslar, seminerler düzenlenmelidir.

Üretimin daha fazla artması, mantarın tüketiciler tarafından daha fazla tüketilen besin alternatifi olarak tercih edilmesinden geçmektedir. Tüketicileri bu konuda bilinçlendirmek amacıyla üretici, üniversite ve sanayi işbirliğine gidilmeli; mantarın besin değerleri, faydaları hakkında tanıtımlar için yerel basın ve medyadan yararlanılmalı; gerekirse kurutma, konserve gibi farklı tüketim alternatifleri geliştirilmelidir.

#### Kaynaklar

Boa, E., 2004. Wild Edible Fungi A Global Overview of Their Use and Importance to People. Non-Wood Forest Products 17, Fao Press, Rome-Italy.

Box, G.E.P., Jenkins, G.M., 1970. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day Inc., San Francisco, California.

Dickey, D.A., Fuller W.A., 1979. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74: 427-431.

Dickey, D.A., Fuller, W.A., 1981. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica* 49 (4): 1057-1072.

Enders, W., 1995. Applied Econometrics Time Series. John Wiley & Sons, New York.

Eren, E., Pekşen, A., 2014. Türkiye’de kültür mantarı üretimi, sorunları ve çözüm yolları. I. Ulusal

Mikoloji Günleri, Erzurum, 01-04 Eylül 2014, s. 29.

Erkel, I., 1992. Dünya’da ve Türkiye’de kültür mantarcılığının durumu. Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Yalova, 1: 1-8.

FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Website, <http://www.fao.org/faostat/>, Accessed: 01.05.2018.

Hamzaçebi, C., Kutay, F., 2004. Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19 (3): 227-233.

Kılıç, C., 2015. Tüketici kredileri ve cari açık arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 29 (2): 407-420.

Kıbar, B., 2015. Iğdır ili mantar tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (4): 9-16.

Kurt, R., Can, A., Sivrikaya, H., 2018a. Bartın ilinde kültür mantarı yetiştiriciliğinin mevcut durumu, sorunları ve bazı çözüm önerileri. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 20 (2): 25-33.

Kurt, R., Imren, E., Cabuk, Y., Karayılmazlar, S., 2018b. Estimation of global wood pellet production as a renewable energy source by ARIMA method. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (7): 5147-5152.

Özdemir, M.A., Bahadır, M., 2010. Denizli’de Box Jenkins tekniği ile küresel iklim değişikliği öngörülleri. *The Journal of International Social Research*, 3 (12): 352-362.

Sevüktekin, M., Nargeleçekenler, M., 2010. Ekonometrik Zaman Serileri Analizi: Eviews Uygulamalı. Geliştirilmiş 3. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 494 s.

Şen, S., Yalçın, M., 2010. Dünya ve Türkiye’de kültür mantarcılığı ve geliştirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, (3): 1208-1216.

Topçuoğlu, K., Pamuk, G., Özgürel, M., 2005. Gediz havzası yağışlarının stokastik modellenmesi. *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, 42: 89-97.

TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Ziyaret tarihi: 05.05.2018.

## Potasyum uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) fidanlarının gelişimine etkisi

Effects of potassium treatment on the growth of black pine (*Pinus nigra* Arnold.) seedlings

Özden ÇÖMEZ<sup>1</sup>

Sait GEZGİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya

**Sorumlu yazar** (*Corresponding author*)

Özden ÇÖMEZ

comezozden@gmail.com

**Geliş tarihi** (*Received*)

05.02.2019

**Kabul Tarihi** (*Accepted*)

18.02.2019

**Atıf** (*To cite this article*): ÇÖMEZ, Ö., GEZGİN, S. (2019). Potasyum uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) fidanlarının gelişimine etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 77-86.  
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.522323>



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.

### Öz

Bu çalışmanın amacı, farklı miktarlarda potasyum uygulamasının karaçam fidanlarının gelişimine etkilerini belirlemektir. Çalışma Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü serasında, polietilen torbalarda perlit ortamına ekimi yapılan Afyonkarahisar-Ahırdağı orjinli karaçam tohumlarından yetiştirilmiş 1+0 yaşlı fidanlarda yürütülmüştür. Çalışma kapsamında farklı miktarda (0, 23, 35, 47, 100 ve 150 ppm) potasyum uygulamalarına tabi tutulan fidanların besin içerikleri ile kök boğazı çapı, fidan boyu, kök uzunluğu, yan kök sayıları ve fidan ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen veriler ANOVA ve Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Uygulanan potasyumun miktarına bağlı olarak fidanlarda boy, kök boğazı çapı ve yan kök sayılarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değiştiği belirlenmiştir. En iyi boy ve çap gelişimi 23 ppm işleminde, en fazla yan kök oluşumu ise 100 ppm işleminde elde edilmiştir. Sonuç olarak karaçam fidanlarında potasyum uygulaması ile çap ve boy gelişimi daha iyi, yan kök sayısı daha fazla olan fidanlar elde edilerek kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında başarının artması sağlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Pinus nigra*, fidanlık, beslenme, yan kök

### Abstract

The aim of the study was to examine the effects of potassium at different concentrations on the growth of black pine seedlings. The study was carried out with 1+0 black pine seedlings of Afyonkarahisar-Ahırdağı origin grown in polyethylene container filled with perlite in Eskişehir Forest Nursery. The seedlings were grown using different nutrient solutions with potassium concentrations of 0-23-35-47-100 and 150 ppm. Nutrient concentrations, root-collar diameter, height, root length, number of lateral roots, and dry weight of the seedlings were determined. Data were evaluated by ANOVA and Kruskal-Wallis test. According to results of the statistical analyses, potassium doses impacted on seedling height, root-collar diameter and number of lateral root. The tallest and the thickest seedlings were produced with 23 ppm potassium nutrition while the highest lateral roots with 100 ppm. As a result, it is possible to raise the afforestation success in arid and semi-arid regions by producing potassium-fed black pine seedlings with higher, thicker root-collar diameter and a higher number of lateral roots.

**Key words:** *Pinus nigra*, nursery, nutrition, lateral roots

### 1. Giriş

Potasyum bitkilerde çeşitli enzimlerin aktive edilmesi, fotosentezin ışık reaksiyonlarında ATP'nin (adenozintrifosfat) sentezlenmesi, fotosentez ürün-

lerinin floemde taşınması, hücre büyümesi, osmotik basınç ve bitkide su dengesinin sağlanması gibi birçok metabolik olaylarda işlev gören önemli bir besin elementidir (Kacar ve Katkat, 1998; Wang ve ark., 2013). Po-



tasyum bitkilerin çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklılığını arttırmaktadır. Potasyum eksikliğinin görüldüğü bitkiler böcek zararlarına ve mantar kaynaklı çürüklüklere karşı daha hassastır. Potasyumla yapılan gübrelemelerin böcek, bakteri, virüs ve nematod salgınlarını azalttığı bildirilmektedir (Wang ve ark., 2013). Potasyum gübrelemesi ağaçlarda soğuk hava şartlarının olumsuz etkilerine karşı dayanıklılığı arttırdığı gibi (Rowan, 1987; Çepel, 1995), kuraklığa dayanıklılıkta da önemli faydalar sağlamaktadır (Çepel, 1995; Wang ve ark., 2013; Battie-Laclau ve ark., 2014). Ayrıca fotosentez sürecinde kloroplastlarda oluşan reaktif oksijen türlerinin hücre membranlarına ve klorofil moleküllerine zarar vermesine karşı koruyucu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Çakmak, 2005).

Karaçam ekonomik değerinin yanı sıra kurak ve fakir yetiştirme ortamlarına uyum sağlayabilmesi sebebiyle Türkiye’de ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarında en fazla kullanılan ağaç türlerinden birisidir (Gülsoy ve Cinar, 2019). Türkiye’de fidanlıklarda ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere her yıl ortalama 350.000.000 fidan üretilmekte olup bunlar içerisinde en fazla üretimi yapılan fidan ortalama 67.000.000 adet ile karaçamdır (Anon, 2017). Fidan üretiminde kullanılan gübreleme programları az sayıda araştırma sonucuna ve fidan üretiminde çalışan teknik elemanların deneyimlerine dayanmaktadır. Orman ağacı fidanlarının yetiştirilmesinde gübre kullanımının gelişime etkileri ile ilgili olarak ladin (*Picea orientalis* L.), boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.), fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türlerinde çalışmalar yapılmıştır (Öztürk, 2013). Toros sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich.) gübrelemenin büyümeye, azot ve kükürt alımına etkileri belirlenmiştir (Gürlevik ve Mercan, 2017; Gürlevik ve Kurtaran, 2018).

Karaçam fidanlarında gübreleme konusunu ele alan az sayıda da olsa araştırmalar mevcuttur. Örneğin Erdoğan (2003), gübrelemenin karaçam fidanlarının gelişimine etkisini araştırmış, NPK ve amonyum sülfat uygulamalarının fidanların boy gelişimini arttırdığını ortaya koymuştur. Deligöz (2012) ise karaçam fidanlarında sonbahar azot gübrelemesinin fidan büyümesine ve ibrelerdeki azot konsantrasyonlarına etkisini araştırmıştır. Akgül (1985), karaçam fidanlarının gelişiminde azot ve fosfor gübrelemesinin etkisinin toprak özellikleri ve işleme şekline bağlı olarak değişebileceğini bildirmektedir. Genellikle gübreleme araştırmalarında uygulanan farklı doz ve içeriklerdeki gübrelerden fidan gelişiminde etkili olan doz veya gübre çeşidi belirlenmeye çalışılmıştır. Gübreleme araştırmaları dışında ka-

raçamın yetiştirme sıklığına bağlı olarak besin elementi alımı da belirlenmiştir (Güner ve ark., 2008). Ancak bu araştırmalarda potasyumun karaçam fidanlarının beslenme durumu ve gelişimine etkisi konusu ele alınmamıştır. Dolayısıyla potasyumun karaçam fidanlarının yetiştirilmesinde kullanımı konusunda daha ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Zira gübreleme çalışmalarında verilecek gübrenin içeriği, miktarı, uygulama zamanı ve şekli, toprak ve iklim özellikleri ile fidanın türüne, besin maddesi ihtiyacına, fidan üretimi ile topraktan kaldırılan besin maddesi miktarlarına bağlı olarak değişmektedir (Kacar, 1986; Çepel, 1995).

Türkiye’de potansiyel olarak 8.920.620 ha ağaçlandırılacak saha bulunmakta olup bu sahaların %27’si kurak ve yarı kurak özelliindedir (Güner ve ark., 2008). Kurak ve yarı kurak sahaların ağaçlandırılmasında kullanılacak fidanların kök sisteminin gelişmiş olması, gövde/kök oranının kök lehine olması gerekmektedir (Alptekin ve İmal, 2010; Öner ve Eken, 2014; Narlıoğlu, 2015). Besin maddesi alımının fidanların fizyolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde etkili olabileceği göz önüne alındığında kuraklığa dayanıklı fidanların üretilmesi için fidanların beslenme durumları ile morfolojik özellikleri arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Yapılan ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarında en fazla kullanılan tür olan karaçamın kurak mıntıka ağaçlandırmalarındaki yaşama ve büyüme oranlarının artırılması uygun arazi hazırlığı, dikim ve bakım tekniklerinin yanı sıra, kurak şartlara dayanıklı fidan kullanımı ile mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada karaçam fidanlarının farklı miktarlardaki potasyum uygulamalarında diğer besin elementlerinin alımı ve fidanların morfolojik özelliklerine etkileri incelenmiş, en iyi çap, boy ve kök gelişimini sağlayan potasyum seviyeleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü serasında yürütülmüştür. Fidanlar serada 07.08.2018 – 28.12.2018 tarihleri arasında 22-28 °C arası sıcaklık ve %65-70 arası nispi nem koşullarında yetiştirilmiştir.

### 2.1. Materyal

Araştırmada Afyonkarahisar-Ahırdağı orjinli karaçam tohumları kullanılmıştır. Tohumlar perlit ortamında çimlendirilmiş olup bir vejetasyon dönemi boyunca içerikleri Tablo 1’de verilen farklı potasyum konsantrasyonlarındaki Hoagland besin çözeltileri ile beslenmişlerdir.

## 2.2. Yöntem

Tohum büyüklüğünün sonuçlar üzerinde etkili olabileceği dikkate alınarak çok küçük ve çok büyük olan tohumlar elle ayıklanıp yaklaşık aynı boyut-taki tohumların çalışmada kullanılmasına özen gösterilmiştir. Tohumlar için aynı şartları sağlamak amacıyla yaklaşık 80 g perlit doldurulan 6x25 cm ebadındaki polietilen tüplere ekim işlemi yapılmıştır. Çalışmada 0, 23, 35, 47, 100 ve 150 ppm potasyum içeren Hoagland çözeltileri ile 6 farklı

işlem uygulanmıştır (Tablo 1). Her işlem için 15 adet fidan kullanılmıştır. Fidan çıkışları başlayana kadar çimlenme için gerekli olan nemi temin etmek amacıyla tüm fidanlar 100 ml saf su ile 2 günde bir sulanmıştır. Fidanlarda yanmalara sebep olmaması için besin çözeltileri tohumlarda kotiledonların görülmesinden bir hafta sonra verilmeye başlanmıştır. Perlit ortamının yeterince nemli kalmasını sağlamak için 2 günde bir 100 ml'lik besin çözeltileri ile sulama işlemi tekrarlanmıştır.

Tablo 1. Denemede kullanılan çözeltilerin besin maddesi içerikleri (mg/L)  
Table 1. Content of the nutrient solutions used in the experiment (mg/L)

İşlemler	N	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Cl	Mo	B
0 ppm K	45,9	37,2	0	12,9	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032
23 ppm K	30,5	21,7	23,5	12,9	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032
35 ppm K	45,2	32,6	35,2	12,9	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032
47 ppm K	43,2	6,2	46,9	12,9	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032
100 ppm K	43,2	6,2	100,7	32,2	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032
150 ppm K	43,2	6,2	154,5	57,9	40,0	9,7	2,24	0,013	0,026	0,028	0,004	0,672	0,032

Vejetasyon dönemi sonunda besin çözeltisi verme işlemi sonlandırılarak fidanlar iki gün sonra köklerine zarar verilmeden tüplerden çıkartılmıştır. Tüplerden çıkartılan fidanlar sırasıyla önce musluk suyunda, 0,1 N HCl çözeltisinde ve son olarak ise saf suda yıkanarak üzerine bulaşmış olabilecek perlit ve besin çözeltisi kalıntılarının arındırılmıştır. Yıkama suyu buharlaşana kadar yaklaşık iki saat kurutma kâğıtları üzerinde bekletilen fidanlar gövdeye en yakın kılcal kökün 1 cm üstü kök boğazı kabul edilerek (Menes ve Mohammed, 1995) bu kısımlardan kesilmişlerdir. Fidan kök boğazından uç tomurcuğun dip kısmı fidan boyu (Yahyaoglu ve Genç, 2007), kök boğazından ana kökün en uç kısmı ana kök uzunluğu, ana kökten yan kökün uç kısmına olan mesafe ise yan kök uzunluğu olarak ölçülerek tüm yan kökler sayılmıştır. Daha sonra fidanlar fanlı etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Kurutulan fidanların kök, gövde (gövde+iğne yaprak) kısımları ayrı ayrı tartılmıştır. Tartımı yapılan fidanların her işleminin kısa, orta ve uzun fidanları 5'erli 3 gruba ayrılarak karma örnek hazırlanmış ve örnekler 0,5 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülerek kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Kimyasal analizler her işlem için 3 karma örnekte yapılmıştır. Toplam azot Kjeldahl yöntemiyle Foss azot protein cihazında belirlenmiştir. Diğer analizler için örnekler mikrodalga fırında hidrojen peroksit ve nitrik asitle yakılmıştır. Fosfor sarı renk yöntemine göre spektrofotometre ile, potasyum ve sodyum flame fotometrik yöntem ile, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, çinko ve mangan ise Atomik Absorpsiyon spektrometresi yöntemi ile

belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

Veriler varyans analizi ve Kruskal-Wallis testi kullanılarak SPSS paket programı ile değerlendirilmiştir. Normal dağılımın kontrolünde Scheffe testi kullanılmış, normal dağılmayan verilere doğal logaritma ve karekök dönüşümleri ile normal dağılım elde edilmiş, normal dağılımın elde edilemediği durumlarda ise farklılıkların belirlenmesinde Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Farklılıkların belirlendiği durumlarda grupların ayırımında Duncan testi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Fidan gelişimine ait bulgular

Potasyum uygulamaları fidanların kök boğazı çapı, fidan boyu ve yan kök sayısını önemli derecede ( $P < 0,05$ ) etkilemiştir. En düşük değerler potasyum verilmeyen fidanlarda bulunmuştur. Potasyum verilmeyen fidanlarda bodurluk ve kurumalar gözlemlenmiştir. Kök boğazı çapı ve fidan boyu 23 ppm K işleminde en yüksek bulunmuştur. Yan kök sayısı en fazla 100 ppm K işlemi uygulanan fidanlarda tespit edilmiştir. Fidanların gövde ve kök ağırlıkları uygulanan işlemlerden önemli derecede etkilenmemiştir. Ancak 35 ppm K işlemi uygulanan fidanların ortalama kök ve gövde ağırlıkları diğer işlemlerden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 2).

### 3.2. Fidanların besin maddesi içeriklerine ait bulgular

Fidanların gövde kısmında Ca ve S, kökte ise Ca, S ve Cu hariç diğer besin elementlerinin içerik-

Tablo 2. Potasyum beslenmesinin fidan özelliklerine etkisi  
Table 2. The effects of potassium nutrition on seedling growth

İşlemler	Kök Boğazı Çapı (cm)	Fidan Boyu (cm)	Fidan Boyu/		Toplam Yan Kök Uzunluğu (cm)	Yan Kök Sayısı (adet)	Gövde Ağırlığı (g/Fidan)	Kök	
			Kök Boğazı Çapı (cm)	Ana Kök Uzunluğu (cm)				Ağırlığı (g/Fidan)	Gövde /Kök
0 ppm K	0,87 a	4,78 a	5,86 a	24,87 a	24,57 a	6,3 a	0,107 a	0,085 a	1,44 a
23 ppm K	1,22 c	6,11 c	5,11 a	27,36 a	34,93 a	8,7 ab	0,116 a	0,087 a	1,37 a
35 ppm K	1,18 bc	5,53 bc	4,78 a	27,37 a	35,43 a	9,3 bc	0,139 a	0,105 a	1,40 a
47 ppm K	1,05 b	5,15 ab	5,13 a	24,57 a	35,10 a	9,8 bc	0,108 a	0,069 a	1,98 a
100 ppm K	1,14 bc	5,19 ab	4,67 a	27,07 a	45,50 a	11,4 c	0,113 a	0,083 a	1,37 a
150 ppm K	1,12 bc	5,57 bc	5,17 a	25,03 a	30,17 a	9,3 bc	0,109 a	0,079 a	1,53 a
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15
F	5,565	4,167	0,989	0,966	1,935	3,667	1,872	2,215	7,21*
P	< 0,0001	< 0,01	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,01	> 0,05	> 0,05	> 0,05

\*Kruskal-Wallis testi Ki-kare değeri, aynı sütundaki farklı harfler aralarında  $P < 0,05$  düzeyinde farklılık bulunan grupları göstermektedir

lerinde, uygulanan işlemler bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Potasyum dozlarının artmasıyla kök ve gövdenin N, P, Zn ve Mn içeriklerinde azalma meydana gelmiştir (Tablo 3).

### 3.3. Fidan büyümesi ile beslenme durumları arasındaki ilişkiler

Fidanların boy ve kök boğazı çapları gövdedeki bakır içeriğinin artışına bağlı olarak azalmıştır.

Tablo 3. Potasyum beslenmesinin besin elementi içeriklerine etkisi  
Table 3. The effects of potassium nutrition on nutrient contents

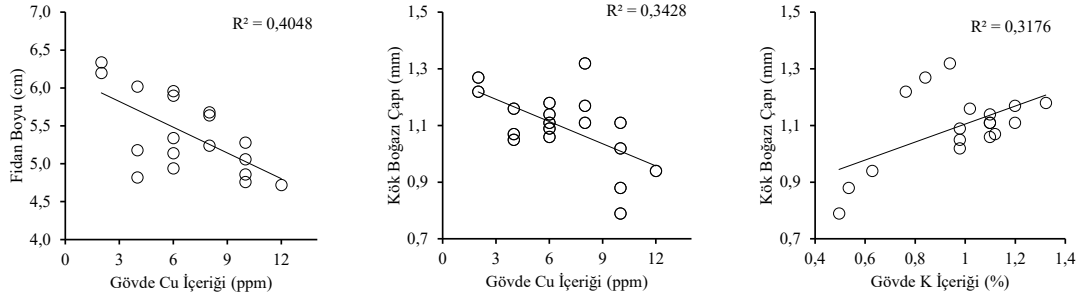
İşlemler	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
0 ppm K	2,71 c	0,40 c	0,55 a	0,27 a	0,37 a	0,27 b	106 cd	400 a	10,7 c	36,0 a	120,7 c
23 ppm K	2,35 b	0,33 b	0,87 b	0,27 a	0,55 a	0,26 b	95 bc	473 b	2,7 a	12,0 a	66,0 b
35 ppm K	2,48 b	0,36 b	1,00 bc	0,26 a	0,36 a	0,24 a	61 a	380 a	6,7 b	21,3 b	76,7 b
47 ppm K	1,98 a	0,23 a	1,02 bc	0,28 a	0,38 a	0,26 b	123 d	600 c	6,7 b	8,7 a	36,0 a
100 ppm K	1,97 a	0,25 a	1,16 c	0,26 a	0,41 a	0,26 b	71 ab	567 c	8,0 bc	5,3 a	34,7 a
150 ppm	1,95 a	0,24 a	1,18 c	0,26 a	0,34 a	0,24 a	65 a	553 c	6,0 ab	8,0 a	30,0 a
n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	45,98	35,09	18,50	1,146	10,65 <sup>(1)</sup>	17,82	8,03	19,03	5,76	17,17	33,66
P	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	<0,001	<0,01	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001
Kök											
0 ppm	2,31 d	0,64 b	0,41 a	0,28 a	0,59 a	0,21 ab	761 c	620 a	15,3 a	47,3 c	55,3 d
23 ppm	1,57 b	0,56 b	0,80 b	0,28 a	0,67 a	0,21 ab	435 b	793 a	11,3 a	25,3 b	35,3 b
35 ppm	1,74 c	0,57 b	0,76 b	0,27 a	0,59 a	0,19 a	249 a	600 a	11,3 a	38,0 c	44,7 c
47 ppm	1,38 a	0,23 a	0,98 c	0,25 a	0,54 a	0,24 c	387 b	1580 b	15,3 a	18,0 a	11,3 a
100 ppm	1,34 a	0,21 a	0,98 c	0,29 a	0,52 a	0,23 bc	269 a	1347 b	15,3 a	18,7 a	8,0 a
150 ppm	1,39 a	0,23 a	0,98 c	0,29 a	0,52 a	0,25 c	281 a	1427 b	13,3 a	17,3 a	7,3 a
n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	15,16 <sup>(1)</sup>	14,88 <sup>(1)</sup>	27,85	0,584	1,51	7,20	31,88	14,54 <sup>(1)</sup>	2,18	17,68	16,03 <sup>1</sup>
P	<0,05	<0,05	<0,001	>0,05	>0,05	<0,01	<0,001	<0,05	>0,05	<0,001	<0,01

\*Kruskal-Wallis testi Ki-kare değeri, aynı sütundaki farklı harfler aralarında  $P < 0,05$  düzeyinde farklılık bulunan grupları göstermektedir

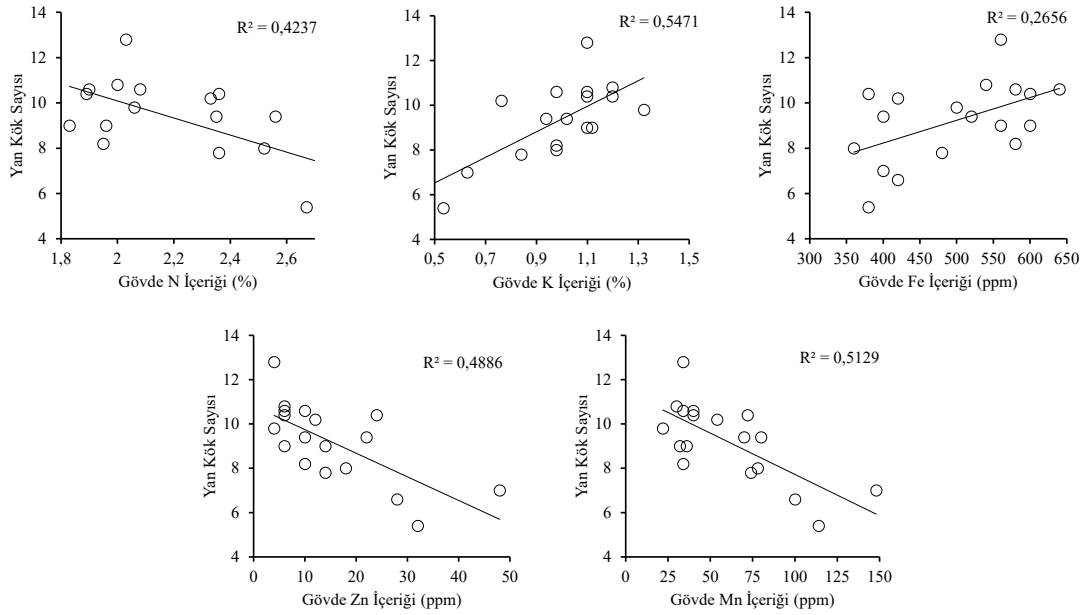
Bakırın gövdede 8 ppm'i geçmesi durumunda çap ve boylardaki azalma daha belirgin bulunmuştur. Gövde potasyum içeriği ile fidan boyu arasında anlamlı bir ilişki belirlenemezken, kök boğazı çapı potasyum içeriğinin artışına bağlı olarak artmıştır.

Bu artış potasyum içeriği %0,9 olana kadar devam etmiş, daha sonra ise azalmıştır (Şekil 1).

Azot, çinko ve mangan alımındaki artış yan kök sayısında azalmaya sebep olmuş, potasyum ve demir ise yan kök sayısını arttırmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Fidan boyu ve kök boğazı çapının K ve Cu içeriklerine göre değişimi  
Figure 1. Changes in seedling height and root-collar diameter according to K and Cu contents



Şekil 2. Fidan boyu, kök boğazı çapı ve yan kök sayısının fidan gövdelerinin Fe, Zn ve Mn içeriklerine göre değişimi

Figure 2. Changes in seedling height, root-collar diameter and number of lateral roots according to Fe, Zn and Mn contents

#### 4. Tartışma

##### 4.1. Fidanların besin elementi içerikleri

Potasyumun ortamda fazla bulunması bitkilerde zehir etkisi yapmamakla birlikte, Mn alımına olumsuz etki yapması sebebiyle (Bolat ve Kara, 2017) çalışmamızda artan potasyum dozlarında fidanların kök ve gövde Mn içeriklerinde azalma olmuştur.

Gövde azot içeriğinin, tüpte yetiştirilen çoğu iğne yapraklı fidan türleri için %1,30 -3,50 arasında olmasının yeterli olduğu belirtilmektedir (Landis, 1985). Çalışmamızda uygulanan bütün işlemlerde fidanların hem kök hem de gövde azot içerikleri Landis (1985) tarafından verilen değerler arasında

kalmakta olup fidanlarda azot eksikliği meydana gelmemiştir. Ancak potasyum dozunun artırılması azot içeriğini azaltmış olup 150 ppm'den daha fazla potasyum verilmesi veya gövde K içeriğinin %1,1 seviyelerini aşması durumunda fidanlarda azot beslenmesinde yetersizliğe yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Potasyumun bitkilerde azot ile rekabet etmediği bilinmektedir (Aulakh ve Malhi, 2005). Çalışmamızda potasyum içeriğindeki artışın dolaylı olarak azot alımında azalmaya yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Güner ve ark. (2008), karaçam fidanlarında azot içeriğini çalışmamızda belirlenen değerlerden daha düşük (%1-1,2 arasında) bulmuşlardır. Bu durumun besin maddesi içeriklerinin fidan yaşından etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Landis,

1985). Zira Güner ve ark.'ın (2008) bildirdiği değerler iki vejetasyon dönemi geçirmiş karaçam fidanlarına aittir.

Fosfor içeriğinin çam fidanlarında %0,16-0,18'in altına düşmesi besin yetersizliği olarak görülmektedir (Proe, 1994). Çalışmamızda uygulanan K dozlarındaki artış her ne kadar fidanların fosfor içeriğinde azalmaya sebep olsa da fosfor için yetersizliğe yol açmamıştır. Fosforun fazlalığı ise Ca, Cu ve Mn gibi elementlerin daha az alınmasına yol açabilir; ancak bu durum fosfor içeriğinin %1'den yüksek olması durumunda söz konusu olmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998). Proe (1994) kalsiyumun %0,06, bakırın ise 3 ppm'in altına düşmesinin fidanlarda noksanlık olarak değerlendirilebileceğini bildirmektedir. Çalışmamızdaki Ca içeriklerinin verilen bu değerlere göre oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Bakır içeriği ise 23 ppm K işlemi hariç diğer bütün işlemlerde 3 ppm sınırının oldukça üzerinde belirlenmiştir. Çalışmamızda fidanlarda belirlenen fosfor miktarı en fazla %0,6 civarında olduğundan Ca ve Cu elementlerin alımına olumsuz yönde etki etmediği anlaşılmaktadır. Diğer yandan bakırın toksik sınırı olarak *Picea sitchensis* fidanları için belirlenen 88 ppm değerine göre (Burton ve Morgan, 1983), çalışmamızdaki fidanların bakır içeriğinin toksik etki düzeyinin altında olduğu anlaşılmaktadır.

Magnezyum içeriğinin çam fidanlarında %0,07-0,10'un genel olarak altına düşmemesi istenilmektedir (Proe, 1994). Çalışmamızda belirlenen değerler yetersizlik sınırının oldukça üzerindedir. Diğer yandan potasyum miktarındaki artışla fidanların Mg içeriklerinin bir miktar artması durumu ise hidrasyon suyunun fazlalığı nedeniyle Mg'nin hücre duvarlarındaki değişim bölgelerinde nispeten daha güçsüz bağlanmasına dayanan bu iki element arasındaki antagonizmadan kaynaklanabilir (Kacar ve Katkat, 1998).

Sodyum içeriği Güner ve ark. (2008) tarafından 2 yaşındaki karaçam fidanlarında gövde kısmı için 180-200 ppm, kök kısmı için ise 327-441 ppm olarak bulunmuştur. Bu değerler çalışmamızda gövde için bulunan değerlerden yüksek olup kökte 0 ppm, 23 ppm ve 47 ppm K uygulanan işlemlerin değerlerinden ise düşüktür. Sodyum içeriklerindeki farklılıklar yine fidan yaşlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Sodyum ve potasyum benzer çap ve iyon hidrasyon enerjisine sahip olmaları nedeniyle bitki hücrelerine girişte rekabet ederler. Sodyumun besin ortamında artırılması bitkinin potasyum alımını azaltır. Ancak sodyum ve potasyum arasındaki bu rekabetin meydana gelebilmesi için her iki iyonun da yüksek konsantrasyonlarda olması gereklidir (Zang ve ark., 2010).

Çalışmamızda potasyum konsantrasyonu arttırıldığından fidanların kök ve gövde kısımlarının sodyum içerikleri önce azalmış, sonrasında hafif bir artış göstermiş, son olarak ise tekrar azalmıştır. Bu artma ve azalmaların K/Na oranındaki değişimlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Gezgin ve Hamurcu, 2006).

Proe (1994), çam fidanlarının ibreleri için demir içeriğinin 20-40 ppm arasında değiştiğini bildirmektedir. Güner ve ark. (2008) ise 2 yaşındaki karaçam fidanları için demir içeriğini gövdede 223-378 ppm, kökte ise 672-1791 ppm arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızda belirlenen demir içerikleri Proe (1994) tarafından bildirilen değerlerden oldukça yüksektir. Ancak Güner ve ark.'nın (2008) bulgularına oldukça yakın olup sadece gövde kısmının demir içerikleri bir miktar yüksektir. Demir alımının potasyum ile ilişkili olduğu potasyumun artmasıyla demirin daha az alındığı bildirilmektedir (Çakmak 2005). Ancak çalışmamızda potasyum alımının demir alımını arttırdığı belirlenmiştir. Bu durumun fidanların potasyum içeriklerinden ziyade fosfor içeriklerindeki farklılıklarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Kacar ve Katkat, 1998).

Bakırın çam fidanlarında 3-5 ppm arasında bulunması yeterli görülmektedir (Proe 1994). Karaçam fidanlarında Güner ve ark. (2008) gövdede 3-6 ppm, kökte ise 7-12 ppm arasında bakır belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise gövde bakır içeriği 3-10 ppm, kök bakır içeriği 11-15 ppm arasında olup, buradaki kısmi farklılığın muhtemelen fidan yaşlarındaki farklılıklardan kaynakladığı düşünülmektedir.

Çam fidanları için yeterli olabilecek mangan konsantrasyonu 20-40 ppm olarak verilmektedir (Proe, 1994). Güner ve ark. (2008) ise mangan içeriğini 2+0 karaçam fidanlarında gövdede 127-199 ppm ve kökte 77-161 ppm olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda belirlenen Mn içerikleri Proe 'nin (1994) verdiği değerlere yakın, Güner ve ark.'nın (2008) değerlerinden ise düşük bulunmuştur. Potasyumun, kalsiyum ve magnezyum ile birlikte bitkilerde Mn alımını düzenlenmesindeki etkisi (Fageria, 2001) dikkate alındığında, Mn içeriğinin kök ve gövdede potasyum alımı ile azalması bu iki elementin arasında antagonistik ilişki olabileceğine işaret etmektedir. Potasyumun az alınması durumunda fidanların gövde kısmının Mn içeriğinin 120 ppm seviyesine çıkması ile fidanların bodurlaşması ve kuruması bu elementin toksik etki yapmış olabileceğini göstermektedir (Turan ve Horuz, 2012). Mn içeriğinin 40 ppm'nin altına düşmesi fidanlarda noksanlık sınırı olarak değerlendirilmektedir (Proe, 1994). Çalışmamızda Mn içeriğinin özellikle 35 ppm K işleminden daha



yüksek dozlarda 40 ppm'nin altına düştüğü tespit edilmiştir. Bu durum yüksek miktarda potasyum gübrelemesinin fidanlarda Mn noksanlığına neden olabileceğini göstermektedir.

#### 4.2. Potasyumun fidan gelişimine etkisi

Fidanlarda kök boğazı çapı ve fidan boyu, fidan kalitesi hakkında bilgi veren en temel özelliklerin başında gelmektedir (Genç ve ark., 1999). Toprak ve ark. (2016), karaçamalarda fidan boyunun arazide tutma başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, fidan çapının yaşama yüzdesini etkilemediğini ortaya koymuşlardır. Anon'a (1988) göre 1 yaşındaki fidan boyu 1. sınıf fidanlarda 6 cm; 2. sınıf fidanlarda ise 5 cm'den az olmamalıdır. Çalışmamızda 23 ppm K işleminden elde edilen fidanlar Anon'a (1988) göre 1. sınıfa ve 0 ppm K hariç diğer işlemlere ait fidanlar 2. sınıfa girerken 0 ppm K işlemi uygulanan fidanlar standardın altında kalmıştır. Anon'da (1988) fidanlar sadece boy bakımından sınıflandırılmamakta, fidan kalitesinin belirlenmesinde boy, çap ile birlikte değerlendirilmekte ve bir fidanın kaliteli sayılması için en az 2 mm kök boğazı çapına sahip olması gerekmektedir. Ancak çalışmamızda en yüksek çap 1,22 mm bulunmuş olup uygulanan işlemlerin kaliteli fidan üretimi için yeterli gelmediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Yer'in (2011) Eskişehir Orman Fidanlığında yaptığı çalışmada fidan yastıklarında yetiştirilen 1+0 yaşlı Ahırdağı orjinli karaçamalarda ortalama fidan boyu 7,9 cm, fidan çapı ise 1,03 mm bulunmuş olup çalışmamızda elde edilen fidanlardan daha uzun, fakat daha ince çaplıdır. Karaçam fidanlarının 12 cm'den daha uzun olması durumunda arazide daha iyi tutma başarısı gösterdiği (Toprak ve ark., 2016) ve kaliteli fidan sayılabilmesi için 2 mm kök boğazı çapına sahip olması gerektiği (Anon, 1988) dikkate alındığında çalışmamızda elde edilen fidanların 2+0 yaşında standartları karşılayabileceğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte çalışmamızda üretilen fidanların arazide yaşama ve büyüme durumlarının da araştırılması gerekmektedir.

Fidan boyunun potasyumdan ziyade azottan etkilendiği yönünde araştırmalar mevcuttur (Öztürk 2013; Gürlevik ve Mercan, 2017). Ancak Akgül (1985) karaçam fidanlarında, Daşdemir ve ark. (1997) sarıçam fidanlarında boy büyümesinin azot uygulamasından etkilenmediğini bildirmektedir. Erdoğan (2003) ise karaçam fidanlarında azotun fosfor ve potasyumla birlikte uygulanması durumunda fidanlarda çap ve boy gelişimini arttırdığını bulmuştur. Diğer yandan sedirde mikro elementlerin de fidan boyunu arttırdığı ortaya konulmuştur (Gürlevik ve Kurtaran, 2018). Çalışmamızda fidan boyunun 23 ppm K işlemiyle en yüksek bulunması, bu işlemde azot ve fosfor

içeriğinin diğer işlemlerden daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 1 ve Tablo3). Tablo 1 ve Tablo 3'te görüldüğü gibi, fidanlarda azot ve fosfor içeriğinin nispeten sabit olduğu 47, 100 ve 150 ppm K işlemlerinde fidan boyları potasyum alımı ile 5,15 cm'den 5,57 cm'ye yükselmiştir. En düşük potasyum alımının gerçekleştiği 0 ppm K işlemi ise daha yüksek miktarlarda azot ve fosfor olmasına rağmen en kısa fidan boyları bu işlemde bulunmuştur. Bu durum karaçamda potasyumun boy gelişimini arttırdığını, ancak azot ve fosforun potasyumla birlikte uygun miktarlarda olması durumunda daha boylu fidanlar elde edilebileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda en kalın kök boğazı çapı, fidan boyunda olduğu gibi, 23 ppm K işlemiyle bulunmuş olup bu durum potasyumun uygun oranlarda fosfor ve azot ile birlikte alınmasından kaynaklanabilir. Çünkü karaçam fidanlarında N/P oranındaki artış çap ve boy gelişimini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Deligöz, 2007). Ayrıca Cu alımına bağlı olarak fidan boyu ve çapı azalmıştır. Gürlevik ve Kurtaran (2018) da toprak veya yapraktan mikro element gübresi verilen sedir fidanlarında gübre verilmeyenlere oranla fidan boylarını daha kısa bulmuş, Cu içeriğinin 12 ppm'den 11 ppm'ye düşmesiyle fidan boyunun 9,6 cm'den 12,1 cm'ye yükseldiğini belirlemişlerdir. Sheldon ve Menzies (2005), Cu alımının artmasıyla bitki köklerinde kutikula ve meristem tabakalarının zarar gördüğünü, kılcal kök oluşumunun azaldığını ortaya koymuştur. Nitekim çalışmamızda da Cu alımına bağlı olarak yan kök sayısı, fidan boyu ve çapı azalmıştır. Yan kök sayısındaki azalma fidan köklerinin beslenme yapan yüzey alanını azaltmış olduğundan, bunun çap ve boy gelişiminin azalmasına yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

Potasyum alımı yan kök oluşumu üzerinde olumlu etki göstermiştir. Bitkilerde yan kökler oksin hormonunun kökte perisikl tabakasındaki bir grup hücreyi uyarmasıyla oluşmaktadır (Fukaki ve ark., 2007; Kacar ve ark., 2013). Potasyum bitkilerde birçok enzimi aktive eder. Fotosentezde, fotosentez ürünlerinin taşınmasında ve protein sentezinde kullanılır. Hücre turgorunu sağlayarak hücrenin bölündükten sonra büyümesinde rol alır. Potasyumun yetersiz olması durumunda kök büyümesi durabilirken yüksek potasyum seviyelerinde daha fazla ince kök gözlemlendiği bildirilmektedir (Fageria ve Moreira, 2011). Çalışmamızda potasyum içeriği ile birlikte yan kök sayısındaki artış, oksin hormonuna karşı fidanların yeni yan kök oluşturarak tepki göstermesinden kaynaklanmış olabilir (Torrey, 1986). Diğer yandan bu artış, potasyumun oksin hormonunun oluşumunda veya köklere taşınmasındaki etkisi ile de ilişkili olabilir (Kacar ve

Katkat, 1998). Çalışmamızda 150 ppm K uygulanan fidanların yan kök sayısı 100 ppm K uygulanan fidanlardan daha az bulunmuştur. Bu durum manganın daha az alınmasının köke yeterince karbonhidrat taşınmaması ve kök hücrelerinin uzamasını engellemesinden kaynaklanabilir (Kacar ve Katkat, 1998). Ayrıca mangan noksanlığında oksin hormonunun oksidasyonunun azalması da bu durumun bir diğer sebebi olabilir (Turan ve Horuz, 2012).

Anon'e (1988) göre, gövde/kök oranı 3/1'den az olan fidanlar 1.sınıf, 3/1'den 4/1'e kadar olan fidanlar ise 2. sınıf olarak tanımlanmıştır. Bu oran kurak yörelerde yapılan ağaçlandırmalar için oldukça önemli bir kriter olup, 3'ün altında olması gerekmektedir (Genç ve ark., 1999). Çalışmamızda uygulanan bütün işlemlerde gövde/kök oranı 1. sınıf fidan grubuna girmektedir. Gövde/kök oranının düşük olması daha fazla köke sahip fidan anlamına gelmektedir. Uyguladığımız işlemlerin gövde/kök oranı, kök uzunluğu ve kök kütlesi üzerine etkisi olmamasına rağmen, yan kök sayısının potasyum alımına bağlı olarak önemli oranda artması durumu ilginçtir. Hawkesford ve ark.'na (2012) göre bitkilere verilen azot miktarı arttıkça yan kök oluşumu azalmaktadır. Çalışmamızda da azot içeriğinin yüksek olduğu işlemlere ait fidanların yan kök sayısı daha az bulunmuştur. Bu durum, azot beslenmesindeki artışın gövde büyümesini arttırması, böylece gövde gelişiminin kök gelişimini duraklatmasından kaynaklanabilir (Deligöz, 2007).

Potasyumun tarım bitkilerinde yatmayı önlediği bildirilmektedir. Çalışmamızda da fidanların potasyum içeriğinin belirli bir seviyeye kadar arttığında kök boğazı çapının da arttığı, ancak daha sonra bir miktar azaldığı belirlenmiştir. Çapın kalınlaşması, sklerankima hücrelerinin miktarı ile birlikte hücre duvarlarının potasyumun etkisiyle daha fazla kalınlaşmasından kaynaklanabilir (Kacar ve Katkat, 1998).

## 5. Sonuç ve Öneriler

Fidanlıklarda fidanların besin elementi içeriklerinin değerlendirilmesinde fidanların yaşı mutlaka dikkate alınmalıdır. Zira fidan yaşına bağlı olarak besin maddesi içeriği değişebilmektedir.

Çalışmamızda fidan boy ve çap değerlerinin en yüksek 23 ppm, en fazla yan kök sayısının elde edildiği işlemin de 100 ppm potasyum dozu olduğu görülmektedir.

Potasyum beslenmesi karaçam fidanlarında fidan kalitesi, gövde/kök ağırlığı ve kök uzunluğunu etkilememiş olmakla birlikte, fidanlarda çap, boy ve yan kök sayısını arttırmıştır. 1+0 yaşlı karaçam fi-

danlarında çap ve boy gelişimi bakımından en uygun gövde potasyum içeriği %0,87 bulunmuş olup bu oranın %1,1 seviyelerine çıkartılması yan kök sayısını daha da arttırabilir. Ancak daha fazla potasyum uygulamasının azot ve Mn beslenmesinde olumsuzluğa yol açabileceği dikkate alınmalıdır.

Fidanlıklarda belirli periyotlarla fidan örneklerinin analizleri yaptırılmalı ve potasyum seviyesinin %0,87'nin altına düşürülmeyecek şekilde gübreleme yapılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca fidan gövdesinin Mn içeriğinin 35-77 ppm arasında tutulması Mn zehirlenmesinin önlenmesi bakımından önemlidir. Mangan içeriğinin 120 ppm'ye çıkması 1+0 yaşlı karaçam fidanlarında kuruma ve bodurlaşmaya yol açabilir. Bu durumda uygulanan potasyum gübresinin arttırılmasıyla fazla Mn alınmasının önüne geçilebilir.

Kök yapısı iyi gelişmiş fidan elde edilmesi için potasyumun yanı sıra bakır, çinko ve mangan beslenmesinin izlenmesinin de faydalı olacağı düşünülmektedir. Fidanlarda uygun miktarda besin maddesi içeriği elde edebilmek için uygulanması gereken gübre dozları araştırmalarla ortaya konulmalıdır. Ayrıca kök yapısı yoğunluğunun fidanlarda kuraklığa dayanıklılık üzerindeki etkilerinin de araştırılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Çalışmada laboratuvar analizleri için destek sağlayan Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü ile sera ve materyal temin eden Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Akgül E, 1985. Bazı Fidanlıklarda Karaçamın (*Pinus nigra* Arnold) Ekimi Sırasında Toprağa Verilen Azotlu ve Fosforlu Gübrelerin Fidan Gelişimine Olan Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 136, Ankara, 81s

Alptekin CÜ, İmal B, 2010. Kurak ve Yarı Kurak alanlarda Fidan Üretimine Genel Bir Bakış. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: II, 792-803

Anon, 2017. Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikler.

<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx>, (Ziyaret tarihi: 19.01.2019)

Anon, 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları, TS 2265/Şubat 1988, TSE Başkanlığı, Ankara

Aulakh MS, Malhi SS, 2005. Interactions of nitrogen with other nutrients and water: – Effect on crop yield and quality, nutrient use efficiency, carbon sequestration and

- environmental pollution. In: Sparks D.L. (Eds.) *Advances in Agronomy*, Academic Press, San Diego, California, pp. 341-409
- Battie-Laclau P, Laclau JP, Domec JC, Christina M, Bouillet JP, Piccolo MC, Gonçaves JLM, Moreira RM, Krusche AV, Bouvet JM, Nouvellon Y, 2014. Effects of potassium and sodium supply on drought-adaptive mechanisms in *Eucalyptus grandis* plantations. *New Phytologist*, 203: 401-413
- Bolat İ, Kara Ö, 2017. Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik ve Fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(1): 218-228, Haziran 2017
- Burton KW, Morgan E, 1983. The influence of heavy metals upon the growth of sitka-spruce in South Wales forests. *Plant and Soil* 73: 327-336
- Çakmak İ, 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168: 521-530
- Çepel N, 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3886, İstanbul, 536s
- Deligöz A, 2007. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-fizyolojik Özelliklerin Dikim Başarısına Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 279s
- Deligöz A, 2012. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) Fidanlarında Sonbahar Gübrelemesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi* 8(1): 1-9
- Daşdemir İ, Güven M, Güler S, 1997. Doğu Anadolu Bölgesinde Sera Koşullarında Tüplü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidan Üretim Tekniği ve Denemesinin Fidanlık Aşaması Sonuçları. Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Rapor No: 2, Erzurum, 39s
- Erdoğan H, 2003. Elazığ Orman Fidanlığı'nda ticari gübrelerin karaçam fidanlarının (tohumdan yetiştirilen) gelişmeleri üzerine olan etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 79s
- Fageria VD, 2001. Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition* 24(8): 1269-1290
- Fageria NK, Moreira A, 2011. The Role of Mineral Nutrition on Root Growth of Crop Plants. In: Sparks D L (Ed), *Advances in Agronomy*, Burlington: Academic Press, pp. 251-331
- Fukaki H, Okushima Y, Tasaka M, 2007. Auxin-Mediated Lateral Root Formation in Higher Plants. *International Review of Cytology*, 256: 111-137
- Genç M, Güner T, Şahan A, 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Karaçam Fidanlarında Morfolojik incelemeler. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 (Ek Sayı 2): 517-525
- Gezgin S, Hamurcu M, 2006. Bitki Beslemede Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimin Önemi ve Bor İle Diğer Besin Elementleri Arasındaki Etkileşimler. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20 (39): 24-31
- Gülsoy S, Cinar T, 2019. The relationships between environmental factors and site index of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Demirci (Manisa) district, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(1):1235-1246
- Güner ŞT, Çömez A, Karatş R, Genç M, 2008. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri İle Dikim Başarısına Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Çeşitli Yayınlar Serisi No: 1, Eskişehir
- Gürlevik N, Mercan M, 2017. Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri. *Türkiye Ormancılık Dergisi* 18(1): 21-29
- Gürlevik N, Kurtaran A, 2018. Çıplak Köklü Toros Sediri Fidanlarının Beslenmesi ve Gelişimi Üzerine Azot ve Mikroelement Gübrelerinin Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22(1): 353-363
- Hawkesford M, Horst W, Kichey T, Lambers H, Schjoerring J, Skrumsager I, White M, White P, 2012. Functions of Macronutrients. In: Marschner P (Ed.), *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, USA, pp. 135-189
- Kacar B, 1986. Gübreler ve Gübreleme Tekniği, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 20, Ankara, 473s
- Kacar B, İnal A, 2010. Bitki Analizleri, Nobel Yayınevi Yayın No: 1241, Ankara, 892s
- Kacar B, Katkat V, 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, Vıpaş Yayın No: 3. 595 s, Bursa
- Kacar B, Katkat V, Öztürk Ş., 2013. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınevi, Yayın No:608, Fen Bilimleri No: 57, Ankara, 556s
- Landis TD, 1985. Mineral Nutrition As An Index of Seedling Quality. Duryea, M. L. (ed.). 1985. Proceedings: Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Workshop held October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis
- Menes PA, Mohammed GH, 1995. Identifying the root collar on forest tree seedlings. *The Forestry Chronicle*, 71(3): 304-310
- Narhoğlu MH, 2015. Konya Kapalı Havzasında Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Çalışmalarının Değerlendirme Raporu. ÇEM Genel Müdürlüğü Yayını,

Ankara, 431s

Proe MF, 1994. Plant Nutrition. In: Aldhous JR, Mason WL(Eds.), Forest Nursery Practise, Forestry Comission Bulletin 111, London, pp. 37-65

Öner N, Eken Ö, 2014. Yarıkurak Bölgelerde Erozyon Kontrolü Amaçlı Yapılan Ağaçlandırma Çalışmaları: Çankırı-Alakır Ağaçlandırması Örneği. Havza Yönetimi Sempozyumu, Uygulamalar, Politikalar ve Yeni Yaklaşımlar, 10-12 Eylül 2014, Bildiriler Kitabı, Çankırı, pp. 574-579

Öztürk A, 2013. Tepe Budaması ve Gübrelemenin Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.), Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Türlerinin Form Gelişimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 62s

Rowan JS, 1987. Effects of Potassium Fertilization In The Nursery On Survival And Growth Of Pine Seedlings In The Plantation. Georgia Forest Research Paper, February 68, Georgia Forestry Comission Research Division.

Sheldon AR, Menzies NW, 2005. The effect of copper toxicity on the growth and root morphology of Rhodes. *Plant and Soil* 278:341-349

Torrey JG, 1986. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. In: Lackson

MB (Ed.), New Root Formation in Plants and Cuttings, Martinus Nijhoff Publishers, UK, pp. 31-66

Toprak B, Yıldız O, Sargıncı M, Güner ŞT, 2016. Kök Boğazı Çapı ve Fidan Boyunun Karaçam (*Pinus nigra*), Toros Sediri (*Cedrus libani*) ve Saçlı Meşe (*Quercus cerris*) Fidanlarının Yarı-Kurak Sahalardaki Tutma Başarısına Etkisi. *Ormanlık Dergisi* 12(1): 105-111

Turan M, Horuz A, 2012. Bitki Beslemenin Temel İlkelere. In: Kahraman MR (Ed.), Bitki Besleme, Ankara, pp.123-345

Yahyaoğlu Z, Genç M, 2007. Kalite Sınıflamasında Kullanılan Özellikler ve Tespiti. Ed. Yahyaoğlu Z, Genç M, Fidan Standardizasyonu, SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 75, 355-465, Isparta




Yer EN, 2011. Eskişehir Orman Fidanlığındaki Çıplak Köklü ve Tüplü Bazı Orman Ağacı Fidanlarında Fidan Gelişim Dönemlerinin Belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 170s

Wang M, Zheng Q, Shen Q, Guo S, 2013. The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *International Journal of Molecular Science* 14: 7370-7390

Zang JL, Flowers TJ, Wang SM, 2010. Mechanisms of sodium uptake by roots of higher plants. *Plant Soil* 326:45-60

## Orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadelede EFRICAD ekipmanı kullanımının maliyet analizi

Cost analysis of EFRICAD equipment used for weed control in the forest nurseries

Emre GÖKSU<sup>1</sup>   
Salih PARLAK<sup>2</sup>   
Zülfü BOZA<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü, İzmir

<sup>2</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi,  
Bursa

**Sorumlu yazar** (*Corresponding author*)

Emre GÖKSU  
emregoksu@ogm.gov.tr

**Geliş tarihi** (*Received*)

19.12.2018

**Kabul Tarihi** (*Accepted*)

22.02.2019

**Atıf** (*To cite this article*): GÖKSU, E., PARLAK, S., BOZA, Z. (2019). Orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadelede EFRICAD ekipmanı kullanımının maliyet analizi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 87-95.

DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.499203>

### Öz

Geniş bir yüz ölçümüne sahip orman fidanlıklarında yabancı otlarla etkin mücadele yapılabilmesi modern mekanizasyon tekniklerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, geliştirilen EFRICAD (Ege Forestry Research Institute Computer Aided Design) ekipmanı ile yastıklarda fidan sıra aralarının kolay ve hızlı bir şekilde ilaçlanarak yabancı otlarla çok daha ekonomik ve etkili bir mücadelenin yapılması hedeflenmiştir. Günümüzde orman fidanlıklarında kullanılan bu tür çekilebilir tip yastık ilaçlama ekipmanı bulunmamaktadır. Bu bağlamda Muradiye (Manisa) Orman Fidanlık Şefliği'nde denemeleri gerçekleştirilen EFRICAD ekipmanının maliyet analizi yapılmış ve geleneksel mücadele yöntemlerinin maliyetleri ile karşılaştırılarak sağladığı ekonomik getiriler hesaplanmıştır. Fidanlık üretim programında yer alan 50 dekar (da) alanda 1+0 yaşındaki çıplak köklü fidanların bulunduğu yastıklarda yabancı otlarla mücadelede EFRICAD ekipmanı kullanılarak gerçekleşen maliyetlere kıyasla Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından belirlenen maliyetlerin 11,94 kat; yöresel koşullara göre belirlenen maliyetlerin ise 12,56 kat fazla olduğu saptanmıştır. EFRICAD ekipmanının orman fidanlıklarında kullanılması ile işletme kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde yönetilmesi sağlanarak fidan yastıklarındaki yabancı otlarla mücadelenin daha ekonomik olarak gerçekleştirilebileceği ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Orman fidanlıkları, yabancı otlar, yastık ilaçlama ekipmanı, maliyet analizi

### Abstract

In the forest nurseries with a large area, the effective weed control necessitates the use of modern mechanization techniques. In this study, we aimed at fighting against the weeds in seedbeds easily and quickly and in a more economical and effective way with the development of EFRICAD (Aegean Forestry Research Institute Computer Aided Design). There is no such a trailer type-seedbed spraying equipment that is used in the forest nurseries today. In this context, the EFRICAD equipment was tested in the Muradiye (Manisa) Forest Nursery, and cost analysis was performed and by comparing the cost of existing control methods, the economic returns of the equipment were calculated. Results of the plot application in a 50-decare (da) area in the nursery production program showed that the costs calculated in nursery for weed control on 1+0 year old bare-root seedlings, were 11.94 times higher in General Directorate of Forestry (GDF) unit prices and 12.56 times higher in local market conditions than the use of EFRICAD equipment. As a result, we suggest that using EFRICAD equipment on seedling beds in the forest nurseries for weed control will provide more efficient and productive results.

**Keywords:** Forest nurseries, weeds, seedbed-spraying equipment, cost analysis



Creative Commons Atıf -  
Türetilemez 4.0 Uluslararası  
Lisansı ile lisanslanmıştır.



## 1. Giriş

Türkiye’de ağaçlandırma, rehabilitasyon ve yanan orman alanlarının ağaçlandırılması faaliyetlerinde kullanılan fidanların üretiminin hemen hemen tamamı OGM tarafından işletilen 3.264 ha alana kurulu ve kapasitesi 322,2 milyon adet/yıl olan 131 orman fidanlığında yapılmaktadır (Anonim, 2018). Fidanlıklarda yabancı otlarla mücadele mekanik ve kimyasal olmak üzere iki farklı yöntemle yapılabilmekte, yaygın olarak mekanik mücadele yöntemi uygulanmaktadır. Fidanların çimlenmeye başlamasıyla birlikte yastıklarda yabancı otlar da belirmeye başlamakta ve bu aşamada yapılan bir müdahale otların kökünden alınmasını mümkün hâle getirmektedir (Alkan, 2003). Türkiye’de gerek devlet gerekse özel sektörün işlettiği fidanlıklarda mekanik yöntemler uygulanarak çok sayıda işçi kullanılmasına rağmen, fidanlar çoğunlukla otlar içinde kaybolmakta, fidan gelişimi büyük ölçüde zayıf kalmaktadır. Hatta büyük fidanlıklarda parselin bir ucu temizlenirken diğer ucu otla kaplanmaktadır. Bazen sonuncu parseli sıra gelene kadar fidanlar gelişme kaybına uğramaktadır. Bu arada otların kökleri de daha derinlere gittiğinden çıkarma esnasında fidanlar büyük zarar görmekte ve sararmalar meydana gelmektedir. Küçük fidanlarda ise çoğu defa özellikle acemi işçilerin körpe fidanları otlarla birlikte çıkardıkları da gözlenmektedir (Ürgeç, 1998).

Literatürde orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadele çalışmalarında ekipman kullanımı ile ilgili çalışmalara çok az rastlanılmıştır. İter ve ark. (1988), orman fidanlıklarında fidan üretim sürecindeki iş ögelerinin yapılmasında kullanılan makine ve iş gücü ile yürütülen işlemlerin birim zamanları ve maliyetlerini hesaplamışlardır. Türkiye’deki çeşitli fidanlıklarda yapılan ölçümlerde maliyetlerin her bir fidanlık için farklı olduğu görülmüştür. Alkan (2003) ise fidanlık yöneticilerinin %87,5’inin ot alma giderlerinin fidan maliyeti üzerindeki payını çok önemli bulduğunu belirterek fidanlıklarda makinelik çalışmanın hem maliyetler hem de verimlilik bakımından insan gücüne göre daha avantajlı sonuçlara neden olduğunu vurgulamıştır. Acar ve ark. (2004), devlet orman fidanlık işletmelerinde maliyet yönetiminin etkin şekilde uygulanabilirliği üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında en önemli maliyet unsurunun işçilik giderleri olduğunu belirterek işlem maliyetlerinin önem sıralamasında iş gücünün yoğun bir şekilde kullanıldığı ot alma giderlerinin ilk sırada yer aldığını ortaya koymuşlardır. Kavgacı ve ark. (2018) da fidanlıklarda yabancı otlarla mücadele yöntemlerinin belirlenmesi ve kullanılan yöntemlerin fidanlık maliyetlerine katkılarının araştırılması

amacıyla Eğirdir (Isparta) ve Antalya Orman Fidanlıklarında yaptıkları çalışmalarında, pulvarizatörle herbisit uygulamasının elle ot alma ve solarizasyon yöntemlerinden daha ekonomik olduğunu belirtmişlerdir.

Tüm işletmelerde olduğu gibi fidanlık işletmelerinin de amaçlarından biri, sahip olduğu üretim ögelerini etkin ve verimli bir şekilde kullanarak en fazla net geliri elde etmektir. Bu amaca ulaşmak için fidan üretiminde en önemli gider kalemlerinden birini oluşturan yabancı otlarla mücadelede maliyetlerin düşürülmesi ile birlikte fidanlıklarda ot alımlarının ve fidan bakımlarının zamanında yapılması sağlanarak yabancı ot rekabetinin erken dönemde engellenmesi ve daha kaliteli fidan yetiştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla fidanlıklarda yabancı otlarla daha etkin ve ekonomik bir mücadele yapılması maksadıyla yastıkta yetiştirilen fidanlarla rekabete girerek büyüme ve kalitesini olumsuz etkileyen yabancı otlarla kimyasal yoldan mücadele edilmesi ve yapılacak mücadelenin yetiştirilen fidanlara zarar vermeden yastıkların ilaçlanmasına imkân verecek bir ekipmanın geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada, devlet orman fidanlıklarında fidan sıra aralarında bulunan yabancı otların sökülmesi için işgücü, ilaçlanması için ise çekilebilir tip ekipman olmak üzere iki farklı mücadele yöntemi uygulanmış ve maliyet unsurları karşılaştırılmıştır (Boza ve ark., 2017).

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma konusu makinenin imalatı Muradiye Sanayi Bölgesinde (MSB) gerçekleştirilmiş, denemeler ise Manisa ili Yunussemre ilçesi, Muradiye Mahallesi sınırları içerisinde yer alan İzmir Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı Muradiye Orman Fidanlık Şefliği’nde yapılmıştır. Türkiye’deki en fazla çıplak köklü orman fidanı yetiştirme kapasitesine sahip ve en büyük orman fidanlıklarından biri olan Muradiye Orman Fidanlık Şefliği’nin genel alanı 1.009 da ve rakımı 27 m olup 38°38’K ve 27°17’D koordinatlarında yer almaktadır. Yıllık fidan üretim kapasitesi 5.000.000 adet/yıl olup yaklaşık 3.100.000 adedini ekim yastıklarındaki çıplak köklü ve 1+0 yaşında olan fıstıkçama, kara servi, yalancı akasya, çınar ve diğer yapraklı türler oluşturmaktadır (Boza ve ark., 2017).

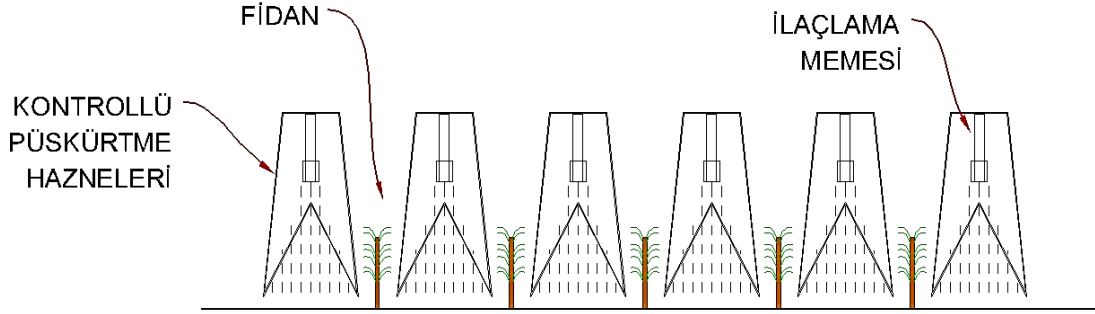
Denemelerin bu fidanlıkta yapılmasında ekipman yapım maliyetlerinin fidanlık alanına en yakın sanayi bölgesi olan MSB’de düşük olması, gerek üretim-montaj aşamalarında gerekse ekipmanı geliştirme aşamasında yapılacak değişikliklere müdahale etme olanağının bulunması ve böylece

fidanlıkta yapılan denemelerin aksatılmadan yürütülmesi gibi faktörler etkili olmuştur.

## 2.2. EFRICAD ekipmanını geliştirmede kullanılan materyaller

EFRICAD ekipmanının çalışma prensibi, sade-

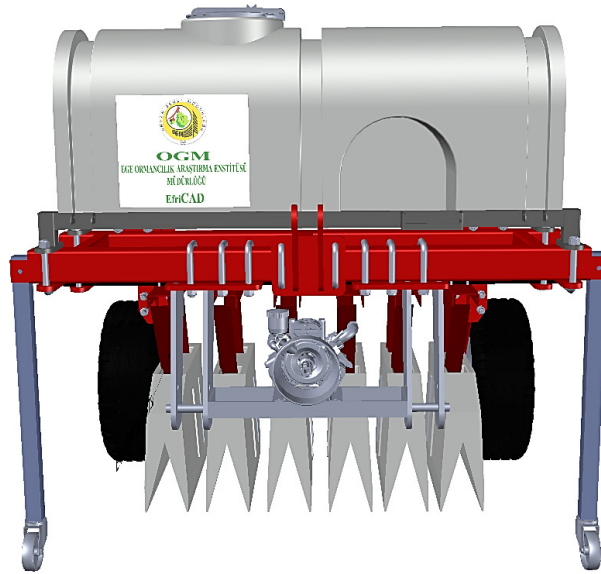
ce fidan sıra aralarındaki yabancı otları ilaçlayıp öldürmeye yönelik olarak tasarlanmıştır (Şekil 1). Ekipmanın imalatı; oluşturulan tasarımların teknik çizimleri, üretici firmayla yapılan mühendislik çalışmaları, benzer ekipmanların incelenmesi, fidanlıkta yapılan denemeler ve ölçümler sonucu gerekli değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. EFRICAD ekipmanının tasarımında kullanılan ilaçlama prensibi  
Figure 1. Spraying principle used for designing the EFRICAD equipment

Çalışmaya konu olan makinenin teknik çizimleri ve hesaplamaları proje ekibi tarafından yapılmıştır. Ekipman parçalarının iki boyutlu çizim ve 3D modellerinde AutoCAD3D deneme sürümü kullanılmıştır (Şekil 2). CAD (Computer Aided Design) yazılımı, iki boyutlu ve üç boyutlu çizim, modelleme ve sunum yapabilme yeteneğine sahip bilgisayar destekli bir yazılımdır. Ayrıca gerek duyulduğunda

veri dönüştürme, malzeme kütüphanesi, veri alışverişi ve görselleştirme desteği için deneme sürümü bilgisayar programları kullanılmıştır. AVI (Audio Video Interleaved) uzantılı videoların düzenlenip yönetilmesi ve yeniden sunuma hazırlanmasında deneme sürümü multimedya programlarından faydalanılmıştır (Boza ve ark., 2017).



Şekil 2. EFRICAD ekipmanı tasarımı teknik çiziminin önden görünümü  
Figure 2. Front view of technical drawing of the EFRICAD equipment design

### 2.3. Yabancı otlarla mücadelede iş gücü ve ekipman masraflarını hesaplama yöntemi

Yabancı otlarla mücadelede iş gücü masraflarının hesaplanmasında 2016 yılı için OGM tarafından belirlenen işçi çalışma zamanı (İÇZ) ve işçi birim maliyeti (İBM) kullanılmıştır. Yöresel koşulların dikkate alınmasıyla oluşturulan iş gücü masraflarını hesaplamada ise zaman etüdü yöntemi kullanılarak elde edilen İÇZ ile İBM'nin çarpımı sonucu birim fiyatlar (TL/da) bulunmuştur (Boza ve ark., 2017).

EFRICAD ekipmanı için OGM tarafından herhangi bir standart zaman ve birim maliyet belirlenmediği için bu değerler ayrıca hesaplanarak elde edilen bulgular birim fiyat analizlerinde kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan İBM, traktör birim maliyeti (TBM) ve geliştirilen ekipmana ilişkin maliyet hesaplamaları içerisinde genel üretim giderleri de yer almaktadır.

Birim fiyatın hesabı aşağıda belirtilen Formül 1'e göre bulunmaktadır:

$$BF = BM \times SZ \quad \text{Formül (1)}$$

BF = Birim fiyat (TL/da),

BM = Yapılan işe ait saatlik birim maliyet (TL/sa.),

SZ = Yapılan işe ait işçi veya makine standart çalışma zamanı (sa./da) ile gösterilmektedir.

Muradiye Orman Fidanlık Şefliği'nde 2016 yılı için bir vejetasyon döneminde 50 da alanda 1+0 yaşında çıplak köklü fidan üretimi yapılmaktadır. Yapılan denemeler sonucu ortaya çıkan iş gücüne ve EFRICAD ekipmanına ait birim fiyatlar ve 50 da alan için oluşan masraflar karşılaştırılmıştır.

#### 2.3.1. İş gücü masraflarının hesaplama yöntemi

Çalışmada OGM'nin belirlediği iş gücü ile yapılan yabancı otlarla mücadelede, "direk malzeme giderleri (bağ bıçağı, eldiven, ot toplama sepeti)" ve "ücret ve maaş giderleri" toplamı maliyet hesaplamasında dikkate alınmıştır. İşçilik ücretinde 2016 yılına ait OGM birim fiyatları, diğer malzeme ve ekipman fiyatlarında ise 2016 yılı piyasa fiyatları kullanılmıştır.

Hesaplamalarda işçilerin kullandığı bağ bıçağının ve koruyucu malzeme amacıyla alınan eldivenlerin kullanım ömürleri 1 ay (192 sa.) olarak değerlendirilmiş ve yedeklerinin bulundurulacağı varsayılmıştır. Plastik ot toplama sepetinin kullanım ömrü ise 2 ay (384 sa.) olarak hesaplamalara dâhil edilmiştir. Tablo 1'de iş gücü ve ekipmana ilişkin maliyet bedeli hesabı gösterilmektedir.

Tablo 1. İş gücü ve ekipmanlara ait birim maliyet bedeli  
Table 1. Unit cost value for labor and equipment

Maliyet unsurları	Saat maliyetleri (TL/sa.)
<b>A. Direkt malzeme giderleri</b>	
Bağ bıçağı	(2 adet x 2 TL)/192 sa. = 0,021 TL/ sa.
Eldiven	(2 çift x 3 TL)/192 sa. = 0,031 TL/ sa.
Ot toplama sepeti	(1 adet x 40 TL)/384 sa. = 0,104 TL/ sa.
<b>Toplam</b>	<b>0,16* TL/ sa.</b>
<b>B. Ücret ve maaş giderleri</b>	
İşçilik ücreti (Anonim, 2016 rayiç bedeli)	6,98 TL/ sa.
<b>Toplam</b>	<b>6,98 TL/ sa.</b>
<b>Genel toplam (A+B)</b>	<b>≈ 7,14 TL/sa.</b>

\*Rakamların toplamı yuvarlama yapılarak verilmiştir

Yabancı otlarla mücadelede elle yolma şeklinde köküyle sökülemeyen veya elle alınamayacak kadar küçük olan yabancı otlar kısa bir süre sonra tekrar büyüyerek baskın hâle gelebilmekte ve sökümlenmesinde toprakla birlikte çıkabilmektedir (Parlak, 2016). Mekanik mücadelede ise yabancı otların tamamını kökünden çıkarma imkânı olmadığından daha sık aralıklarla mücadele edilmesi gerekmektedir. Muradiye Orman Fidanlık Şefliği'nde bir vejetasyon döneminde aynı sahada iş gücü ile ot mücadelesi beş tekrarlı yapılmaktadır. Bu nedenle iş gücü ile yabancı otlarla mücadelede bir dönem içinde gerçekleşen masrafları bulabil-

mek için hesaplanan birim fiyatın beş katı alınmıştır (Boza ve ark., 2017).

#### 2.3.2. EFRICAD ekipman masraflarını hesaplama yöntemi

EFRICAD ekipmanına ilişkin birim fiyatın hesaplanmasına:

- OGM tarafından belirlenen zirai traktör (makine) maliyetleri,
- EFRICAD ekipmanının maliyeti,

- Vasıflı işçi olan operatörün ve vasıfsız işçi olan yardımcısının maliyetleri,
- İlaç maliyeti toplamı dâhil edilmiştir.

Traktör ve işçilerin maliyetlerinde OGM'nin 2016

yılı için belirlediği birim maliyetler kullanılmıştır (Anonim, 2016). Amortisman bedeli ve oranları ise 333 ve 345 sayılı Vergi Usul Kanunu Genel Tebliğlerinden (Anonim, 2004 ve Anonim, 2005) alınmıştır. Tablo 2'de EFRICAD ekipmanına ilişkin maliyet bedeli hesabı gösterilmiştir.

Tablo 2. EFRICAD ekipmanına ilişkin birim maliyetler  
Table 2. Unit costs for the EFRICAD equipment

Maliyet unsurları	Maliyet bedelleri
A. Satın alma bedeli	18.400 TL
B. Hurda değeri (A*%10)	1.840 TL
C. Amortisman tabi değer (A-B)	16.560 TL
D. EFRICAD Amortisman süresi	5 yıl (10.000 sa.)
E. Faiz oranı	%10
F. Lastik satın alma bedeli (2 adet)	720 TL
G. Lastik kullanım süresi	2 yıl (4.000 sa.)
<b>Sabit giderler</b>	<b>Saat maliyetleri (TL/sa.)</b>
Amortisman (A-B)/10.000	1,66 TL/sa.
Faiz (C*%10)/10.000	0,83 TL/sa.
Sigorta vb. giderler (A*%3)/2.000	0,28 TL/sa.
<b>Toplam (TL/sa.)</b>	<b>2,77 TL/sa.</b>
<b>Değişken giderler</b>	<b>Saat maliyetleri (TL/sa.)</b>
Bakım ve onarım (A*%5)/10.000	0,46 TL/sa.
Lastik masrafı (F/4.000)	0,18 TL/sa.
<b>Toplam (TL/sa.)</b>	<b>0,64 TL/sa.</b>
<b>Genel toplam (Sabit giderler + Değişken giderler)</b>	<b>≈3,41 TL/sa.</b>

#### 2.4. Fidan kayıp oranlarını belirleme yöntemi

Fidanların kayıp oranlarının belirlenmesi için bu denemeler, ekipmanın mekaniğine uygun tesis edilen ve daha önceden yabancı otlar mekanik mücadele yapılmamış olan katalpa (*Catalpa bignonioides*) yastıklarında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak ilaçlama ekipmanının tankına çivit boya maddesi konularak sonrasında yeşil aksamdan alınan sistemik etkili bir herbisit olan ve etken maddesi litrede 441 g Glyphosate potasyum tuzu içeren yabancı ot ilacı kullanılarak uygulamalar yapılmıştır. Çalışma alanı için seçilen Muradiye Orman Fidanlık Şefliği'nde baskın yabancı otlar semizotu (*Portulaca oleracea*) ve topalak (*Cyperus rotundus*) türleri olduğundan, denemede kullanılan ilacın seçiminde mücadele edilecek türler belirleyici olmuştur. İlaçlama uygulaması sonucunda hem fidanlara ilacın bulaşım bulaşmadığı, hem de yabancı ot çıkışının tekrarlanıp tekrarlanmadığı gözlenmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Yabancı otlarla mücadele faaliyetlerine ilişkin masraflar

##### 3.1.1. İş gücü masrafları

Ot alma sırasında işçinin bir yardımcıya ihtiyaç duymadan tek başına çalışabileceği düşünülmüş,

işçi vasfı olarak ise “vasıfsız işçi” alınmıştır. Buna göre vasıfsız işçinin, ot yoğunluğu %40 ve daha az olduğu sahalarda için yastıklardaki fidan sıra aralarında ve altlarında bulunan yabancı otları sökmesi ve sökülen otları toplayarak belirlenen yerlere depolaması işi için;

- OGM tarafından belirlenen İÇZ değeri: 60 sa./da (Anonim, 2016),
- Yöresel koşullara göre belirlenen İÇZ değeri: 62,89 sa./da (Boza ve ark., 2017),
- İBM: 7,14 TL/saattir (Tablo 1).

a. OGM tarafından belirlenen iş gücü ile ot alma işi birim fiyatı:

Bir kez için;

$$BF = 60 \text{ sa. /da} \times 7,14 \text{ TL/sa.} = 428,40 \text{ TL/da,}$$

Beş kez için;

$$BF = 428,40 \times 5 = 2.142,00 \text{ TL/da,}$$

b. Yöresel koşullara göre belirlenen iş gücü ile ot alma işi birim fiyatı:

Bir kez için;

$$BF = 62,89 \text{ sa./da} \times 7,14 \text{ TL/ sa.} = 449,04 \text{ TL/da,}$$

Beş kez için;

$$BF = 449,04 \times 5 = 2.245,20 \text{ TL/da}$$

olarak hesaplanmıştır.

### 3.1.2. EFRICAD ekipmanının masrafları

EFRICAD ekipmanının bağlanacağı 55 beygir (55 HP) gücündeki traktörü ve ekipmanı kullanacak vasıflı işçinin İBM'si 2016 yılı OGM rayiç bedellerine göre TBM 46,41 TL/sa.; vasıflı işçi İBM'si 14,25 TL/saattir. EFRICAD ekipmanının saatlik birim maliyeti ise 3,41 TL/sa. (Tablo 2) olarak hesaplanmıştır.

İlaçlama birim fiyatını (İLBF) belirlemek amacıyla yapılan hesaplamalarda 1 da alanın ilaçlanması için 600 ml ilaç gerektiği tespit edilmiştir. Piyasa araştırmasına göre ise bir litre ilacın değerinin ortalama 19 TL olduğu belirlenmiştir. Buna göre 600 ml ilacın birim fiyatı 11,40 TL/da bulunmuştur.

EFRICAD ekipmanı ile yabancı otları ilaçlama işi için bir traktör operatörü (vasıflı işçi) ve yardımcısı (vasıfsız işçi) olmak üzere iki kişi görevlendirilmiştir. Vasıfsız işçinin birim maliyeti (ücret ve maaş giderleri) 6,98TL/saattir (Tablo 1). Dolayısıyla İBM 14,25 TL/sa. +6,98 TL/sa. = 21,23 TL/sa. alınmıştır. Boza ve ark.'na (2017) göre, mücadele yapılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak değişimle birlikte, EFRICAD ekipmanının 50 da'lık

deneme alanını ilaçlaması dikkate alınarak hesaplanan birim alandaki standart zamanı ortalama 2,17 sa./da'dır. Ekipman birim fiyatını hesaplamada Formül 2 kullanılmıştır.

$$BF = (TBM \times SZ) + (EFRICAD \text{ BM} \times SZ) + (\text{İBM} \times SZ) + (\text{İLBF}) \quad \text{Formül (2)}$$

2 No.lu formülde ilgili değerler yerine konduğunda 1,0 da alandaki EFRICAD ile çalışmanın birim fiyatı ortalaması;

$$BF = (46,41 \times 2,17) + (3,41 \times 2,17) + (21,23 \times 2,17) + 11,40 = 165,58 \text{ TL/da olarak hesap edilmiştir.}$$

Elde edilen sonuçlara göre, yastıklardaki fidan sıra aralarında bulunan yabancı otlarla mücadele işleri için iş gücü ve geliştirilen EFRICAD ekipmanına ait hesaplanan birim fiyatların karşılaştırılması Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre OGM birim fiyatları, EFRICAD ekipmanının hesaplanan birim fiyatlarından 11,94 (%119,37) kat, yöresel koşullara göre hesaplanan birim fiyatlar ise 12,56 (%125,60) kat fazladır. İş gücü ile EFRICAD ekipmanı arasında oluşan birim fiyat farkının temel sebebi, çalışma yapılacak sahaya iş gücü ile beş kez girilmesine karşın EFRICAD ekipmanı ile sadece bir kez girilmesinin yeterli olmasıdır.

Muradiye Orman Fidanlık Şefliği üretim programında bir vejetasyon döneminde 1+0 yaşın-

Tablo 3. Yabancı otlarla mücadele faaliyetlerine göre birim fiyatların karşılaştırılması  
Table 3. Comparison of unit prices according to weed control activities

Ot mücadelesi faaliyet türü	Hesaplanan birim fiyat (TL/da) (1)	Çalışma tekrarı (adet) (2)	Toplam birim fiyat (TL/da) (2 x 3)	EFRICAD'e göre birim fiyat farkı (%)
OGM	428,40	5	2.142,00	119,37
Yöresel	449,04	5	2.245,20	125,60
EFRICAD	165,58	1	165,58	---

daki fidan üretimi 50 da alan için planlandığından, Tablo 4'te de belirttiği gibi OGM birim fiyatlarına göre toplamda ortalama 107.100,00 TL masraf yapılacaktır. Yöresel koşullara göre hesaplama yapıldığında bu rakam ortalama 112.260,00 TL

olacaktır. EFRICAD ekipmanı ile toplam ortalama masraf ise 8.279,00 TL olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. Yabancı otlarla mücadele faaliyetlerine göre masrafların karşılaştırılması  
Table 4. Comparison of costs according to weed control activities

Ot mücadelesi faaliyet türü	Toplam birim fiyat (TL/da) (1)	Çalışılacak alan miktarı* (da) (2)	Toplam masraf (TL) (2 x 3)	EFRICAD'e göre masraflar arasındaki fark (TL)
OGM	2.142,00	50	107.100,00	98.821,00
Yöresel	2.245,20	50	112.260,00	103.981,00
EFRICAD	165,58	50	8.279,00	----

\* 50 da alan, işçilerin ve makine/ekipmanın çalışacağı brüt alan miktarıdır. Fidanlık uygulamalarında iş-zaman analizleri ve maliyet hesapları brüt alan üzerinden yapılmaktadır (Anonim, 2016).



### 3.2. Ekipman kullanımı ile meydana gelen fidan kayıpları

Fidan yastıklarında ekim düzgün yapıldığı takdirde ekipmanın kontrollü püskürtme hazneleri fidan

sıra aralarını ilaçlayacak, ilerleme esnasında ilacın fidana bulaşması önlenmiş olacaktır. Boyalı su ile yapılan denemede, sıra arası ekimin düzgün yapıldığı yerlerde fidanlara boyalı su bulaşma ihmal edilebilir düzeyde (%1-%3) kalmıştır.



Şekil 3. Geniş yapraklı türde (*Catalpa bignonioides*) boyalı su testinin uygulaması  
Figure 3. Application of colored water test on broadleaves (*Catalpa bignonioides*)

Yabancı ot ilacıyla yapılan denemelerde, ilaçlama sonrası yapılan gözlem ve tespitlerde ilaçlı uygulamanın başarılı olduğu ve boyalı su ile yapılan denemeye benzer sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür. Beşer sıralı 90 m uzunluğundaki fidan

yastıklarında yaklaşık 3.600 katalpa fidanı bulunmaktadır. Her iki denemede yastıklarda yapılan tam alandaki sayım sonucunda ortalama 73 adet fidanda bulaşma tespit edilmiş ve fidan kaybı da %2 oranında gerçekleşmiştir (Şekil 3).



Şekil 4. İlaç uygulaması sonrası parselin görünümü  
Figure 4. Appearance of the parcel after herbicide application

Yastıklara bir kez ilaç uygulaması sonucunda bile yabancı ot çıkışı tamamen engellendiğinden ikinci kez ilaç uygulaması yapılmamıştır. Zira Mayıs ayı içerisinde ilaçlama uygulaması yapılan katalpa fidanı bulunan yastıkta, Ağustos ayında ve devamında yapılan gözlemlerde fidanların iyi gelişme gösterdiği, sıra aralarında herhangi bir yabancı ot gelişiminin görülmediği tespit edilmiştir (Şekil 4).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Devlet Orman Fidanlıklarında yabancı otlarla mücadele için çekilebilir tip yastık ilaçlama ekipmanının kullanım maliyetini belirleme amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, EFRICAD ekipmanı için hesaplanan birim fiyat 165,58TL/da'dır. Buna karşılık, OGM verilerine göre hesaplanan toplam birim fiyat 2.142,00TL/da; yöresel koşullara göre hesaplanan toplam birim fiyat ise 2.245,20 TL/da'dır. Bu değerlere göre OGM birim fiyatları, EFRICAD ekipmanının birim fiyatlarından 11,94 kat; yöresel koşullara göre hesaplanan birim fiyatlar ise 12,56 kat daha fazladır. İş gücü ile EFRICAD ekipmanı arasında oluşan bu birim fiyat farkının temel sebebi ot mücadelesi için çalışma yapılacak sahaya iş gücü ile beş kez girilmesine karşın, EFRICAD ekipmanı ile sadece bir kez girilmesinin yeterli olmasıdır.

Muradiye (Manisa) Orman Fidanlık Şefliği üretim programında yer alan 50 da alanda üretilen 1+0 yaşlı fidanların bulunduğu yastıklardaki yabancı otlarla mücadele işinde EFRICAD ekipmanının kullanılması ile bir vejetasyon döneminde OGM toplam masraflarına göre 98.821,00TL; yöresel koşullar dikkate alınarak hesaplanan masraflara göre ise 103.981,00TL tasarruf sağlanacağı ortaya çıkmaktadır.

Fidan üretim maliyetleri içinde yer alan yastık sıra aralarındaki yabancı otlarla mücadele maliyetinin düşürülebilmesi ancak bu mücadelenin makine ile gerçekleştirilmesiyle mümkündür. Geliştirilen bu ekipmanın kullanılacağı orman fidanlıklarında fidan yastıklarının iyi bir şekilde tesviye edilmesi, fidan sıra aralarının düzgün ve paralel tesis edilmesi ve traktör operatörünün ekipman kullanım deneyiminin artması ile birlikte çalışmanın sınırlılıklarını oluşturan etmenlerin bir kısmı ortadan kalkacak, fidan kayıpları ihmal edilebilir düzeye inecek ve ekipman verimi artacaktır.

Bu çalışmayla geliştirilen EFRICAD ekipmanının yöresel ve ülkesel ölçekte kullanımı ağaçlandırma çalışmalarımız için yetiştirilen milyonlarca fidanın daha düşük maliyetle üretilmesini sağlayacak, kimyasal ot mücadelesinin ise daha kolay ve ekonomik yapılmasına imkân verecektir. Aynı zaman-

da fidanlıklarda ot alımlarının ve fidan bakımlarının zamanında yapılması ile yabancı ot rekabeti erken dönemde engellenecek ve fidan kalitesi artırılmış olacaktır.

#### Teşekkür

Makalede, OGM tarafından desteklenen ve Ege Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne yürütülen "Orman Fidanlıkları İçin Çekilebilir Tip Yastık İlaçlama Ekipmanının Tasarımı ve Prototipinin Yapılması" adlı ve 5.2112/2014-2016 numaralı araştırma projesine ait Proje Sonuç Raporundan (Boza ve ark., 2017) yararlanılmıştır. Verdikleri destekten dolayı Muradiye Orman Fidanlık Müdürü Nedim BOZKURT, Fidanlık Şefi Koray KALAY ve Müdürlük personeline teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

Acar, D., Tolunay, A., Alkan, H., 2004. Devlet orman fidanlık işletmelerinde maliyet yönetimi çabaları ve maliyet yönetiminin işletme başarısındaki rolü. Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1), 101-118s.

Alkan, H., 2003. Maliyet Yönetim Aracı Olarak Hedef Maliyetleme ve Devlet Orman Fidanlık İşletmelerinde Uygulanabilirliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 331s.

Anononim., 2004. Gelirler İdaresi Başkanlığı, T.C. Resmi Gazete, 25446 sayı, 28 Nisan 2004 tarih ve 333 Nolu Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği

Anononim., 2005. Gelirler İdaresi Başkanlığı, T.C. Resmi Gazete, 5741 sayı, 28 Şubat 2005 tarih 345 Nolu Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği

Anononim., 2016. Orman Genel Müdürlüğü, 2016 Yılı Analizli Birim Fiyat Cetveli. Muradiye Orman Fidanlık Şefliği Kayıtları

Anononim., 2018. Orman Genel Müdürlüğü, 2017 Yılı İdare Faaliyet Raporu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 79s.

Boza, Z., Parlak, S., Göksu, E., Güven, M., Akkaş, M.E., Bozkurt, N., 2017. Orman Fidanlıkları İçin Çekilebilir Tip Yastık İlaçlama Ekipmanının Tasarımı ve Prototipinin Yapılması. Ege Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu (yayınlanmamış), İzmir, 56s.

İlter, E., Türegün, H., Yüksel, S., Savyer, S., Şirin, G., Çevik, İ., Acar, İ., Dinç, B., 1988. Fidanlıklarda Fidan Üretim Maliyetlerinin Saptanması Üzerine Araştırmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 198, Ankara, 47s.

Kavgacı, A., Yılmaz, E., Erkan, S., Divrik, A. K., Etili, T., Işık, A., Coşgun, S., Coşgun, U., Terzi, M., 2018. Fi-

---

danlıklarda Yabancı Otlarla Mücadele Yöntemlerinin Belirlenmesi ve Kullanılan Yöntemlerin Fidanlık Maliyetlerine Katkılarının Araştırılması (Eğirdir ve Antalya Orman Fidanlık Müdürlükleri Örneği). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu (yayınlanmamış), Antalya, 34s.

Parlak S., 2016. Kültüre alınan *Anacamptis sancta* parsellerinde yabancı otlarla mücadelede kimyasal ve

mekanik yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesi, Orman Genel Müdürlüğü, *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 4(1):126-133 DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/oad.13856>

Ürgenç, S., 1998. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, II. Baskı, Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3395, Orman Fakültesi Yayın No: 442, ISBN 975-404-445-7, İstanbul, 717s.





## 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 : <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

## 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 8000 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: <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

## 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*  
*Bugüne*

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