



ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl
Year 2021

Cilt
Volume 8

Sayı
Issue 2

ISSN 2149-0783
e-ISSN 2149-0775

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry



OGM

1839

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



Ormanlık Araştırma Dergisi

Cilt: 8 Sayı: 2
ISSN: 2149-0783
e-ISSN:2149-0775
Aralık 2021
Yaygın Süreli Yayın
Yılda 2 Defa Yayınlanır
(Haziran-Aralık)

Sahibi

Orman Genel Müdürlüğü adına,
Daire Başkanı
Mehmet KOÇ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Murat BAŞAR

Editörler Kurulu

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

Yazışma Adresi

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

Tel: 0312 248 17 10-11-69

Fax: 0312 248 17 12

Baskı: Orman Genel Müdürlüğü
Matbaası

Tel: 0312 248 17 10-76

Baskı Tarihi: Aralık.2021

Sorumlu Editörler*Corresponding Editors*

Baş Editör <i>Editor in Chief</i>	Murat BAŞAR <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i>
Yetiştirme <i>Growing</i>	Fatma FEYZİOĞLU <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i> Ercan VELİOĞLU <i>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit</i>
Ekoloji <i>Ecology</i>	Ş. Teoman GÜNER <i>Bartın Üniversitesi, Bartın</i> Filiz YÜKSEK <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i> Mehmet Güvenç NEGİZ <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i>
İşletme <i>Forest Management</i>	Neşat ERKAN <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i> Mustafa BATUR <i>Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü, İzmir</i>
Dil Editörleri <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Ümmühan ASLAN <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i>

Danışma Kurulu Advisory Board

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

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

İşletme / Forest Management	Derleme/ Review
Geçmişten günümüze Türkiye'deki endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi / <i>Evaluation of the history of industrial plantation in Turkey</i>	108-116
Neşat ERKAN	
Yetiştirme / Growing	Araştırma makalesi / Research article
Yetiştirme sıklığının Toros sediri fidanlarının dikim başarısına etkisi / <i>The effect of seed-bed density on the field performance of Taurus cedar seedlings</i>	117-124
Şükrü Teoman GÜNER, Dilek GÜNER, Uğur ŞAHİN	
İşletme / Forest Management	Araştırma makalesi / Research article
İzmir Orman Bölge Müdürlüğü fıstıkçamı (<i>Pinus pinea</i> L.) meşcereleri için gövde hacim tablolarının düzenlenmesi / <i>Construction of stem volume tables for stone pine (Pinus pinea L.) stands in İzmir Regional Directorate of Forestry</i>	125-145
Niyazi ÖZÇANKAYA, Mustafa BATUR, Özgür KİRACIOĞLU	
Ekoloji/ Ecology	Araştırma makalesi / Research article
Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri / <i>The effects of different field land preparation techniques on seedling development in semi-arid and salted/gypsy areas</i>	146-156
Yakup ÖZ, Ceyhun GÖL	
Yetiştirme / Growing	Araştırma makalesi / Research article
Karadağ'ın (Bursa-Balıkesir) bitki toplulukları / <i>Plant communities of Karadağ (Bursa-Balıkesir)</i>	157-170
Nihal ÖZEL, Hafize Handan ÖNER, Gıyasettin AKBİN, Nuran ALTUN, Kürşad ÖZKAN	
İşletme / Forest Management	Araştırma makalesi / Research article
Farklı ağaç türlerinde çeşitli tomruk hacim formüllerinin karşılaştırılması / <i>Comparison of various log volume formulas for different tree species</i>	171-179
Abdurrahman ŞAHİN, Salih Soner KORKMAZ	
Ekoloji/ Ecology	Araştırma makalesi / Research article
Akdağ kütlelerinin bazı toprak özelliklerinin model tabanlı dağılım haritaları / <i>Model based distribution maps of some soil properties in Akdağ massif</i>	180-196
Nejat CELİK, Kürşad ÖZKAN, Ahmet MERT, Mehmet TÜRKKAN	
Ekoloji/ Ecology	Araştırma makalesi / Research article
İklim değişikliği strateji ve eylem planlarında havza yaklaşımı ve doğa temelli çözümler / <i>Watershed approach and nature-based solutions in climate change strategies and action plans</i>	197-207
Erda ÇELER, Yusuf SERENGİL	
İşletme / Forest Management	Editöre mektup / Letter to the editor
Gövde analizi çalışmalarında yeni ve kombine bir yöntem / <i>A new and combined method in stem analysis studies</i>	208-210
Abbas ŞAHİN, Gafura AYLAK ÖZDEMİR, Emrah ÖZDEMİR	

Geçmişten günümüze Türkiye'deki endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi

Evaluation of the history of industrial plantation in Turkey

Neşat ERKAN¹

¹ Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Neşat ERKAN
nesaterkan@yahoo.com

Geliş tarihi (*Received*)

03.09.2020

Kabul Tarihi (*Accepted*)

19.11.2020

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Mustafa BATUR
mustafabatur01@ogm.gov.tr

Atıf (*To cite this article*): Erkan, N . (2021). Geçmişten günümüze Türkiye'deki endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , 8 (2) , 108-116 . DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.789878>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Ormanlık sektörünün önemli bileşenlerinden birisi de orman endüstri kuruluşlarıdır. Bu kuruluşların hammadde ihtiyacının temini, sektörün önemli faaliyet alanlarından birisini oluşturmaktadır. Nitekim ülkemizde orman endüstri kuruluşlarının çoğalması ve büyümesi ile birlikte artan hammadde ihtiyaçlarının karşılanması için 1960'lı yıllardan itibaren özel çabalar başlatılmıştır. İzmit'te Kavakçılık Araştırma Enstitüsü'nün kurulması ile başlayan bu çabalar bazı hızlı büyüyen ağaç türlerinin ithal edilmesi, adaptasyon araştırma denemelerinin kurulması ve pilot uygulamaların yapılması ile devam etmiştir. Daha sonra 1971, 1982, 1998 ve 2003 yıllarında düzenlenen bilimsel toplantılarla konu derinlemesine analiz edilmiş ve endüstriyel ağaçlandırmaların başlatılması ile ilgili ciddi kararlar alınmış, ancak bu kararlar 2012 yılına kadar tam anlamıyla uygulamaya geçirilememiştir. Konu ile ilgili en önemli uygulama Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve 2013-2023 dönemini kapsayan "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı" ile hayata geçirilmiştir. Ancak bu konuda, özellikle bilinç eksikliğinden kaynaklanan ve halen yaşanmakta olan sorunlar vardır. Bu çalışma ile ülkemizde endüstriyel ağaçlandırma çalışmalar konusunda yaşanan süreç değerlendirilmiş ve mevcut sorunlar ile ilgili öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hızlı büyüyen türler, orman endüstrisi, odun üretimi, ağaçlandırma yatırımı.

Abstract

One of the important components of the forestry sector is forest industry organizations. The raw material demand of these organizations is one of the important fields of activity in the sector. Therefore, special effort has been initiated since the 1960s in order to meet the increasing raw material needs with the proliferation and growth of forest industry organizations in Turkey. These efforts, which started with the establishment of the Poplar Research Institute in İzmit, continued with introducing some fast-growing species tree species, establishing adaptation research trials and plot applications. Later, the subject was analyzed in depth with scientific meetings held in 1971, 1982, 1998, and 2003, and serious decisions were taken regarding the initiation of industrial afforestation, but these decisions could not be fully implemented until 2012. The most important implementation on the subject was implemented with the "Industrial Afforestation Works Action Plan" covering the period 2013-2023, prepared by the General Directorate of Forestry. However, there are still problems in this regard, especially arising from lack of awareness. With this study, the process experienced in industrial afforestation works in Turkey was evaluated, and suggestions regarding the existing problems were developed.

Key words: Fast-growing species, forest industry, wood production, afforestation investment.

1. Giriş

Her sektörde olduğu gibi, ormancılık sektöründe faaliyet gösteren ve odun işleyen endüstri kuruluşları da hammadde temini konusunda miktar ve fiyat bakımından istikrarlı bir kaynağa sahip olmak istemektedirler. Sektörün büyümesine ve nüfus artışına da bağlı olarak gittikçe artan odun hammadde ihtiyacını düzenli olarak, yeteri miktarda ve kalitede tedarik etmek durumundadırlar. Hammadde ihtiyacının önemli bir kısmı iç pazardan karşılanmaktadır. İç pazardaki hammadde arzının yeterli olmaması durumunda ise ithalat yoluna gidilmektedir. Nitekim FAO (2018) verilerine göre ülkemiz 2018 yılında, endüstriyel odunda 4,0 milyon dolarlık ihracata karşılık 16,9 milyon dolarlık ithalat yapmıştır. Bu rakamlarla ihracatın ithalatı karşılama oranı %23,6'dır. Döviz kurundaki dalgalanmalar ve yükselmeler ormancılık sektördeki üretim girdi fiyatlarını önemli ölçüde yükseltmektedir. Dolayısıyla ülkemizin orman ürünleri endüstrisinde rekabet gücünün artırılması için sektörün odun hammadde taleplerine mümkün olduğu ölçüde iç üretimle cevap verilmesi ihtiyacı oluşmaktadır.

Ülkemiz ormanlarından elde edilen odun ve odundışı orman ürünlerinin üretim süreci büyük ölçüde Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yürütülmektedir. OGM, 2016 verilerine göre, ulusal endüstriyel odun talebinin %77'sini (17,3 milyon m³) karşılamaktadır. Endüstriyel odun ihtiyacının diğer %15'i (3,4 milyon m³) özel ormanlardan, %8'i (1,7 milyon m³) ise ithalat yoluyla karşılanmaktadır (Anonim3, 2016). OGM endüstriyel odun üretimini zaman içinde artırmış, 2019 yılı üretimini 22,1 milyon m³ e yükseltmiştir (Anonim4, 2019). Alan bakımından az miktarda olan özel ormanlar, özel ağaçlandırma sahaları ve kavaklıklar özel ve tüzel kişiler tarafından işletilmektedir. Ancak bu nitelikteki ormanlardaki üretim süreci de, yasal düzenlemeler çerçevesinde yine önemli ölçüde OGM gözetiminde ve denetiminde yürütülmektedir (özel ormanların planlanması ve işletilmesi, özel ağaçlandırmaların projelendirilmesi ve yer tahsisi vb.).

Bir kamu kurumu olması nedeniyle de OGM, orman ürünleri üretiminin gerçekleştirilmesinde; bu ürünlere olan ulusal taleplerin karşılanması, ithalat, ihracat politikaları ve kendisine bu konuda yasalarla verilen, orman köylerinin kalkındırılması, işsizliğin önlenmesi, pazarı olmayan ekosistem hizmetlerinin üretilmesi gibi diğer sosyal sorumluluklarının da gereğini yapmaya çalışmaktadır.

OGM, kontrolü altında olan 22,7 milyon hektar orman alanında (Anonim4, 2019) hazırladığı amenajman planları çerçevesinde işletmecilik yapmaktadır. Bu kapsamda yürüttüğü önemli faaliyetlerden

birisi de mevcut ormanların işletilmesi sırasında ürettiği endüstriyel odun üretimine ilaveten, uygun alanlarda, orman endüstri kuruluşlarının odun ihtiyacını karşılamak amacıyla belirlenen yöntemlere dayalı olarak endüstriyel ağaçlandırmalar yapmaktır.

Endüstriyel ağaçlandırmalar "Yetiştirme ortamı özellikleri bakımından iyi ve uygun alanlarda, yoğun toprak hazırlama ve bakım tedbirleri uygulayarak ve genetik olarak ıslah edilmiş yüksek verim gücünde hızlı büyüyen ağaç türleri kullanılarak kısa idare süresi ile kurulan ağaçlandırmalar" olarak tanımlanmaktadır (Birler, 2009). Hızlı büyüyen ağaç türü ise IUFRO ve FAO gibi uluslararası kuruluşlar tarafından, "hektardaki yıllık ortalama hacim artımının 30 yaşında 10 m³ ün üzerinde olan ağaç türleri" olarak tanımlanmıştır (Eraslan, 1983).

Endüstriyel ağaçlandırmalar, tanımından da anlaşılacağı üzere doğrudan orman endüstri kuruluşlarının odun ihtiyacını karşılamak amacıyla yapılmaktadır. Bu nedenlerle birim alandan en yüksek odun ürünü elde etmek için; i) iyi bonitetli alan, ii) yoğun toprak hazırlama, iii) hızlı büyüyen tür, iv) ıslah edilmiş tohum v) yoğun kültür bakımı önlemleri gibi büyümeyi etkileyen faktörler en iyilenmeye çalışılmaktadır (Birler, 2009; Alan, 2020). Diğer yandan bu ağaçlandırmaların ekonomik anlamda da fizibil olmalarına dikkat edilmektedir. Nitekim, Şili, Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde örneklerine çok rastladığımız biçimiyle, endüstri kuruluşlarının bizzat kendileri ya da özel kişiler tarafından yapılan endüstriyel ağaçlandırmalar verimlilik ve karlılık gibi ilkeleri temel alan yatırımlar niteliğindedirler (Anonim9, 2014; Salas ve ark., 2016). Ülkemizde ormanların tamamına yakını devlete ait olmakla birlikte bu ormanları işletmekle görevli olan OGM de endüstriyel odun ihtiyacını karşılamak amacıyla yapmakta olduğu ağaçlandırmalar için "Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı" adlı özel bir eylem planı yaparak uygulamaya koymuştur (Anonim1, 2012). Her ne kadar OGM mevcut endüstriyel odun ihtiyacını, büyük ölçüde uygulamakta olduğu geleneksel işletmecilik yöntemleri sonucu üretmekte ise de, artık bu ihtiyacın daha entansif ormancılık yöntemleri ile üretilecek odunla karşılanması gereği anlaşılmış durumdadır. Bu nedendir ki söz konusu eylem planında birim alandan en yüksek odun üretimi hedeflenmiş, bunun için gerekli yer seçimi, ağaç türü seçimi, ağaçlandırma ve bakım tekniği gibi özel uygulamalar öngörülmüştür. Yine bu eylem planı kapsamında kurulacak ağaçlandırma ormanlarının planlanmasında ve işletilmesinde ekonominin ilkeleri de dikkate alınmış ve örneğin idare süresinin belirlenmesinde "iç karlılık oranı"

ya da “net bugünkü değer” kriterlerinden birisinin esas alınması öngörülmüştür (Anonim2, 2008). Ancak, eylem planının uygulanmasında bazı sorunlar yaşanmaktadır. Nitekim endüstriyel ağaçlandırmaların gerekliliği ve geleneksel ağaçlandırmalardan farkı konusunda bilgi ve inanç eksikliği vardır. Ayrıca sektörde oluşan hammadde ihtiyacının kısa sürede karşılanması için endüstriyel ağaçlandırmaların en tutarlı çözüm yolu olduğu konusunda meslek kamuoyunda tarihi süreçte oluşan ortak fikir yeterince uygulama alanı bulamamıştır. Bu nedenlerle, OGM tarafından yapılan endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının, geçmişte yaşanan süreciyle birlikte yeniden değerlendirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma ile ülkemizde yürütülen endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının geçmişi, bugüne gelinceye kadar yaşanan süreç ve bugünkü durumu ele alınarak incelenmesi ve geleceğe yönelik önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Türkiye’de Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmalarında Tarihsel Süreç

2.1. İlk tespitler ve atılan adımlar

Ülkemizde orman ürünlerine olan ihtiyacın karşılanması çabalarına ilaveten orman endüstri kuruluşlarının (OEK) hammadde ihtiyacı açığının kapatılması sorunu uzun yıllardır ormancılık sektörünün, Bakanlığın ve konu ile ilgili araştırma kuruluşları ve üniversitelerin gündeminde yer almıştır. OEK’larının odun hammaddesine olan ihtiyacının sürekli ve düzenli bir şekilde karşılanması için en tutarlı yolun “hızlı büyüyen türlerle endüstriyel ağaçlandırmaların yapılması” olduğu düşünülmüştür (Eraslan, 1983). Bu anlamda konu ilk defa 1950 yılında gündeme gelmiş ve bu kapsamda, hızlı büyüyen yabancı ağaç türlerinin ülkemize getirip endüstriyel plantasyon kurma ve bu konularda araştırmalar yapma girişimleri düşüncesi gelişmiştir. Bu düşünceyle, İ.Ü. Orman Fakültesi, Ormancılık Ekonomisi ve Silvikültür Kürsüleri tarafından araştırmalar başlatılmıştır (Akalp,1982).

Orman endüstrisinin ihtiyacını karşılamak üzere hızlı büyüyen türlerle kısa idare süreli ağaçlandırmaların yapılması konusunda meslek kamuoyunda oluşan iradenin önemli sonuçlarından birisi olarak 1962 yılında İzmit te “Kavakçılık Araştırma Enstitüsü” kurulmuştur.

Orman Mühendisleri Odası’nın 1966 yılında düzenlediği III. Teknik Ormancılık Kongresinde Kayın (1966) tarafından verilen bir bildiriye, Karadeniz Bölgesi’nde uygun egzotik türlerle, Ege ve Akdeniz Bölgesi’nde de hızlı büyüyen tür olarak

kabul edilen kızılçamla entansif ormancılığa dayalı plantasyonlar kurulması gerektiği vurgulanmıştır. Aynı bildiriye genel bir hesaplama, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde kızılçam için iyi bonitetli potansiyel ağaçlandırma alanlarının 300.000 ha olduğu varsayılmış, 30 yıllık idare süresiyle yapılacak işletmecilikle ve yıllık 15 m³ ha⁻¹ ortalama artımla, yılda toplam 4.500.000 m³ odun ürünü alınabileceğini ifade edilmiştir. Yine bu Kongrede 2000 yılına kadar hızlı gelişen yerli ve yabancı türlerle ağaçlandırma yapmak için yurt çapında uygun alanların belirlenmesi, bunun için etüt-proje gruplarının ve Ağaçlandırma Bölge Müdürlüklerinin kurulması öngörülmüştür (Boydak ve Dirik, 1998). Ayrıca planlı kalkınma dönemine geçiş ile birlikte, Birinci (1963-1967) ve İkinci (1968-1972) Beş Yıllık Kalkınma Planlarında gelecekte ortaya çıkacak orman ürünleri açığının ve orman endüstrisinin ihtiyacını karşılamaya yönelik alınacak tedbirler arasında boş alanların ağaçlandırılması da öngörülmüştür (Giray, 1982).

Özetle denebilir ki, 1950 ve 1960’lı yıllarda yapılan projeksiyonlarda ülkemizde 1980’li yıllardan sonra ortaya çıkacak odun açığının ve özellikle orman endüstri kuruluşlarının hammadde ihtiyacının karşılanması için çareler düşünülmüş ve ciddi adımlar atılmıştır.

2.2. Kaydedilen gelişmeler

Hızlı büyümesi, kısa idare süresine sahip olması ve endüstride kullanım alanı bulması nedeni ile başlangıçta kavak üzerinde çalışması öngörülen Kavakçılık Araştırma Enstitüsü’nün çalışma konuları arasına diğer hızlı gelişen türler de eklenmiş ve 1968 yılında enstitünün adı, “Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü” olarak değiştirilmiştir (Anonim10, 2020). Enstitü bu yıldan itibaren, kavak konusundaki çalışmalarına ilaveten, ülke genelinde hızlı büyüyen yabancı türlerle ilgili denemeler kurmuştur. Bir yandan da meslek kamuoyunda hızlı büyüyen türlerle ilgili bilincin geliştirilmesi çalışmaları yürütülmüş ve bu konuda ilk sayılabilecek bilimsel bir toplantı, İ.Ü. Orman Fakültesi’nin koordinasyonunda, Kefken’de, üniversiteler, araştırma kurumları ve uygulama birimlerinin katılımı ile gerçekleşmiş ve öneriler geliştirilmiştir. Bu etkinliğin arkasından Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından “Tur/71/521 Endüstriyel Ormancılık Plantasyonları” adlı kapsamlı bir proje başlatılmış, bu kapsamda teknik bilgi birikimi artırılmış ve Kerpe de hızlı gelişen türlerle demonstratif amaçlı bir dizi denemeler kurulmuştur (Boydak ve Dirik, 1998). Daha sonraki yıllarda da ulusal ormancılık politikalarını yansıtan Türkiye Orman-

cılık Ana Planında, Türkiye Ormancılık Şuralarında, Ormancılık Master Planlarında ve Beş Yıllık Kalkınma Planlarında, ülkemizde hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların yapılması önerilerine yer verilmiştir (Anonim6, 1998).

Diğer yandan, kalkınma planlarında öngörüldüğü üzere hızlı büyüyen türlerle endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarına da başlanmıştır. Bu konudaki gelişmelerden birisi “Antalya Orman Kullanım Projesi” nin hayata geçirilmesi olmuştur. Bu proje 1972 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı çerçevesinde ve Dünya Bankası önerisi ile Orman Bakanlığı ve Sanayi Bakanlığı ortaklığında yapılmıştır. Proje, Antalya, Mersin, Adana ve Kahramanmaraş Bölge Müdürlükleri’ni kapsamış ve kısa süreli, ıslah edilmiş tohum ve entansif ormancılığa dayalı kızılçam ağaçlandırmalarını öngörmüştür. Proje belli ölçüde uygulanmış ancak öngörülen teknik uygulamaların tam ve zamanında yapılamaması nedeni proje amacına ulaşamamıştır (Giray 1982). Bu konuda bir diğer gelişme ise bölgede gerçekleşen hızlı büyüyen türlerle orman kurma çalışmaları ile gerçekleşmiştir. Bu çalışmalar ile Batı Karadeniz Bölgesi’nde bulunan bir kısım yapraklı ormanlar kaldırılarak yerine hızlı büyüyen ibrelili türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar kurulmuştur. Ancak bu projenin uygulanmasında da bir takım aksaklıklar olmuş, endüstriyel ağaçlandırmanın gereği olan entansif orman bakım çalışmaları zamanında yapılamamış, idare süresi dolan yerler üretimi sokularak yeniden ağaçlandırmaya alınamamış ve dolayısıyla tam amacına ulaşamamıştır (Asan, 1998).

Endüstriyel ağaçlandırmalar konusu zaman içinde önemini artırmış 1981 yılında Kefken’de, yine İ.Ü. Orman Fakültesi’nin organizatörlüğünde “Türkiye’de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu” adı altında, üniversiteler, araştırma kurumları ve uygulamacı birimlere ilaveten orman endüstri kuruluşları temsilcilerinin de katılımı ile bir sempozyum düzenlenmiştir. Sempozyum sonucunda hızla artan nüfus ve yükselen hayat standardı dolayısıyla yakın gelecekte ortaya çıkacak odun açığının kapatılmasının en geçerli yolunun hızlı gelişen türlerle ağaçlandırmak olduğu vurgulanmıştır. O tarih için bozuk orman alanları içerisinde 7,5 milyon ha potansiyel alan olduğu, bunun 1 milyon hektarının hızlı büyüyen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalara konu edilebileceği ve mevcut yıllık 150.000 hektar ağaçlandırma programının 50.000 hektarının bu amaçla değerlendirilebileceği kararı alınmıştır (Anonim5, 1982). Ancak sempozyumda alınan kararların uygulanmaya konması mümkün olamamıştır (Boydak ve Dirik, 1998). Aksine, 1990’lı yılların sonlarına doğru,

daha önce 1960’lı yıllarda başlatılan çalışmalardan, özellikle Batı Karadeniz Bölgesi’nde yapraklı orman alanlarında hızlı büyüyen yabancı ibrelili türlerle yapılan az miktardaki ağaçlandırmaların kaldırılarak yeniden yapraklı türlere dönüştürülmesi tartışılmaya başlanmıştır (Boydak ve Dirik, 1998). Bu tartışmanın önemli nedenleri olarak endüstriyel ağaçlandırma ön koşullarından olan; i) iyi boniteli yer seçiminin bazı yerlerde başarısız olması, ii) yoğun kültür bakımlarının zamanında ve yeteri ölçüde yapılamaması ve iii) idare süresini dolduran alanların yeniden ağaçlandırmaya alınmaması gibi eksik uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir.

Yabancı ibrelili tür ağaçlandırmaları ile oluşan bu olumsuz durumun da etkisiyle 1998 yılında Ankara da, OGM merkezinde, Bakanlık, Genel Müdürlük bürokratları ile akademisyenler ve araştırmacıların katılımı ile “Hızlı Büyüyen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar” konulu bir çalıştay düzenlenerek konu bir kez daha ayrıntısı ile ele alınmıştır. Çalıştayda konu ile ilgili olarak; i) ülkemizde hızlı gelişen tür endüstriyel plantasyonları için, orman rejimi içinde yer alan, ekolojik olarak uygun yaklaşık 1-1,5 milyon hektar alan bulunduğu ve buraların OGM tarafından yoğun kültür yöntemleriyle ağaçlandırılabilirliği, ii) yine, özel teşebbüsün mülkiyetinde bulunan sulanabilir veya sulanmayan tarım alanlarının hızlı büyüyen türlerle ağaçlandırılmasının teşvik edilmesi gerektiği, iii) hızlı gelişen iğne yapraklı ve yapraklı tür endüstriyel plantasyonlarının kurulmasında, hacim yanında, odun teknolojisi yönünden, orman endüstrisi isteklerine uygun hammadde elde edilmesinin göz önüne alınması gerektiği gibi konuların altı çizilmiştir (Anonim6, 1998).

Sonraki yıllarda, 2002-2008 yıllarını kapsayan dönemde, Bakanlık-TEMA-özel sektör işbirliği ile ülkemizdeki endüstriyel odun açığının kapatılmasına yönelik politikalar geliştirmek için bir dizi toplantı ve bilimsel etkinlik yürütülmüştür. Bu kapsamda konunun uluslararası boyutunu da değerlendirmek, endüstriyel ağaçlandırmalar konusunda geniş tecrübeye sahip ülkelerden (Yeni Zelanda, Şili, Avustralya vb.) de bilim adamlarının katılımı ile 10-11 Ağustos 2003 yılında İzmit te, Çevre ve Orman Bakanlığı ile TEMA Vakfı ortak organizatörlüğünde bir uluslararası çalıştay düzenlenmiştir (Anonim7, 2003). Çalıştayda ülkemizdeki orman endüstri kuruluşlarının kaliteli ve hammadde ihtiyacının daha etkin bir şekilde karşılanması için Genel Müdürlük yanında özel sektörün de, özellikle bizzat endüstri kuruluşlarının da hızlı büyüyen türlerle endüstriyel ağaçlandırma yapımları koşulları değerlendirilmiştir. Bu çalıştay sonrasında

düzenlenen özel sektör-Bakanlık ortak toplantıları sonucunda endüstriyel ağaçlandırma yapmak üzere Endüstriyel Ağaç Tarımı Sanayi ve Ticaret A.Ş. (ENAT) isimli bir şirket kurulmuştur. ENAT ağaçlandırma çalışmalarına 2005 yılında Bursa Karacabey’de başlamıştır. Karacabey’de 120 hektar tapulu ve 373 hektarı bozuk orman arazilerinden tahsisli olmak üzere toplam 493 hektar sahada sahilçamı ve kızılçam ağaçlandırması yapmıştır. Ayrıca 2008 yılında Çanakkale-Ezine ilçesinde bozuk orman arazilerinden tahsis edilen sahalarda kızılçam ve sahilçamı ile 607 hektar ağaçlandırma yapmıştır (ENAT, 2019). Söz konusu ağaçlandırmalardan bugün itibarıyla ürün alınmasına da başlanmıştır. Ancak özel sektör ağaçlandırma yatırımları ENAT ile sınırlı kalmıştır.

Yukarıda özetlenen endüstriyel ağaçlandırmalar konusundaki süreç ve özellikle 2002-2008 dönemindeki gelişmelerin sonucunda, OGM endüstriyel ağaçlandırmalar konusunda ciddi bir adım atmaya karar vermiş ve hazırladığı “Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı” nı uygulamaya koymuştur. 2013-2023 dönemini kapsayan eylem planı iyi bonitetli yerlerde yoğun silvikültürel yöntemleri de kullanarak endüstriyel odun üretimini hedeflemiştir. Planda orman arazileri, hazine arazileri ve tarım arazileri potansiyel alanlar olarak sayılmış, özellikle orman arazilerinde kızılçam, sahilçamı, kızılğaç, dişbudak, kavak ve okaliptüs ile ağaçlandırma yapılması öngörülmüştür. Ancak orman alanlarında türlerin ekolojilerine uygun potansiyel alanlar da dikkate alınarak, Batı Karadeniz ve Marmara Bölgelerinde sahilçamı, Akdeniz ve Ege Bölgesinde ise kızılçamın ön plana çıkmıştır. Endüstriyel ağaçlandırma yapılabilecek alan özellikleri bakımından düşünülerek söz konusu eylem planında iyi bonitetli (I. ve II. bonitet), eğimin %30 dan düşük olduğu, edafik ve fizyolojik şartların uygun olduğu ve en az 5 ha büyüklüğündeki alanlar potansiyel alan olarak belirlenmiştir. Bu kriterler çerçevesinde 2013 yılında OGM tarafından yapılan bir tespite göre 13 Orman Bölge Müdürlüğünde toplam 164.922 ha potansiyel saha belirlenmiştir (Anonim1, 2012). Ancak 2019 yılında yayınlanan bir tebliğ (Endüstriyel Ağaçlandırma Uygulamalarına İlişkin Teknik Esaslar - Tebliğ No:304) ile değişikliğe gidilmiş, eğim üst sınırı %30 dan %50 ye çıkartılarak potansiyel saha miktarı önemli ölçüde artırılmıştır (Anonim8, 2019).

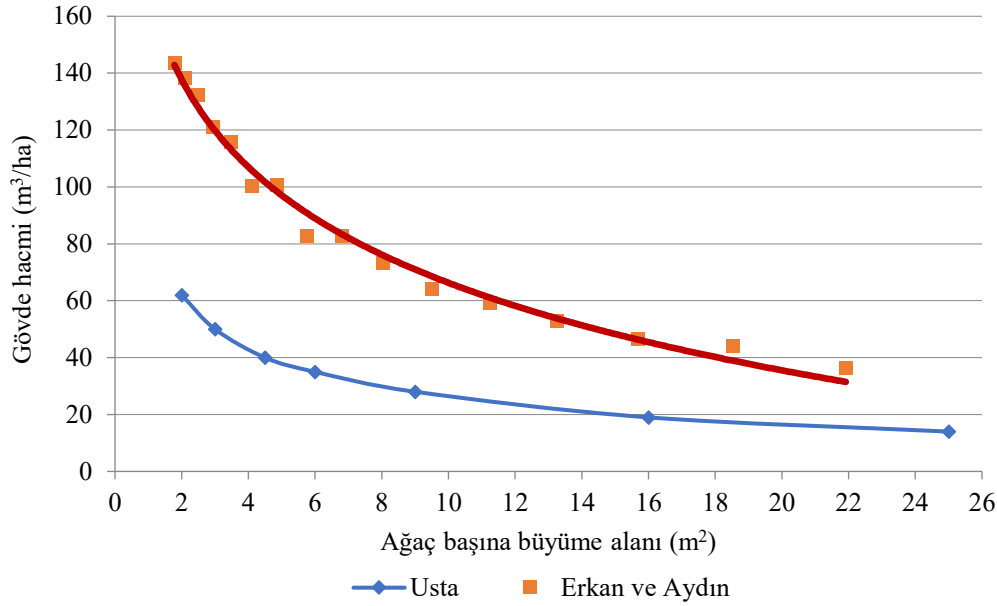
2.3. Bugünkü durum

Endüstriyel ağaçlandırmalar konusunda yukarıda verilen süreçten de anlaşılacağı gibi bugün itibarıyla ülkemizde endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarının tamamına yakını OGM tarafından ya-

pılmaktadır. Bu çalışmalar 2013 – 2023 dönemini kapsayan eylem planına göre Orman Bölge Müdürlükleri bazında belirlenen yıllık programlara göre yapılmaktadır (Anonim1, 2012). Söz konusu eylem planı kapsamında ön görülen bazı teknik uygulamalar konusunda zorluklar da yaşanmaktadır. Yapılan gözlemler ve uygulama birimlerinden edinilen bilgilere göre; daha çok arazi özelliklerinden (eğim, taşlılık vb.) kaynaklanan zorluklar, meslek kamuoyunda olumsuz tepkilerin uyanmasına neden olmaktadır. Özellikle geçmişte geleneksel yöntemlerle yapılmış bazı başarılı ağaçlandırma çalışmaları ile yapılan görsel kıyaslamalar bu zorlukların aşılmasını daha da zorlaştırmaktadır. Nitekim meslek kamuoyunda “biz zaten başarılı ağaçlandırmalar yapıyoruz, daha masraflı olan endüstriyel ağaçlandırma çalışmalarına neden ihtiyaç duyuyoruz?” gibi bir soru gündeme gelmektedir.

Özellikle geleneksel ağaçlandırmalara göre, endüstriyel ağaçlandırmaların gerek hasılat ve gerekse ekonomik bakımdan üstünlüklerinin bilinmemesinden kaynaklanan bu soru eylem planının uygulanmasında direnç oluşturmaktadır. Oysa yapılan bilimsel çalışmalar endüstriyel ağaçlandırmaların farkını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Örneğin, endüstriyel ağaçlandırmaları için kullanılan önemli yerli türümüz kızılçam için Erkan ve Aydın (2016) tarafından yapılan araştırma sonucu, kızılçam ile yapılmış endüstriyel nitelikli bir ağaçlandırmada (iyi bonitetli yerde, ıslah edilmiş tohum kullanımı ve derin toprak işleme yapılarak kurulmuş), 12. yaş itibarıyla, hektardaki kabuklu gövde hacminin geleneksel yöntemlerle yapılan ağaçlandırmalara göre oldukça yüksek olduğunu göstermiştir (Şekil 1). Örneğin, ağaç başına 4 m² büyüme alanı için geleneksel ağaçlandırmalarda hektardaki gövde hacmi 40 m³ civarında iken bu değer endüstriyel nitelikli ağaçlandırmada 100 m³ civarındadır.

Kızılçam sahip olduğu özellikler nedeniyle endüstriyel ağaçlandırmalar için önemli türümüzdür. Nitekim ülkemizde gerek büyüme yetenekleri ve gerekse sahip olduğu ekolojik tolerans sonucu potansiyel ağaçlandırma alanlarının geniş olması nedeniyle eylem planında öngörülen toplam 165.000 ha ağaçlandırma sahasının 145.000 ha’lık kısmı (%88) kızılçama aittir (Anonim1, 2012). Yine örneğin 2019 yılı ülkemiz toplam 22 milyon m³ endüstriyel odun üretiminin 7 milyon m³’lük kısmı (% 32) kızılçam ormanlarından üretilmiştir (Anonim4, 2019). Kızılçamın endüstriyel ağaçlandırmalara konu edilmesinde bir diğer avantaj ise günümüze kadar üzerinde teknik anlamda üzerinde çok çalışılan bir tür olmasıdır. Gerçekten de gerek yapılan bilimsel araştırma sonuçları ve gerekse



Şekil 1. 12. yaş itibariyle iyi yetişme ortamında kızılçam ile yapılmış geleneksel ağaçlandırma ile endüstriyel ağaçlandırmaya ait kabuklu gövde hacimlerinin karşılaştırılması ve büyüme alanına göre değişimi [Şekilde; Usta: geleneksel yöntemle yapılmış ağaçlandırma alanlarına ait eğriyi (I. Bonitet), Erkan ve Aydın: Endüstriyel nitelikte ağaçlandırma alanına ait eğriyi göstermektedir (Erkan ve Aydın, 2016)]

Figure 1. Comparison of outbark stem volumes of industrial afforestation with traditional afforestation using *Pinus brutia* in good site at the age of 12, and its change according to the growing area [In figure; “Usta” shows the curve of the afforestation (I. Site class) made by traditional method, “Erkan and Aydın” shows the curve of the industrial afforestation (Erkan & Aydın, 2016)]

işletmecilik sırasında oluşan tecrübe sonucunda, kızılçam ile ilgili; ağaç ıslahı, hasılatı, dikim aralıkları, idare süresi ve ekonomik analizi konularında ciddi bilgi birikimi vardır (Usta, 1991; Erkan, 2002; Öztürk ve ark, 2004; Erkan ve Aydın, 2016).

OGM 2013 yılı itibariyle uygulamaya koyduğu Endüstriyel Ağaçlandırma Eylem Planı kapsamında ağaçlandırma çalışmalarına devam etmektedir. Ancak, eylem planı kapsamında yapılmış ağaçlandırmaların henüz genç olmaları, daha önce yapılmış endüstriyel nitelikli ağaçlandırma sahalarından idare süresini dolduran ormanların da yeterli olmamaları nedeni ile mevcut ulusal endüstriyel odun ihtiyacı geleneksel yöntemlerle yapılan işletmecilik sonucu üretilen (bakım kesimleri ve son hasılat) üründen karşılanmaktadır. Diğer yandan, orman endüstri sektörünün odun hammadde ithalatı yapmak istememesi ve ihtiyacını iç piyasadan karşılama çabası doğal ormanlar üzerindeki üretim (hasat) baskısını artırmaktadır.

3. Sonuç ve Öneriler

Yukarda özetlenmeye çalışılan ve ülkemizde endüstriyel ağaçlandırma çalışmaları konusunda yaşanan süreç değerlendirilerek aşağıdaki tespitler ve öneriler yapılmıştır.

- *Endüstriyel ağaçlandırmalar geleneksel ağaçlandırmalara kıyasla, birim alandan elde edilecek odun hasılatı bakımından üstünlük göstermektedir (Şekil 1). Bunun temel sebepleri arasında; i) bu ağaçlandırmaların iyi bonitetli alanlarda yapılması ve ii) yine bu alanların derin toprak işleme ve bakım gibi entansif ağaçlandırma yöntemlerini kullanmaya elverişli yerlerden seçilmesi sayılabilir. Bu nitelikteki alanların miktarının sınırlı olduğu gerçeğinden hareketle endüstriyel ağaçlandırmalar çok geniş alanlara yaygınlaştırılmamalıdır. Fazla yaygınlaştırılması durumunda, sayılan bu alan özelliklerinden ödün verileceği için yapılan ağaçlandırmanın diğer geleneksel ağaçlandırmadan farkı kalmayacaktır. Diğer yandan, endüstriyel ağaçlandırmaların büyük ölçüde mevcut doğal orman alanlarında yapılacağı düşünüldüğünde, başta monokültür oluşturma ve genetik kirlenme gibi olumsuzluklar bu amaçla kullanılacak alanların miktarının sınırlı tutulmasını gerekli kılmaktadır.*
- *Endüstriyel ağaçlandırmalar konusunda bilgi ve bilinç eksikliği söz konusudur. Entansif ormancılık uygulamaları sonucu endüstriyel ağaçlandırmalarda ortaya çıkan hasılat ve ekonomik üstünlük meslek kamuoyunda yeterince bilinmemektedir (Şekil 2 ve 3). Ağaçlandırma başa-*

rısı büyük ölçüde fidan tutma başarısı ile sınırlı düşünülmektedir. Her ne kadar konu ile ilgili gerek ülkemizde ve gerekse başka ülkelerde yapılmış çalışmalar olsa da, bu konuda bir inanç eksikliği vardır. Pilot uygulama sonuçları ve düzenlenecek meslek içi eğitim programları bu konudaki bilincin oluşmasına yardımcı olacaktır.



Şekil 2. İyi bonitetli alanda bir kızılçam ağaçlandırması (Antalya – Kurşunlu)

Figure 2. *Pinus brutia* Ten. plantation established on a good site (Antalya – Kurşunlu)

- *Endüstriyel ağaçlandırmalarının ülkemizde yapılmasında arazi koşullarından kaynaklanan bazı sorunlar vardır.* Başta arazi eğimi ve taşlılık olmak üzere, ülkemizdeki mevcut arazi koşulları, mekanizasyon uygulamalarının gereği gibi yapılabilmesine zaman zaman engel olabilmektedir. Bu gibi durumlarda uygun alanlarda endüstriyel ağaçlandırmalar yapılmalı, diğer alanlarda ise koşulların elverdiği ölçüde geleneksel ağaçlandırma yöntemleri kullanılmalıdır. Belli bir bonitetin altındaki alanlar, ya da marjinal (taşlı ve traverten) sahalar bu endüstriyel ağaçlandırmalar için tercih edilmemelidir.
- *Orman endüstri kuruluşlarının ihtiyacının karşılanması için yeni politikalar geliştirilmeli ve yur-*

tiçi üretim ile mevcut ormanların üstünde fazla baskı kurulmamalıdır. Mevcut endüstriyel odun üretiminin önemli bölümü doğal ormanlar ya da geleneksel yöntemlerle yapılan ağaçlandırma alanlarındaki bakım ve son hasılat kesimlerinden üretilmektedir. Ancak daha fazla endüstriyel odun üretim ihtiyacı, geleneksel yöntemlerle tesis edilmiş (örneğin kızılçam için 3 × 2 m. gibi geniş aralıklarla tesis edilmiş) ancak idare süresini henüz doldurmamış ormanların üretime sokulması yolunu açmamalıdır. Nitekim idare süresi ve dikim aralıkları birim alandan elde edilecek ortalama artımı (hasılatı) etkilemektedir.



Şekil 3. Sahilçamı ağaçlandırması (Karacabey-Bursa)
Figure 3. *Pinus pinaster* plantation (Karacabey-Bursa)

- *Özellikle idare sürelerinin isabetli belirlenmesine dikkat edilmelidir.* Endüstriyel ağaçlandırmaların hızlı büyüyen türlerle tesis edildiği düşünüldüğünde yıllık ortalama hacim artımının daha erken yaşlarda maksimum noktaya ulaşması nedeni ile idare süreleri daha kısadır. Ayrıca endüstriyel ağaçlandırmaların ekonomik anlamda birer yatırım niteliği taşıması nedeniyle ve paranın zaman değerini dikkate alan kriterlerin (Net Bugünkü Değer, İç Karlılık Oranı vb.) kullanılması durumunda idare süreleri daha da kısa olmaktadır. Dolayısıyla bu ağaçlandırma alanlarında idare süresi hesabı daha sağlıklı yapılmalı ve idare süresini dolduran alanlar hasat edilerek yerlerine yenisi tesis edilmelidir. Kısa idare süresi özel sektör ağaçlandırmaları için sermayenin tekrar ve daha hızlı yeniden yatırıma dönüştürülmesi bakımından da önemlidir.
- *Endüstriyel ağaçlandırmalarda dikim aralıkları, elde edilecek hasılat bakımından önemli pa-*

rametrelerden biridir. Her ne kadar hektardaki ağaç sayısının değiştirilmesiyle uzun idare sürelerinde genel meşcere veriminde önemli bir değişikliğin olmayabileceği bildirilmiş olsa da (Kalıpsız, 1982) endüstriyel ağaçlandırmaların idare süresinin kısa olması ve ağaçların alan kullanımının (ışıkta faydalanma, toprak kullanımı ve komşuluk ilişkileri) daha fazla önem kazanması nedeniyle dikim aralıkları önemli hale gelmektedir. Diğer yandan ağaçlandırmalarda dikim sıklığının genç meşcerelerde tek ağaç ve meşcere büyümesi ile göğüs yüzeyi üzerinde etkisini ortaya koyan çok sayıda araştırma yapılmıştır (Usta, 1991; Harrington ve ark., 2009; Amateis ve Burkhart, 2012). Ayrıca dar dikim aralıkları yatırım maliyetlerini olumsuz etkiliyor olmakla birlikte, doğal dal budanmasının daha hızlı olması ve böylece hacmin daha yüksek oranda gövde odununda birikmesi ve kaliteli gövde odunu üretimi gibi durumların ortaya çıkması, dikim aralık mesafesinin isabetli kararlaştırılması konusunu daha da önemli hale getirmektedir (Kerr, 2003; Stape ve Binkley, 2010). Nitekim, dar aralık mesafelerde hacim artımı daha yüksek olmakta, büyüme alanı arttıkça artım hızla düşmektedir (Erkan ve Aydın, 2016).

- *Eğim sınırının %50'ye çıkartılması ağaçlandırmanın endüstriyel olma özelliğini önemli ölçüde etkilemektedir.* Nitekim %30'un üzerindeki eğimli sahalarda diğer özelliklerin uygun olması durumunda bile eğimin yüksekliği nedeniyle normal toprak işleme mümkün olamayacağı için teras hazırlama şeklinde olmakta ve teras aralıkları da dar dikim aralıklarına izin vermektedir. Oysa yukarıda izah edilmeye çalışıldığı üzere endüstriyel ağaçlandırmalarda kısa idare süreleri ve dar dikim aralıkları tercih edilmelidir. Ancak bu yolla birim alandan yüksek ürün ve ekonomik değer elde edilmesi mümkün olacaktır.
- *Endüstriyel ağaçlandırmaların gereği olan ve ağaçlandırma tekniği açısından önemli olan uygulamalar titizlikle izlenmelidir.* Alt toprak işleme projesinde öngörülen derinlikte yapılması, kaliteli fidan kullanımı, tekniğine uygun fidan dikimi gibi teknik konuların ağaçlandırmadan elde edilecek başarıyı (fidan tutma başarısını ve büyüme performansını) etkileyen önemli faktörler olduğu gözden kaçırılmamalıdır.
- *Özel sektörün, özellikle odun işleyen endüstri kuruluşlarının kendi hammaddelerini üretmeye yönelik faaliyetleri desteklenmelidir.* Bu anlamda ENAT örneği yaygınlaştırılmalıdır. Alan tahsisi, teknik destek, kredi ve finansman desteği konularında özel sektöre sağlanan teşvikler daha

da artırılabilir. Ayrıca, kavakçılık konusundaki bilgi birikimi ve tecrübeden faydalanılmalı ve kavak ağaçlandırmaları için desteklemeler artırılarak sürdürülmelidir.

Kaynaklar

Akalp, T., 1982. Orman Hasılatı ve Biyometri Kürsüsü'nce hızlı gelişen türler üzerinde yürütülmüş araştırmalar. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu, Çağrılı Bildiri No: 20, Ankara.

Alan, M.2020. Silviculture and tree breeding for planted forests. *Eurasian Journal of Forest Science*, 8(1), 74-83

Amateis, R.L., Burkhart, H.E., 2012. Rotation-Age Results from a Loblolly Pine spacing trial, *South. J. Appl. For.* 36: 11-18.

Anonim1, 2012. Endüstriyel Ağaçlandırma Çalışmaları Eylem Planı (2013-2023), Orman Genel Müdürlüğü yayını, 2013. Ankara.

Anonim2, 2008. Orman Amenajman Yönetmeliği, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yonetmelikler/Orman%20Amenajman%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.pdf> (Erişim tarihi: 3 Ağustos 2020)

Anonim3, 2016. OGM İşletme Pazarlama Daire Başkanlığı kayıtları, yayınlanmamış, Ankara

Anonim4, 2019. Ormancılık istatistikleri 2019, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> (Erişim tarihi: 3 Ağustos 2020)

Anonim5, 1982. Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu Kitapçığı, Orman Bakanlığı Basımı, Bildiriler Kitabı, Kavak ve Hızlı Gelişen Ağaç Türleri Araştırma Enstitüsü, 1982. İzmit.

Anonim6, 1998. Hızlı büyüyen türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar, Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 083, 1998. Ankara.

Anonim7, 2003. International WORKSHOP (10-11 August 2003), Çevre ve Orman Bakanlığı&TEMA Vakfı, İzmit

Anonim8, 2019. OGM. Endüstriyel Ağaçlandırma Uygulamalarına İlişkin Teknik Esaslar (Tebliğ No:304), <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/Forms/AllItems.aspx> (Erişim tarihi: 25.08.2020)

Anonim9, 2014. Facts and Figures New Zealand Plantation Forest Industry, New Zealand Forest Owners Association Inc, https://www.nzfoa.org.nz/images/stories/pdfs/factsandfigures_2014_web.pdf (Erişim tarihi: 15 Ekim 2020)

Anonim10, 2020. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <https://kavakcilik.ogm.gov.tr/Sayfalar/Kurulusumuz/GenelBilgiler.aspx> (Erişim tarihi: 15 Ekim 2020)

Asan, Ü., 1998. Endüstriyel plantasyonlar ve Türki-

- ye'deki uygulamalar, WORKSHOP:“Hızlı Büyüyen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar” Kitapçığı, Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 083, 375 s. (25-39), Ankara
- Birler, A.S., 2009. Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları, Düzce Orman Fakültesi Yayın No:4, İzmit.
- Boydak, M., Dirik, H., 1998. Ülkemizdeki hızlı gelişen türlerle bugüne kadar yapılan çalışmalarda ulaşılan aşama, uygulanan politika ve stratejiler, buna bağlı olarak uygulanabilecek strateji ve politika önerileri, WORKSHOP:“Hızlı Büyüyen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar” Kitapçığı, Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 083, 375 s. (13-25), Ankara
- ENAT, 2019. https://enat.com.tr/?page_id=673 (Erişim tarihi: 15 Şubat 2020).
- Eraslan, İ. 1983. Hızlı büyüyen ağaç türlerinin önemi, tanımı ve Türkiye’de bu türlerle kurulacak plantasyonların potansiyel üretim kapasitesi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri B, Sayı 2 Cilt 33, s.1-27. İstanbul.
- Erkan, N., 2002. Odun üretim amaçlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında ekonomik analizler, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:17, Antalya
- Erkan, N.; Aydın, A.C., 2016. Effects of spacing on early growth rate and carbon sequestration in *Pinus brutia* Ten. plantations. *Forest Systems*, Volume 25 (2):1-11, <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2016252-09290>
- FAO 2018. Forestry production and trade, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (Erişim tarihi: 05.08.2020)
- Giray, N., 1982. Antalya Orman Kullanımı Projesi hakkında rapor, yayımlanmamış, Ankara.
- Harrington, T.B., Harrington, C.A., DeBell, D.S., 2009. Effects of planting spacing and site quality on 25-year growth and mortality relationships of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*), *For. Ecol. Manage.* 258:12-25.
- Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi, ders kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi yayın No: 388, İstanbul.
- Kayın, N., 1966 Entansif kültür metodu ve hızlı gelişen ibrelili türlerle ağaçlandırma çalışmaları üzerine bir inceleme ve Türkiye için önemi, Orman Mühendisliği III. Teknik Kongresi, Ankara, Cilt 2, S.509
- Kerr, G., 2003. Effects of spacing on the early growth of planted *Fraxinus excelsior* L., *Can. J. For. Res.* 33:1196-1207.
- Öztürk, H., Şıklar, S., Alan, M., Ezen, T., Korkmaz, B., Gülbaba, A.G., Sabuncu, R., Tulukçu, M., Derilgen, S.I. 2004. Akdeniz Bölgesi Alçak Islah Zonunda (0-400m) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Döl Denemeleri (4. Yaş Sonuçları), Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 12, Ankara
- Salas, C., Donoso, P.J., Vargas, R., Arriagada, C.A., Pedraza, R. and Soto, D.P., 2016. The forest sector in Chile: an overview and current challenges. *Journal of Forestry*, 114(5), 562-571.
- Stape, J.L., Binkley, D., 2010. Insights from full-rotation Nelder spacing trials with *Eucalyptus* in Sao Paulo, Brasil. *Southern Forests* 72(2):91-98.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219, Antalya.

Yetiştirme sıklığının Toros sediri fidanlarının dikim başarısına etkisi

The effect of seedbed density on the field performance of Taurus cedar seedlings

Şükrü Teoman GÜNER¹

Dilek GÜNER²

Uğur ŞAHİN²

¹ Bartın Üniversitesi, Ulus Meslek Yüksek-
okulu, Ormanlık Bölümü, Ulus/Bartın

² Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları
Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Şükrü Teoman GÜNER

stguner@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

27.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted)

22.02.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Fatma FEYZİOĞLU

fatmafeyzioglu@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Güner, Ş, Güner, D, Şahin, U . (2021). Yetiştirme sıklığının Toros sediri fidanlarının dikim başarısına etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , 8 (2) , 117-124 .
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.847876>



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Çalışma, yetiştirme sıklığının Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının dikim başarısına etkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, Isparta-Kapıdağ orijinli tohumlar, Eskişehir Orman Fidanlığında 15 cm aralıklarla oluşturulan 7 ekim çizgisine sahip yastıklara 2015 yılında ekilmiştir. 1,5 (kontrol); 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen 2+0 yaşlı çıplak köklü fidanlar Eskişehir-Mihalıççık yöresindeki yarı kurak ve yarı nemli iklim özelliklerine sahip iki sahaya 3×2 m aralık-mesafe ile dikilmiştir. Dikimi takiben 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonunda her iki deneme alanında fidan yaşama yüzdesi tespit edilirken, sadece yarı kurak iklim özelliklerine sahip deneme alanında fidan boyu ve fidan çapı ölçümleri yapılmış, nispi çap ve boy artımları hesaplanmıştır. Her iki alanda farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların arazideki yaşama yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Ancak, yarı kurak iklim özelliklerine sahip deneme alanında fidan boyu ve çap gelişimi ile nispi boy ve çap artımları bakımından farklı sıklıkta yetiştirilen fidanlar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Elde edilen veriler, fidanlıkarda birim alandan dikime elverişli fazla sayıda fidan üretme gerekliliği ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki boy farklılıklarına dikkate alındığında, yarı kurak alan ağaçlandırmalarında, fidanlıkta 15,0×2,5 cm aralık-mesafeyle (232 fidan/m²) fidan yetiştirmenin uygun olacağı söylenebilir.

Anahtar kelimeler: *Cedrus libani*, yetiştirme sıklığı, arazi başarısı

Abstract

This study was carried out to find out the effect of seedling density on the planting success of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. The seeds, collected from Isparta-Kapıdağ provenance, were sown in the seedbeds with 15 cm spacing of 7 lines in Eskisehir Forest Nursery in 2015. Two-year-old (2+0) bareroot seedlings grown with 1.5 (control), 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 cm spacings were planted with 3×2 m spacing in two areas with climates of semi-arid and semi-humid in Eskisehir-Mihaliccik region. Following planting, survival percentage was determined at the end of the first, the second, and the third vegetation periods in the two areas, while the seedling height and diameter were measured and their relative growths were calculated only in the semi-arid area. No significant difference was determined among the survival percentage of the seedlings grown at different densities at both sites. However, the growth of seedling height and diameter and the relative increments of height and diameter were significantly different among the seedlings grown at different densities in the semi-arid site. Considering the data obtained, the necessity of producing more seedlings suitable for planting per unit area in nurseries, and the height differences at the end of the 3rd vegetation period, growing of Taurus cedar seedlings with 15.0×2.5 cm spacings (232 seedlings per m²) in the nurseries for semi-arid regions can be suggested.

Key words: *Cedrus libani*, seed bed density, field performance

1. Giriş

Adaptasyon yeteneği ve fidan yaşama yüzdesi yüksek olan Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), farklı ekolojik koşullara sahip olan doğal yayılış alanı dışındaki ağaçlandırmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye'deki ağaçlandırmalarda kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arn.)'dan sonra en fazla kullanılan tür Toros sediridir (Boydak ve Çalikoğlu, 2008).

Türkiye'de 1992-2014 döneminde yılda ortalama 35.850 hektar ağaçlandırma yapılmış olup, bu alanın yaklaşık %30'u (10.620 ha) yarı kurak iklim özelliklerine sahip alanlarda bulunmaktadır (ÇEM, 2015). Toros sediri İç Anadolu Bölgesi'ndeki ağaçlandırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Araştırmanın yapıldığı Eskişehir Orman Fidanlığı'nda yılda ortalama 4,5 milyon adet çıplak köklü Toros sediri fidanı üretilmektedir. Dolayısıyla Toros sediri fidanı üretimi ile bu fidanların farklı yetiştirme ortamlarındaki ağaçlandırma başarılarının değerlendirilmesi konusunda araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Güner ve ark., 2018).

Her türlü plantasyon çalışmasında, yüksek tutma başarısı gösteren ve ilk yıllarda yaşamını aktif bir biçimde sürdürerek çok iyi büyüme yapabilen ve aynı zamanda bu avantajlarla ekonomik dengede olan fidan kalitelidir (Tolay, 1983). Orman kurma çalışmasında bakım süresi ne kadar kısaltılabilmişse o denli başarılı olunmuş demektir. Bu ise dikilen fidanların yaşama oranı yanında sıklık çağına ulaşma süresinin kısalığına bağlıdır. Sıklık çağına ulaşma süresi fidanın çap ve boy artımına; başka bir söyleyişle kaliteli fidan kullanımına göre değişmektedir. Fidan kalitesi üzerinde etkili olan etmenlerden birisi ise ekim yastıklarında sıklığın düzenlenmesidir (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Yapılan araştırmalarda yetiştirme sıklığının fidan morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çiçek ve ark., 2007; Semerci ve ark., 2008; Güner ve ark., 2008; Deligöz, 2012; Yücedağ ve Gailing, 2012; Güner ve ark., 2016; Alım ve Kavgacı, 2017).

Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan özelliklerine etkisi konusunda, Eğirdir Orman Fidanlığı'nda (Isparta) Isparta-Kapıdağ orijininde (Çatal, 2002), Hazar Orman Fidanlığı'nda (Elazığ) Kahramanmaraş-Suçatı orijininde (Kayadibi, 2011), Eskişehir Orman Fidanlığı'nda Konya-Bademli, Mersin-Erdemli ve Isparta-Belçeğiz orijinlerinde (Güner ve ark., 2016) çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma ise Eskişehir Orman Fidanlığı koşullarında Isparta-Kapıdağ orijinli tohumlarla yapılması ve arazi denemesinin olması bakımından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu araştırmanın ilk aşamasında, fidan kalitesi üzerinde etkili olan yetiştirme sıklığının, 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarının (Kapıdağ orijinli) önemli morfolojik özellikleri ve beslenme durumu üzerine olan etkileri ortaya konulmuştur (Güner ve ark., 2018). İkinci aşama olan bu çalışmada ise yetiştirme sıklığının Toros sediri fidanlarının dikim başarısı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada, Isparta-Kapıdağ orijinli Toros sediri tohum meşceresinden (TM 239) toplanan tohumlar kullanılmıştır. 38°05'23'' kuzey enlemi ile 30°42'20'' doğu boylamı arasında yer alan meşcerenin ortalama yükseltisi 1600 m ve bakışı kuzeydir (Güner ve ark., 2018).

Çalışmanın fidanlık aşaması 804 m yükseltide, 39°43'18''-39°44'48'' kuzey enlemleri ile 30°25'06''-30°26'43'' doğu boylamları arasında bulunan Eskişehir Orman Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiştir. Eskişehir soğuk-yarı karasal iklim tipine sahiptir. Eskişehir Meteoroloji İstasyonunun 1975-2006 yıllarını kapsayan verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 10,6 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 307,2 mm dir. Büyüme süresi yaklaşık 240 gündür. Thornthwaite metoduna göre iklim tipi yarı kuraktır. Sıcaklık ilişkileri bakımından orta sıcaklıklar hâkimdir. Su açığı 305,5 mm olup, haziran-ekim ayları arasındaki beş aylık dönemi kapsamaktadır. Denemenin kurulduğu yastığın toprağı kil, kapatma materyali ise balçıklı kum türündedir (Güner ve ark., 2018).

Çalışmanın arazi denemesi Eskişehir ili, Mihaliççik ilçesi sınırlarında yer alan yarı kurak (Sazak) ve yarı nemli (Diközü) iklim özelliklerine sahip olan iki sahada kurulmuştur. Sazak sahasının (39°47'31''K, 31°34'20''D) yükseltisi 890 m, bakışı güney ve eğimi %8'dir. Sazak sahasını en iyi temsil edeceği düşünülen Sivrihisar Meteoroloji İstasyonunun (1.065 m) 1990-2020 yıllarını kapsayan verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 12,5 °C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 17,6 °C ve yıllık ortalama toplam yağış miktarı ise 413,5 mm'dir (MGM, 2021). Buna göre Sazak sahasının Erinç yağış etkenliği indisi değeri (Im) 17,2 olup, yarı kurak iklim tipinde yer almaktadır (Özyuvacı, 1999). Diközü sahasının (39°50'25''K, 31°29'40''D) yükseltisi 1.260 m, bakışı doğu ve eğimi % 2'dir. Diközü sahasına yakın bir mesafede bulunan Mihaliççik Meteoroloji İstasyonunun (1.325 m) 2013-2020 yıllarını kapsayan 8 yıllık verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 9,6 °C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 14,7 °C, yıllık ortalama toplam yağış mik-

tarı ise 456,4 mm'dir (MGM, 2021). Bu verilerle denemenin kurulduğu sahanın Erinç yağış etkinliği indisi değeri (Im) 28,1 olup yarı nemli iklim tipinde kalmaktadır (Özyuvacı, 1999).

Deneme alanlarına ait toprak özelliklerini belirlemek amacıyla her deneme alanında bir adet toprak çukuru açılmış ve derinlik kademelerine göre bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Araziden alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal

özellikleri Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Sazak sahası orta, Diközü sahası ise ince tekstürlüdür. Her iki deneme alanındaki topraklar alkali reaksiyonlu, kireçli ve tuzsuzdur. Yine her iki deneme alanında toprakların organik madde ve toplam azot içerikleri 0-20 cm derinlik kademesinde orta, diğer derinlik kademelerinde ise düşük düzeydedir (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme alanlarına ait toprak özellikleri
Table 1. Soil properties of the plots

Saha	Derinlik (cm)	İTM (g/l)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	TT	pH	Kt (%)	OM (%)	EC (mS/cm)
Sazak	0-20	985	62,78	20,68	16,54	KuBa	8,20	4,81	1,51	0,14
	20-40	974	58,49	18,68	22,83	KuKiBa	8,34	13,33	0,91	0,12
	40-60	1166	52,13	20,81	27,06	KuKiBa	8,39	17,43	0,69	0,12
	60-80	1236	45,81	22,93	31,26	KuKiBa	8,57	21,32	0,39	0,13
	80-100	1267	58,72	18,58	22,71	KuKiBa	8,60	17,48	0,40	0,13
Diközü	0-20	968	36,35	19,10	44,56	Ki	7,69	0,33	3,60	0,17
	20-40	1039	49,94	20,86	29,20	KuKiBa	8,03	45,01	0,99	0,13
	40-60	1075	43,59	22,98	33,43	KiBa	8,11	29,53	0,83	0,13
	60-80	964	47,66	23,03	29,31	KuKiBa	8,17	24,72	0,66	0,14
	80-100	877	42,88	23,27	33,85	KiBa	8,11	12,38	0,57	0,13
		N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	TK (%)	SN (%)	YR (%)
Sazak	0-20	0,11	6,2	330	9	3435	620	42,84	12,83	30,01
	20-40	0,07	3,7	76	16	4050	732	44,57	15,93	28,64
	40-60	0,05	3,7	73	22	3721	859	45,83	17,06	28,77
	60-80	0,04	2,6	65	33	3074	977	47,35	17,44	29,91
	80-100	0,04	2,6	59	35	3256	962	39,64	14,04	25,60
Diközü	0-20	0,21	7,5	328	15	4146	960	60,17	26,18	33,99
	20-40	0,08	3,7	93	16	3999	722	51,84	20,63	31,21
	40-60	0,07	3,4	91	16	3844	713	54,84	23,38	31,45
	60-80	0,06	3,4	94	19	3855	741	56,87	25,16	31,71
	80-100	0,05	3,5	131	20	3782	836	58,06	27,44	30,62

İTM: ince toprak miktarı ($\phi < 2$ mm), Kt: toplam kireç, OM: organik madde, EC: elektriksel iletkenlik, TK: tarla kapasitesi, SN: solma noktası, YR: yarıyıllı rutubet, TT: toprak türü, Ku: kum, Ki: kil, Ba: balçık

2.2. Yöntem

Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü tarafından 2014 yılı sonbaharında (ekim-kasım) Isparta-Kapıdağ orijinli tohum meşceresinden toplanan Toros sediri kozalakları kışın (aralık-ocak) fidanlıkta açılmış ve elde edilen tohumlar 03 Mart 2015 tarihinde 120 cm eninde ve 7 ekim çizgisine sahip (ekim çizgileri arası 15 cm) yastıklara m^2 'ye 220 g tohum olacak şekilde ekilmiştir. Denemede kullanılan tohumların, Orman Ağaçları ve Tohumları

İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yapılan kalite kontrolünde; temizliği %82, 1000 tane ağırlığı 84,4 g, nem içeriği %34,5, çimlenme hızı %22 ve çimlenme yüzdesi %52 olarak tespit edilmiştir. Çimlenmelerin tamamlanmasından yaklaşık bir ay sonra (02 Haziran 2015), fidanlar arasında 2,5 cm (232 fidan/ m^2); 5,0 cm (116 fidan/ m^2); 7,5 cm (77 fidan/ m^2) ve 10,0 cm (58 fidan/ m^2) mesafe olacak şekilde dört düzeyde seyreltme yapılmıştır. İşlem parselleri arasında 30 cm genişliğinde tampon zonlar bırakılmıştır. İşlemlerin

yastıklara dağıtımında, “rastlantı parselleri deneme deseni” kullanılmış ve deneme 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Ayrıca, yine tesadüfî olarak belirlenen üç kontrol parseli de denemeye ilave edilmiştir. Kontrol parsellerinde herhangi bir seyreltme işlemi uygulanmamış olup, fidanlar arasındaki mesafe 1,5 cm (387 fidan/m²) olarak belirlenmiştir. Deneme fidanlıkta applike edildikten sonra, iki vejetasyon dönemi boyunca rutin ot alma, sulama, gübreleme ve kök kesimi faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. İkinci vejetasyon dönemi sonunda (27.02.2017) 2+0 yaşlı fidanlar alttan kök kesimini takiben ekim yastıklarından sökülüştür. Alttan kök kesimi, köklerin yüksekte kesilmesi riski göz önünde bulundurularak, denemenin zarar görmemesi adına, yaklaşık 30 cm derinlikte yapılmıştır. Daha sonra fidan kökleri kök boğazından itibaren 20 cm uzunlukta kesilmiştir. Araştırmada yastığın ortasında kalan beş sıradaki fidanlar kullanılmış, yastığın her iki tarafında kenarlara gelen birer sıra fidan tecrit zonu olarak bırakılmıştır (Güner ve ark., 2018).

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanların yarı kurak (Sazak) ve yarı nemli (Diközü) iklim özellikleri taşıyan deneme alanlarına dikimi 28.02.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Arazi denemesinde yöntem olarak “rastlantı parselleri deneme deseni” uygulanmış ve deneme 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Her bir parsele fidanlıkta farklı sıklıklarda yetiştirilmiş ve bu sıklıkları temsilen rasgele seçilmiş 30 fidan dikilmiştir. Dikimlerdeki aralık-mesafe 3×2 m olarak uygulanmıştır.

Her iki deneme alanında dikimi takiben 3 yıl boyunca bakım çalışmaları ve gözlemler sürdürülmüştür. Yarı nemli (Diközü) iklim özelliklerine sahip olan sahaya hem 2018 hem de 2019 yılı ilkbaharında küçükbaş hayvan sokulması sonucunda deneme alanına dikilen fidanların neredeyse tamamında tepe sürgünlerinin yenildiği tespit edilmiştir. Bu durum, otlatmadan zarar gören fidanlarda

yan sürgünlerden birinin tepe sürgünü konumuna geçmesine, dolayısıyla fidanlarda büyüme kayıplarına sebep olmuştur. Bu yüzden, yarı nemli iklim özelliklerine sahip olan sahanın sadece 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonunda belirlenen fidan yaşama yüzdesi değerleri kullanılmış, çap ve boy gelişimleri ile nispi artımları değerlendirme dışı bırakılmıştır. Yarı kurak (Sazak) iklim özelliklerine sahip olan deneme alanında 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonunda fidan yaşama yüzdeleri yanında çap ve boy ölçümleri yapılmış, ayrıca nispi çap ve boy artımlarının hesabında aşağıdaki formül (Yahyaoglu ve Genç, 2007) kullanılmıştır:

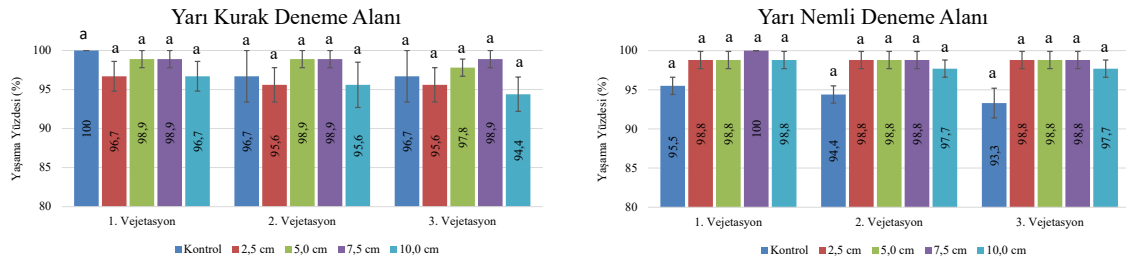
$$NA = [I/X_0] \times [(X_i - X_0)/(Y_i - Y_0)]$$

Formülde, *NA* nispi çap ya da boy artımını, *X₀* fidanın dikim anındaki dip çap ya da boyunu, *X_i* 1., 2. ve 3. yıllardaki çap ya da boylarını, *Y₀* dikim anındaki yaşını, *Y_i* ise 1., 2. ve 3. yıllardaki yaşları ifade etmektedir.

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri, çap ve boy gelişimleri ile nispi çap ve boy artımları arasındaki farklılıklar varyans analizi ve takiben Duncan testi ile denetlenmiştir. Sonuçlar $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistik olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015).

3. Bulgular

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanlar, 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemine ait yaşama yüzdeleri bakımından gerek yarı kurak ve yarı nemli deneme alanlarında gerek yarı kurak ve yarı nemli deneme alanları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($P>0,05$; Şekil 1).



Şekil 1. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen Toros sediri fidanlarının deneme alanlarındaki yaşama yüzdeleri
Figure 1. Survival percentages of Taurus cedar seedlings grown at different seedbed densities in trial areas

Yarı kurak iklim özelliklerine sahip olan Sazak deneme alanında, farklı sıklıklarda yetiştirilen fidanların 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemine ait fidan boyu ve kök boğazı çapı gelişimleri arasındaki

farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Genel olarak değerlendirildiğinde, 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonunda en iyi boy gelişimi gösterirken, kontrol

ve 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar boy bakımından en zayıf gelişimi göstermiştir. Her üç vejetasyon döneminde de en iyi çap gelişimi yine 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda elde edilirken, en zayıf çap gelişimi kontrol fidanlarında elde edilmiştir (Tablo 2).

1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki nispi çap

ve boy artımı bakımından yetiştirme sıklıkları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan önemli bulunmuş ($P < 0,05$) olup, kontrol fidanları en iyi gelişimi göstermiştir. Kontrol dışındaki sıklık dereceleri nispi boy artımı bakımından benzer bulunurken, en düşük nispi çap artımı 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Yarı kurak deneme alanında, farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen Toros sediri fidanlarının, vejetasyon dönemlerine göre çap ve boy gelişimleri ile nispi artımları

Table 2. Diameter, height growth and relative increments of Taurus cedar seedlings grown at different seedbed densities in the semi-arid trial area in relation to the vegetation periods

Vejetasyon dönemi	Özellikler	İşlemler (mesafe)					F	P
		I (Kontrol)	II (2,5 cm)	III (5,0 cm)	IV (7,5 cm)	V (10,0 cm)		
		$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$	$\bar{X} \pm SH$		
Dikim (2017 İB)	FB	19,2±0,59	21,5±0,45	24,7±0,58	25,4±0,46	25,2±0,55		
	KBÇ	3,56±0,09	4,45±0,10	5,31±0,11	5,44±0,12	5,81±0,11		
1 (2017 SB)	FB	27,2±0,7 a	27,8±0,5 a	31,1±0,6 b	32,3±0,6 b	31,3±0,6 b	13,559	0,000
	KBÇ	5,57±0,13 a	6,19±0,13 b	7,10±0,14 c	7,63±0,14 d	7,59±1,21 d	46,336	0,000
	NBA	0,44±0,03 b	0,31±0,02 a	0,27±0,02 a	0,28±0,02 a	0,26±0,02 a	13,938	0,000
	NÇA	0,61±0,05 c	0,41±0,03 b	0,35±0,02 ab	0,42±0,02 b	0,32±0,02 a	15,450	0,000
2 (2018 SB)	FB	44,1±1,3 a	44,4±1,1 a	47,9±1,2 b	52,3±1,2 c	48,8±1,2 b	8,154	0,000
	KBÇ	9,86±0,24 a	10,71±0,26 b	11,26±0,27 b	12,66±0,25 c	12,05±0,25 c	18,743	0,000
	NBA	0,69±0,04 b	0,56±0,03 a	0,50±0,03 a	0,55±0,03 a	0,50±0,03 a	5,894	0,000
	NÇA	0,93±0,05 c	0,73±0,03 b	0,58±0,03 a	0,70±0,03 b	0,55±0,02 a	21,063	0,000
3 (2019 SB)	FB	58,3±1,6 a	61,9±1,6 ab	65,5±1,8bc	68,5±1,4 c	66,8±1,6 c	6,453	0,000
	KBÇ	14,54±0,40 a	16,31±0,44 b	16,73±0,44 bc	18,26±0,37 d	17,56±0,36 cd	12,559	0,000
	NBA	0,72±0,04 b	0,65±0,03 ab	0,59±0,03 a	0,59±0,02 a	0,58±0,03 a	4,192	0,002
	NÇA	1,08±0,05 d	0,92±0,04 c	0,75±0,03 ab	0,82±0,03 bc	0,69±0,02 a	17,369	0,000

\bar{X} : aritmetik ortalama, SH: standart hata, F: varyans oranı, P: önem düzeyi, FB: fidan boyu (cm), KBÇ: kök boğazı çapı (mm), NBA: nispi boy artımı, NÇA: nispi çap artımı, İB: ilkbahar, SB: sonbahar, satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan benzer grupları göstermektedir.

Fidanlıkta farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının dikim şoku atlatma süreleri Tablo 3'de verilmiştir. Dikim şoku, çap gelişimi bakımından kontrol, 2,5 ve 7,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda bir yıl; 5,0 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda iki yıl devam etmektedir. Boy gelişimi bakımından ise 5,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda iki yıl, diğer sıklıklarda yetiştirilen fidanlarda bir yıl devam etmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen Toros sediri fidanlarının, 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemine ait yaşama yüzdeleri bakımından, yarı kurak ve yarı nemli deneme alanları arasında önemli bir farklılık göstermemesi, deneme alanlarının iklim tipleri yanında toprak özelliklerinin yarı kurak sahada orta tekstürlü, yarı nemli sahada ise ince tekstürlü olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine

fidanların 1. vejetasyon dönemine ait tutma başarısı bakımından deneme alanları arasındaki farkın önemsiz bulunması, özellikle yarı kurak alandaki 2017 yılı yaz (haziran + temmuz + ağustos) yağışlarının (101 mm), uzun yıllar ortalaması (1990-2020) yaz yağışlarının (63 mm) üzerinde olması (MGM, 2021) ile açıklanabilir.

Farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların yarı kurak ve yarı nemli alanlardaki 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemine ait yaşama yüzdeleri arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Keza, Güner ve ark. (2008, 2012) tarafından Anadolu karaçamında yapılan çalışmalarda, yetiştirme sıklığının, 1., 3., 5. ve 8. vejetasyon dönemi sonundaki yaşama yüzdesi üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmektedir. Yine yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Semerci ve ark., 2008), doğu ladin (*Picea orientalis* (L.) Link) (Eyüboğlu, 1988) ve sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) (Çiçek ve ark., 2007) türlerinde yapılan çalış-

Tablo 3. Yarı kurak deneme alanında, fidanların nispi çap ve boy artımları esas alınarak gerçekleştirilen varyans analizi ve Duncan testi sonuçları
Table 3. Variance analysis and Duncan test results based on the relative diameter and height increases of the seedlings in the semi-arid trial area

İşlemler	Nispi çap Artımı	Homojen gruplar							Nispi boy artımı	Homojen gruplar			
		1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4
Kontrol (1. yıl)	0,613			c	d	e			0,442	a	b	c	
Kontrol (2. yıl)	0,923						f	g	0,693				d
Kontrol (3. yıl)	1,090							g	0,727				d
2,5 cm (1. yıl)	0,404	a	b	c					0,309	a	b		
2,5 cm (2. yıl)	0,724				d	e	f		0,554			c	d
2,5 cm (3. yıl)	0,915						f	g	0,649			c	d
5,0 cm (1. yıl)	0,353	a	b						0,272	a	b		
5,0 cm (2. yıl)	0,577		b	c	d	e			0,498		b	c	d
5,0 cm (3. yıl)	0,744				d	e	f		0,582			c	d
7,5 cm (1. yıl)	0,424	a	b	c					0,279	a	b		
7,5 cm (2. yıl)	0,694				d	e	f		0,548			c	d
7,5 cm (3. yıl)	0,819					e	f		0,585			c	d
10,0 cm (1. yıl)	0,319	a							0,260	a			
10,0 cm (2. yıl)	0,554	a	b	c	d				0,496		b	c	d
10,0 cm (3. yıl)	0,693				d	e	f		0,575			c	d
F					8,897						4,622		
P					0,000						0,000		

malarda da, yetiştirme sıklığının arazideki yaşama yüzdesi üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Ancak, Tetik (1995) tarafından sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)’da yapılan çalışmada, yetiştirme sıklığının yaşama yüzdesi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Genel olarak seyrek yetiştirilen fidanların arazideki yaşama yüzdeleri, sık yetiştirilenlere göre daha fazladır. Ancak, yaşama yüzdesinin yüksek olduğu alanlarda, yetiştirme sıklığının yaşama yüzdesi üzerindeki etkisi azalmaktadır (South, 2000). Nitekim çalışmamızda da her işleme ait yaşama yüzdesi %90’ın üzerinde olup, yetiştirme sıklığının yaşama yüzdesi üzerindeki etkisi kaybolmuştur.

1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki fidan boyu ve kök boğazı çapı gelişimi bakımından yetiştirme sıklıkları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Genel olarak, 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki boy ve çap gelişimi bakımından 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar en iyi gelişimi gösterirken, kontrol fidanları en zayıf gelişimi göstermiştir. Dolayısıyla, seyrek yetiştirilen fidanların, sık yetiştirilen fidanlara göre denemenin başlangıcında sahip olduğu çap ve boy (dikim boyu ve çapı) avantajı (Tablo 2) 3. vejetasyon dönemi sonu itibarıyla devam etmiştir. Anadolu karaçamı (Güner ve ark., 2008) ve yalancı akasya

(Semerci ve ark., 2008) türlerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak, farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanlarının 1., 2. ve 3. vejetasyon dönemi sonundaki nispi çap ve boy artımı değerlerine baktığımızda, kontrol fidanlarının en iyi gelişimi gösterdiği görülmektedir. Yani kısa boylu ve ince çaplı fidanların nispi gelişimi daha iyidir. Bu durum, birçok çalışmada ortaya koyulmuş ve zaten beklenen bir olgudur. Çünkü küçük boyutlu fidanlar dikim şokundan daha az etkilenmektedir (Dirik, 1990). Her ne kadar 3. vejetasyon dönemi sonu itibarıyla 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar diğer sıklıklarda yetiştirilen fidanlara göre 5-6 cm daha boylu olsa da nispi artımlara bakıldığında ileriki dönemde bu farklılığın kapanması mümkün görünmektedir. Nitekim, Çiçek ve ark. (2011), sivri meyveli dişbudak ve hercai karağaç (*Ulmus laevis* Pall.) fidanlarında yaptıkları çalışmada, fidanlık aşamasında yetiştirme sıklığının çap ve boy gelişimi üzerinde etkili olduğunu, ancak arazide 4. vejetasyon dönemi sonunda boy farklılıklarının devam etmesine rağmen önemli düzeyde olmadığını bildirmektedir. Güney Florida çamı (*Pinus elliotii* Engelm.) türünde yapılan çalışmada, fidanlıkta üç boy grubuna ayrılarak araziye taşınan fidanlar arasındaki boy farkının, 3. vejetasyon dönemi sonunda devam etmesine rağmen, 10. yıldan itibaren ortadan kalk-

tığı bildirilmektedir (Sluder, 1991).

Yarı kurak deneme alanındaki dikim şoku, çap gelişimi bakımından 5,0 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda iki yıl, kontrol, 2,5 ve 7,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda bir yıl devam etmiştir. Boy gelişimi bakımından 5,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda iki yıl, diğer sıklıklarda yetiştirilen fidanlarda ise bir yıl sürmüştür. Anadolu karaçamında, farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların dikim şokunu atlama süresinin bir yıl olduğu bildirilmektedir (Güner ve ark., 2008). Dikim şokunun boylu ve daha kalın çaplı olan 10 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda daha uzun süre devam etmesi, fidanlıkta sökülme veya arazide dikim sırasında büyük fidanların daha fazla zarar görmesinden veya daha geniş transpirasyon yüzeyleri sebebiyle daha fazla su kaybına maruz kalmalarından kaynaklanabilir (Dirik, 1990).

Elde edilen bulgular bir arada değerlendirildiğinde, farklı sıklıkta yetiştirilen fidanlar, plantasyon denemelerinde yaşama yüzdeleri bakımından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Fidan boyu ve kök boğazı çapı gelişimi bakımından genel olarak 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar en iyi, kontrol fidanları ise en zayıf gelişimi göstermiştir. Nisbi çap ve boy artımı bakımından ise kontrol fidanları en iyi gelişimi göstermiştir. Dikim şoku genel olarak kontrol, 2,5 ve 7,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda 1 yıl, 5,0 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda 2 yıl devam etmiştir. Buna göre 2,5 ve 7,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu fidanlardan 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların dikim sırasındaki gövde/kök oranı en düşük bulunmuştur (Güner ve ark., 2018). Dolayısıyla, fidanlıklarda birim alandan dikime elverişli fazla sayıda fidan üretme gerekliliği de dikkate alındığında, yarı kurak alan ağaçlandırmalarında, fidanlıkta 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen (232 fidan/m²) fidanların kullanılmasının uygun olacağı söylenebilir.

Teşekkür

Bu makale, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü'nce desteklenen "Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde Yetiştirme Sıklığının Önemli Morfolojik Fidan Özellikleri, Beslenme Durumu ve Arazi Başarısına Etkisi (ESK-24(1202)/2015-2020)" isimli projeden hazırlanmıştır. Makaleye yaptıkları çok değerli katkılar sebebiyle hakemlere teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Alım, E., Kavgacı, A., 2017. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda diken ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp.

oxycedrus) fidan yetiştirme sıklığının fidan morfolojisine etkileri. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 4(2): 1-11. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.309242>

Boydak, M., Çalıkoglu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ormanlık Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (Ogem-Vak) Yayını, Ankara.

Çatal, A.Y., 2002. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik Fidan Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

ÇEM, 2015. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri. <http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/istatistikler.aspx?sflang=tr> (Ziyaret tarihi: 06.04.2015).

Çiçek, E., Çiçek, N., Bilir, N., 2007. Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests* 33: 81-91.

Çiçek, E., Çiçek, N., Tilki, F., 2011. Four-year field performance of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *Ulmus laevis* Pall. seedlings grown at different nursery seedbed densities. *Research Journal of Forestry* 5(2): 89-98.

Deligöz, A., 2012. Ekim sıklığının *Acer negundo* L. fidanlarının morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 14(21): 11-17.

Dirik, H., 1990. Dikim şoku. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi B40(3): 105-116.

Eyüboğlu, A.K., 1988. Fidanlıkta Değişik Sıklık Derecelerinde Yetiştirilmiş, Şaşırtılmış ve Şaşırtılmamış Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Fidanlarının Arazideki Durumları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 201, Ankara.

Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M., 2008. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkisi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 1, Eskişehir.

Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M., 2012. Yetiştirme sıklığının Anadolu karaçamı fidanlarının dikim başarısına etkisi. *İstanbul Üni-*

versitesi Orman Fakültesi Dergisi 62(2): 89-96.

Güner, Ş.T., Şahin, U., Güner, D., Karataş, R., Erkan, N., 2016. Effects of seedbed density on some morphological properties and nutrient status of two-year old Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. *Fresenius Environmental Bulletin* 25(6): 2121-2130.

Güner, Ş.T., Güner, D., Şahin, U., 2018. Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özellikleri ve beslenme durumuna etkisi. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 5(1): 44-55. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.357442>

Kayadibi, B., 2011. Toros Sedirinin Fidanlıkta Yetiştirilmesinde Seyreltme ve Kök Kesimi İşlemlerinin Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.

MGM, 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Eskişehir ili meteorolojik verileri, Ankara.

Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Semerci, A., Güner, Ş.T., Çömez, A., Çelik, N., Karataş, R., Koray, E. Ş., Genç, M., Tuncer, E., Güner, D., 2008. Yetiştirme Sıklığının Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Fidanlarının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkileri: Eskişehir Örneği. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 285, Ankara.

Sluder, E.L., 1991. Seed and seedling size grading

of slash pine has little effect on long-term growth of trees. *Tree Planters' Notes* 42(3): 23-27.

South, D.B., 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station, Forestry and Wildlife Research Series No. 1, Auburn, Alabama.

SPSS v.22.0®, 2015. SPSS 22.0 Guide to Data Analysis. published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Tetik, M., 1995. Sarıkamış Fidanlığında Ekim Sıklığının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarının Kalitesine ve Dikimdeki Başarısına Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 244, Ankara.

Tolay, U., 1983. Hendek Orman Fidanlığında Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'nin Yetiştirme Tekniği ile Fidan Kalitesi ve Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yıllık Bülten No: 19, 349-448.

Yahyaoglu, Z., Genç, M., 2007. Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Isparta.

Yücedağ, C., Gailing, O., 2012. Effects of seedbed density on seedling morphological characteristics of four broadleaved species. *Forest Systems* 21(2): 218-222.

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) meşcereleri için gövde hacim tablolarının düzenlenmesi

Construction of stem volume tables for stone pine (*Pinus pinea* L.) stands in İzmir Regional Directorate of Forestry

Niyazi ÖZÇANKAYA¹
Mustafa BATUR¹
Özgür KİRACIOĞLU²

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

² Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları
Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Niyazi ÖZÇANKAYA
n_ozcankaya@yahoo.com

Geliş tarihi (Received)

21.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted)

16.02.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Neşat ERKAN
nesaterkan@yahoo.com

Atıf (To cite this article): Özçankaya, N , Batur, M , Kiracioğlu, Ö . (2021). İzmir Orman Bölge Müdürlüğü fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) meşcereleri için gövde hacim tablolarının düzenlenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , 8 (2) , 125-145 . DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.813362>

Öz

Bu çalışmada İzmir Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) sınırları içinde kullanılmak üzere, varlığı ve ekonomik değeri ile önemli bir orman ağacı türü olan fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın tek ve çift girişli dikili kabuklu gövde hacim tabloları düzenlenmiştir. Bu amaçla, İzmir OBM genelinde 275 adet örnek ağaçta ölçüm yapılarak gerekli veri elde edilmiştir. Ağaçların 44'ü kontrol ve 231'i model geliştirme grubu olarak ayrılmıştır. En uygun hacim için modellerin belirlenmesinde Ortalama Hata, Ortalama Mutlak Hata, Hataların Standart Sapması, Açıklanan Varyans Yüzdesi, Toplam Hata Yüzdesi, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ve Ortalama (Vasati) Ayrılış Yüzdesi gibi başarı ölçütleri yanında artık değerlerin analizlerinden yararlanılmıştır. Seçilen hacim modellerinin, $\alpha=0,05$ anlam düzeyinde İzmir OBM fıstıkçamı ormanlarında kullanımlarının uygun olduğu anlaşılmıştır. İzmir OBM tek girişli gövde hacim tabloları " $logV=\beta_0+\beta_1logd+\beta_2*(logd)^4+\beta_3*(1/d)$ ", çift girişli gövde hacim tabloları ise " $logV=\beta_0+\beta_1*log(d^2h)+\beta_2*(1/(h+6))^2+\beta_3*(1/dh)$ " denklemleriyle düzenlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fıstıkçamı, gövde hacim tablosu, hacim modeli, başarı ölçütleri

Abstract

In this study, single and double entry tree volume tables of stone pine (*Pinus pinea* L.), which is an important forest tree species in terms of existence and economic value, were prepared to be used within the boundaries of İzmir Regional Directorate of Forestry (İzmir RDF). For this purpose, 275 sample trees were taken from the İzmir RDF and necessary data were obtained. 44 of the sample trees were separated as control and 231 as model development group. The models for the most appropriate volume were determined using the criteria of Mean Error, Mean Absolute Error, Standard Deviation of Errors, Percent of Variance Described, Total Failure Percentage, and Average Absolute Failure Percentage and also the analysis of residual values were utilized. It has been determined that the selected volume models are fixed to use in İzmir RDF pine forests at the significance level of $\alpha<0,05$. Single and double entry volume tables were produced with the " $logV=\beta_0+\beta_1*logd+\beta_2*(logd)^4+\beta_3*(1/d)$ " and " $logV=\beta_0+\beta_1*log(d^2h)+\beta_2*(1/(h+6))^2+\beta_3*(1/dh)$ " equations, respectively.

Key words: Stone pine tree, tree volume table, volume model, success criteria



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Orman İşletmelerinin en önemli sermayelerinden birisi meşceredeki dikili tek ağaç hacimlerinin toplamı olan ağaç servetidir (Kalıpsız, 1984; Yavuz, 1999). Sürdürülebilir ve rasyonel orman yönetimi planlama ile mümkündür. Orman amenajman planlarının temel dayanağı meşceredeki hacim ve artım değerleridir. Bu değerlerin doğru ve güvenilir olması uygulanabilir bir plan için önemli bir gerekliliktir.

Tek ağaç ve meşcere hacim değerlerinin analitik yöntemlerle hesaplanması ağaçlar kesilmeden mümkün olmamaktadır (Sakıcı ve ark., 2018). Dikili ağaçların gövde hacim değerlerini saptamak için her safesinde kesim yapılamayacağından, hacim değerleri geliştirilen daha pratik yöntemler ile tahmin edilmektedir (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984; Yavuz, 1999). Tahminler, ağaç türleri için uygun değerler üreten, istatistik yöntemlerle elde edilmiş modeller ile gerçekleştirilir ve en uygun denklemler, birçok denklem arasından uygunluk testleri yardımıyla seçilir (Kalıpsız, 1984; Carus ve Su, 2014).

Ağacın kolay biçimde ölçüm değerlerinin elde edilebileceği kısımlarının (çap, çap ve boy vd.) birer bağımsız değişken olduğu bu denklemlerden dikili kabuklu gövde hacim tabloları (DKGHT) türetilir (Kalıpsız, 1984). Hacim denklemleri kullanılan bağımsız değişken sayısına bağlı olarak tek, çift ve çok girişli olarak (Loetsch ve ark., 1973; Kalıpsız, 1984); bununla beraber kullanıldıkları alanın büyüklüğüne göre de yöresel, bölgesel ve genel olmak üzere üçer farklı biçimde gruplandırılmışlardır (Köhl ve ark., 2006; Sakıcı ve ark., 2018).

Ormanlıkta ağaç serveti envanteri çalışmalarında, örnek alanların hacimlerinin kestirilmesinde genel olarak tek (çap) veya çift (çap-boy) girişli gövde hacim tabloları kullanılmaktadır. Orman amenajman planlarındaki artım ve servet hesaplarının doğru yapılabilmesi için tek ağaçlar için mümkün olduğu ölçüde doğru hacim veren dikili kabuklu gövde hacim tablolarına (DKGHT) ihtiyaç vardır.

İzmir Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) kapsamında fıstıkçamı meşcerelerine sahip plan ünitelerinin orman amenajman planlarında fıstıkçamı ağaç türü için tek girişli hacim ve artım tabloları mevcuttur. Ancak geçmiş planlama dönemlerinde grafik yöntemlerle hazırlanmış bu tabloların kökeni belirsizdir ve genel olarak düşük hacim değerleri tahmin etmektedir. Uygulayıcılar tarafından tabloların problemliliği değeri öne sürülerek tekrar düzenlemelerinin gerekliliği sıklıkla vurgulanmaktadır.

Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) her ne kadar yenilebilir

lezzetli tohumlara sahip olduğu için tüm dünyada değerli kabul edilse de odun özellikleri ile de ekonomik öneme sahip bir ağaç türüdür. Odunu hoş kokulu ve terebentin içeriği yüksektir. Direk, travers, kaplama, ambalaj ve yapı malzemesi, mobilya, doğrama, gemi-tekne yapımı, lif yonga, levha, reçine, selüloz ve kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Doğu ve ark., 2002).

Türün doğal yayılış alanı Akdeniz Havzası ılıman iklim kuşağıdır. En geniş yayılışını İspanya'da, en büyük yayılışını ise Türkiye, Portekiz, İtalya, Fransa, Yunanistan, Arnavutluk, Suriye, Fas, Tunus ve Cezayir'de yapmaktadır (Fady ve ark., 2004). Ülkemizde ise doğal olarak İzmir-Bergama-Kozak Havzasında, Aydın-Koçarlı-Mazon Bölgesinde ve Muğla-Yatağan-Katranlı Havzası'nda büyük meşcereler halinde bulunmaktadır (Fırat, 1943; Kılıcı ve ark., 2000).

İzmir-Bergama-Kozak havzasında bulunan fıstıkçamı meşcereleri ülkemiz ve İzmir OBM için büyük önem taşımaktadır. Yüksek verimli fıstıkçamı ormanları bu yörede bulunmakta olup, ülkemizdeki doğal fıstıkçamı sahalarının %31,4'üne karşılık gelmektedir (Kılıcı ve ark., 2014). Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2019 Türkiye Orman Varlığı istatistiklerine göre 131.550 ha normal koru, 33.250 ha ise bozuk koru olmak üzere toplam 164.800 ha fıstıkçamı ormanı bulunmaktadır (OGM, 2019). Ancak, devlet ormanı sınırları dışında olan Kozak yöresinde yaklaşık 30.000 ha ve diğer bölgelerdeki özel fıstıkçamı ormanları, amenajman planlarında ziraat rumuzuyla gösterildiğinden bu alana dâhil değildir.

Asli ağaç türlerimizin çoğu için hacim tabloları düzenlenmiştir. Farklı ağaç türleri için grafik (Erkin, 1948; Eraslan, 1954; Gülen, 1959; Kalıpsız, 1962) ve matematik (Miraboğlu, 1955; Alemdağ, 1962; Akalp, 1978; Asan, 1984) yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar ile genel (Alemdağ, 1967; Sun ve ark., 1978; Bozkuş ve Carus, 1997) ve yöresel/bölgesel (Erdemir, 1974; Erkan, 1997; Saraçoğlu, 1998; Yavuz, 1999; Sakıcı ve Yavuz, 2003; Ercanlı ve ark., 2008; Özçelik, 2010; Kahriman ve ark., 2017) ölçeklerde hacim tabloları üretilmiştir.

Fıstıkçamının planlaması ve hasılatına yönelik araştırmalar ise oldukça kısıtlıdır. "Fıstıkçamı ormanlarımızda meyva ve odun verimi bakımından araştırmalar ve bu ormanların amenajman esasları" isimli ilk çalışma Fırat (1943) tarafından yapılmıştır. Ayrıca Eler (1986)'in Antalya Bölgesi fıstıkçamı ağaçlandırma alanlarındaki fıstık ve odun verimine ilişkin çalışması ile Güler (2010)'in Antalya ağaçlandırma sahaları için Yöresel Fıstıkçamı DKGHT düzenlediği çalışma bulunmaktadır.

Çalışmanın amacı, İzmir OBM genelinde fıstıkçamı ağaç türü için güvenle kullanılabilir tek ve çift girişli dikili kabuklu gövde hacim modellerinin geliştirilmesi ve tablolarının düzenlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma alanı İzmir OBM'dir. Çalışma materyalini fıstıkçamı meşcerelerinden seçilmiş 275 adet

örnek ağaç ve orman amenajman planları oluşturmaktadır. Örnek ağaçların dağılımı kurgulanırken İzmir OBM'ne bağlı Orman İşletme Müdürlüklerinde bulunan fıstıkçamı meşcereleri alanlarının, İzmir OBM fıstıkçamı meşcereleri toplam alanlarına oranları (Bektaş, 2012) dikkate alınmıştır (Tablo 1).

2.2. Yöntem

Gövde hacim denklemlerinin üretilmesinde regresyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Alternatif

Tablo 1 Orman İşletme Müdürlüklerinin toplam fıstıkçamı alanları, İzmir OBM fıstıkçamı toplam alanına oranları ve ölçülen örnek ağaç sayıları

Table 1. Total stone pine areas of Forest Management Directorates, their ratio to the total area of Izmir RDF stone pine and the number of sample trees measured

Orman İşletme Müdürlüğü	Fıstıkçamı Sahası (ha)	%	Örnek Ağaç Sayısı
Akhisar	3.216,1	6,6	20
Bayındır	4.032,7	8,3	22
Bergama	20.758,0	42,7	134
Demirci	4.687,2	9,7	12
Gördes	2.395,3	4,9	12
İzmir	2.225,1	4,6	12
Manisa	9.760,1	20,1	49
Menderes	1.526,5	3,1	14
Toplam	48.601,0	100,0	275

denklemler başarı ölçütleri ile değerlendirilmiş, seçilen en uygun denklemlerin ürettiği değerler ile hacim tabloları düzenlenmiştir.

Hacim tablolarının düzenlenmesinde veya hacim denklemlerinin geliştirilmesinde üç önemli aşaması olduğu belirtilmiştir (Yavuz, 1995). Bunlar;

- Yeterli sayıda ve uygun örnek ağaç seçimi,
- Hacim denklemlerinin düzenlenebilmesi için bağımlı (ağaç gövde hacmi) ve bağımsız (göğüs çapı ve ağaç boyu) değişkenlerin ölçümü,
- Model formunun seçimi ve modelin test edilmesiyle en uygun hacim denkleminin seçimidir.

2.2.1. Örnek ağaçların seçimi

Herhangi bir ağaç türü için düzenlenecek hacim tablolarının hazırlanması aşamalarında, öncelikle ilgili türün doğal yayılış gösterdiği meşcerelerden yeterli sayıda ve uygun nitelikte örnek ağaçların seçilmesi gerekmektedir. Örnek ağaçların düzgün gövdeli, sağlıklı, canlı ve sağlam tepeli olmalarına dikkat edilmiş, farklı çap ve boy kademelerine dağılımlarının da yeterli olması gözletilmiştir.

2.2.2. Hacim değerlerinin hesaplanması

Çalışmada örnek ağaç gövde hacimlerinin belirlenmesi için seksiyon (bölümleme) yöntemi ve "Smalian Hacim Formülü" uygulanmıştır. Seksiyon uzunluğu kısaldıkça hacmin güvenilirliği artmakta olduğundan bu uzunluk 1,0 metre (m) olarak seçilmiştir.

Örnek ağaçlar toprak seviyesinden kesilmiş, ölçü işlemleri için dalları kesilerek gövde temizlenmiştir. Çap ölçümleri, gövdenin dip kısmından tepe ucuna kadar, mümkün olduğunca düzenli bir şekilde 0,3 m'den başlayarak 1 m aralıklarla (0,3 m, 1,3 m, 2,3 m, 3,3 m ve 4,3 m gibi), birbirine dik şekilde çift taraflı ve 0,1 santimetre (cm) hassasiyetinde yapılmıştır. Dal şişkinliklerine rastlayan ölçüm yerlerinde ise gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Uçta kalan 1 metreden küçük gövde ucunun boyu da ölçülerek kaydedilmiş ve ölçü işlemleri tamamlanmıştır.

Yönteme göre ağaçlar dip kütük (V_{DK}), dip kütük ile uç parça arasında kalan n adet 1,0 m'lik seksiyonlar (V_{SP}) ve uç parça (V_{UP}) olmak üzere üç bölüme ayrılmış, dip kütüğün silindir ve uç parçanın ise koni biçiminde olduğu varsayılarak her bir bö-

lüm için kabuklu hacimler ayrı ayrı hesaplanmıştır (Denklem 2.1, 2.2 ve 2.3).

$$V_{DK} = \frac{\pi}{4} * d_{0,3}^2 * 0,3 \quad (2.1)$$

$$V_{ST} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\pi}{4} * \frac{d_{ai}^2 + d_{üi}^2}{2} * l \right\} \quad (2.2)$$

$$V_{UP} = \frac{1}{3} * \frac{\pi}{4} * d_{ün}^2 * h_{uç} \quad (2.3)$$

Burada, $d_{0,3}$: 0,3 m kütük çapını, n : toplam seksiyon sayısını, d_{ai} : i . seksiyon alt yüzeyinin çapını, $d_{üi}$: i . seksiyon üst yüzeyinin çapını, l : seksiyon uzunluğunu, $d_{ün}$: n . seksiyon üst yüzeyinin çapını ve $h_{uç}$: uç parça uzunluğunu ifade etmektedir.

Her bir gövde bölümü (V_{DK} , V_{ST} ve V_{UP}) hacimleri toplamı hesaplanarak kabuklu gövde hacimleri

(V_G) tespit edilmiştir (Denklem 2.4).

$$V_G = V_{DK} + V_{ST} + V_{UP} \quad (2.4)$$

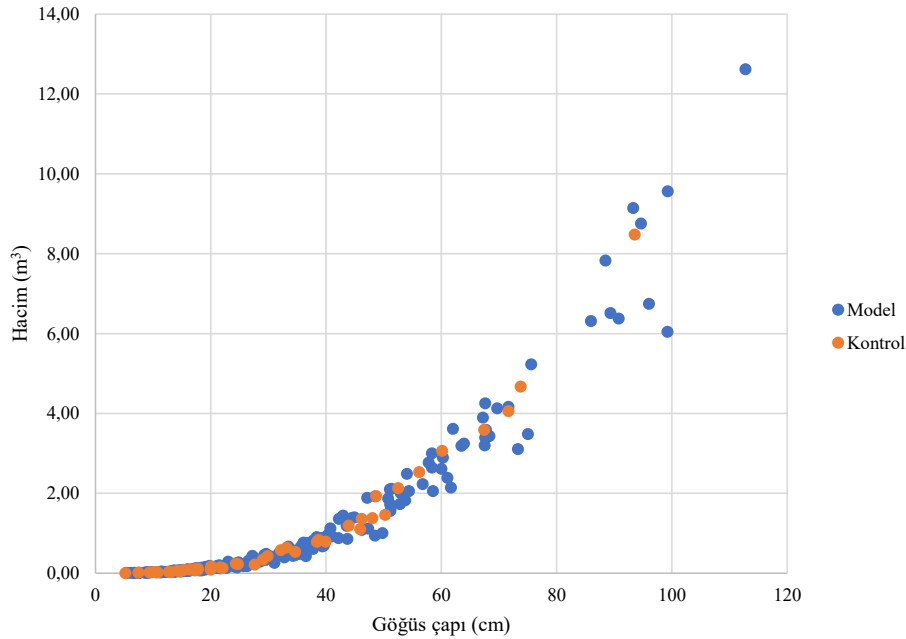
2.2.3. İstatistik modellerin belirlenmesi

Çalışma kapsamında, çoğunlukla literatürdeki benzer çalışmalardan derlenmiş, kısmen de dağılıma uygun formlarda düzenlenmiş 25 adet tek (Ek Tablo 1) ve 49 adet çift girişli model (Ek Tablo 2) test edilmiştir.

Kontrol grubu olarak kullanılmak üzere 275 adet ağaçtan rastgele belirlenen %16'sı (44 adedi) ayrıldıktan sonra, regresyon analizi için 231 adet ağaç kullanılmıştır. Model geliştirme ve kontrol için kullanılan ağaç gruplarına ait bazı istatistikler ile göğüs çapı-ağaç hacmi dağılım grafiği Tablo 2 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 2 İzmir OBM model ve kontrol verilerine ait bazı istatistikler
Table 2. Some statistics of Izmir RDF model and control data

	Model Geliştirme Verileri			Kontrol Verileri		
	Göğüs çapı (cm)	Boy (m)	Hacim (m ³)	Göğüs çapı (cm)	Boy (m)	Hacim (m ³)
Minimum	5,35	2,46	0,005	5,15	2,62	0,007
Maksimum	112,75	26,20	12,625	93,50	24,85	8,487
Ortalama	31,930	11,524	1,010	31,901	11,695	1,002
Standart sapma	21,512	5,882	1,844	20,616	6,084	1,639
Sayı	231	231	231	44	44	44



Şekil 1. İzmir OBM için model ve kontrol verilerinin göğüs çapı-hacim dağılımı grafiği
Figure 1. Breast diameter-volume distribution graph of model and control data for Izmir RDF

2.2.4. En uygun modelin seçimi

En uygun modelin seçimi iki ana aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada en iyi sonuç veren hacim denklemlerinin seçiminde Ortalama Hata (\bar{D}), Ortalama Mutlak Hata ($|\bar{D}|$), Hataların Standart Sapması (SD), Açıklanan Varyans Yüzdesi (%PVE), Toplam Hata Yüzdesi (%TH) ve Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (%MH) olmak üzere altı ölçütten oluşan set kullanılmıştır (Denklem 2.5-2.10).

$$\bar{D} = \frac{1}{n} * \left(\sum_{i=1}^n D_i \right) \quad (2.5)$$

$$|\bar{D}| = \frac{1}{n} * \left(\sum_{i=1}^n |D_i| \right) \quad (2.6)$$

$$SD = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n D_i^2) - \left(\frac{(\sum_{i=1}^n D_i)^2}{n} \right)}{(n-1)}} \quad (2.7)$$

$$\%PVE = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V_{ort})^2 - \sum_{i=1}^n D_i^2}{\sum_{i=1}^n (V_i - V_{ort})^2} \right\} * 100 \quad (2.8)$$

$$\%TH = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \hat{V}_i)}{\sum_{i=1}^n V_i} \right\} * 100 \quad (2.9)$$

$$\%MH = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \hat{V}_i|}{\sum_{i=1}^n V_i} \right\} * 100 \quad (2.10)$$

Burada; $D_i = (V_i - \hat{V}_i)$, ölçülen ve tahmin edilen i . değerler arasındaki farkı, \hat{V}_i : denklem ile tahmin edilen i . ağaç hacmini, V_i : ölçülen i . ağaç hacmini, V_{ort} : ölçülen ağaç hacmi ortalamasını, n : örnek ağaç adedini ifade etmektedir.

Bağımlı değişkenin logaritmik formulu olduğu denklemler için, sistematik hatayı gidermek üzere kullanılan düzeltme faktörleri (f) adı logaritma için Denklem 2.11 ve doğal logaritma için Denklem 2.12 ile hesaplanmıştır (Alemdağ, 1962; Asan, 1984; Çatal, 2005).

$$f = 10^{(1,1513 * SE^2)} \quad (2.11)$$

$$f = e^{(0,5 * SE^2)} \quad (2.12)$$

Burada; f : düzeltme faktörünü, e : doğal logaritma tabanını ($\approx 2,71828182$) ve SE : tahminin standart hatasını ifade etmektedir.

Güvenilir bir hacim fonksiyonunun bu ölçüt değerlerinden ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerinin sifira en yakın şekilde küçük, açıklanan varyans yüzdesi ve belirtme katsayısı değerinin ise büyük olması arzu edilir. Ancak; bu ölçüt değerlerinden bir ya da birkaçına göre iyi sonuç veren bir hacim fonksiyonu diğer ölçüt değerlerine göre farklı sonuçlar verebilir. Bu durumda; hacim fonksiyonları arasında her

bir ölçüt değerine göre karşılaştırma yapmak yerine, ölçüt değerlerinin tümünü kapsayacak biçimde bir başarı sıralaması yapılması gerekir.

Uygunluk ölçütlerine göre en uygun regresyon modelinin belirlenmesinde; her bir ölçüt ile modellere başarı sıra numarası verilip, sıra numaraları toplamına (rank değeri) bağlı olarak da en uygun modelin belirlenmesi önerilmektedir (Yavuz, 1999). Bu çalışmada da öncelikle aynı yöntem uygulanmıştır. Ortalama hata, ortalama mutlak hata, hataların standart sapması, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi değerlerinin sifira en yakın şekilde küçüğüne; açıklanan varyans yüzdesi değerlerine göre ise en büyüğüne 1 (bir) sıra numarası verilmiştir. Daha sonra giderek artan bir biçimde her ölçüt değerine göre hacim fonksiyonlarına sıra numarası verilmiş ve sıra numaraları toplamı, ilgili hacim fonksiyonu için başarı derecesi olarak değerlendirilmiştir. Bu durumda en küçük toplam sıra numarasına sahip fonksiyonun en başarılı hacim fonksiyonu olacağı öngörülmüştür.

İkinci aşamada, öncelikle oluşturulan rank tablosunda toplam hata yüzdesi %1'den, mutlak hata yüzdesi de %10'dan büyük modeller elenerek kalan modeller arasında tekrar bir değerlendirme yapılmıştır. Bu kez ölçüt olarak Ortalama Ayrılış (%OA) (Chapman ve Meyer, 1949; Spurr, 1952; Alemdağ, 1962) kullanılmıştır (Denklem 2.13).

$$\%OA = \left\{ \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{|V_i - \hat{V}_i|}{V_i} \right) \right\} * 100 \quad (2.13)$$

Burada; \hat{V}_i : denklem ile tahmin edilen i . ağaç hacmini, V_i : ölçülen i . ağaç hacmini, n : örnek ağaç adedini ifade etmektedir.

Öncelikli olarak değerlendirilen %OA ölçütü yanında, regresyon modellerinin genel olarak çoklu doğrusal regresyon analizi varsayımlarına uygunlukları (normallik, sıfır ortalama, kovaryans matrislerinin eşitliği, doğrusallık, çoklu doğrusal bağıntı varsayımları, artıkların bağımsızlığı ve otokorelasyon) grafik ve testlerle incelenmiştir. Ayrıca, tüm modellerde özellikle küçük değerli boy ve çap bağımsız değişkenleri ile göz ardı edilemeyecek ya da düzenlenemeyecek şekilde doğal kanuniyetlere uygun olmayan hacim değerleri üretenler kontrollerle tespit edilmişlerdir. En uygun modeller ilk aşamadaki modellerin puanları yanında tüm bu incelemeler ve değerlendirmeler sonucu seçilmiştir.

2.2.5. Seçilen modellerin uygulanabilirlik testleri

Geliştirilen kabuklu gövde hacim denklemlerinin İzmir OBM fıstıkçamı meşcereleri için kullanım-

larının uygun olup olmadığı, artık değerler için normallik ve homojenlik varsayımları test edildikten sonra “Eşleştirilmiş t Testi” kullanılarak belirlenmiştir. Test için, kontrol grubu ağaçlarının gerçek hacim değerleri ile model tahmin değerleri kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

İzmir OBM kapsamında yapılan çalışmada, çift ve tek girişli gövde hacim denklemlerinin belirlenmesi aşamalarında kullanılan istatistik analizler, doğrusal formulu modeller için regresyon katsayıları olarak ifade edilen regresyon parametreleri, bu katsayıların önemlilik düzeyleri, başarı ölçütlerine ait iki aşamalı puanlama döküm çizelgeleri, kimi artık analizi ile ilgili test çıktıları ve uygunluk testleri

çizelgeler biçiminde hazırlanmıştır.

3.1. Çift girişli DKGHT ilişkin bulgular

Yapılan ön incelemede bazı denklemlerin kısmen eksi değerli, kısmen de çap ya da boy bağımsız değişkenleri artarken, giderek azalan hacim değerleri ürettikleri belirlenmiştir. İzmir OBM genel kullanımı için denenen 28, 32, 33, 35, 42, 46, 47, 53, 71, 72 ve 73 numaralı bu denklemler başarısız kabul edilmişlerdir.

Değerlendirmeye katılan modellere ilişkin regresyon parametreleri, katsayıların önemlilik düzeyleri ve logaritmik denklemler için hesaplanan “Düzeltilme Faktörü (f)” değerleri Ek Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 3 İzmir OBM çift girişli gövde hacim denklemlerine ilişkin başarı ölçüt değerleri
Table 3. Success criteria for İzmir RDF double-entry tree volume equations

Model No	\bar{D}		$ \bar{D} $		SD		PVE		TH		MH		Puan
	(m^3)	R	(m^3)	R	(m^3)	R	%	R	%	R	%	R	
26*	<0,0000	4	0,0795	7	0,1863	16	98,9797	16	-0,0011	4	7,8724	7	54
27*	<0,0000	2	0,0795	6	0,1863	15	98,9797	15	<0,0000	2	7,8718	6	46
29	-0,0192	23	0,0834	16	0,1805	9	99,0319	9	-1,9022	23	8,2573	16	96
30	0,0241	26	0,1070	24	0,1908	17	98,9133	18	2,3843	26	10,5920	24	135
31	-0,0149	20	0,0875	19	0,1791	7	99,0502	7	-1,4776	20	8,6606	19	92
34*	0,0001	5	0,0795	5	0,1863	14	98,9797	14	0,0070	5	7,8718	5	48
36	-0,0638	29	0,1142	26	0,2955	24	97,3130	24	-6,3174	29	11,3105	26	158
37	-0,0747	31	0,1210	29	0,3285	27	96,6624	28	-7,4018	31	11,9799	29	175
38	0,0110	16	0,0811	12	0,1952	19	98,8766	19	1,0918	16	8,0283	12	94
39	-0,0113	17	0,0830	14	0,1764	4	99,0815	4	-1,1158	17	8,2166	14	70
40	-0,0199	24	0,0859	17	0,1823	11	99,0114	11	-1,9729	24	8,5071	17	104
41	-0,0126	18	0,0870	18	0,1794	8	99,0489	8	-1,2447	18	8,6147	18	88
43	-0,0192	22	0,0834	15	0,1805	10	99,0319	10	-1,9022	22	8,2573	15	94
44	0,1292	33	0,1850	32	0,6580	32	86,7820	32	12,7945	33	18,3195	32	194
45*	<0,0000	1	0,0826	13	0,1786	5	99,0620	5	<0,0000	1	8,1823	13	38
48*	0,0089	14	0,0809	11	0,1754	1	99,0934	1	0,8779	14	8,0124	11	52
49*	0,0051	8	0,0895	20	0,2219	21	98,5519	21	0,5099	8	8,8589	20	98
50	0,2108	34	0,2929	35	1,1675	35	58,6213	35	20,8758	34	29,0109	35	208
51	0,6419	38	0,7577	38	3,3426	38	-240,5928	38	63,5740	38	75,0340	38	228
52	0,0734	30	0,1376	31	0,4627	31	93,5483	31	7,2647	30	13,6302	31	184
54*	-0,0002	6	0,0795	8	0,1863	13	98,9797	13	-0,0225	6	7,8765	8	54
55	-0,0271	27	0,0808	10	0,1956	20	98,8538	20	-2,6831	27	8,0062	10	114
56	0,0480	28	0,1055	22	0,3126	26	97,0599	26	4,7523	28	10,4440	22	152
57*	-0,0057	9	0,0749	1	0,1791	6	99,0561	6	-0,5660	9	7,4189	1	32
58	0,0080	12	0,1184	28	0,3356	28	96,6881	27	0,7895	12	11,7226	28	135
59	0,0084	13	0,1181	27	0,3454	30	96,4910	30	0,8281	13	11,6992	27	140
60	0,0141	19	0,0897	21	0,2345	22	98,3777	22	1,3937	19	8,8850	21	124
61	0,0190	21	0,1128	25	0,3424	29	96,5427	29	1,8831	21	11,1666	25	150
62	0,2156	35	0,2829	34	1,0772	34	64,5181	34	21,3545	35	28,0152	34	206
63	0,5229	37	0,6370	37	2,6860	37	-120,1382	37	51,7813	37	63,0823	37	222
64	0,2945	36	0,4057	36	1,7743	36	4,9062	36	29,1643	36	40,1799	36	216
65	0,0948	32	0,2007	33	0,7618	33	82,6775	33	9,3836	32	19,8785	33	196
66	0,0230	25	0,1060	23	0,3068	25	97,2173	25	2,2807	25	10,4973	23	146
67*	<0,0000	3	0,0786	2	0,1760	3	99,0896	3	<0,0000	3	7,7888	2	16
68	0,0110	15	0,0792	4	0,1833	12	99,0093	12	1,0846	15	7,8450	4	62
69*	-0,0078	11	0,0796	9	0,1757	2	99,0910	2	-0,7734	11	7,8808	9	44
70	-0,0059	10	0,1236	30	0,2737	23	97,7964	23	-0,5886	10	12,2443	30	126
75*	-0,0044	7	0,0789	3	0,1909	18	98,9282	17	-0,4402	7	7,8139	3	55

Tablo başlığındaki \bar{D} : Ortalama Hata, $|\bar{D}|$: Ortalama Mutlak Hata, SD: Hataların Standart Sapması, %PVE: Açıklanan Varyans Yüzdesi, %TH: Toplam Hata Yüzdesi, %MH: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi, R: İstatistik modellerin her bir başarı ölçütü için aldıkları puan (Rank) ve *: İlk aşamada başarılı sayılan modelleri ifade eder.

Non-linear modeller için anlamlılık değerleri hesaplanmamıştır.

İlk aşamada, en uygun regresyon denkleminin seçiminde kullanılan altı farklı ölçüt değerleri hesaplanarak elde edilen sonuçlar ile Tablo 3 düzenlenmiştir.

İkinci aşamada değerlendirilen ortalama ayrılış ölçütü ve bazı istatistikleri ile Tablo 4 oluşturulmuştur. Birinci aşamadaki puanlama yöntemi ile

tekrar değerlendirilen modellerin yeni puanları, çizelgenin 1. Aşama Yeni Puanı sütununda yer almaktadır. Tablo 4'te, ilk aşamada başarılı olmuş, yeni puanları ile de ilk iki sırada yer alan model 67 ve model 45'in bazı hacimleri %441 ve %617 gibi yüksek bir hata oranıyla tahmin ettikleri görülmektedir. Numaraları 57 ile 75 olan modeller dışındaki tüm modellerin (yazı tipi rengi gri olan modeller) %8'den daha fazla ortalama ayrılış yüzdesi değerine sahip oldukları gözlenmektedir.

Tablo 4 İzmir OBM çift girişli gövde hacim denklemlerine ilişkin %OA ölçütü ile ilgili bazı istatistikler
Table 4. Some statistics of % OA criterion for İzmir RDF double-entry tree volume equations

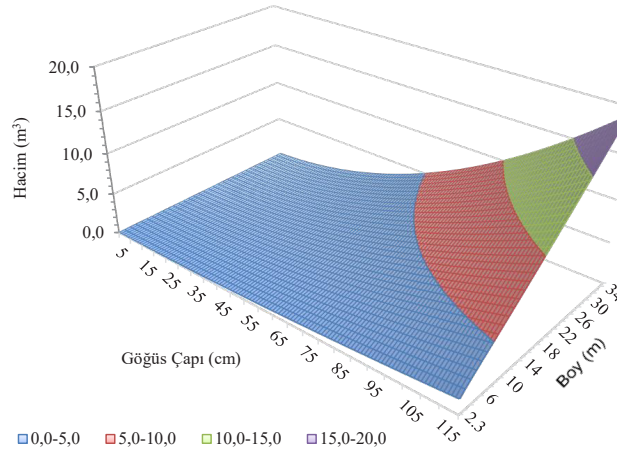
Model No	%OA	Standart Hata	Standart Sapma	Aralık	Min.	Max.	Toplam	Adet	1. Aşama Yeni Puanı
26	12,900	0,751	11,415	75,246	0,207	75,453	2979,835	231	42
27	12,885	0,750	11,393	75,112	0,209	75,321	2976,376	231	34
34	12,890	0,751	11,414	75,214	0,230	75,444	2977,688	231	36
45	25,070	3,662	55,663	617,737	0,060	617,797	5791,134	231	32
48	13,961	0,705	10,708	63,542	0,053	63,596	3224,943	231	42
54	12,972	0,754	11,461	75,478	0,141	75,619	2996,545	231	42
57**	7,547	0,444	6,745	45,043	0,002	45,045	1743,465	231	28
67	19,119	2,582	39,249	441,179	0,019	441,198	4416,426	231	16
68	12,171	0,762	11,580	74,366	0,003	74,368	2811,516	231	42
69	14,321	0,657	9,983	62,190	0,137	62,328	3308,215	231	40
75**	7,551	0,469	7,125	63,828	0,058	63,886	1744,388	231	42

** İkinci aşamada başarılı sayılan modeller

Model 57 her ne kadar birinci aşamadaki puanı ve ortalama ayrılış yüzdesi değeriyle Model 75'ten öncelikli görünse de, küçük değerli çap ve boy değişkenleri için doğal kanuniyetlere aykırı hacim değerleri üretmektedir. Bu durumda tüm inceleme ve değerlendirmeler sonucu 75 numaralı modelin en uygun Fıstıkçamı Çift Girişli Gövde Hacim denklemi olarak seçilmesine karar verilmiştir.

Model 75 için regresyon katsayılarının tamamı $p < 0,001$ önem düzeyinde sıfırdan farklı bulun-

muştur. Modele ilişkin F değeri 22.326,522 olarak hesaplanmış ve elde edilen hacim denkleminin $p < 0,001$ önem düzeyinde ($p = 3,79E-280$) verilere uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Denklemin belirtme katsayısı (R^2) 0,997 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, en uygun çift girişli gövde hacim modeli için \bar{D} , $|\bar{D}|$, SD, %PVE, %TH, %MH ve %OA ölçüt değerleri sırasıyla $-0,0044 \text{ m}^3$; $0,0789 \text{ m}^3$; $0,1909 \text{ m}^3$; %98,93; % $-0,4402$; %7,8139 ve %7,551'dir. Denklem grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. İzmir OBM fıstıkçamı çift girişli gövde hacim denklemi (Model 75) grafiği
Figure 2. İzmir RDF stone pine double-entry tree volume equation (Model 75) graph

Seçilen hacim denkleminin kullanılabilirliği kontrol grubu verileri ile test edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testlerinde farkların normal dağılıma sahip olduğu ($p=0,200$; $p=0,651$) ve Levene testi ile de varyanslarının homojen olduğu ($p=0,824$) belirlenmiştir. Bu durumda uygunluk denetimi için “Eşleştirilmiş t-Testi” yapılmış $p=0,678$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ($p>0,05$) elde edilen çift girişli gövde hacim denkleminin %95 güvenle kullanılabilir olduğunu göstermektedir (Tablo 5).

Tablo 5. “Model 75” için uygulanabilirlik kontrol grubu değerleri

Table 5. Applicability control group values for “Model 75”

Normallik Testleri						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
fark	,107	44	,200 [*]	,980	44	,651

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Varyansların Homojenliği Testi			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,050	1	86	,824

Eşleştirilmiş t-Testi								
	Paired Differences					t	df	Sig.
	Mean	SD	SE	95%				
				Mean	Lower Upper			
Pair 1 Model_75	-,0028728	,0455328	,0068643	-,0167160	,0109704	-,419	43	,678

3.2. Tek girişli DKGHT ilişkin bulgular

Yapılan ön incelemede bazı denklemler kısmen eksi değerli, kısmen de çap değeri artarken, giderek azalan hacim değerleri ürettikleri için başarısız kabul edilmiş ve yarıştırılmamıştır.

Değerlendirmeler sonucunda Model 10 en uygun Fıstıkçami Tek Girişli Gövde Hacim denklemi olarak seçilmiştir. Hacim denklemindeki regresyon katsayılarının bir tanesi (β_2) $p<0,05$ önem düzeyinde, diğerleri ise $p<0,001$ önem düzeyinde sıfırdan farklı bulunmuştur. Bu modele ilişkin F değeri 6.169,505 olarak hesaplanmış ve elde edilen hacim denkleminin $p<0,001$ önem düzeyinde ($p=3,47$ E-217) verilere uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2) 0,988, standart hatası (SD) ise 0,08139054 olarak hesaplanmıştır. En uygun tek girişli gövde hacim modelinin \bar{D} , $|\bar{D}|$, SD, %PVE, %TH, %MH ve %OA ölçütlerine göre verdiği sonuçlar sırasıyla 0,0110 m³; 0,1357

m³; 0,3455 m³; %96,4984; %1,0862; %13,4423 ve %15,198'dir.

Shapiro-Wilk ve Levene testlerinde, farkların normal dağılıma sahip ($p=0,126$) ve varyanslarının homojen olduğu ($p=0,775$) belirlenmiştir. Uygunluk denetimi için “Eşleştirilmiş t-Testi” yapılmış ve $p=0,985$ olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ($p>0,05$) elde edilen tek girişli gövde hacim denkleminin %95 güvenle kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

3.3. Karşılaştırmalar

İzmir OBM için en uygun seçilen çift ve tek girişli modellerin tahminleri, fıstıkçami için hazırlanmış diğer bazı hacim değerleri ile grafik ve tablo biçiminde karşılaştırılmıştır.

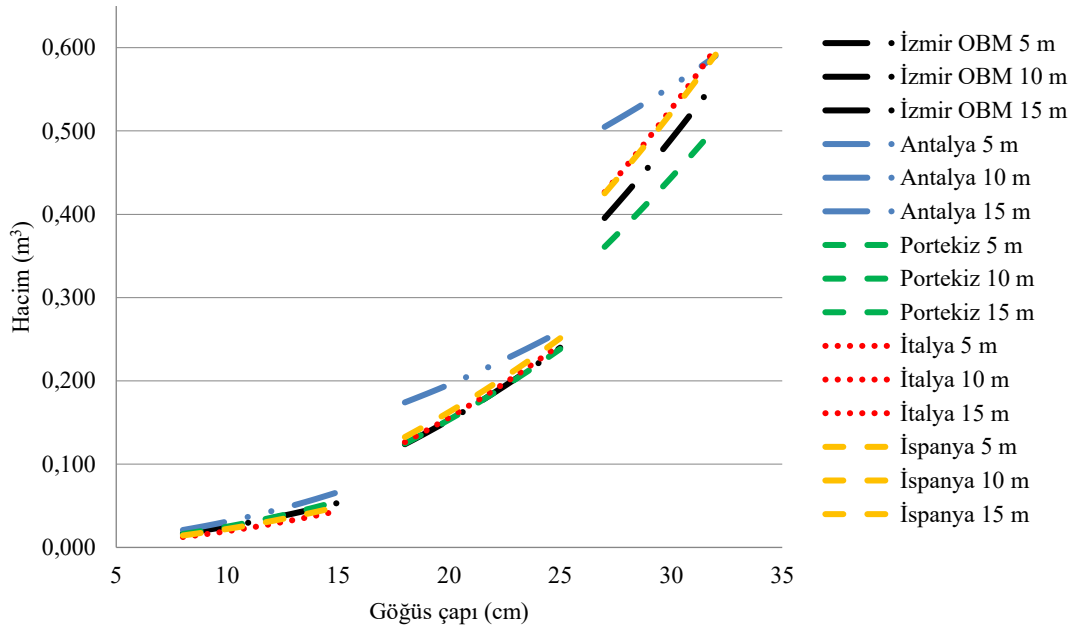
3.3.1. Çift girişli hacim tabloları için karşılaştırmalar

İzmir OBM için geliştirilen fıstıkçami çift girişli hacim denklemi, ülkemizde Antalya fıstıkçami ağaçlandırma sahaları için geliştirilen (Güler, 2010) hacim denklemi yanında, İspanya (Millan ve ark., 1993), Portekiz (Correia ve ark., 2010) ve İtalya (Cutini ve ark., 2013) gibi farklı ülkelerde yapılmış çalışmalar sonucu düzenlenmiş fıstıkçami hacim denklemleri ile karşılaştırılmıştır.

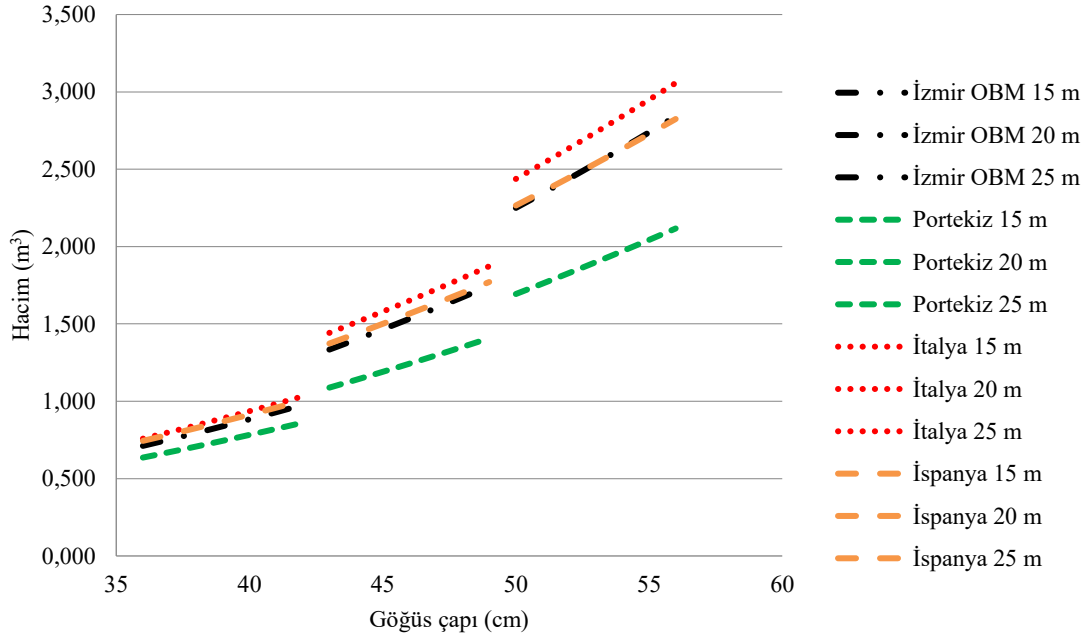
Hacim değeri tahminleri farklı boy kademeleri için Şekil 3 ve Şekil 4'teki gibi düzenlenmiştir. Şekil 3'te görüldüğü üzere, 25 cm göğüs çapına kadar, 5 m, 10 m ve 15 m boy gruplarında Antalya modeli yüksek, diğer model çıktısı hacimler ise hemen hemen yakın değerlerde seyretmektedir. Göğüs çapının 27-32 cm, boyun 15 m olduğu kısımda Antalya modelinin en yüksek, Portekiz modelinin en düşük, İzmir OBM modelinin Portekiz'den sonra ikinci sırada düşük, diğer iki modelin de (İtalya-İspanya) yakın hacim değerleri ürettiği gözlenmektedir. Şekil 4'te ise, 15 m ile 20 m boy gruplarında 49 cm göğüs çapına kadar İtalya, İspanya, İzmir OBM ve Portekiz modelleri en yüksekten düşüğe hacim değerleri ile sıralanmaktadır. Çapın 50 cm'den büyük olduğu 25 m boy grubunda ise en yüksek hacmi sırası ile İtalya, birbiri ile eşit sayılabilecek İspanya ile İzmir OBM ve Portekiz modellerinin ürettiği grafikte okunmaktadır. İspanya ve İzmir OBM değerlerinin birbirlerine oldukça yakın oldukları söylenebilir.

3.3.2. Tek girişli hacim tabloları için karşılaştırmalar

Çalışmada elde edilen model çıktıları (i), Antalya Fıstıkçami Ağaçlandırma Alanları için düzenlenen (Güler, 2010) değerler (ii), İzmir OBM, Bergama



Şekil 3. Bazı çift girişli hacim denklemlerinin 5 m, 10 m ve 15 m boylarda karşılaştırılmaları grafiği
Figure 3. Comparison graph of some double-entry volume equations at 5 m, 10 m and 15 m lengths



Şekil 4. Bazı çift girişli hacim denklemlerinin 15 m, 20 m ve 25 m boylarda karşılaştırılmaları grafiği
Figure 4. Comparison graph of some double-entry volume equations at 15 m, 20 m and 25 m lengths

Orman İşletme Müdürlüğü, Kozak Orman İşletme Şefliği'ne ait orman amenajman planında yer alan fıstıkçami tek girişli gövde hacim tablolarındaki değerler (iii) ve İtalya'da dört kıyı şeridinden alınan toplam 184 adet örnek fıstıkçami verileri kullanılarak düzenlenmiş (Cutini ve ark., 2013) model değerleri (iv) ile Tablo 6'da karşılaştırılmıştır.

İzmir OBM değerleri ile Kozak İşletme Şefliği Amenajman Planı hacim değerleri karşılaştırıldığında, genel olarak ve özellikle kalın çaplarda hacimlerin plan tablosunda çok daha düşük tahmin edildiği gözlenmektedir. İtalya değerleri ise her çap kademesi için karşılaştırılan diğer hacim değerlerinden daha yüksektir.

Tablo 6. Bazı fıstıkçamı tek girişli gövde hacim modellerine ilişkin değerlerin karşılaştırılması
Table 6. Comparison of values for some stone pine single entry stem volume models

Çap kademeleri (cm)	Çap kademeleri ortası (cm)	Hacim (m ³)			
		Kozak Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı değerleri	İzmir OBM için düzenlenen model tahmin değerleri	Antalya Fıstıkçamı Ağ. Al. için düzenlenen model tahmin değerleri (Güler, 2010)	İtalya'da bir çalışmada (Cutini ve ark., 2013) düzenlenen model tahmin değerleri
8-11,9	10	0,010	0,025	0,034	0,077
12-15,9	14	0,030	0,054	0,068	0,151
16-19,9	18	0,080	0,103	0,113	0,249
20-23,9	22	0,140	0,174	0,169	0,373
24-27,9	26	0,220	0,271	0,236	0,521
28-31,9	30	0,340	0,399	0,315	0,693
32-35,9	34	0,430	0,559	0,417	0,890
36-39,9	38	0,650	0,755	-	1,112
40-43,9	42	0,860	0,990	-	1,358
44-47,9	46	1,140	1,265	-	1,629
48-51,9	50	1,461	1,582	-	1,925
52-55,9	54	1,840	1,943	-	2,245
56-59,9	58	2,260	2,349	-	2,590
60-63,9	62	2,700	2,802	-	2,960
64-67,9	66	3,150	3,302	-	-
68-71,9	70	3,470	3,850	-	-
72-75,9	74	3,790	4,447	-	-
76-79,9	78	4,180	5,094	-	-
80-83,9	82	4,500	5,790	-	-
84-87,9	86	4,820	6,535	-	-
88-91,9	90	5,140	7,331	-	-
92-95,9	94	5,460	8,176	-	-
96-99,9	98	5,780	9,072	-	-
100-103,9	102	6,100	10,017	-	-
104-107,9	106	6,420	11,011	-	-

4. Sonuç ve Öneriler

4.1. Sonuç

Bu çalışmada İzmir Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan fıstıkçamı meşcerelerinde kullanılabilecek kabuklu gövde hacim değerleri tahminleri için tek ve çift girişli gövde hacim denklemleri geliştirilmiştir. Toplam 275 adet örnek ağaçtan elde edilen veriler Regresyon analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. İstatistik modeller

arasından en uygun olanları Ortalama Hata, Ortalama Mutlak Hata, Hataların Standart Sapması, Açıklanan Varyans Yüzdesi, Toplam Hata Yüzdesi, Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi ve Ortalama Ayrılış Yüzdesi başarı ölçütleri ile seçilmiştir.

Değerlendirmeler sonucu en uygun seçilen denklemler Tablo 7'de verilmiştir. Fıstıkçamı ağaç türü için çift girişli hacim tahmin değerleri Ek Tablo 5a, b, c'de; tek girişli tahmin değerleri ise Ek Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 7. İzmir OBM için en uygun seçilen çift ve tek girişli gövde hacim denklemleri
Table 7. Double and single-entry tree volume equations selected best for İzmir RDF

• Çift Girişli DKGH denklemi
$V = 1,0049076 * 10^{\left(-4,6348411 + 1,0350721 * \log(d^2h) + 15,8686932 * \left(\frac{1}{h+6}\right)^2 + 5,4137226 * \left(\frac{1}{d * h}\right)\right)}$
• Tek girişli DKGH denklemi
$V = 1,0177162 * 10^{\left(-5,450945 + 3,388001 * \log d - 0,025049 * (\log d)^4 + 4,755827 * \left(\frac{1}{d}\right)\right)}$

Denklemlerin uygunluk denetimleri gerekli varsayımların kontrolü ve devamla “Eşleştirilmiş t-Testi” ile 44 adet örnek ağaçtan oluşan bağımsız bir veri grubu kullanılarak yapılmıştır. İzmir OBM kapsamında her iki denklemin, fıstıkçami ağaç türü için %95 güvenle kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. Öneriler

Araştırma sürecinde karşılaşılan problemler doğrultusunda, yapılacak benzer çalışmalarda araştırmacılara yardımcı olabileceği düşünülen yöntemlere ve çalışma sonucunun uygulamada kullanımına ilişkin bazı önerilerde bulunulmuştur.

- Çalışmada, örnek ağaç hacimlerinin hesaplanmasında “Smalian Hacim Formülü” kullanılmıştır. Seksiyon uzunluğunun 1 m olarak seçilmesi genel olarak uygun olsa da, genç örnek ağaçlar için 1 m büyük bir değerdir. Genç örnek ağaçların hacimleri az sayıda seksiyon verisi ile fazla hesaplanmaktadır. Bu nedenle, yeni yapılacak gövde hacim denklemleri düzenlenmesi çalışmalarında ince çaplı örnek ağaçlarda yapılacak ölçüler için seksiyon uzunluğunun 1 metreden daha küçük tutulması önerilir. Genel özellikleri ile bu ağaçları göğüs çapları 8 cm’den ve boyları da 3 m’den küçük fertler şeklinde tanımlamak mümkün olsa da, konu ile ilgili bir çalışma bulunmaması sonucu hangi fertlerde seksiyon uzunluğunun kaç olacağına dair bir rakam vermek pek mümkün değildir. Yine de bu kapsamda bir çalışma yapılana kadar, seksiyon uzunluklarının gövde üzerinde en az 5 ölçme yapılacak şekilde ayarlanmasının uygun olacağı düşünülmektedir.
- Örnek ağaç niteliği taşıyan ve ölçü işlemlerinin hassas yapılabilmesi için kesilerek ölçülmesi gereken ağaçların teminindeki güçlükler, uygulamada kaybedilen zamanla birlikte ciddi şekilde sorun olabilmektedir. Bu gibi problemlerin yaşanabileceği öngörülen çalışmalar için mümkünse veri türetme olanağının olduğu gövde analizi yöntemi tercih edilebilir. Ancak çoklu doğrusal regresyon denkleminin yorumlanması bağımsız değişkenlerin kuvvetli bir şekilde ilişkili olmaması varsayımına bağlıdır. Gövde analizinde tek ağaçtan türetilen örnek ağaç verileri birbiri ile sıkı biçimde ilişkilidir ve bu varsayımı bozabileceği unutulmamalıdır.
- Ortalama Hata, Ortalama Mutlak Hata, Hataların Standart Sapması, Açıklanan Varyans Yüzdesi, Toplam Hata Yüzdesi ve Ortalama Mutlak Hata

Yüzdesinden oluşturulan başarı ölçüt seti gövde hacim modeli düzenlenmesi çalışmalarında sıkça kullanılmaktadır. Ortalama hata ile ortalama hata yüzdesi, ortalama mutlak hata ile ortalama mutlak hata yüzdesi ve çoğunlukla hataların standart sapması ile açıklanan varyans yüzdesi ölçüt ikilileri her bir model için aynı sıralamayı, yani eşit puanı vermektedir. Model sayısının fazla olduğu durumlarda sıralama oluşturulduktan sonra bile, ilk ona giren modeller tekrar kendi aralarında puanlandıklarında sıralamanın tutarsız bir biçimde değiştiği de gözlenmiştir. En uygun modelin objektif biçimde seçilebilmesi için; regresyon varsayımlarını da içeren güçlü ve sağlam bir algoritma oluşturulması, doğal kanuniyetler şeklinde ifade edilen özelliklerin tanımlanmaları ile her birinin matematik ve istatistik olarak ifade edilmeleri, bu ifadelerin de başarı ölçütleri olarak düzenlenmeleri ve karar verme yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Yöresel ve bölgesel hacim tablolarının gerekliliği ile ülkemizde gövde hacim tabloları düzenleme çalışmalarının devam edeceği de göz önüne alınarak, başarı ölçütlerinin seçimi ve kombinasyonlarının optimizasyonu ile ilgili çalışmalar yanında değerlendirme yöntemleri ile ilgili araştırmaların yapılmasının gerekli ve önemli olduğu söylenebilir.

- Türkiye’de, farklı ağaç türleri için düzenlenmiş birçok gövde hacim tablosu mevcuttur. Aynı ağaç türünün aynı çaplı bireyleri arasında bile, bonitet ve meşcere parametrelerine bağlı olarak hacim değeri farklılıklar gösterebilmektedir (Pehlivan, 2010). Aynı ağaca ait hacim tablolarının yetiştirme ortamı farklılıkları dikkate alınmadan geniş coğrafi bölgeler içerisinde kullanıldığı da genel olarak bilinmektedir. Bunun sonucu olarak gövde hacim tahminlerinde hataların ortaya çıkabildiği farklı çalışmalarla ortaya konmuştur (Özçelik, 2008; Brooks ve ark., 2008). Bu nedenlerle gövde hacim tablolarının yöresel veya bölgesel ölççeklerde düzenlenmelerinin ormancılık uygulamaları için daha yararlı olacağı ifade edilebilir. Bununla birlikte, Muğla OBM sınırları içinde fıstıkçami hacim tablosu değerlerinin sorunlu olduğu plan ünitelerinde, çalışmamıza ait çift girişli gövde hacim modellerinden türetilen tek girişli tabloların kullanımının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Ancak, öncelikle istatistiksel olarak uygunlukları test edilmelidir.
- İzmir OBM fıstıkçami meşcerelerinde servetin gerçeğe en yakın bir şekilde belirlenebilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle, yenilenecek or-

man amenajman planlarında fıstıkçamı ağaç türü için bu çalışmada düzenlenen modellerin kullanılmalrı uygun olacaktır.

- İzmir OBM sınırları içerisinde yer alan ve fıstıkçamı meşcerelerine sahip her bir plan ünitesi için tek girişli hacim ve artım tablolarının hazırlanması gerekmektedir. Bu tabloların, öncelikle bu çalışma sonucu geliştirilen çift girişli hacim denklemi üzerinden düzenlenmesi önerilmektedir. Ancak bunun mümkün olmadığı durumlarda hazırlanan tek girişli model tabloları kullanılabilir.
- Orman sayılmayan tapulu taşınmazlar üzerindeki fıstıkçamı ağaçlarının hacim değerlerinin belirlenmesi gerektiği durumlarda da üretilen modeller kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 15.3306/2014-2016-2017-2018 numaralı projesi kapsamında yürütülmüştür. Çalışma sürecindeki yardımları için Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Neslihan DEMİREL'e, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri Prof. Dr. Serdar CARUS ve Prof. Dr. Yılmaz ÇATAL'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr.) ormanlarında hasılat araştırmaları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 11, Ankara.

Alemdağ, Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 20, Ankara.

Asan, Ü., 1984. Kazdağı Gökarnarı (*Abies equi-trojani* Ashers, et Sinten.) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, İÜ Yayın No: 3205, OF Yayın No: 365, Taş Matbaası, İstanbul.

Bektaş, E., 2012. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) odun dışı ürün envanterinin yapılması ve hasılat bileşenleri yönünden irdelenmesi. Rapor, İzmir OBM, 17. Orman Amenajman Başmühendisliği. İzmir.

Bozkuş, H.F ve Carus, S., 1997. Toros gökarnarı (*Abies cilicica* Carr.) ve sedir (*Cedrus libani* Link.)'in çift girişli gövde hacim tabloları ve mevcut tablolarla karşılaştırılması.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 47(1): 51-70.

Brooks, J.R., Jiang, L., Özçelik, R., 2008. Compatible stem volume and taper equations for brutian pine, cedar of lebanon, and cilicica fir in Turkey. *Forest Ecology and Management* 256: 147-151.

Carus, S. ve Su, Y., 2014. Antalya-Korkuteli Yöresi Kızılçam ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi ve mevcut tablolar ile kıyaslanması. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu "Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre", 22-24 Ekim 2014, Isparta.

Chapman, H.H. ve Meyer, W.H., 1949. Forest Mensuration. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

Correia, A.C., Tomé, M., Pacheco, C.A., Faias, S., Dias, A.C., Freire, J., Carvalho, P.O. and Pereira, J.S., 2010. Biomass allometry and carbon factors for a Mediterranean pine (*Pinus pinea* L.) in Portugal. *Forest Systems* 19(3): 418-433.

Cutini, A., Chianucci, F., Manetti, M.C., 2013. Allometric relationships for volume and biomass for stone pine (*Pinus pinea* L.) in Italian coastal stands. *iForest* 6: 331-337.

Çatal, Y., Gürlevik, N., Karatepe, Y., Carus, S., 2005. Isparta-Gölcük Yöresi Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Meşcereleri İçin Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2):78-90.

Doğu, D., Koç, K.H., As, N., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2002. Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların temel kimlik bilgileri ve kullanıma yönelik genel değerlendirme. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* B 51(2): 69-84.

Eler, Ü. 1986. Antalya Bölgesi fıstıkçamı ağaçlandırma alanlarında fıstık ve odun verimi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 63(1):113-121.

Eraslan, Ü., 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mıntıkası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. OGM Yayını, Ankara.

Ercanlı, İ., Güvendi, E., Güney, D., Günlü, A., Altun, L., 2008. Sinop yöresi Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarına ilişkin tek ve çift girişli ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 8(1): 14-25.

Erdemir, Ö., 1974. Sarıkamış, Göle ve Oltu Mıntıkaları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları. OAE Yayınlan, Teknik Bütten. Seri No: 59.

Erkan, N., 1997. Elazığ ve çevresindeki karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmaları için hacim tablosu. *Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 1(1):61-72.

Erkin, K., 1948. Seben mıntıkası Sarıçamları üzerinde

- hacim, şekil emsali ve genel olarak hasılat araştırmaları. Basılmamış doktora tezi.
- Fady, B., Fineschi, S., Vendramin, G.G., 2004. Eufrogen Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for Italian Stone Pine (*Pinus pinea* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Fırat, F., 1943. Fıstıkçanı ormanlarımızda meyve ve odun verimi bakımından araştırmalar ve bu ormanların amenajman esasları. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü, Sayı 141, Ankara.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, İ.Ü. Yayın No: 1800, O.F. Yayın No:193, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Gülen, İ., 1959. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) hacim tablosu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri A, 9(1): 97-112.
- Güler, S., 2010. Fıstıkçanı (*Pinus pinea* L.)'nın genel özellikleri ve Antalya Yöresi fıstıkçanı ağaçlandırma alanları için gövde hacim tablosu. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi* 10(2): 73-96.
- Kahrıman, A., Sönmez, T., Şahin, A., 2017. Antalya ve Mersin Yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim tabloları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 17(1): 9-22.
- Kalıpsız, A., 1962. Doğu Kayınında Artım Büyüme Araştırmaları. Teknik Bülten, OGM Yayını, Ankara.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 3149/354, İstanbul.
- Kılıcı, M., Sayman, M., Akbin, G., 2000. Batı Anadolu'da Fıstıkçanı (*Pinus pinea* L.)'nın Gelişmesini Etkileyen Faktörler. Orman Bak. Yayın No: 115, İzmir Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü Yayın No: 09, İzmir.
- Kılıcı, M., Akbin, G., Sayman, M., 2014. "Fıstıkçanı (*Pinus pinea* L.)'nın Yayılış Alanları". Fıstıkçanı (*Pinus pinea* L.), Editörler: Kılıcı, M., Akbin, G., Sayman, M., Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi, İzmir.
- Köhl, M., Magnussen, S., Marchetti, M., 2006. Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory. Springer, Berlin.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume II. BLV Verlagsgesellschaft München Bann Wien, München.
- Millan, J.M., Lazoro, P.A., Doncel, I.G., 1993. Ecuaciones alométricas de tres variables: estimación del volumen, crecimiento. Porcentaje de Corteza de Las Principales Especies Maderables Esponolas. *Invest. Agrar., Sist. Recur. For.* 2(2): 211-226.
- Miraboğlu, M., 1955. Gökknarlarda Şekil ve Hacim Araştırmaları. O.G.M. Yayın No: 188, Seri No: 5, İstanbul.
- OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri.
- Özçelik, R., 2008. Comparison of formulae for estimating tree bole volumes of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23: 412-418.
- Özçelik, R., 2010. Bucak yöresi kızılçam, sedir ve Toros göknarı türleri için hacim denklemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri A, 2: 1-15.
- Pehlivan, S., 2010. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sakıcı, O.E. ve Yavuz, H., 2003. Ilgaz Dağı gökнар meşcereleri için hacim fonksiyonları. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 3(2): 155-168.
- Sakıcı, O.E., Sağlam, F., Seki, M., 2018. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü karaçam meşcereleri için tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri. *Turkish Journal of Forestry* 19(1): 20-29.
- Saraçoğlu, N., 1998. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. barbata (C.A. Mey) Yalt.) gövde hacim tablosu. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 215-225.
- Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory. The Ronald Press Company, Newyork.
- Sun, O., Eren, M.E., Orpak, M., 1978. Temel ağaç türlerimizde tek ağaç ve birim alandaki odun çeşidi oranlarının saptanması. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu Proje No:288, Ankara.
- Yavuz, H., 1995. Taşköprü Orman İşletmesinde sarıçam ve karaçam için uyumlu gövde çapı, gövde hacmi ve hacim oran denklemlerinin geliştirilmesi. Basılmamış Doçentlik Tezi, KTÜ. Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Amenajmanı Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü Yöresinde karaçam için hacim fonksiyonları ve hacim tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23(5): 1181-1188.

Ek Tablo 1. Test edilen tek girişli model formları
Annex 1. Tested single-entry model forms

$V=\beta_0+\beta_1d^2+\varepsilon$	(01)	$V=\beta_0+\beta_1d^{\beta_2}+\varepsilon$	(13)
$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+\varepsilon$	(02)	$V=e^{(\beta_0+\beta_1(d/(\beta_2+d)))}+\varepsilon$	(14)
$V=\beta_1d+\beta_2d^2+\varepsilon$	(03)	$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3(1/d)+\varepsilon$	(15)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\varepsilon$	(04)	$\ln V=\beta_0+\beta_1(\ln d)^2+\varepsilon$	(16)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2(1/d)+\varepsilon$	(05)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^2+\varepsilon$	(17)
$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)+\beta_2(\log d)^4+\varepsilon$	(06)	$\ln V=\beta_0+\beta_1(\ln d)^4+\beta_2(1/d)+\varepsilon$	(18)
$\ln V=\beta_0+\beta_1\ln d+\varepsilon$	(07)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2(1/d)+\varepsilon$	(19)
$\ln V=\beta_0+\beta_1\ln d+\beta_2(1/d)+\varepsilon$	(08)	$\ln V=\beta_0+\beta_1(\ln d)^2+\beta_2(\ln d)^4+\varepsilon$	(20)
$\ln V=\beta_0+\beta_1\ln d+\beta_2(\ln d)^4+\varepsilon$	(09)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^2+\beta_2(\log d)^4+\varepsilon$	(21)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2(\log d)^4+\beta_3(1/d)+\varepsilon$	(10)	$V^{(1/2)}=\beta_0+\beta_1d+\varepsilon$	(22)
$V=\beta_0+d^{\beta_1}+\varepsilon$	(11)	$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3d^3+\varepsilon$	(23)
$V=\beta_1*d^{\beta_2}+\varepsilon$	(12)	$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3d^3+\beta_4d^4+\varepsilon$	(24)
		$V=\beta_0+e^{(\beta_1+\beta_2(d/(\beta_3+d)))}+\varepsilon$	(25)

Ek Tablo 2. Test edilen çift girişli model formları
Annex 2. Tested double-entry model forms

$V=\beta_1d^2h+\varepsilon$	(26)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2(\log h)^4+\varepsilon$	(51)
$V=\beta_0+\beta_1d^2h+\varepsilon$	(27)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^2+\beta_2\log h+\varepsilon$	(52)
$V=\beta_0+\beta_1d^2+\beta_2h+\beta_3d^2h+\varepsilon$	(28)	$\log V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2H+\beta_3d^2+\beta_4h^2+\beta_5dh^2+\beta_6d^2h+\varepsilon$	(53)
$V=d^2(\beta_0+\beta_1h^{-1})+\varepsilon$	(29)	$V=\beta_1dh+\beta_2d^2h+\varepsilon$	(54)
$V=d^2(\beta_0+\beta_1h)^{-1}+\varepsilon$	(30)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2(\log h)^2+\varepsilon$	(55)
$V=\beta_1d^2+h(\beta_2h+\beta_3dh+\beta_4d^2)+\varepsilon$	(31)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2(\log h)^4+\varepsilon$	(56)
$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+h(\beta_3+\beta_4d+\beta_5d^2)+\varepsilon$	(32)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3(1/h)+\varepsilon$	(57)
$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+h(\beta_3d+\beta_4d^2)+\varepsilon$	(33)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3d^2+\varepsilon$	(58)
$V=d^2h(\beta_0+\beta_1d)^{-1}+\varepsilon$	(34)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3d^2h+\varepsilon$	(59)
$V=\beta_0+\beta_1d^2+h(\beta_2h+\beta_3dh+\beta_4d^2h)+\varepsilon$	(35)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3h^2+\varepsilon$	(60)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log d+\varepsilon$	(36)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3dh^2+\varepsilon$	(61)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log(d^2h)+\varepsilon$	(37)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^2+\beta_2h+\varepsilon$	(62)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2(\log d)^2+\beta_3\log d+\beta_4(\log h)^2+\varepsilon$	(38)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2h+\varepsilon$	(63)
$V=\beta_0d^{\beta_1}h^{\beta_2}+\varepsilon$	(39)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2h+\beta_3(1/h)^2+\varepsilon$	(64)
$V=d^2(\beta_0+\beta_1h)+\varepsilon$	(40)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2h+\beta_3(1/h)^2+\beta_4(1/h)+\beta_5(1/d)^2+\varepsilon$	(65)
$V=\beta_1d^2+\beta_2dh^2+\beta_3d^2h+\varepsilon$	(41)	$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2h+\beta_3(1/h)^2+\beta_4(1/h)+\beta_5(1/d)^2+\beta_6(1/d)+\varepsilon$	(66)
$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3h+\beta_4dh+\varepsilon$	(42)	$V=\beta_0+\beta_1d^{\beta_2}h^{\beta_3}+\varepsilon$	(67)
$V=d^2/(\beta_0+\beta_1h^{-1})+\varepsilon$	(43)	$V=\beta_0d^{\beta_1}h^{(3-\beta_1)}+\varepsilon$	(68)
$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^2+\beta_2(\log h)^2+\varepsilon$	(44)	$V=\beta_0d^{\beta_1}(h^2/(h-1.3))^{\beta_2}+\varepsilon$	(69)
$V=\beta_0+\beta_1d^2+\beta_2d^2h+\beta_3dh^2+\varepsilon$	(45)	$V^{(1/2)}=\beta_0+\beta_1d^2+\beta_2h+\varepsilon$	(70)
$V=\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3h+\beta_4dh+\beta_5d^2h+\varepsilon$	(46)	$V=\beta_0+\beta_1h+\beta_2(d/h)+\beta_3d+\beta_4dh+\beta_5(1/h)+\varepsilon$	(71)
$V=\beta_1d+\beta_2d^2+\beta_3dh+\beta_4d^2h+\varepsilon$	(47)	$V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2(1/d)+\beta_3d^2h+\beta_4d^2h^2+\varepsilon$	(72)
$V=\beta_1d^2+\beta_2dh^2+\beta_3d^2h^2+\varepsilon$	(48)	$\log V=\beta_0+\beta_1d+\beta_2d^{-1}+\beta_3h^{-1}+\beta_4(d/h)+\beta_5d^{-2}+\beta_6\log(d^2h)+\varepsilon$	(73)
$\log V=\beta_0+\beta_1\log d+\beta_2\log h+\beta_3(1/d)+\varepsilon$	(49)	$\log V=\beta_0+\beta_1(1/d)+\beta_2(1/d^2h^2)+\beta_3\log(d^2h)+\varepsilon$	(74)
$\log V=\beta_0+\beta_1(\log d)^4+\beta_2\log h+\varepsilon$	(50)	$\log V=\beta_0+\beta_1\log(d^2h)+\beta_2(1/h+6)^2+\beta_3(1/dh)+\varepsilon$	(75)

Ek Tablo 3. İzmir OBM tek girişli gövde hacim denklemlerine ilişkin regresyon parametre (katsayı) değerleri
Annex 3. Regression coefficient values for İzmir RDF single-input tree volume equations

Model No	Katsayılar					SE	DF (f)
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4		
01	-0,278033 ***	0,000870 ***					
02	0,231461 ***	-0,029548 ***	0,001163 ***				
03		-0,018312 ***	0,001060 ***				
04	-4,203748 ***	2,577248 ***				0,087966	1,0207248456
05	-4,710408 ***	2,848636 ***	2,593808 ***			0,082142	1,0180477377
06	-3,945083 ***	2,322701 ***	0,020361 ***			0,084860	1,0192734167
07	-9,679488 ***	2,577248 ***				0,202548	1,0207247101
08	-10,846115 ***	2,848636 ***	5,972464 ***			0,189139	1,0180476198
09	-9,083890 ***	2,322701 ***	0,001668 ***			0,195397	1,0192732907
10	-5,450945 ***	3,388001 ***	-0,025049 *	4,755827 ***		0,081391	1,0177162155
11	-4,012508	0,480799					
12		0,000108	2,460254				
13	-0,054938	0,000140	2,404347				
14	-5,376814	10,695028	41,313276				
15	0,403339 *	-0,034528 ***	0,001200 ***	-1,419072 NS			
16	-5,597213 ***	0,390884 ***				0,235538	1,0281273478
17	-2,430839 ***	0,900044 ***				0,102293	1,0281275324
18	-1,699920 ***	0,010294 ***	-21,682721 ***			0,255751	1,0332448425
19	-0,738266 ***	0,125664 ***	-9,416686 ***			0,111071	1,0332450613
20	-6,447681 ***	0,554955 ***	-0,006853 ***			0,186313	1,0175077860
21	-2,800192 ***	1,277831 ***	-0,083666 ***			0,080915	1,0175079003
22	-0,238602 ***	0,030895 ***					
23	0,137614 NS	-0,020474 *	0,000945 ***	0,000001 NS			
24	0,284688 NS	-0,040068 *	0,001714 *	-0,000010 NS	0,00000005 NS		
25	-0,072327	-4,238380	9,906247	53,840795			

Ek Tablo 4. İzmir OBM çift girişli gövde hacim denklemlerine ilişkin regresyon parametre (katsayı) değerleri
Annex 4. Regression coefficient values for İzmir RDF double-input tree volume equations

Model No	Katsayılar						SE	DF (f)	
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5			β_6
26		0,000038 ***							
27	0,000014 NS	0,000038 ***							
28	0,007702 NS	-0,000169 ***	0,005766 NS	0,000044 ***					
29	-182,657765	30832,197							
30	2779,448549	-69,27306							
31		-0,000076	-0,000234	0,000020	0,000036				
32	-0,048860	0,019965	-0,000513	-0,024679	0,000160	0,000052			
33	-0,141151	0,017326	-0,000438	-0,000364	0,000053				
34	26654,91699	0,118193							
35	0,014167	0,000250	-0,000897	0,000042	0,000001				
36	-4,138185 ***	2,024549 ***	0,714720 ***				0,06117	1,009969336	
37	-4,108199 ***	0,926614 ***					0,06390	1,010882196	
38	-3,415531 ***	1,707028 ***	0,081957 NS	-0,369999 *	0,606765 ***		0,04356	1,005043299	
39	0,000026	1,877340	1,292980						
40	-0,000074	0,000041							
41		-0,000099 ***	0,000013 **	0,000038 ***					
42	-0,080591 *	0,021573 ***	-0,000526 ***	-0,021003 **	0,000053 ***				
43	-182,657694	30832,194							
44	-2,408075 ***	0,653233 ***	0,463108 ***				0,06453	1,011100459	
45	0,035379 NS	-0,000142 ***	0,000041 ***	0,000010 *					
46		0,017133 ***	-0,000482 ***	-0,028329 **	0,000339 *	0,000050 ***			
47		0,004405 *	-0,000269 ***	0,000042 NS	0,000046 ***				
48		0,000247 ***	0,000016 ***	0,000001 ***					
49	-4,774833 ***	2,324356 ***	0,771624 ***	3,286001 ***			0,04618	1,005669200	
50	-2,657666 ***	0,101122 ***	1,592452 ***				0,11379	1,034919598	
51	-1,508780 ***	0,112422 ***	0,292133 ***				0,19169	1,102313269	
52	-2,834573 ***	0,659047 ***	0,903245 ***				0,05418	1,007810958	
53	-2,505145 ***	0,069744 ***	0,070198 ***	-0,000818 ***	-0,001099 NS	-0,000050 ***	0,000027 ***	0,05905	1,009285158
54		-0,000001 NS	0,000038 ***						
55	-3,728928 ***	1,916472 ***	0,433951 ***				0,04717	1,005914561	
56	-3,649277 ***	2,029828 ***	0,164446 ***				0,04997	1,006641043	
57	-4,947764 ***	1,955487 ***	1,374380 ***	2,128241 ***			0,04272	1,004848965	
58	-3,978570 ***	1,844277 ***	0,776803 ***	0,000022 ***			0,05505	1,008065196	
59	-4,008922 ***	1,890098 ***	0,753593 ***	0,000001 ***			0,05525	1,008125287	

NS= $P > 0.05$, *= $0.01 < P < 0.05$, **= $0.001 < P < 0.01$, ***= $P < 0.001$

Ek Tablo 4. İzmir OBM çift girişli gövde hacim denklemlerine ilişkin regresyon parametre (katsayı) değerleri
Annex 4. Regression coefficient values for İzmir RDF double-input tree volume equations

Model No	Katsayılar							SE	DF (f)
60	-3,874979 ***	1,925071 ***	0,502698 ***	0,000537 ***				0,04813	1,006159728
61	-3,967394 ***	1,884844 ***	0,707860 ***	0,000004 ***				0,05249	1,007329481
62	-2,359783 ***	0,712675 ***	0,027625 ***					0,08372	1,018753749
63	-1,756734 ***	0,098890 ***	0,061177 ***					0,17414	1,083710930
64	-1,384190 ***	0,113984 ***	0,033446 ***	-7,105206 ***				0,12423	1,041759526
65	-0,177089 ***	0,108782 ***	-0,003733 NS	19,684943 ***	-9,668224 ***	-35,24309 ***		0,07072	1,013347181
66	-0,310474 ***	0,066545 ***	0,021134 ***	5,726290 ***	-2,881060 ***	35,675703 ***	-14,97627 ***	0,04626	1,005689951
67	0,024318 ***	0,000022 ***	1,889884 ***	1,318930 ***					
68	0,000042 ***	1,917076 ***							
69	0,000017 ***	1,874668 ***	1,397818 ***						
70	-0,074716 ***	0,000212 ***	0,044163 ***						
71	3,041891 ***	-0,273723 ***	-0,048451 NS	-0,047044 ***	0,007210 ***	-6,278502 ***			
72	-0,331935 ***	0,015340 ***	1,806650 ***	0,000010 ***	0,000001 ***				
73	-4,920604 ***	0,000448 NS	0,968492 NS	1,738356 ***	-0,031043 NS	-1,379439 NS	1,093248 ***	0,04235	1,004764981
75	-4,634841 ***	1,035072 ***	15,868693 ***	5,413722 ***				0,04297	1,004907600

NS= $P > 0.05$, *= $0.01 < P < 0.05$, **= $0.001 < P < 0.01$, ***= $P < 0.001$

Ek Tablo 5a. İzmir OBM Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Çift Girişli DKGHT
Annex 5a. İzmir RDF Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Double Entry Volume Table

Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6		0,0093	0,0097	0,0103	0,0111	0,0119	0,0128	0,0137	0,0146		
8	0,0136	0,0142	0,0154	0,0169	0,0184	0,0201	0,0217	0,0235	0,0252	0,0270	0,0288
10	0,0185	0,0203	0,0226	0,0251	0,0278	0,0304	0,0332	0,0360	0,0388	0,0416	0,0445
12	0,0243	0,0276	0,0313	0,0352	0,0391	0,0431	0,0471	0,0513	0,0554	0,0596	0,0638
14	0,0311	0,0362	0,0415	0,0470	0,0525	0,0581	0,0637	0,0694	0,0751	0,0809	0,0867
16	0,0388	0,0460	0,0533	0,0606	0,0679	0,0753	0,0828	0,0903	0,0979	0,1056	0,1133
18	0,0474	0,0570	0,0665	0,0760	0,0854	0,0949	0,1045	0,1142	0,1239	0,1337	0,1435
20	0,0569	0,0693	0,0813	0,0932	0,1050	0,1169	0,1289	0,1409	0,1530	0,1652	0,1775
22		0,0828	0,0977	0,1122	0,1268	0,1413	0,1559	0,1706	0,1853	0,2002	0,2152
24		0,0976	0,1156	0,1331	0,1506	0,1680	0,1855	0,2032	0,2209	0,2387	0,2566
26			0,1350	0,1559	0,1765	0,1972	0,2179	0,2387	0,2596	0,2807	0,3019
28			0,1561	0,1805	0,2046	0,2288	0,2529	0,2772	0,3017	0,3262	0,3509
30			0,1787	0,2069	0,2349	0,2628	0,2907	0,3187	0,3469	0,3753	0,4038
32				0,2353	0,2673	0,2992	0,3312	0,3632	0,3955	0,4279	0,4605
34				0,2655	0,3019	0,3381	0,3744	0,4108	0,4474	0,4841	0,5211
36				0,2977	0,3387	0,3795	0,4203	0,4613	0,5025	0,5439	0,5856
38					0,3776	0,4233	0,4690	0,5149	0,5610	0,6074	0,6540
40						0,4696	0,5205	0,5716	0,6228	0,6744	0,7262
42						0,5184	0,5748	0,6313	0,6880	0,7451	0,8024
44							0,6318	0,6940	0,7565	0,8194	0,8825
46							0,6916	0,7599	0,8284	0,8973	0,9666
48								0,8288	0,9037	0,9790	1,0546
50								0,9009	0,9824	1,0643	1,1466
52								0,9760	1,0645	1,1533	1,2426
54									1,1499	1,2460	1,3426
56									1,2388	1,3425	1,4466
58									1,3312	1,4426	1,5546
60										1,5465	1,6666
62										1,6541	1,7827
64											1,9028
66											2,0270
68											2,1552
70											
72											
74											
76											
78											
80											
82											
84											
86											
88											
90											
92											
94											
96											
98											
100											
102											
104											

Ek Tablo 5b. İzmir OBM Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Çift Girişli DKGHT
Annex 5b. İzmir RDF Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Double Entry Volume Table

Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
14	0,0926	0,0985	0,1045								
16	0,1211	0,1289	0,1367	0,1446							
18	0,1535	0,1634	0,1735	0,1836	0,1937						
20	0,1898	0,2023	0,2148	0,2273	0,2400	0,2526					
22	0,2302	0,2454	0,2606	0,2759	0,2913	0,3068	0,3223				
24	0,2747	0,2928	0,3111	0,3294	0,3478	0,3664	0,3849	0,4036			
26	0,3232	0,3446	0,3662	0,3878	0,4096	0,4314	0,4534	0,4754	0,4975		
28	0,3758	0,4008	0,4259	0,4512	0,4765	0,5020	0,5276	0,5532	0,5790		
30	0,4325	0,4613	0,4903	0,5195	0,5487	0,5781	0,6076	0,6372	0,6669		
32	0,4933	0,5263	0,5595	0,5928	0,6262	0,6598	0,6935	0,7274	0,7613	0,7954	
34	0,5583	0,5957	0,6333	0,6711	0,7090	0,7471	0,7853	0,8237	0,8622	0,9008	
36	0,6275	0,6696	0,7119	0,7544	0,7971	0,8400	0,8830	0,9262	0,9696	1,0131	
38	0,7008	0,7479	0,7952	0,8428	0,8905	0,9385	0,9866	1,0350	1,0834	1,1321	1,1809
40	0,7783	0,8307	0,8833	0,9362	0,9893	1,0427	1,0962	1,1500	1,2039	1,2580	1,3123
42	0,8601	0,9180	0,9762	1,0348	1,0935	1,1525	1,2118	1,2712	1,3309	1,3907	1,4508
44	0,9460	1,0098	1,0740	1,1384	1,2031	1,2681	1,3333	1,3988	1,4645	1,5304	1,5965
46	1,0362	1,1062	1,1765	1,2472	1,3181	1,3894	1,4609	1,5327	1,6047	1,6770	1,7495
48	1,1307	1,2071	1,2839	1,3611	1,4386	1,5164	1,5945	1,6729	1,7516	1,8305	1,9097
50	1,2294	1,3126	1,3962	1,4801	1,5645	1,6492	1,7342	1,8195	1,9051	1,9910	2,0771
52	1,3324	1,4226	1,5133	1,6044	1,6958	1,7877	1,8799	1,9724	2,0653	2,1584	2,2519
54	1,4397	1,5373	1,6353	1,7338	1,8327	1,9320	2,0317	2,1318	2,2322	2,3329	2,4339
56	1,5513	1,6565	1,7622	1,8684	1,9750	2,0821	2,1896	2,2975	2,4057	2,5143	2,6233
58	1,6672	1,7803	1,8940	2,0082	2,1229	2,2380	2,3536	2,4697	2,5861	2,7029	2,8200
60	1,7874	1,9088	2,0307	2,1532	2,2763	2,3998	2,5238	2,6483	2,7731	2,8984	3,0241
62	1,9120	2,0419	2,1724	2,3035	2,4352	2,5674	2,7001	2,8333	2,9670	3,1010	3,2355
64	2,0409	2,1796	2,3190	2,4590	2,5996	2,7408	2,8826	3,0248	3,1676	3,3108	3,4544
66	2,1741	2,3220	2,4706	2,6198	2,7697	2,9202	3,0712	3,2228	3,3750	3,5276	3,6807
68		2,4690	2,6271	2,7858	2,9453	3,1054	3,2661	3,4273	3,5892	3,7515	3,9143
70		2,6207	2,7886	2,9572	3,1265	3,2965	3,4671	3,6384	3,8102	3,9826	4,1555
72		2,7771	2,9551	3,1338	3,3133	3,4935	3,6743	3,8559	4,0380	4,2208	4,4041
74		2,9382	3,1265	3,3157	3,5056	3,6964	3,8878	4,0800	4,2728	4,4662	4,6602
76			3,3030	3,5029	3,7037	3,9052	4,1075	4,3106	4,5143	4,7187	4,9237
78			3,4845	3,6955	3,9073	4,1200	4,3335	4,5478	4,7628	4,9784	5,1948
80			3,6710	3,8933	4,1166	4,3407	4,5657	4,7915	5,0181	5,2454	5,4733
82			3,8626	4,0966	4,3315	4,5674	4,8042	5,0419	5,2803	5,5195	5,7595
84			4,0592	4,3051	4,5521	4,8001	5,0490	5,2988	5,5494	5,8009	6,0531
86			4,2608	4,5191	4,7784	5,0387	5,3001	5,5623	5,8255	6,0895	6,3543
88				4,7383	5,0103	5,2834	5,5574	5,8325	6,1085	6,3854	6,6631
90				4,9630	5,2479	5,5340	5,8211	6,1093	6,3984	6,6885	6,9794
92				5,1931	5,4912	5,7906	6,0911	6,3927	6,6953	6,9989	7,3034
94				5,4285	5,7403	6,0533	6,3675	6,6828	6,9992	7,3166	7,6349
96					5,9950	6,3220	6,6502	6,9795	7,3100	7,6415	7,9741
98					6,2555	6,5967	6,9392	7,2829	7,6278	7,9738	8,3208
100					6,5217	6,8775	7,2346	7,5930	7,9526	8,3134	8,6753
102					6,7936	7,1643	7,5364	7,9098	8,2845	8,6603	9,0373
104						7,4572	7,8445	8,2333	8,6233	9,0146	9,4070
106						7,7561	8,1591	8,5634	8,9692	9,3762	9,7844
108						8,0612	8,4800	8,9003	9,3221	9,7452	10,169
110						8,3723	8,8073	9,2439	9,6820	10,121	10,562
112						8,6895	9,1411	9,5943	10,049	10,505	10,962

Ek Tablo 5c. İzmir OBM Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Çift Girişli DKGHT
Annex 5c. İzmir RDF Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Double Entry Volume Table



Göğüs çapı (cm)	Ağaç boyu (m)										
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
38	1,1321	1,1809									
40	1,2580	1,3123	1,3667								
42	1,3907	1,4508	1,5110	1,5714							
44	1,5304	1,5965	1,6628	1,7293							
46	1,6770	1,7495	1,8222	1,8951	1,9681						
48	1,8305	1,9097	1,9891	2,0687	2,1485						
50	1,9910	2,0771	2,1635	2,2501	2,3370						
52	2,1584	2,2519	2,3456	2,4395	2,5337						
54	2,3329	2,4339	2,5352	2,6368	2,7387	2,8408					
56	2,5143	2,6233	2,7325	2,8421	2,9519	3,0620					
58	2,7029	2,8200	2,9375	3,0553	3,1734	3,2918					
60	2,8984	3,0241	3,1501	3,2765	3,4031	3,5301					
62	3,1010	3,2355	3,3704	3,5056	3,6412	3,7772					
64	3,3108	3,4544	3,5984	3,7429	3,8877	4,0328	4,1783				
66	3,5276	3,6807	3,8342	3,9881	4,1424	4,2971	4,4522				
68	3,7515	3,9143	4,0776	4,2414	4,4056	4,5701	4,7351				
70	3,9826	4,1555	4,3289	4,5028	4,6771	4,8518	5,0270	5,2025			
72	4,2208	4,4041	4,5879	4,7722	4,9570	5,1422	5,3279	5,5140			
74	4,4662	4,6602	4,8547	5,0498	5,2453	5,4414	5,6379	5,8348			
76	4,7187	4,9237	5,1293	5,3354	5,5421	5,7493	5,9570	6,1651			
78	4,9784	5,1948	5,4117	5,6293	5,8474	6,0660	6,2851	6,5047	6,7248		
80	5,2454	5,4733	5,7020	5,9312	6,1610	6,3914	6,6224	6,8538	7,0857		
82	5,5195	5,7595	6,0001	6,2413	6,4832	6,7257	6,9687	7,2123	7,4564		
84	5,8009	6,0531	6,3060	6,5596	6,8139	7,0688	7,3242	7,5803	7,8368		
86	6,0895	6,3543	6,6199	6,8861	7,1531	7,4207	7,6889	7,9577	8,2271	8,4970	
88	6,3854	6,6631	6,9416	7,2208	7,5008	7,7814	8,0627	8,3446	8,6271	8,9102	
90	6,6885	6,9794	7,2712	7,5637	7,8570	8,1510	8,4457	8,7411	9,0370	9,3336	
92	6,9989	7,3034	7,6087	7,9149	8,2218	8,5295	8,8379	9,1470	9,4567	9,7671	10,078
94	7,3166	7,6349	7,9541	8,2743	8,5952	8,9169	9,2393	9,5625	9,8863	10,210	10,535
96	7,6415	7,9741	8,3075	8,6419	8,9771	9,3132	9,6500	9,9875	10,325	10,664	10,999
98	7,9738	8,3208	8,6689	9,0178	9,3677	9,7183	10,069	10,422	10,775	11,128	11,483
100	8,3134	8,6753	9,0381	9,4020	9,7668	10,132	10,499	10,866	11,234	11,603	11,972
102	8,6603	9,0373	9,4154	9,7945	10,174	10,555	10,937	11,320	11,703	12,087	12,472
104	9,0146	9,4070	9,8006	10,195	10,590	10,987	11,385	11,783	12,182	12,582	12,983
106	9,3762	9,7844	10,193	10,604	11,015	11,428	11,842	12,256	12,671	13,087	13,504
108	9,7452	10,169	10,595	11,021	11,449	11,878	12,308	12,739	13,170	13,603	14,036
110	10,121	10,562	11,004	11,447	11,891	12,337	12,783	13,231	13,679	14,128	14,579
112	10,505	10,962	11,421	11,881	12,342	12,805	13,268	13,733	14,198	14,664	15,132
114	10,896	11,370	11,846	12,324	12,802	13,282	13,762	14,244	14,727	15,211	15,695
116	11,294	11,786	12,280	12,774	13,270	13,768	14,266	14,765	15,266	15,767	16,270
118	11,700	12,210	12,721	13,234	13,748	14,263	14,779	15,296	15,815	16,334	16,855
120	12,113	12,641	13,171	13,701	14,233	14,767	15,301	15,837	16,374	16,912	17,451

Ek Tablo 6. İzmir OBM Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Tek Girişli DKGHT
Annex 6. İzmir RDF Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Single Entry Volume Table

Göğüs çapı (cm)	Hacim (m ³)	Göğüs çapı (cm)	Hacim (m ³)	Göğüs çapı (cm)	Hacim (m ³)
6	0,0095	43	1,0547	80	5,4354
7	0,0122	44	1,1222	81	5,6109
8	0,0156	45	1,1922	82	5,7895
9	0,0198	46	1,2648	83	5,9713
10	0,0248	47	1,3401	84	6,1561
11	0,0307	48	1,4180	85	6,3441
12	0,0376	49	1,4986	86	6,5352
13	0,0455	50	1,5820	87	6,7294
14	0,0545	51	1,6681	88	6,9268
15	0,0646	52	1,7569	89	7,1272
16	0,0760	53	1,8486	90	7,3308
17	0,0887	54	1,9431	91	7,5375
18	0,1027	55	2,0403	92	7,7474
19	0,1181	56	2,1405	93	7,9603
20	0,1351	57	2,2435	94	8,1763
21	0,1536	58	2,3493	95	8,3955
22	0,1736	59	2,4581	96	8,6178
23	0,1954	60	2,5698	97	8,8432
24	0,2188	61	2,6845	98	9,0717
25	0,2440	62	2,8021	99	9,3033
26	0,2711	63	2,9226	100	9,5380
27	0,3000	64	3,0461	101	9,7758
28	0,3309	65	3,1726	102	10,0167
29	0,3637	66	3,3021	103	10,2606
30	0,3985	67	3,4346	104	10,5077
31	0,4354	68	3,5702	105	10,7578
32	0,4744	69	3,7087	106	11,0110
33	0,5156	70	3,8504	107	11,2673
34	0,5590	71	3,9950	108	11,5267
35	0,6046	72	4,1427	109	11,7890
36	0,6525	73	4,2935	110	12,0545
37	0,7027	74	4,4474	111	12,3230
38	0,7553	75	4,6043	112	12,5945
39	0,8103	76	4,7643	113	12,8690
40	0,8677	77	4,9274	114	13,1466
41	0,9275	78	5,0937	115	13,4272
42	0,9899	79	5,2630	116	13,7108

Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri

The effects of different field land preparation techniques on seedling development in semi-arid and salted/gypsy areas

Yakup ÖZ¹ 
Ceyhun GÖL¹ 

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Çankırı

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Ceyhun GÖL
drceyhungol@gmail.com

Geliş tarihi (Received)
28.01.2021
Kabul Tarihi (Accepted)
11.03.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Şükrü Teoman GÜNER
stguner@gmail.com

Atıf (To cite this article): Öz, Y , Göl, C . (2021).
Yarı kurak ve tuzlu/jipsli alanlarda farklı arazi
hazırlığı yöntemlerinin fidan gelişimine etkileri .
Ormanlık Araştırma Dergisi , 8 (2) , 146-156 .
DOI: 10.17568/ogmoad.870211

Öz

Çalışmada, yarı kurak iklim ve tuzlu/jipsli toprak özelliklerine sahip bir bölgede ağaçlandırma ve erozyon kontrolü amaçlı uygulanan farklı toprak işleme yöntemlerinin fidan çap/boy gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Örnekleme çalışmaları 400 m² alanlarda veya bu alanlar içine giren 300 m teraslar üzerinde yapılmıştır. Beş farklı toprak işleme parseline dikilen dört farklı ağaç türüne ait fidanların çap/boy gelişimi ve morfolojik özellikleri incelenmiştir. Yalancı akasya türünün en yüksek çap ve boy ortalamasına, BUROR teras arazi hazırlığının ise birim alanda yaşayan fidan sayısı ve fidan gelişimi bakımından en yüksek başarı ortalamasına sahip olduğu belirlenmiştir. Çukur dikim ile üst toprak işleme+çukur dikim aynı fidan gelişim özelliği göstermiştir. İbrelili türler içerisinde sedir en düşük, kızılçam ise en yüksek fidan gelişimi göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Tuz, jips, fidan, kuraklık, arazi hazırlığı, ağaçlandırma, ağaç türleri

Abstract

In this study, the effects of different soil preparation techniques applied for afforestation and erosion control on seedling diameter/height growth in a region with a semi-arid climate and salty/gypsum soil properties were investigated. Sampling studies were carried out in 400 m² areas or 300 m terraces on these areas. Seedling morphological characteristics and diameter/height growth of four different tree species planted in five different tillage plots were examined. It was determined that the black locust species had the highest average diameter and height, and the BUROR terrace field preparation had the highest average success in terms of the seedling survival and growth. As a result, seedlings planted with pit planting method showed the similar performance to those of planted with topsoil cultivation+pit method. Among the coniferous species, cedar showed the lowest growth rate, while red pine showed the highest.

Keywords: Salt, gypsum, seedling, drought, land preparation, planting, tree species



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Bugün dünyada en önemli çevre sorunları olan kuraklık ve erozyon insanlığı açlığa, yoksulluğa, susuzluğa ve göçe zorlamaktadır. Özellikle kurak alan ağaçlandırma çalışmaları, kuraklık ve erozyonla mücadelede büyük önem taşımaktadır. Kurak bölge ağaçlandırma çalışmalarında iklim, toprak, ağaç türü seçimi dikim başarısını doğrudan etkilemektedir. Buna göre Türkiye’de kurak ve yarı kurak alanlar ve buralardaki tuzlu/jipsli sahalar, ağaçlandırma için en olumsuz özelliklere sahiptir. Bu ağaçlandırma sahalarında başarıyı artırmak için proje başlangıcındaki etüt çalışmaları dikkatle yapılmalıdır. Ağaçlandırılacak sahanın ekolojik özellikleri (iklim, toprak, topoğrafya, vb.) çok özenle incelenmeli, çalışmalar bu özelliklere göre şekillendirilmelidir (Kantarıcı ve ark., 2010a; Kantarıcı ve ark., 2010b; Boydak ve ark., 2014).

Çankırı-Sivas arasında jipsli araziler üzerinde yer yer tuzlu ve boz renkli topraklar yaygındır (ÇEM, 2013). Araştırmanın yürütüldüğü bölge kurak/yarı kurak özellikte ve tuzlu/jipsli ana kaya yapısındadır. Bu özellikleri ile ağaçlandırma çalışmalarının yürütüleceği en zorlu sahalardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Tuzlu topraklar özellikle kurak-yarı kurak bölgelerde yaygın olarak bulunan ve bitki gelişimine engel olacak miktarda çözünebilir tuz içeren topraklardır (Güneş ve ark., 2010) Tuz stresi bitkilerde iki şekilde ortaya çıkar. Birincisi, bitkinin suyu topraktan alamaması, ikincisi ise zehirleyici etki oluşturmaktır (Yang ve ark., 1990). Türkiye’nin yarı kurak alanlarındaki topraklar genellikle ince tekstürlü, kireçli, hafif alkali, sıg ve iskeletli özelliklerdedir. Tuzlu, alkali veya jipsli topraklarda pH değerleri orta veya yüksek düzeyde olabilmektedir (Atalay, 2015).

Dünya’da jips (alçıtaşı), kurak ve yarı kurak bölgelerde oldukça geniş alanlarda (yaklaşık 100 milyon hektar) yayılış göstermektedir (FAO, 1990; Oyonarte ve ark., 2002; Mota ve ark., 2003; Akpulat ve Çelik, 2005; Pueyo ve ark., 2007; Palacio ve ark., 2007; Cañadas ve ark., 2013). Jips içeriği %22’den fazla olan topraklar jips içeren topraklar olarak adlandırılmaktadır (Alphen ve Rios-Romero, 1971). Jipsli topraklar (Gypsisoller) genellikle yıllık yağışın 400 mm’den düşük olduğu ve jips kaynaklarının bulunduğu kurak ve yarı kurak alanlarda gelişirler (FAO, 1990).

Türkiye’de yukarıda verilen tanımlamaya uyan İç Anadolu Bölgesinde, geniş tuzlu/jipsli topraklar yayılış göstermektedir. Çankırı ili sınırları içerisinde toprakların en üst kısmında dikkati çeken fasiyes beyaz jipsli marndır. Bozkır Platosu, Çankırı ili, Acıçay aşağı boyları, Tüney-Çankırı ve

Kaya Tuzu Mağarası-Çankırı arasında muntazam tabakalı ve azami kalınlıktadır (Gökmen, 2007). Jips içeren topraklar bitki yaşamı için fiziksel ve kimyasal stres ortamı yaratmaktadır. Jipsli topraklarda bitki gelişimini sınırlayıcı kimyasal faktörler makro ve mikro besin elementi yetersizliği veya bazı besin elementlerinin fazlalığı olarak ortaya çıkmaktadır. Fiziksel sınırlayıcı faktörler ise toprak yüzeyinde kabuk oluşumu, yüksek su çekme ile düşük infiltrasyon ve perkolasyondur (Meyer, 1986).

Bu araştırma, yarı kurak iklim özelliklerine sahip, tuzlu/jipsli bir alanda 1- farklı toprak işleme yöntemlerinin fidan gelişimi üzerine etkilerini, 2- dikimi yapılan ibreli/yapraklı tür fidanlarının başarı kontrolünü ve 3- fidanların tutma ve gelişme başarısını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

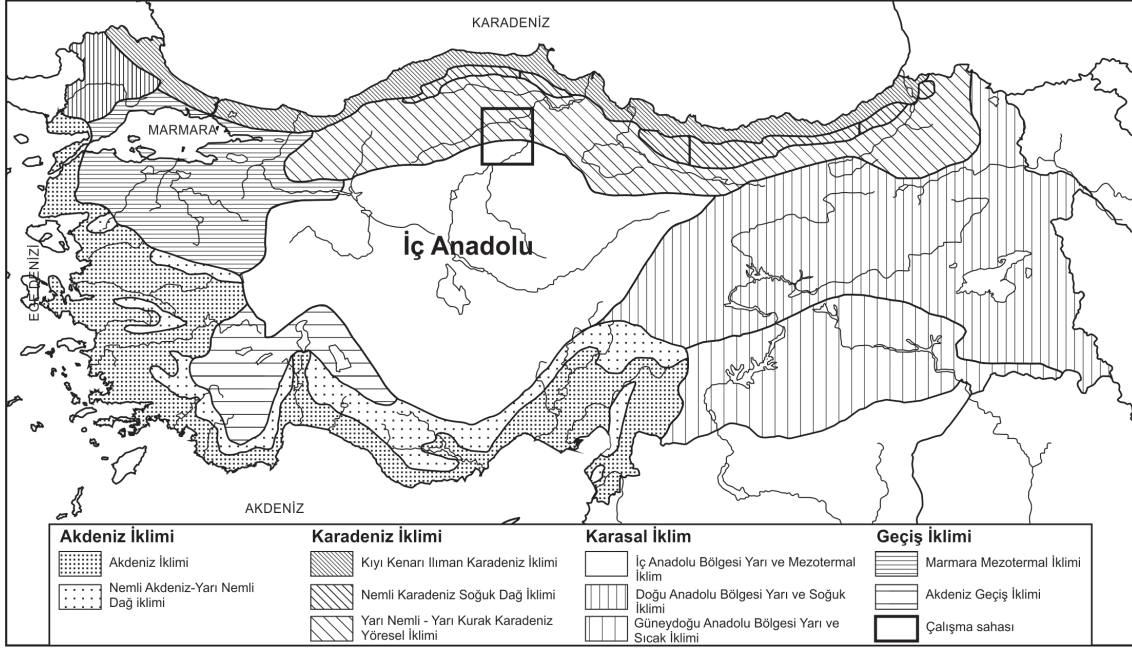
2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı Çankırı ili, merkez ilçe sınırları içerisinde, Çankırı Oto Sanayii ile Çankırı 28. Mekanize Piyade Tugay Komutan Yardımcılığı arazisi arasında yer almaktadır. Çankırı ili, Orta Anadolu’nun kuzeyinde Kızılırmak ve Batı Karadeniz ana havzaları içerisinde yer alır (OGM, 2013). İl toprakları 40°30’41” kuzey enlemleri ile 32°30’34” doğu boylamları arasında kalmaktadır. İlin denizden yüksekliği 723 m’dir (Şekil 1).

Araştırma alanı örnekleme noktaları, 2013 yılında Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı İşletme Şefliği (404 Numaralı Bölmede) “28. Mekanize Piyade Tugay Komutan Yardımcılığı Erozyon Kontrolü Uygulama Projesi” adı altında 203,77 hektar alanda yürütülen proje sahası içerisinde belirlenmiştir. Bu saha Tüney-Çankırı tuzlu/jipsli bölgesi içerisinde kalmaktadır.

Araştırma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 700-825 m arasındadır. Örnekleme alanları ise 731-783 m yükselti basamağı içerisinde (Tablo 1 ve Şekil 2). Araştırma alanı içerisinde altı farklı eğim sınıfı vardır. Örnek alanların eğim sınıfı ise düşük (%0-5), orta (%5-12), yüksek (%12-20) ve çok yüksek (% 20-40) eğimli alanlardan oluşmaktadır. Araştırma alanının % 66’sı doğu ve kuzey-güney doğu bakıdadır. Alanın %10’u düz, %17’si ise güney bakıdadır. Örnekleme noktalarının tümü doğu bakıdadır (Tablo 1 ve Şekil 3).

Araştırma alanının içinde bulunduğu İç Anadolu bölgesinde yazları sıcak, kışları soğuktur. Doğal bitki örtüsü, yaz kuraklığından dolayı alçak kı-



Şekil 1. Türkiye ekolojik bölgeleri ve araştırma alanı (Atalay, 2014)
Figure 1. Turkey's ecological zones and research area

sımlarda bozkırlardan, yüksek kesimlerde ise kuru ormanlardan oluşur. Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 10,8°C, ortalama yıllık toplam yağış 413,8 mm dir (MGM, 2019). Thornthwaite iklim sınıflandırma modeline göre Çankırı D B' 1 d b' 3 rumuzu ile gösterilen "Kurak-yarıkurak, mezotermal, su fazlası yok veya pek az, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim sınıfındadır (Göl, 2002).

Çankırı ili toprakları, Karadeniz Bölgesi ve Orta Anadolu Bölgesi olarak hemen hemen iki eşit parçaya bölünür (Gökmen, 2007). Çankırı ilinin kuzeyi III. Zamanda oluşmuş Oligosenmiyosen yaşta ki jips serileri ile kaplıdır. Bu seri kuzeydoğuda Yapraklı ilçesi, güneydoğuda Kızılırmak, güneyde Ankara il sınırı, güneybatıda Eldivan ilçesinin sınırladığı geniş bir alana yayılmıştır. Bu oluşum kalın ve kırmızı renkli bir taban konglomerası ile başlar; bu açık renkli ve aralarında jips yatakları da bulunan kil ve marnlar izler. Jips serisinin üst kesimleri birçok yerde miyosen oluşumları da içerir. Bu yapılanma, Eosenden sonra denizin bu bölgeden tümüyle çekildiğini ve yörede bir çöl ikliminin egemen olduğunu kanıtlamaktadır (Blumenthal, 1948; Birgili ve ark., 1975; Akyürek ve ark., 1988).

Araştırma alanında tuzlu ve jipsli anakayalardan oluşmuş bir toprak yapısı bulunmaktadır. Mutlak derinlik oldukça yetersiz iken jipsli ana kayanın karst yapısından kaynaklanan çatlak sistemine bağlı olarak fizyolojik derinlik yüksektir. Jipsli bölge toprakları kil ve marnlarla birlikte bulunurlar. Buna bağlı olarak kil kapasitesi oldukça yük-

sek killi topraklardan oluşmaktadır.

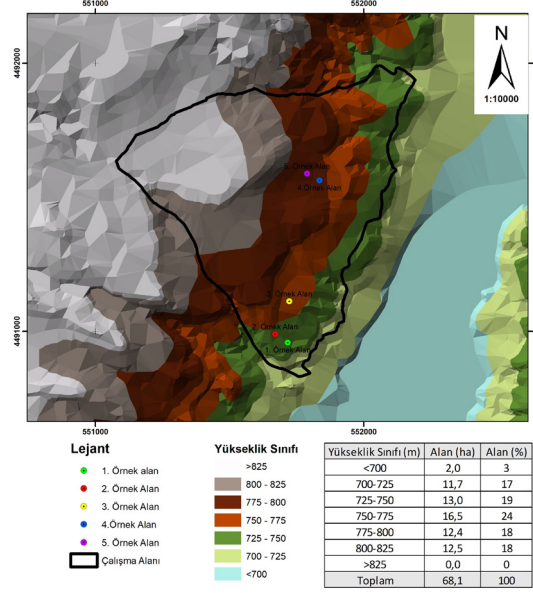
Araştırma alanı, Türkiye'nin üç büyük flora alanlarından İran-Turan flora bölgesinde yer almaktadır.

Araştırma alanı, Karadeniz nemli iklim kuşağından Orta Anadolu kurak iklim kuşağına geçiş zonu içerisinde yer almaktadır. Karadeniz ikliminin etkisi altında kalan yüksek dağlık bölgelerde kuru ormanlar ve geniş mera alanları, İç Anadolu kurak iklimin hakim olduğu bölgelerde ise bozkır bitki örtüsü hakimdir. Ayrıca araştıma alanının da içinde bulunduğu bölgede ana kayanın tuz/jips olması bitki örtüsünü olumsuz etkilemektedir. Bu alanlarda oldukça zayıf otsu türler geniş alanlarda yayılış göstermektedir. Çankırı ilinde geniş alanlar antropojen bozkır bitki örtüsü ile kaplanmıştır. Geçiş kuşağında yer alan ağaç ve çalı türleri; Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Halmböe) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*), baklagiller (*Leguminosae* spp.), kuşburnu (*Rosa canina* L.), ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pallas), alıç (*Crataegus monogyna* L.) ve karaçalı (*Paliurus spinachristi* Mill.)'dır (Göl, 2002; OGM, 2011-2030).

Araştırma alanı, Türkiye'nin Önemli Bitki Alanı (ÖBA)'ndan 89. sırada bulunan "Çankırı'nın Jipsli Tepeleri" alanı içerisinde yer almaktadır. ÖBA, Kızılırmak'ın Kuzeyinde, Çankırı şehir merkezine yakın geniş

jips çökeltileri üzerindedir. ÖBA florası zengin bitki çeşitliliği göstermez ve bozkır ile mezotrofik mera habitatlarının bir mozaigini oluşturur. ÖBA florasında, Türkiye'ye endemik 41 takson yer alır.

ÖBA resmi olarak koruma altında değildir, otlatma ve tarıma dönüştürme alanı tehdit etmektedir (Tutu ve Akkemik, 2017; Atay ve ark., 2021).



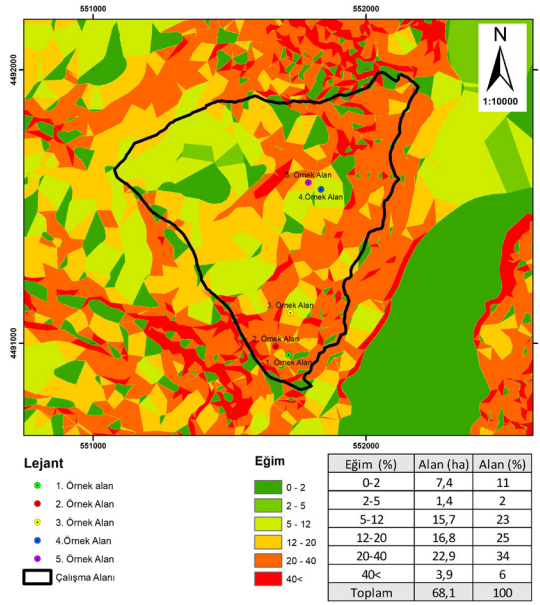
Şekil 2. Araştırma alanının yükselti haritası
Figure 2. Elevation map of the research area

Tablo 1. Araştırma alanının yetişme ortamı etüt tablosu
Table 1. Habitat study table of the research area

Araştırma Alanı Yetişme Ortamı Etüt Tablosu (Fizyografik ve Genel Toprak Özellikleri)												
Örnek Alan / Toprak Çukur Noktası	Koordinat (UTM) X-Y	Yükseklik (m)	Bakı	Eğim (%)	Yamaç Konumu	Jeolojik Temel ve Ana kaya	Toprak Derinliği (cm)				Toprak Suyu	Dikilen Fidan Orijinleri, Türü ve Yaşı
							Mutlak (M)					
							Fizyolojik (F)					
No						0-30	31-60	61-120	120 <			
1	551738 4491143	731	Doğu	36	Alt yamaç	Jips		F	M		Yamaç suyu	Kızılcım : Anamur/Mersin, tüplü, 2+0, Y. Akasya: Tokat, çıplak köklü, 1+0,
2	551689 4491170	735	Doğu	17	Orta yamaç	Jips			F-M		Yamaç suyu	Kızılcım : Anamur/Mersin, tüplü, 2+0
3	551800 4491709	783	Doğu	20	Orta yamaç	Jips		F	M		Yamaç suyu	Karaçam : İsmetpaşa, tüplü, 2+0 Sedir : Ermenek, tüplü, 2+0
4	551903 4491706	778	Doğu	10	Orta yamaç	Jips			F	M	Yamaç suyu	Karaçam : İsmetpaşa tüplü 2+0
5	551776 4491311	758	Doğu	11	Orta yamaç	Jips	M	F			Yamaç suyu	Karaçam : İsmetpaşa tüplü 2+0

Örnekleme noktaları orta yamaçta, drenaj sorunu bulunmayan, mutlak toprak derinlikleri orta (61-120 cm) sınıf, fizyolojik toprak derinlikleri ise yetersiz (31-60 cm) ve orta (61-120 cm) sınıflarda yer

almaktadır. Bu noktalarda dikilen fidanlar dışında vejetasyon otsu türler ile kaplıdır (Tablo 1). Araştırma alanı bozuk orman niteliği taşımaktadır.



Şekil 3. Araştırma alanının eğim haritası
Figure 3. Slope map of the research area

2.2. Yöntem

Araştırma alanına ait topografik, jeolojik, meşçere, toprak ve dikim haritaları ile iklim verileri elde edilmiştir. Bu veriler ışığında, alanın Sayısal Yükselti Modeli (SYM) (Şekil 2) kullanılarak alanda yayılım gösteren farklı eğim grupları, fizyografik üniteler, rölyef ve bakı grupları belirlenmiştir. Harita ve iklim verileri üzerinde çalışılarak araştırmanın amacına uygun alanlar belirlenmiştir. Değişik zamanlarda yapılan ön arazi etütleri sonucunda da amaca en uygun dikim sahaları ve örnekleme noktaları belirlenmiştir.

Araştırma alanının da içinde bulunduğu erozyon kontrol proje sahasında 1- ikili ripetli paletli dozer ile alt toprak işleme, 2- ikili ripetli paletli dozer ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile üst toprak işleme, 3- mini ekskavatör ile BUROR teras (150 cm) şeklinde toprak işleme, 4- mini ekskavatör ile dikim çukuru açma çalışmaları yürütülmüştür.

Toprak hazırlığı yapılan sahalarda kızılçam, yalancı akasya, Anadolu karaçamı ve Toros sediri türleri ile dikim şeklinde ağaçlandırma yapılmıştır.

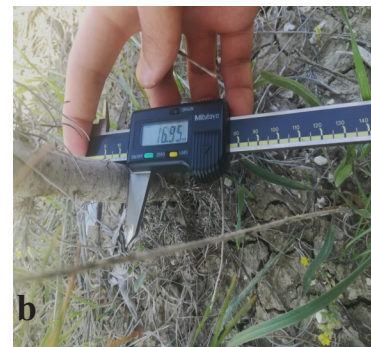
Bu sahalarda içerisinden benzer ekolojik koşullara sahip, farklı arazi hazırlığı çeşitleri (toprak işleme şekli) ve dikilen ağaç türü dikkate alınarak beş örnekleme alanı belirlenmiştir.

Belirlenen örnek alanların (20×20 = 400 m²) dört köşesine tahta kazıklar çakılarak sınırları belirlenmiştir. Bu alan içerisine giren teraslar üzerinde 300 m uzunluk esas alınarak fidan çap (mm) / boy (cm)

ölçümleri yapılmıştır. Fidan boyları işaretli latalar (Şekil 4a), çapları ise milimetrik çap ölçer (Şekil 4b) ile ölçülmüştür.

Şekil 4. Araştırma alanında fidanların a- boy ve b- çap ölçümü

Figure 4. a- height and b- diameter measurement of seedlings in the research area



Toplam 237 fidan ölçümlere konu edilmiştir (Tablo 2). Ayrıca toplam fidan sayıları, kuruyan ve canlı fidan sayıları ile fidanların morfolojik gelişim özellikleri (tepe kuruması, çarpıklık, sararma, dal kırılması) incelenmiştir. Ölçüm yapılan alanların yetiştirme ortamı özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 2. Örnekleme noktalarında fidan türü ve toprak işleme yöntemine göre çap/boy için fidan adetleri dağılımı

Table 2. The distribution of seedlings numbers for diameter/length according to tree type and soil preparation techniques in the sampling points

Grup		Adet
Ağaç Türleri	Anadolu karaçamı (Çk)	123
	Kızılçam (Çz)	77
	Toros sediri (S)	17
	Yalancı akasya (YA)	20
Toprak İşleme Yöntemi	BUROR teras	60
	Çukur dikim	37
	İkili ripper alt toprak işleme + çift soklu pulluk	56
	Üst toprak işleme + çukur dikim	24
	BUROR teras	60

Belirlenen her örnek alanda toprak çukurları açılarak morfolojik özellikler incelenmiş ve genetik horizon esasına göre doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır. Toprak örneklerinde tekstür (Bouyoucos, 1951), elektriksel iletkenlik (EC), tuz ve toprak reaksiyonu (Rhoades, 1996), organik madde (Nelson ve Sommer, 1996), karbonat (kireç) (Richard ve Donald, 1996) analizleri yapılmıştır.

Çalışmada, toprak işleme şekli ve ağaç türünün fidan çap ve boy gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans (one-way ANOVA) analizi ve Duncan test yöntemi kullanılmıştır ($p < 0,05$) (SPSS® 20.0).

3. Bulgular

3.1. Araştırma alanı örnekleme noktaları toprak özellikleri

BUROR teras ve kızılçam+yalancı akasya dikimi (1. Örnek alan)

a- Yüzey toprakları (0-30 cm) killi toprak sınıfında, orta taşlı olup granüler sütrüktedir. Kireç oranı %28 olup kireççe zengindir. Toprak reaksiyonu (pH) 7,2 olup bazik özellik göstermektedir. Topraklarda %0,65 tuz ve %1,16 organik madde bulunmaktadır.

b- Orta derin topraklar (30-60 cm) killi, çok taşlı, masif strüktedir. Kireç oranı %32 olup kireççe zengindir. Toprakların pH 7,6 bazik özelliktedir. Topraklarda %0,96 tuz ve %1,02 organik madde bulunmaktadır.

c- Derin topraklar (60+ cm) ise killi balçık, orta taşlı granüler yapıdadır. Kireç oranı %30 olup kireççe zengindir. Toprakların pH 7,5 bazik özelliktedir. %1,11 tuz ve %0,73 organik madde bulunmaktadır (Tablo 3).

Çukur dikimi ve kızılçam dikimi (2. Örnek alan)

a- Yüzey toprakları kumlu balçık toprak sınıfında,

Tablo 3. Araştırma alanı örnekleme noktalarına ait bazı toprak özellikleri
Table 3. Some soil properties of sampling points of the research area

Örnek Alan No	Horizon	Derinlik (cm)	Tane Dağılımı				Sınıf	Kireç (%)	EC (dS/cm)	Tuz (%)	pH (1/5 Saf Su)	Organik Madde (%)
			Kil (%)	Toz (%)	Kum (%)							
1	A	0-13	58	17	25	K	28	1,033	0,65	7,2	1,16	
	BC	13-30	51	21	26	K	32	2,135	0,96	7,6	1,02	
	Cv	30+	43	26	31	KB	30	2,089	1,11	7,5	0,73	
2	A	0-25	31	25	44	KuB	23	2,006	0,98	7,3	1,32	
	BC	25-48	25	40	35	KuB	28	1,965	1,26	7,6	0,98	
	Cv	48+	15	30	55	KuB	30	2,658	1,53	7,6	0,66	
3	A	0-23	27	23	50	KuKB	19	1,658	1,16	6,8	1,91	
	BC	23-61	17	32	51	KuB	26	1,963	1,54	7,4	0,19	
	Cv	61+	27	21	52	KuKB	30	1,898	1,62	7,6	0,09	
4	A	0-28	25	40	35	KuB	21	1,654	0,86	7,7	1,29	
	BC	28-58	15	30	55	KuB	28	2,006	0,97	7,8	0,75	
	Cv	58+	27	23	50	KuKB	29	2,019	1,36	7,8	0,54	
5	A	0-10	23	33	44	B	30	2,156	0,99	6,9	1,03	
	BC	10-25	35	25	40	KB	31	2,652	1,02	7,3	0,89	
	Cv	25+	28	30	42	KB	33	2,456	1,82	7,5	0,62	

K- kil, KB- killi balçık, KuB- kumlu balçık, KuKB- kumlu killi balçık, B- balçık

orta taşlı olup strüktür tipi granüler yapıdadır. Kireç oranı %24 olup kireççe zengindir. Toprakların reaksiyonu pH 7,3; %0,98 tuz ve %1,32 organik madde bulunmaktadır.

b- Orta derin topraklar kumlu balçık toprak sınıfına girmektedir. Orta taşlı ve granüler yapıdadır. Kireç oranı %28,6; pH 7,6; %1,26 tuz ve %0,98 organik madde bulunmaktadır.

c- Derin topraklar ise kumlu balçık, çok taşlı ve masiftir. Kireç oranı % 30; pH 7,6; % 1,53 tuz ve % 0,66 organik madde bulunmaktadır (Tablo 3).

İkli ripper ile alt toprak işleme+çift soklu pulluk ile teraslama ve Anadolu karaçamı-Toros sediri dikimi (3. Örnek alan)

a- Yüzey toprakların tekstürü kumlu killi balçık, az taşlı ve strüktürü tipi granüler yapıdadır. Kireç oranı % 19; pH 6,8; tuz % 1,16 ve % 1,91 organik madde bulunmaktadır.

b- Orta derin topraklar kumlu balçıklı, ve granüler yapıdadır. Kireç oranı % 26; pH 7,4; tuz % 1,54 ve % 0,19 organik madde içermektedir.

c- Derin topraklar ise kumlu killi balçık toprak sınıfında, orta taşlı olup strüktür tipi masiftir. Kireç oranı % 28; pH 7,6; tuz % 1,62 ve % 0,09 organik madde bulunmaktadır (Tablo 3).

Çift soklu pulluk ile üst toprak işleme+çukur dikimi ve karaçam dikimi (4. Örnek alan)

a- Yüzey toprakları kumlu balçıklı, az taşlı ve granüler yapıdadır. Kireç miktarı % 21; pH 7,7; tuz % 0,86 ve % 1,29 organik madde içermektedir.

b- Orta derin topraklar kumlu balçık bünyeli, orta taşlı ve strüktürü tipi granüler yapıdadır. Kireç oranı % 28; pH 7,8; tuz miktarı % 0,97 ve % 0,75 organik madde bulunmaktadır.

c- Derin topraklar ise kumlu killi balçık toprak sınıfında, orta taşlı ve strüktür tipi masiftir. Kireç oranı % 29; pH 7,8; tuz miktarı % 1,36 ve % 0,54 organik madde bulunmaktadır (Tablo 3).

BUROR teras ve karaçam dikimi (5. Örnek alan)

a- Yüzey toprakları balçık toprak sınıfına girmektedir. Çok taşlı ve strüktürü tipi granüler yapıdadır. Kireç oranı % 30; pH 6,9; tuz miktarı % 0,99 ve % 1,03 organik madde bulunmaktadır.

b- Orta derin topraklar killi balçıklı, çok taşlı olup strüktürü tipi masiftir. Kireç oranı % 31; pH 7,3; tuz miktarı % 1,02 ve % 0,89 organik madde içermektedir.

c- Derin topraklar ise killi balçıklı, çok bol taşlı, masif strüktürdedir. Kireç miktarı % 33; pH 7,5; tuz miktarı % 1,82 ve % 0,62 organik madde içermektedir (Tablo 3).

3.2. Toprak hazırlığı ve ağaç türünün fidan çap/boy gelişimine etkileri

Fidanların çap ölçüm sonuçları üzerine yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda dikilen ağaç türleri arasında (F hesap = 5,572 ve p < 0,05) ve toprak işleme yöntemi (F hesap = 3,97 ve p < 0,05) bakımından istatistiki olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Buna göre toprak işleme şekli ve ağaç türünün fidanlarda çap/boy gelişimi bakımından önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Tüm ağaç türleri bakımından fidan çap gelişimleri incelendiğinde en yüksek çap ortalaması yalancı akasya türündedir.

İbrelili türler içerisinde çap ortalaması en yüksek karaçam, en düşük ise sedir türünde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Ağaç türlerine göre fidanlarda çap ölçüm değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Table 4. Duncan test results of diameter measurement values of seedlings according to tree species

Fidan Türleri	Adet	Alt Gruplar
Toros Sediri	17	12,8 ^a
Kızılcım	123	16,9 ^b
A. Karaçamı	77	20,8 ^c
Yalancı Akasya	20	27,8 ^d

Not: a<b<c<d

Toprak işleme yöntemleri açısından bakıldığında, fidanlarda en yüksek çap ortalaması BUROR terasta dikim yapılan kızılçım (1. örnek alan) gurubunda, en düşük çap ortalamasının ise ikili ripper ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile teraslama (3. örnek alan) gurubunda olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Toprak işleme türüne göre fidanlarda çap (mm) değerlerine ait duncan testi sonuçları

Table 5. Duncan test results for diameter values (mm) of seedlings according to site preparation techniques

Toprak İşleme Yöntemi	Adet	Alt Gruplar
İkili ripper+Çift Soklu Pulluk	56	15,6 ^a
BUROR Teras (Çk)	60	16,1 ^a
Çukur Dikim	37	18,6 ^a 18,6 ^b
Üst Toprak İşleme+Çukur Dikim	24	19,5 ^b
BUROR Teras (Çz)	60	24,5 ^c

Not: a<b<c

Fidan boyları üzerine yapılan tek yönlü yapılan varyans analizi sonucunda, ağaç türleri arasında (F hesap = 39,572 ve p < 0,05) ve toprak işleme yöntemleri arasında (F hesap = 11,069 ve p < 0,05) istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türlerine göre fidanların boy gelişimleri arasındaki fark incelendiğinde en yüksek boy ortalamasının yalancı akasya türünde, ibreli türler arasında ise en yüksek boy ortalamasının kızılçam, en düşük ise sedir türlerinde olduğu görülmüştür (Tablo 6).

Tablo 6. Ağaç türlerine göre fidanlarda boy (cm) ölçüm değerlerine ait Duncan testi sonuçları
Table 6. Duncan test results of height (cm) measurement values of seedlings according to tree species

Fidan Türleri	Adet	Alt Gruplar
Toros Sediri	17	47,2 ^a
A. Karaçamı	123	63,2 ^b
Kızılçam	77	83,2 ^c
Y. Akasya	20	166,2 ^d

Not: a<b<c<d

İstatistiksel analiz sonucunda ibreli türler arasında 1. örnek alanda BUROR terasta dikimi yapılan kızılçam türünün en yüksek boy gelişimi yaptığı belirlenmiştir.

Tüm toprak işleme yöntemleri içerisinde ikili ripper ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk sahasında dikilen fidanların en düşük boy gelişimi yaptıkları görülmüştür (Tablo 7).

Diğer taraftan tüm toprak işleme yöntemleri içerisinde BUROR teras toprak işleme yönteminde fidanların daha yüksek boy gelişimi sağladıkları anlaşılmıştır.

Tablo 7. Toprak işleme yöntemine göre fidanlarda ölçülen boy (cm) değerlerine ait Duncan testi sonuçları
Table 7. Duncan test results for height (cm) measurement values in seedlings according to site preparation techniques

Toprak İşleme Yöntemleri	Adet	Alt Gruplar
İkili Ripper + Çift Soklu Pulluk	56	55,7 ^a
Üst Toprak İşleme+Çukur Dikim	24	61,8 ^a
Çukur Dikim	37	64,8 ^a
BUROR Teras (Çk)	60	66,3 ^a
BUROR Teras (Çz)	60	122,1 ^b

Not: a<b

Tüm örnek alanlarda yapılan çap/boy ölçümleri so-

nucunda en yüksek başarı BUROR teras (5. örnek alan), en düşük başarı ise ikili ripper ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile teraslama yapılan sahalarda olduğu sonucuna varılmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma alanının yağış miktarı 400-500 mm arasında olup, yarı kurak, tuz/jipsli ana kayalı, bitki örtüsü genellikle bozkırdır. Çankırı toprakları, Oligosen ve Miosen dönemi tuzlu, sodyumlu ve jipsli gevşek tortullar oluşmuştur (Atalay, 2010; Atalay, 2011). Çankırı, İç Anadolunun çölleşme riski taşıyan bölgeleri içerisinde (ÇEM, 2013). İç Anadolu Bölgesi toprak tekstürleri çoğunlukla killi balçık ya da balçıklı kil olup, kil topraklar da mevcuttur. Toprak derinlikleri de oldukça değişkendir (Atalay, 2015). Araştırma alanı toprakları da ince tekstürlü killi topraklardan oluşmaktadır. Bu özellikleri ile araştırma alanı olarak seçilen ağaçlandırma sahası bitki gelişimi bakımından oldukça olumsuz ekolojik koşullara sahiptir.

Yarı kurak alanlarda aşırı otlama ve yanlış arazi kullanımını toprak tahribatının temel nedenleridir. Bu gibi alanlarda Ah horizonları erozyonla taşınmış, toprakların organik madde içerikleri de oldukça düşüktür (ÇEM, 2013; OGM, 2015). Araştırma alanı, geçmişte bozuk mera niteliğinde iken sonradan ağaçlandırmaya konu edilmiştir.

Jipsli topraklar, organik madde bakımından fakir (FAO, 1990), pH değeri nötr civarındadır (FAO, 1990; Parsons, 1976). Araştırma alanı topraklarında da organik madde içeriği düşük, toprak reaksiyonları alkali özellik göstermiştir.

Toprak işleme şeklinin fidanların çap gelişimi üzerine etkisi bakımından istatistiksel bakımdan önemli düzeyde fark ortaya çıkmıştır. Tüm örnek alanlar bakımından BUROR terasta Çz + YA dikimi yapılan saha, diğer toprak işleme türlerine göre daha yüksek çap ortalamasına sahiptir. Tüm sahalarda bakımından çap ortalamalarının sırasıyla yalancı akasya, kızılçam ve karaçam türlerine aittir. Gülcü ve Çelik (2016)'da yaptıkları benzer bir çalışmada toprak işleme şeklinin fidanların çap gelişimi üzerine etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Türlerin kendi aralarında çap ortalamaları kıyaslandığında hepsinin farklı çap grupları içerisinde yer aldığı, en yüksek ortalamanın yalancı akasya türünde, ibreli türler kendi arasında değerlendirildiğinde en yüksek çap ortalaması Anadolu karaçamı türünde, en düşük ortalama ise Toros sediri türündedir. Gülcü ve Çelik (2016)'da yaptıkları çalışmada, Toros sedirinin en yüksek, karaçamın

ise en düşük çap gelişimi gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Farklı toprak işleme yöntemlerine göre türlerin gelişimleri incelendiğinde türlere ve toprak işleme şekline göre gruplar arasında önemli istatistiksel fark ortaya çıkmıştır. Birçok araştırmada (Tolay, 1988; Çepel, 1985; Zoralioğlu, 1988; Boydak ve Zoralioğlu, 1992) yarı kurak mıntikalarda, sıkışmış toprakların derin işlendiğinde, dikim başarısının arttığı ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçlarımız çap ortalamaları bakımından kızılçam türünün BUROR terasta, karaçam türünün ise üst toprak işleme+çukur dikim tipi arazi hazırlığında daha yüksek başarı sağladığını göstermiştir. Bu durumda ağaçlandırma çalışmalarında dikilecek türe göre farklı toprak işleme yönteminin uygulanması gerekmektedir. Boydak ve Zoralioğlu (1992)'de yarı kurak sahalarda toprağın en az 45cm işlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızın sonuçlarında da BUROR teras ile derin toprak işlemenin fidan gelişiminde daha olumlu olduğu ortaya konulmuştur. Bayburt yöresinde yapılan ağaçlandırma çalışmalarında, derin toprak işlemenin dikim başarısını artırdığı belirlenmiştir (Güvendi ve ark., 2019).

Çukur dikim ile üst toprak işleme+çukur dikim sahalalarında fidan gelişim özellikleri benzer sonuçlar vermiştir. Bu durumda toprak yüzeyinde sıkışma, diri örtü sorunu veya benzer dikim sorunu olmayan çukur dikim sahalalarında kısmı veya tam alanda üst toprak işlenmesi yapılmayabilir.

Toprak işleme yöntemi ve ağaç türünün fidanların boy gelişimi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Fidanların boy gelişiminin en yüksek BUROR teras toprak işleme şeklinde, türler bakımından ise sırasıyla yalancı akasya, kızılçam ve karaçam türlerindedir. İbrelü türler içerisinde en yüksek boy gelişimi kızılçam, en düşük Toros sediri türündedir. Ülkemizin kurak ve yarıkurak bölgelerinde kalıntı ormanlar ve ağaç toplulukları bölgenin geçmişi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Aytuğ ve Görçelioğlu, 1993; Boydak ve ark. 2010). Türkiye'de yarıkurak bölgelerde yürütülen araştırmalarda (Yaltırık, 1984; Odabaşı ve Boydak, 1984; Boydak, 1986, Ürgenç, 1998; Kocaçınar ve Ok, 2010) ağaçlandırma çalışmalarında arazi hazırlığı ve tür seçiminin önemi üzerinde durulmaktadır.

Ağaçlandırma sahası örnek alanlar içerisinde en yüksek başarı BUROR teras, en düşük başarı ikili ripper ile alt toprak işleme + çift soklu pulluk ile teraslama alanlarındadır. Boydak ve Zoralioğlu (1992) yarı kurak alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında derin ve alt toprak işlenmesinin başarıyı artırdığını ortaya koymuşlardır.

Jipsofil bitkiler otsu ya da bodur çalı formundadır (Parsons, 1976). Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde görülen tuz ve jips bitki yaşamı için yamsal stres faktörüdür (Guerrero Campo ve ark., 1999). Jips, toprak yüzeyinde kabuk oluşumuna neden olduğu için fide ve tohum gelişimini engellemektedir (Escudero ve ark., 2000; Meyer, 1986; Meyer ve García-Moya, 1989). Bu nedenlerle jipsli sahalarda yürütülecek ağaçlandırma çalışmalarında toprak hazırlığı, tür seçimi ve dikim sonrası fidan bakımı dikkatle yapılmalıdır. Nitekim Boydak ve Zoralioğlu (1992) yoğun bakım yapılmış dikim sahalalarında başarı oranının daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çankırı yöresinde tuzlu ve jipsli sahalarda, özel bir korumaya ihtiyaç duymayan, verimsiz toprağa sahip alanlar olarak algılanmaktadır. Oysa bu sahalarda yerel veya bölgesel floristik çeşitliliğe büyük oranda katkısından dolayı korunmaya değer habitatlar olarak kabul edilmektedirler (Akpulat ve Çelik, 2005; Matesanz ve ark., 2009; Mota ve ark., 2017). "Çankırı'nın Jipsli Tepeleri" Türkiye'nin Önemli Bitli Alanı olarak belirlenmiştir. Bu nedenle bu tip ekosistemlerde ağaçlandırma çalışmaları için alan ve tür seçimi konusunda daha dikkatli olunmalıdır. Floristik yapıyı bozan ve yerel ekolojik koşullara uyum sağlayamayan türler ağaçlandırmalarda tercih edilmemelidir.

Çankırı yöresinde, ağaçlandırma çalışmalarında bitki gelişimini engeleyecek kuraklık, yüksek kireç, düşük organik madde içeriği, tuz ve jips gibi özelliklerin biri veya birkaçı aynı saha içerisinde görülebilmektedir. Bu nedenle, bu yörede yürütülecek erozyon kontrolü ve ağaçlandırma çalışmalarında başarıyı artırmak için 1- derin toprak işleme yapılmalı, 2- dikilecek ağaç türüne göre en uygun toprak işleme yöntemi belirlenmeli, 3- yerel türler tercih edilmeli, 4- yörede yetiştirilmiş fidanlar kullanılmalı ve 5- uygun koşullarda yapraklı ve çalı türleri de tercih edilmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma, TÜBİTAK 2209-A 1919B011802530 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. Veri temini ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü'ne, Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefi Burak Özkan'a ve arazi çalışmalarında yardımcı olan Ç.K.Ü., Orman Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Said Özçelik'e, istatistiksel hesaplamaları için Ç.K.Ü., Orman Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. İlker Ercanlı'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akpulat, H.A., Çelik, N., 2005. Flora of gypsum areas in

- Sivas in the eastern part of Cappadocia in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Arid Environments*. 61: 27-46.
- Akyürek, B., Akbaş, B., Değer, Z., 1988. 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Servisi, Çankırı E-16 Paftası, MTA Gn. Md. Jeoloji Etüd Dairesi, Ankara.
- Alphen, J. G., Rios Romero, F., 1971. Gypsiferous soils notes on their characteristics and management. Bulletin/International Institute for Land Reclamation and Improvement-Wageningen, The Netherlands.
- Atalay, İ., 2010. Tuzlu-alkali anamateryallerin ortam bozulması ve çölleşme üzerindeki etkileri. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010, Çorum. Tebliğler Kitabı, s: 14-19.
- Atalay, İ., 2011. Türkiye’de yarıkurak bölgelerin ekolojik özellikleri ve ağaçlandırmada tür seçimi. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı Sonuç Bildirgesi ve Bildiriler, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp-Nevşehir, s: 202-241.
- Atalay, İ., 2014. Türkiye’nin Ekolojik Bölgeleri (Genişletilmiş 2. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. s: 20-36.
- Atalay, İ., 2015. Toprak Amenajmanı, Türkiye Topraklarının Oluşumu ve Kullanımı. Erşahin, S., Öztaş, T., Namlı, A., Karahan, G. (Ed.), Gazi Kitap Evi, ISBN: 978-605-344-278-3, Ankara, s: 19-94.
- Atay, S., Doğruöz, D., Orhun, C., Dağdeviren, Ö., 2009. ÖBANET Gönüllü Klavuzu, Dönence Basım ve Yayın Hizmetleri, http://obanetr.org/images/pdf/Obanet_klavuz.pdf, ISBN/EAN: 978-90-814408-2-0, İstanbul. s: 11-12, (Ziyaret Tarihi: 08.03.2021).
- Aytuğ, B., Görcelioğlu, E., 1993. Anadolu bitki örtüsünün geç Kuaterner’deki gelişimi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B(3-4): 27-46.
- Birgili, Ş., Ünalın, G., Yoldaş, R., 1975. Çankırı-Çorum Havzası’nın Jeolojisi ve Petrol Olanakları, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap. No: 5621, Ankara.
- Blumenthal, M., 1948. Bolu Civarı ile Aşağı Kızılırmak Mecrası Arasındaki Kuzey Anadolu Silsilesi’nin Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap No. 2026, Ankara.
- Bouyoucos, G.J.A., 1951. Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal (Journal of American Society of Agronom)* 43: 434-438.
- Boydak, M., 1986. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP’ta ormancılığın yeri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B36(2): 75-93.
- Boydak, M., Zoralıoğlu T., 1992. Eskişehir-Karasakal yöresi yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında makinele arazi hazırlığı yöntemleri üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi (JFFIU)*, A(42): 2.
- Boydak, M., Ertas, A., Çalışkan, S., 2010. Kurak ve yarıkurak bölgelerin ağaçlandırılmasında ilkeler ve uygulama esasları. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, 17-18 Haziran 2010, Çorum, s: 370-382.
- Cañadas, E.M., Ballesteros, M., Valle, F., Lorite, J., 2013. Does gypsum influence seed germination? *Turkish Journal of Botany*. 38: 141-147.
- ÇEM, 2013. Kurak ve Yarı Kurak Alanlarda Ağaçlandırma Rehberi, T.C. Orman ve Su İşleri Başkanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara. 190 s.
- Çepel, N., 1985. Ağaçlandırma çalışmalarında uygulanan arazi hazırlığına ilişkin mekanizasyonun ekolojik sonuçları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B(3-5): 1.
- Escudero, A., Iriondo, J. M., Olano, J. M., Rubio, A., Somolinos, R.C., 2000. Factors affecting establishment of a Gypsophyte: The case of *Lepidium subulatum* (Brassicaceae). *American Journal of Botany*. 87: 861-871.
- FAO, 1990. Management of Gypsiferous Soils. Food and Agriculture Organization (FAO) Soils Bulletin, Rome, Italy. 62p.
- Gökmen, B., 2007. Çankırı ili coğrafyası. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., 2002. Çankırı-Eldivan yöresinde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
- Guerrero Campo, J., Alberto, F., Maestro, Martí’nez, M., Hodgson, J., Montserrat Martí’, G., 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. II. Effects of ion washing on topographic distribution of vegetation. *Journal of Arid Environments*, 41: 411-419.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A. 2010. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1581, Ders kitabı: 533. ISBN:978-975-482-878-8, Ankara.
- Güvendi, E., Kahyalıoğlu, N., Ertuğrul, M.H., Karahan, S., 2019. Ağaçlandırma faaliyetlerinin başarı oranları ve sebepleri (Bayburt örneği), III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium, IMFES, 03-05 Ekim 2019, Kahramanmaraş. s: 173-176.
- Kantarıcı, M. D., Narlıoğlu, H., Özder, H., Çakıroğlu, İ.E., 2010a. Ankara ağaçlandırmaları. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 17-18 Haziran 2010, Çorum. s: 110-120.
- Kantarıcı, M. D., Narlıoğlu, H., Kavlak, T., Metğn, C., Koçak, T., Uzun, H.B., 2010b. Konya, Karaman, Niğde, Aksaray illerinde ağaçlandırma ve toprak koruma çalışmaları. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, 17-18 Haziran 2010, Çorum. s: 121-129.
- Kocaçınar, F., Ok, T., 2010. Orta Anadolu’da çölleşme ile mücadelede kullanılacak bazı odunsu türlerin ekofizyolojik özellikleri. Çölleşme ile Mücadele Sem-

pozyumu 17-18 Haziran 2010 Çorum. s: 137-148.

Matesanz, S., Escudero, A., Valladares, F., 2009. Influence of three cooccurring global change drivers on the survival, growth, phenology and reproduction of a Mediterranean shrub. *Ecology*, 90: 2609-2621.

Meyer, S.E., 1986. The ecology of gypsophile endemism in the Eastern Mojave Desert. *Ecology*, 67: 1303-1313.

Meyer, S., García-Moya, E., 1989. Plant community patterns and soils moisture regime in gypsum grasslands of North Central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 16: 147-155.

MGM, 2019. Çankırı Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Mota, J.F., Sola, A.J., Dana, E.D., 2003. Plant succession in abandoned gypsum quarries in SE Spain. *Phytocoenologia*, 33: 13-28.

Mota, J. F., Garrido-Becerra, J. A.; Merlo, M. E., Medina-Cazorla, J. M., Sánchez-Gómez, P., 2017. The Edaphism: Gypsum, Dolomite and Serpentine Flora and Vegetation. In: Loidi J, editor. The vegetation of the Iberian Peninsula. New York: Springer, Cham. Inc; pp: 277-354.

Nelson, D.W., Sommer, L.E., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No.5. Madison-USA, pp: 961-1011.

Odabaşı, T., Boydak, M., 1984. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ve GAP'ta ormancılığın yeri ve katkıları. *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B34(3): 33-48.

OGM, 2011-2030. Çankırı Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı. Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı.

OGM, 2013. "28. Mekanize Piyade Komutan Yardımcılığı Erozyon Kontrol Uygulama Projesi". Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza Şefliği, Çankırı.

OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. 23s.

Oyonarte, C., Sanchez, G., Urrestarazu, M., Alvarado. J J., 2002. A comparison of chemical properties between gypsophile and nongypsophile plant rhizospheres. *Arid Land Research and Management*, 16: 47-54.

Palacio, S., Escudero, A., Montserrat-Marti, G., Maestro, M., Milla, R., Albert, M.J., 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*, 99: 333-343.

Palacio, S., Escudero, A., Montserrat-Marti, G., Maestro, M., Milla, R., Albert, M., 2007. Plants living on gypsum: beyond the specialist model. *Annals of Botany*, 99: 333-343.

Parsons. R.F., 1976. Gypsophily in plants. A review, American Midland. *Naturalist*. 96(1): 1-20.

Pueyo, Y., Alados, C.L., Barrantes, O., Maestro, M., Komac, B., 2007. Gypsophile vegetation patterns under a range of soil properties induced by topographical position. *Plant Ecology*. 189: 301-311.

Rhoades, J.D., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No.5. Madison-USA, pp: 417-437.

Richard, H.L., Donald, L.S., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No. 5. Madison-USA, pp: 437-475.

Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 24(1): 45-88.






Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği (Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, Y. No.3994\441, İstanbul. 600s.

Yaltrık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım, Orman ve Köy işleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul.

Yang, Y.W., Newton, R.J., Millerf., R., 1990. Salinity tolerance in *Sorghum*. I hole Plant Response to Sodium Chloride in *S. Bicolor* and *S. halepense*. *Crop Science*, 30: 755-781.

Karadağ'ın (Bursa-Balıkesir) bitki toplulukları

Plant communities of Karadağ (Bursa-Balıkesir)

Nihal ÖZEL¹ 
Hafize Handan ÖNER¹ 
Gıyasettin AKBİN¹ 
Nuran ALTUN¹ 
Kürşad ÖZKAN² 

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Isparta

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Nihal ÖZEL
nihalozel@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

02.03.2020

Kabul Tarihi (Accepted)

15.03.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Ercan VELİOĞLU
ercanvelioglu@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Özel, N., Öner, H., Akbin, G., Altun, N., Özkan, K. (2021). Karadağ'ın (Bursa-Balıkesir) bitki toplulukları. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8 (2), 157-170.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.697292>

Öz

Bu çalışmada Bursa ve Balıkesir illerinin arasında, Güney Marmara Bölümü'nde yer alan Karadağ'ın yakınındaki Kocaçay Deltası ve Yeniköy kumulu ile birlikte bitki örtüsü incelenmiştir. Bu amaçla egemen tür esasına dayalı olarak tüm dağ örneklenmiş, bitki toplulukları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 202 örnek alanda, 5 farklı vejetasyon tipi altında 28 farklı egemen tür topluluğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadağ, vejetasyon, sintaksonomi

Abstract

In this study, vegetation of Karadağ, which is placed in Bursa and Balıkesir provinces together Kocaçay delta and Yeniköy dune, has been examined. For this purpose, the whole mountain was sampled based on dominant species, and plant communities were identified. At the end of the study, 28 plant communities under five different vegetation types were determined.

Keywords: Karadağ, vegetation, syntaxonomy



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ülkemizin bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu iklim ve jeolojik yapı dolayısıyla, zengin bir biyolojik çeşitliliği bulunmaktadır. Nitekim Türkiye'nin yüzeyi dünya yüzölçümünün %0,5'i kadarken, dünyada yaşayan bitki türlerinin %2,4'ü, balık türlerinin %2,9'u, amfibi türlerinin %0,8'i, sürüngen türlerinin %1,7'si, memeli hayvan türlerinin de %2,9'u Türkiye'de yaşamaktadır (Işık, 1999).

Bu zenginliğin sonucu olarak, bitki türlerinde de zengin bir çeşitliliğe sahip olan ülkemizde, mevcut floraya her on günde bir yeni tür katılmaktadır. 2012 yılında yayınlanan Türkiye Bitkileri Listesi'ne göre, 1.320 cins ve 9.996 türe ait 11.707 takson bulunmaktadır. Bunun 3.649 adedi endemiktir (Güner ve ark., 2012). Ülkemiz sahip olduğu zenginliklerle birçok bilim insanının ilgi odağı olmuş ve olmaktadır. Hiç şüphesiz bitki türleri ve toplulukları da diğer zenginlikler gibi araştırmacı ve bilim insanlarına ilginç gelmektedir. Ayrıca bitki örtüsünün yetişme ortamının bir göstergesi olması, doğa koruma vb çalışmalar nedeniyle bitki toplulukları her zaman ilgi odağı olmuştur. Bu bağlamda bitki örtüsü ile ilgili çalışmalar uzun yıllardan beri yapılagelmektedir. Bu çalışmada, daha önce çalışılmadığı için eksikliği hissedilen Karadağ'ın bitki toplulukları incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmanın materyalini araştırma alanı olan Karadağ'da doğal yayılım gösteren damarlı bitkiler ile mevcut bitki toplulukları oluşturmaktadır.

Araştırma alanı (Karadağ), Güney Marmara Bölümünde denize paralel uzanan, yaklaşık olarak 40° 20' 42"-40° 21' 27" kuzey enlemleri ile 28° 20' 16"-28° 19' 41" doğu boylamları arasında kalan ve Marmara Denizi ile Karacabey ovasını birbirinden ayıran bir dağ sırasıdır. Doğusunda Karacabey ilçesi, batısında ise Bandırma ilçesi ile sınırlanan dağın en yüksek noktası Şahmelek (Karatepe) tepesi olup, 833 metre (m) yüksekliğindedir. Dağın doğu kısmı Nilüfer ve Susurluk çaylarının birleşmesiyle oluşan Kocaçay ile kesilmekte olup, yörenin en önemli özelliklerinden birisi bu akarsuyun oluşturduğu Kocaçay Deltası sulak alanı ve subasar ormanlarıdır. Kuzey kısmı Marmara denizi ile çevrili olan Karadağ, güneyde Karacabey ovasıyla sonlanır. Dağın kuzey kısımlarının eğimi yüksek olup, denizden itibaren birden dikleşmektedir. Güney kısımlarda ise daha düze yakın bir eğim görülmektedir. Karadağ küçük bir dağ olması dolayısıyla, çok büyük vadi ve akarsularla parçalanmamıştır. Dağın kuzeydoğu bölümünde yer alan

Kocaçay deltası, göl, bataklık, kumul ve subasar orman ekosistemlerinden meydana gelir. Deltanın batı yarısında, toplam alanı 194 hektar (ha) olan ve Maliç Deresi tarafından beslenen Dalyan ve Poyraz gölleri, 600 ha alan kaplayan sazlıklar, 730 ha bir alana yayılmış dişbudak, kızılgaç ve söğütlerden oluşan subasar ormanlar ve çok çeşitli flora sahip geniş bir kumul bandı bulunmaktadır. Deltanın doğu bölümünde Arapçiftliği Gölü, tarım alanları, meyve bahçeleri, kumullar, sazlıklar, deniz börülcesi ve ılgın ile kaplı geniş çamur düzlükleri vardır (URL-1).

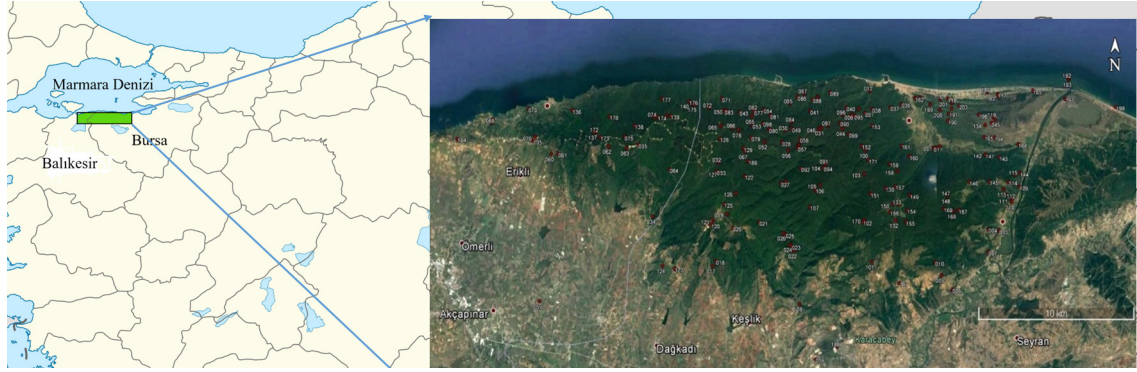
Karadağ civarında yer alan Meteoroloji İstasyonlarının verileri incelendiğinde yörede Mayıs-Eylül ayları arasında su açığı bulunmakta olup, ortalama yıllık sıcaklıklar 14-15,5°C arasında değişmektedir. Yıllık yağış ortalamaları 587-755 mm arasında değişen Karadağ'da, Emberger'e (Akman, 1999) göre genel olarak "Az yağışlı Akdeniz iklimi" tipi hakim olup son yıllarda "Yarı Kurak Akdeniz İklimi" tipine doğru bir kayış izlenmektedir.

Çalışma alanı, büyük bir kırık hattı olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın kuzey ve güney olmak üzere iki ana kola ayrılan batı kısmının güney kolunun kuzey kısmında yer alır (Selim ve ark., 2006). Kuzeybatı Anadolu'da Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan çalışma alanındaki kaya toplulukları Neojen öncesi temel kayalar ile bunların üzerine uyumsuzlukla gelen Neojen çökelleri ve Kuvaterner olarak iki grup altında toplanmıştır. Çalışma alanında temeli Bandırma-Kocasu çayı arasında metamorfik ve metamorfik olmayan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı birimler oluşturmaktadır. Bölgedeki en yaşlı jeolojik birim Fazlıkonağı Formasyonu Metamorfitleri olarak adlandırılan Üst Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalardır. Çalışma alanında geniş alanda yüzlek veren Fazlıkonağı Formasyonu mikaşistler, kuvarsitler, metakonglomera, metakumtaşı, fillat, kristalize kireçtaşlarından oluşur. Yer yer mercek ve bant şeklinde mermer ve serpantin kütelleri içermektedir. Bu yaşlı birimin üstüne uyumsuz olarak Alt Triyas yaşlı Karakaya Formasyonu gelir. Genel olarak çamurtaşı ve kumtaşından oluşan formasyon grovak, konglomera, kuvarsit, radyolarit ve sleyt bant ve mercekleri içerir. Miyosen ve Pliyosen yaşlı karasal Neojen çökelleri konglomera, kumtaşı, marn, kiltası, killi kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşur ve yer yer aynı yaşlı lav ve tuf düzeyleri içerir. Çalışma alanında Kuvaterner yaşlı birikimleri kum, kil, iri çakıl ve topraktan oluşan akarsu oluşumları ile Kocasu deltasının ova çökelleri, kumlu çökeller, bataklık ve bataklık çökelleri, lagün gölleri, kumullar, alüvyonlar, kum sırtları ve uzun kumlu plajlar oluştu-

rum (MTA, 1987; Ercan ve ark., 1990; Özdoğan ve ark., 2000).

Araştırma alanında bulunan başlıca Büyük Toprak Grupları; Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları, Kireçsiz Kahverengi Topraklar, Vertisollar, Alüviyal ve Kolüviyal Topraklardır (Anonim, 1971; Anonim, 1980).

Çalışmada, anakaya, toprak rengi, bitki türü, kapalılık, çağ, bakı, eğim ve yükseklik gibi faktörlerin herhangi birinin değiştiği yerlerden örnek alanlar tesadüfi olarak seçilmiştir (Şekil 1). Seçim işlemi yapılırken alanların kendi içinde homojen bir yapıya sahip olmasına dikkat edilmiştir. Buralarda örnek alanlar alınarak öngörülen kayıtlar (arazi formları) tutulmuş ve örnek alanlara ait fizyografik özellikler kaydedilmiştir.



Şekil 1. Karadağ'ın coğrafi konumu ve örnek alanlar
Figure 1. Geographic position of Karadağ and sample areas

Örnek alanların büyüklüğü Braun-Blanquet (1932) metodu uyarınca ve minimal alan yöntemiyle belirlenmiştir. Buna göre orman vejetasyonunda 400 m², boylu maki vejetasyonunda 100 m² ve boysuz maki, frigana ve otsu vejetasyonda 16 m² örnek alan büyüklüğü belirlenmiş ve uygulanmıştır. Örnek alanlarda türlerin örtüm yüzdesi, vejetasyon yüksekliği ve mevcut bitki türlerinin listesi kaydedilmiştir. Gerçekleştirilen vejetasyon çalışmaları sonucunda 202 örnek alan alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Karadağ kütlesi, Güney Marmara'da yer alması dolayısıyla Karadeniz bitki örtüsünün genel özelliklerini büyük oranda taşımaktadır. Bitki coğrafyası bakımından Avrupa-Sibirya bölgesinin Öksin (Karadeniz) bölümünde yer almaktadır (Özen, 2010). Dağın büyük bölümünde, özellikle kuzey bakılarda Karadeniz tipi ormanlar görülmektedir. Ancak güney bakılarda Karadeniz bitki örtüsünün etkisi azalmakta ve tedrici olarak Akdeniz bitki örtüsünün etkileri artmaktadır. Karadağ ve çevresinde beş adet vejetasyon tipi belirlenmiştir. Bunlar:

- Orman Vejetasyonu (ibrelî ve yapraklı)
- Maki Vejetasyonu
- Frigana Vejetasyonu
- Higrofil Vejetasyon
- Kumul Vejetasyonu şeklindedir. Ayrıca sınırlı

bir yayılışı da olsa tahribat sonucu ortaya çıktığı düşünülen *Prunus divaricata* (Yabani erik) ve *Pteridium aquilinum* (Kartal eğreltisi) toplulukları bulunmaktadır. Örnek alanların egemen tür esasına göre dağılımı aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Karadağ'da egemen tür esasına göre yapılan sınıflamada 28 topluluk bulunmaktadır. Bu sayı Karadağ'ın aslında çok karmaşık vejetasyon çeşitliliğinin olduğunu göstermektedir. Benzer çalışma yapılan birçok dağda ise 7-10 adet topluluk belirlenmiştir (Sağlam (2010), Öner (2006), Öner ve Akbin (2010)).

3.1. Orman vejetasyonu

3.1.1. İbrelî ormanlar

Karadağ kütlesinde doğal ibrelî ormanlar çok sınırlı bir yayılış alanına sahiptir. Yayılış alanı dikkate alındığında bu durum şaşırtıcı gelse de, alanın Karadeniz etkisinde olması ve yükseltisinin fazla olmaması nedeniyle yapraklı ormanlar daha geniş bir alan kaplamaktadır. Ancak halktan alınan bilgilere göre Karadağ 1950'li yıllarda bir yangın geçirmiş ve bu yangından sonra bazı alanlara ibrelî türlerle ağaçlandırma yapılmıştır. Bu ağaçlandırma çalışmalarının hepsinin başarılı olup olmadığı bilinmemektedir. Ancak dağın kuzeydoğu kısımlarındaki, Boğaz ve Bayramdere köylerinin yakınlığında kızılçam plantasyonları, Bandırma tarafına doğru olan yamaçlarda karaçam plantasyonları ve daha yüksek kesimlerde, Eriklı Yayla civarında ise

Tablo 1. Egemen türe göre çalışma alanındaki bitki toplulukları
Table 1. Plant communities in the study area by dominant species

Topluluk egemen türü	Örnek alan sayısı	Vejetasyon tipi	Örnek alan büyüklüğü (m ²)
1. Kayın (<i>Fagus orientalis</i>)	55	Orman, Baltalık	400
2. Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i>)	23	Orman	400
3. Kestane (<i>Castanea sativa</i>)	14	Orman, Baltalık	400
4. Ihlamur (<i>Tilia tomentosa</i>)	13	Orman	400
5. Dişbudak (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	13	Orman (Subasar)	400
6. Gürgen (<i>Carpinus betulus</i>)	10	Orman, Çalılık	400
7. Saçlı meşe (<i>Quercus cerris</i>)	9	Orman, Baltalık	400
8. Saplı meşe (<i>Quercus robur</i>)	8	Orman	400
9. Akçakesme (<i>Phillyrea latifolia</i>)	6	Maki	100
10. Koca yemiş (<i>Arbutus unedo</i>)	6	Maki	100
11. Tespih Çalısı (<i>Styrax officinalis</i>)	5	Maki	100
12. Kızılcım (<i>Pinus brutia</i>)	4	Orman	400
13. Karaçam (<i>Pinus nigra</i>)	4	Orman	400
14. Funda (<i>Erica arborea</i>)	4	Maki, Frigana	100
15. Karan (<i>Lavandula pedunculata</i> subsp. <i>cariensis</i>)	4	Frigana	16
16. Deniz geveni (<i>Centaurea spinosa</i>)	4	Kumul	16
17. Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa</i>)	3	Koru (Subasar)	400
18. Laden (<i>Cistus creticus</i>)	3	Frigana	16
19. Iğın (<i>Tamarix tetrandra</i>)	2	Kumul	100
20. Karaçalı (<i>Paliurus spina-christi</i>)	2	Kumul (Pseudo maki)	16
21. Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i>)	2	Maki	16
22. Mazı meşesi (<i>Quercus infectoria</i>)	2	Maki, Şibilyak	100
23. Yabani erik (<i>Prunus divaricata</i>)	1	Şibilyak	100
24. Eğrelti (<i>Pteridium aquilinum</i>)	1	Otsu	16
25. Aptesbozan (<i>Sarcopoterium spinosum</i>)	1	Frigana	16
26. Kamış (<i>Phragmites australis</i>)	1	Sulak alan	16
27. Saz (<i>Juncus inflexus</i>)	1	Sulak alan	16
28. <i>Suaeda prostrata</i> subsp. <i>prostrata</i>	1	Kumul	16

doğal karaçam kalıntıları görülmektedir. Buralardaki karaçam bireylerinin oldukça yaşlı olması, bunların yangın öncesi dönemden kaldığını düşündürmektedir. Yine de tüm bu topluluklardan örnek alanlar alınmıştır.

3.1.1.1. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) toplulukları

Kızılcım 5.610.215 ha alanıyla ülkemizin meşeden sonra en geniş yayılışa sahip olan ikinci taksonumuz, ibreliler arasında ise en geniş yayılışa sahip orman ağacımızdır (OGM, 2016). Yayılışını büyük oranda Güney ve Batı Anadolu'da yapan tür, Batı Karadeniz ve Trakya'da da iklim koşullarının elverdiği alanlarda topluluklar oluşturur. Neyişçi (1987)'ye göre ülkemizde kızılcım ormanlarının

%47'si Akdeniz Bölgesinde, %40'ı Ege Bölgesinde, %10'u Marmara Bölgesinde ve kalan kısmı da Karadeniz Bölgesinde yayılış gösterir. Tipik Akdeniz elementi olması dolayısıyla yayılış alanları Akdeniz iklim tipinin etkisi altındadır.

Karadağ'daki kızılcım toplulukları ağaçlandırma ile getirilmiş olmasına karşın genel görünüm ve alt tabaka bileşenleri ile doğal orman görüntüsüne sahip topluluklardır. Örnek alanlar 7-43 m yükseltiler arasında yer almaktadır. Neyişçi (1987), kızılcımın Batı Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde sahile kadar inebildiğini, üst sınırın ise güneyden kuzeye doğru gidildikçe tedrici olarak azaldığını belirtmektedir. Yazar kızılcımın ise Marmara ve Batı Karadeniz'de 600-700 metrelere kadar çıkabildiğini bildirmiştir. Öner ve Ak-

bin (2010) ise Kapıdağ Yarımadasında kızılçamın 10 ile 132 metreler arasında yayılış gösterdiğini ve çoğunlukla 0-100 m yükselti basamağında yer aldığını tespit etmişlerdir. Bu durum Karadağ'daki kızılçam topluluklarının yükselti sınırlarının türün normal sınırları içinde kaldığını göstermektedir.

Alanlarda yayılış gösteren bitki türleri şöyle sayılabilir: *Ruscus aculeatus*, *Ranunculus constantinopolitanus*, *Smilax aspera*, *Styrax officinalis*, *Tamus communis*, *Rosa canina*, *Prunus divaricata*, *Quercus petraeae*, *Oenanthe silaifolia*, *Lathyrus laxiflorus*, *Hypericum calycinum*, *Hedera helix*, *Geranium lucidum*, *Galium aparine*, *Euphorbia amygdaloides*, *Crataegus monogyna*, *Erica arborescens*, *Asplenium adiantum-nigrum* vb.

3.1.1.2. Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) toplulukları

Kıbrıs, Kırım, Balkanlar, Güney Karpatlar ve Batı Suriye'de yayılış gösteren (Davis,1965) ve en önemli orman ağaçlarımızdan birisi olan karaçam, ülkemizin en geniş yayılışı olan ikinci ibreli orman ağacıdır. Ancak, ülkemiz genelinin aksine Karadağ'da karaçam geniş bir yayılışa sahip değildir. Erikli yayla ile eski kilise kalıntısı arasında 420-704 metreler arasında, güney, batı, güneybatı bakılarda doğal yayılışı görülmektedir. Ayrıca sahanın Bandırma tarafına doğru uzanan yamaçlarda 30 yaş civarında karaçam ağaçlandırmaları bulunmaktadır. Özen ve Kılınç (2002) Samsun-Vezirköprü Kunduz Dağında belirlemiş oldukları *Junipero-Pinetum nigrae* topluluğunun yükseltilerini 44-1.130 metreler arasında tespit etmişlerdir. Karaer ve ark (1999) Kelkit vadisinde gerçekleştirdikleri çalışmada belirledikleri *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* 1.000-1.100 metrelerde tespit etmişlerdir.

Karadağ'da karaçam topluluklarının hepsinde *Pteridium aquilinum* yoğun bir örtü oluşturmaktadır. Topluluğa katılan diğer önemli türleri şöyle sıralayabiliriz: *Fagus orientalis*, *Rubus caesius*, *Viola odorata*, *Viola sieheana*, *Rubus canescens*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Hypericum calycinum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Cistus creticus*, *Galium verum*, *Galium aparine* vb.

Özen ve Kılınç (2002) Kunduz Dağında belirlemiş oldukları *Junipero-Pinetum nigrae* topluluğunun yükseltilerini 44-1.130 metreler arasında tespit etmişlerdir. Karaer ve ark (1999) Kelkit vadisinde gerçekleştirdikleri çalışmada belirledikleri *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* 1.000-1.100 metrelerde tespit etmişlerdir.

3.1.2. Yapraklı ormanlar

3.1.2.1. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) toplulukları

Kayın ormanları çalışma alanındaki en geniş yayılışa sahip topluluklardır. Tür, yayılış alanlarında genel olarak kuzey bakıları tercih etmesine karşın, Karadağ'ın hem kuzey yamaçlarında hem de güney yamaçlarında yayılış göstermektedir. Ancak 256-802 m'ler arasındaki bulunuş yükseltileri kuzey ve güney bakılara göre değişiklik göstermektedir. Nitekim kuzey ve doğu bakılarda 250 m'de başlayan kayın toplulukları güney bakılarda 400 m'de başlamaktadır. Bu bakıda 400 -500 m'de serpili olarak bulunan ve yer yer karışıma katılan kayın 500 m'den sonra saf topluluklar oluşturmaktadır. Ancak güney bakılardaki kayın topluluklarının yapısı daha çok baltalık şeklindedir. Kuzey bakılardaki kayınlar daha iyi gelişim göstermektedirler ve koru ormanı şeklindedirler.

Kayın toplulukları Karadağ'da kestane, ıhlamur ve gürgenlerle karışım yapmaktadırlar. Ancak karışım yaptıkları alanlar daha az olup, dağın büyük bölümünde saf kayın topluluklarını görmek mümkündür. Kayın topluluklarına yaygın olarak eşlik eden türler aşağıda listelenmiştir: *Acer pseudoplatanus*, *Cardamine bulbifera*, *Sambucus ebulus*, *Sambucus nigra*, *Carpinus betulus*, *Daphne pontica*, *Hypericum calycinum*, *Luzula forsteri*, *Primula vulgaris*, *Rubus hirtus*, *Rubus caesius*, *Vaccinium arctostaphylos*, *Viola sieheana* vb.

3.1.2.2. Gürgen (*Carpinus betulus* L.) toplulukları

Türkiye'de yetişen iki gürgen türünden birisi olan *Carpinus betulus* tüm Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan bir türümüzdür. Ağaç, ağaççık ve çalı formunda görülebilir (Davis, 1965-1988). Yayılış alanlarında genel olarak denize bakan yamaçlarda görüldüğü, yükseltisel olarak 800 m'ye kadar çıktığı bilinmektedir (Özel, 1999). Tür ayrıca lokal olarak Güney Marmara Bölümünde de bulunmaktadır.

Karadağ'da gürgen toplulukları 315-622 m yükselti arasında bazen saf bazen de alanda yayılış gösteren diğer ağaç türleriyle birlikte bulunmaktadır. Saf olarak yaygın olduğu yerler, Fazlıkonak ve Kuzgun Kayaları mevkileri arası ve Erikli Yaylanın güneydoğu bölümleridir.

Davis (1965-1988) gürgenin 10-1.600 metreler arasında yayılış gösterdiğini belirtmiştir. Aksoy (2006) Elmacık Dağı'nda belirlediği *Buxo sempervirens-Carpinetum betulus* birliğini 420-848

metreler arasında belirlemiştir. Ayrıca Aksoy (2006)'un Düzce Elmacık Dağı'nda belirlediği bir diğer birlik olan *Tilia tomentosae-Carpinetum betulus* birliğini de 392-780 metrelerde kaydedilmiştir. Karadağ'daki gürgen toplulukları ise 315-622 metreler arasındadır. Bu bağlamda türün yayılış yükselteleri mevcut literatürle uyum göstermektedir.

Gürgen alanlarında yaygın olarak bulunan türler aşağıda verilmiştir: *Fagus orientalis*, *Daphne pontica*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Quercus cerris* var. *cerris*, *Quercus petraea*, *Primula vulgaris*, *Prunus divaricata*, *Rubus caesius*, *Ruscus hypoglossum*, *Viola sieheana* vb.

3.1.2.3. Kestane (*Castanea sativa* Miller) toplulukları

Ekolojik ve ekonomik olarak yüksek bir öneme sahip Anadolu kestanesi çalışma alanında hem saf hem de karışık topluluklar oluşturmaktadır. Deniz seviyesinden dağın en üst seviyesine kadar kestane rastlamak mümkündür. Ancak 184-550 metre yükselteleri arasında topluluk oluşturan tür, en yoğun yayılışını 200-400 metreler arasında yapmaktadır. Yayılış alanlarında kestane; kayın, ıhlamur, saplı meşe, sapsız meşe ve hatta yer yer saçlı meşle karışım yapmaktadır.

Gemici ve Seçmen (1990), Kuzey Anadolu'daki kestane ormanlarının yaklaşık 0 ile 450-500 m'ler arasında yayılış gösterdiğini bildirmektedirler. Kapıdağ Yarımadasında ise kestane örnekleme alanları 210 m ile 420 metreler arasında tespit edilmiştir. Tarafımızdan gerçekleştirilen çalışmalarda ise Karadağ'daki kestane toplulukları 184-550 metreler arasında belirlenmiştir. Bu rakamlar türün genel yayılış ile ilgili literatürle paralellik göstermektedir. Kaldı ki bu toplulukların %60'tan fazlası 200-400 metreler arasında görülmektedir.

Yayılış alanları floristik olarak diğer yapraklı topluluklara benzese de kestane topluluklarında sıklıkla bulunan türler aşağıya çıkarılmıştır: *Tilia tomentosa*, *Arbutus unedo*, *Asperula involucreta*, *Carpinus betulus*, *Cerasus avium*, *Daphne pontica*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Hypericum calycinum*, *Hedera helix*, *Laurus nobilis*, *Primula vulgaris*, *Pteridium aquilinum*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris* var. *cerris*, *Rubus hirtus*, *Ruscus hypoglossum*, *Viola sieheana*, *Viola odorata*, *Vicia cracca* vb.

3.1.2.4. Ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench = *Tilia argentea* Desf.) toplulukları

Ihlamur kullanımından dolayı önemli orman ağacı türlerimizdendir. Karadağ'ın en önemli özellikle-

rinden biri çok geniş bir yayılışa sahip olan ıhlamur ormanlarının varlığıdır. Nitekim yöre halkının büyük bölümü geçimini bu ıhlamurlardan sağlamaktadır. Kuzey bakılarda deniz seviyesinden başlayan ıhlamur toplulukları yer yer saf, yer yer de kestane, kayın, gürgen ve hatta meşelerle karışık olarak 350-400 metrelere kadar çıkmaktadır. Güney bakılarda ise daha alt rakımlarda yayılış göstermekte olup, kuzey bakıldaki gibi yaygın değildir. Radoglou ve ark (2008) Avrupa'da, Romanya'da *Tilia tomentosa*'nın 1.000 metreye kadar çıktığını, ancak en iyi gelişimini 150-450 metrelerde yaptığını belirtmektedir ki bulgular bu çalışmayla uyumluluk göstermektedir.

Yayılış alanlarında yaygın olarak bulunan ve ıhlamura eşlik eden türler şöyle sayılabilir: *Castanea sativa*, *Daphne pontica*, *Corylus avellana*, *Euphorbia amygdaloides*, *Hedera helix*, *Helleborus orientalis*, *Laurus nobilis*, *Primula vulgaris*, *Quercus cerris*, *Quercus petraea*, *Rubus hirtus*, *Ruscus aculeatus*, *Ruscus hypoglossum*, *Smilax aspera*, *Smilax excelsa*, *Viola sieheana* vb.

3.1.2.5. Meşe (*Quercus* sp.) toplulukları

Karadağ'da birçok meşe türü yayılış göstermektedir. Ancak bunların hepsi saf ormanlar kurmaktadır. Orman oluşturan türler başta *Quercus petraea* olmak üzere *Quercus cerris* var. *cerris*, *Quercus infectoria* ve *Quercus robur*'dur. Alanda yaygın olarak *Quercus frainetto* da bulunmakta ancak saf topluluk ve egemen olduğu topluluk bulunmamaktadır. *Quercus infectoria* toplulukları ise orman formu oluşturmadığından maki içerisinde değerlendirilmiştir. Ayrıca sınırlı bir alanda da olsa maki vejetasyonu içerisinde *Quercus coccifera* toplulukları bulunmaktadır.

3.1.2.5.1. Saplı meşe (*Quercus robur* L.) toplulukları

Ülkemizde iki alt türle temsil edilen saplı meşe (*Quercus robur* subsp. *robur*, *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*) geniş bir yayılışa sahiptir. *Quercus robur* subsp. *robur* ülkemizde daha geniş bir yayılışa sahip olup, Karadeniz Bölgesinin büyük bölümünde yaygın olarak, ayrıca Nevşehir, Konya ve Mersin (İçel) illerinde dağınık olarak bulunur. *Quercus robur* subsp. *pedunculiflora* ise Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak bulunmaktadır (Yaltırık, 1984).

Karadağ'da yayılış gösteren saplı meşe alt türü *Quercus robur* subsp. *robur*'dur. Yayılış alanı içerisinde 293-462 m'ler arasında topluluk oluşturmaktadır. Ayrıca su basar orman içerisinde deniz seviyesine yakın yükseltelerde bireyler veya grup-

lar halinde görmek mümkündür.

Saraçoğlu ve Kantarcı (2001) Bartın ve Devrek yöresindeki *Quercus robur* baltalıklarında en alt yükseltinin 50 m, en üst yükseltinin de 400 m olduğunu belirtmektedirler. Tarafımızdan belirlenen yükselti basamakları ise bundan biraz daha yüksektir (293-462 m). Ancak egemen tür olarak bulunmasa da Karadağ'da *Quercus robur* subsp. *robur* deniz seviyesinde de bulunmaktadır.

Yaltırık (1984)'in "saf topluluklar oluşturmaz" dediği saplı meşe Karadağ'da çoğunlukla sapsız meşe ve Macar meşesi ile karışık ormanlar kurar. Bunların dışında saplı meşeye eşlik eden türleri şöyle sıralayabiliriz: *Asperula involucrata*, *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna*, *Daphne pontica*, *Erica arborea*, *Euphorbia amygdaloides*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lapsana communis*, *Lathyrus laxiflorus*, *Prunus divaricata*, *Pteridium aquilinum*, *Quercus cerris*, *Sorbus torminalis*, *Tilia tomentosa*, *Viola odorata*, *Viola sieheana* vb.

3.1.2.5.2. Sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *petraea*) toplulukları

Karadağ'da sapsız meşe, diğer meşe türlerine göre daha geniş bir alanda yayılış göstermektedir. 272-667 metreler arasında yaygın olarak bulunan sapsız meşe, saf olarak veya saplı meşe ve/veya Macar meşesiyle karışım halinde bulunur.

Davis (1965-1988) alt türün yükselti sınırlarının deniz seviyesinden 1.300 metreye kadar olduğunu belirtmiştir. Tarafımızdan belirlenen yükselti sınırları bu sınırlar içerisinde kalmaktadır. Öner ve Akbin (2010) ise Kapıdağ'daki *Quercus petraea* subsp. *iberica* topluluğunun yükselti sınırlarını 270-440 metreler olarak vermektedirler ki bu değerler Karadağ'daki topluluklara daha yakındır.

Sapsız meşeye eşlik eden türler *Fagus orientalis*, *Brachypodium sylvaticum*, *Castanea sativa*, *Cistus salvifolius*, *Daphne pontica*, *Erica arborea*, *Euphorbia amygdaloides*, *Hypericum calycinum*, *Hypericum olympicum*, *Lathyrus laxiflorus*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus hirtus*, *Rubus canescens*, *Sorbus torminalis*, *Tilia tomentosa*, *Vicia cracca* vb. olarak sayılabilir.

3.1.2.5.3. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) toplulukları

Karadağ'da saçlı meşe toplulukları en dağınık yayılışa sahip meşe taksonu olup, 47-592 m yükselti-ler arasında, dağın daha çok güney ve doğu bakılarında yer alır. Buralarda ya diğer meşelerle orman formunu ya da diğer maki türleriyle birlikte maki formasyonunu oluşturur.

Davis (1965-1988)'e göre *Quercus cerris*'in yükselti sınırları deniz seviyesinden 1.500 metreye kadar çıkmaktadır. Aksoy ve Gemici (2010) İzmir Mahmut dağında belirledikleri *Quercus cerris* var. *cerris* topluluklarını 700-1.050 metreler arasında belirlemişlerdir. Şık (1992) Manisa Yunt Dağı'nda belirlemiş olduğu *Quercus cerris* var. *cerris* topluluğunda yükseltinin 800-900 metreler arasında değiştiğini bildirmektedir. Özen ve Kılınç (2002) Kunduz dağındaki *Carpino-Quercetum cerridis* birliğini 400-1.040 metreler arasında kaydetmişlerdir. Temel ve Tan (2009), Mersin yöresinde gerçekleştirdikleri çalışmada saçlı meşenin 800 metreden sonra bulunduğunu ve 400-800 metrelerde tespit edilemediğini belirtmektedir. Karadağ'da yükselti sınırlarının düşük olması kuzeye gidildikçe yükselti sınırlarının düşmesinden kaynaklanabilir.

Saçlı meşe topluluklarına yaygın olarak eşlik eden türler şunlardır: *Erica arborea*, *Hypericum calycinum*, *Lathyrus laxiflorus*, *Pteridium aquilinum*, *Vicia cracca*, *Viola sieheana*, *Rubus caesius*, *Tilia tomentosa* vb.

3.2. Maki vejetasyonu

Karadağ'da maki toplulukları daha çok dağın güney ve doğu bakılarında görülmektedir. Özellikle Karacabey'den Boğaz ve Bayramdere'ye giden yolun sol tarafları ile Karacabey-Bandırma yolunun sağ taraflarında maki toplulukları, özellikle alçak rakımlarda yaygındırlar. Ayrıca saf maki formasyonu olmasa da kuzey bakılarda da küçük topluluklar veya bireyler şeklinde görülmektedir.

Karadağ'da maki toplulukları büyük bir çeşitlilik göstermektedir. Alanda *Arbutus unedo*, *Quercus coccifera*, *Phillyrea latifolia*, *Styrax officinalis*, *Quercus infectoria* ve *Paliurus spina-christi* türlerinin egemen olduğu maki toplulukları bulunmaktadır.

3.2.1. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) toplulukları

Karadağ'da kocayemiş egemen olarak az bulunmasına karşın birçok topluluğun alt tabakasında karışıma katılmaktadır. Çalışmamızda 114-328 m yükselti-ler arasında örneklenen topluluk, özellikle denize bakan yamaçların alt rakımlarında çok yaygındır. Hatta kayın topluluklarının alt tabakasında bile bulunmaktadır.

Davis (1965-1988) *Arbutus unedo*'nun yükselti sınırlarını 0-300 metreler olarak belirtmiştir. Öner ve Akbin (2010) Kapıdağ'daki *Arbutus unedo* topluluklarını 138-361 metreler arasında kaydetmişlerdir. Karadağ'da türe ait örnek alanlar ise 114-328 metreler arasındadır. Bu bağlamda mevcut

literatürle birlikte elde edilen veriler türün yükselti sınırlarının Davis (1978)'in belirlediğinden daha geniş olabileceğini düşündürmektedir.

Arbutus unedo topluluklarının bileşimine katılan türler *Phillyrea latifolia*, *Quercus cerris*, *Hypericum calycinum*, *Erica arborea*, *Cistus creticus* ve *Cistus salviifolius* gibi diğer maki ve frigana elemanlarıdır.

3.2.2. Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) toplulukları

Karadağ'da kermes meşesi çok yaygın olarak görülmektedir. Sadece dağın güney ve doğu taraflarında, 68-92 m rakımda ve sınırlı bir yayılışa sahiptir.

Davis (1965-1988)'e göre *Quercus coccifera*'nın yükselti sınırları deniz seviyesinden 1.500 metreye kadardır. Kantarcı (1976) kermes meşesi ve karaçalı topluluklarının 500-1.000 metrelerde yayılış gösterdiğini belirtmektedir. Özel ve ark. (2006) Ege Bölgesi maki alanlarında *Quercus coccifera*'nın 10-810 metreler arasında yayılış gösterdiğini söylemektedirler. Uslu (1978) Samsun ve Aydın Dağlarında *Quercus coccifera* topluluklarını 80-1090 metrelerde belirlemiştir. Karadağ'da *Quercus coccifera* sadece iki alanda örneklenebilmiş ve 68 ve 92 metrelerde tespit edilmiştir. Bu durum deniz seviyesine kadar indiği bilinen tür için şaşırtıcı değildir, hatta türün genel yayılışına uyumlu olduğu söylenebilir.

Yayılış alanlarında türe; *Aegilops triuncialis* subsp. *triuncialis*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Briza maxima*, *Bromus lanceolatus*, *Calicotome villosa*, *Campanula lyrata* subsp. *lyrata*, *Cistus creticus*, *Crepis foetida* subsp. *foetida*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata*, *Echium plantagineum*, *Erica arborea*, *Galium album* subsp. *pycnotrichum* ve *Geranium dissectum* gibi Akdeniz ekosistemlerinde yaygın olarak bulunan taksonlar eşlik etmektedir.

3.2.3. Akçakesme (*Phillyrea latifolia* L.) toplulukları

Karadağ'ın güney ve doğu bakılarında topluluk oluşturmaktadır. Tür, çalışma alanımızda 32-432 m yükseltiler arasında örneklenmiş ve Karadağ'daki yayılış alanları içerisinde bakı seçiciliği göstermemektedir.

Aksoy (2006) Elmacık Dağında belirlediği *Phillyrea latifolia*-*Arbutetum andrachne* birliğinin yükseltilerini 415-475 metreler arasında vermektedir. Yazar aynı yerde belirlediği *Phillyrea latifolia*-*Arbutetum unedo* birliğinin yükseltilerini ise 350-466

metre olarak kaydetmiştir. Şık ve Gemici (2010) Yunt Dağı'nda *Phillyrea latifolia* topluluklarını 250-500 metreler arasında belirlemişlerdir. Nitekim Karadağ'da da *Phillyrea latifolia* ve diğer maki bitkileri daha yüksek rakımlara çıkmamaktadır.

Türün egemen olduğu alanlardaki diğer yaygın türler; *Aegilops triuncialis* subsp. *triuncialis*, *Dactylis glomerata*, *Pistacia terebinthus*, *Trifolium campestre*, *Avena barbata*, *Carduus pycnocephalus* ve *Cynosurus echinatus* gibi Akdeniz ekosisteminin yaygın türleridir.

3.2.4. Tespih çalısı (*Styrax officinalis* L.) toplulukları

Karadağ'da tespih çalısı toplulukları genellikle kuzey eteklerde ve denize bakan yamaçlarda bulunmaktadır. Buralarda tahribe uğramış bir vejetasyon görünümünde olan toplulukların, yükseltileri 24-145 m arasında değişmektedir.

Davis (1965-1988), *Styrax officinalis* türünün yükselti sınırlarını deniz seviyesi ve 1.500 metreler arası olarak bildirmektedir. Varol ve Tatlı (2001) Kahramanmaraş Çimen Dağında belirledikleri *Styrax officinalis* birliğini 900-950 metrelerde tespit etmişlerdir. Karadağ'daki *Styrax officinalis* toplulukları 24-145 metreler arasında belirlenmiştir.

Türün egemen olduğu alanlarda yaygın olan türler; *Campanula lyrata* subsp. *lyrata*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata*, *Echium plantagineum*, *Lolium perenne*, *Trifolium angustifolium* var. *angustifolium*, *Anthemis tinctoria* var. *pallida*, *Briza maxima*, *Brachypodium sylvaticum*, *Paliurus spina-christi* gibi türlerdir.

3.2.5. Mazı meşesi (*Quercus infectoria* Olivier subsp. *boissieri* (Reut.) O. Schwarz) toplulukları

Mazı meşesi 2-20 m boylanabilen ağaç veya çalı formunda olmasına karşın topluluk oluşturduğu çalışma alanında genellikle çalı formundadır. Özalp (2000) bu vejetasyon tipine "Şibilyak" adını vermektedir. Özalp (2000)'e göre Şibilyak daha çok kışın yaprağını döken çalılıarın ve çalılışmış ağaçların oluşturduğu Submediteran toplumlardır.

Karadağ'da mazı meşesi bireysel olarak maki alanlarının büyük çoğunluğunda görülmektedir. Ancak egemen olduğu alanlar daha sınırlıdır. Bu alanların yükseltisi 59-205 m'dir. Mazı meşesinin egemen olduğu alanlarda; *Anthemis tinctoria* var. *pallida*, *Briza maxima*, *Cynodon dactylon*, *Cynosurus echinatus*, *Erica arborea*, *Lathyrus laxiflorus* subsp. *laxiflorus*, *Linaria pelisseriana* ve *Stipa bromoides* gibi türler yaygındır.

3.2.6. Karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller) toplulukları

Karadağ'da karaçalı birey olarak tüm maki alanlarında görüle de topluluk olarak subasar alanla kumul arasındaki geçiş bölgelerinde görülmektedir. Bu topluluğun örnekleme alanlarının yükseltisi 3-4 metre olup düzlük arazilerdir. Karaer ve ark (1999) Kelkit Vadisinde belirledikleri *Paliurus spina-christi* topluluğunu 250-420 metrelerde kaydetmişlerdir.

Yayılış alanlarında karaçalıya eşlik eden türler; *Asphodelus aestivus*, *Hedynois cretica*, *Euphorbia helioscopia*, *Agrostemma githago*, *Asparagus acutifolius* ve *Ruscus aculeatus* gibi türlerdir.

3.3. Frigana vejetasyonu

Özalp (2000)'e göre Frigana (Garik), makinin tahribi sonrası ortaya çıkan bir vejetasyon tipidir. "Garig'ten anlaşılması gereken; kurak ve sıcak kayalık, ya da sığ topraklı yetişme ortamlarında bulunan, genellikle boşluklu, diz boyu ya da en çok 1-1,5 m boyunda sürekli yeşil çalı ve yarı çalılarının egemen olduğu bir çalı vejetasyonudur".

Karadağ'da Frigana toplulukları çok yaygın olmamakla birlikte, değişik bakı ve yükseltilerde görülmektedir. Topluluklarda egemen türler *Erica arborea*, *Cistus creticus* ve *Sarcopoterium spinosum* olarak belirlenmiştir.

3.3.1. Funda (*Erica arborea* L.) toplulukları

Karadağ'da funda toplulukları daha çok sapsız meşe topluluklarının alt tabakasında görülmektedir. Ancak toplulukta en küçük bir açıklık meydana geldiğinde fundalar egemen duruma geçmektedir. Bu bağlamda funda toplulukları 86-415 metreler arasında yayılış göstermektedir. Davis 'e göre *Erica arborea* 0-900 metreler arasında yayılış göstermektedir. Öner ve Akbin (2010) Kapıdağ Yarımadasında *Erica arborea* alanlarının 15-495 metreler arasında olduğunu belirtmişlerdir. Karadağ'daki toplulukların örnek alanları ise 86-415 metreler arasında görülmekte, 500 metrenin üzerinde egemen tür olarak *Erica arborea*'ya rastlanmamaktadır.

Funda topluluklarına eşlik eden türler; *Asparagus acutifolius*, *Phillyrea latifolia*, *Cistus creticus*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Anthemis tinctoria* var. *pallida*, *Cistus salviifolius*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata*, *Hypericum perforatum*, *Origanum vulgare*, *Sytrax officinalis* vb. olarak sayılabilir.

3.3.2. Laden (*Cistus creticus* L.) toplulukları

Karadağ'da laden toplulukları genellikle denize açık alanlarda yer almaktadır. Toplulukların vejetasyon örtüsü %75-98 arasındadır. Vejetasyon yüksekliği topluluğun bulunduğu diğer maki elemanlarıyla birlikte ele alındığında ortalama olarak 2 metreyi geçmektedir. Ancak *Cistus creticus* bireyleri 30-50 cm boylarındadır. Laden toplulukları 43-174 metreler arasında yayılış göstermektedir.

Davis (1965-1988)'e göre *Cistus creticus* 0-1.000 metreler arasında yayılış gösterir. Aksoy (2006) Elmıcık Dağı'nda belirlediği *Genista carinalis* ve *Cistus creticus* topluluklarının yükseltilerini 534-629 metreler olarak belirlemiştir. Aynı yerde belirlediği *Erica arborea-Cistetum creticum* birliğinin yükseltilerini de 415-626 metreler arasında kaydetmiştir. Yarcı (2001) Istranca dağlarında *Cistus creticus* topluluklarının 320-350 arasında bulunduğunu söylemektedir. Şık ve Gemici (2010) Yunt Dağında *Cistus creticus* topluluklarını 700 metrede belirlemişlerdir. Karadağ'daki *Cistus creticus* toplulukları ise 43-174 metreler arasında tespit edilmiştir. Tür birey olarak 667 metreye kadar (Şahmelek ve Örencik köyleri arası) çıkmaktadır, ancak egemen olarak bulunduğu alanlar alt rakımlarda belirlenmiştir.

Türün egemen olduğu alanlarda; *Quercus infectoria* subsp. *infectoria*, *Aira elegantissima* subsp. *elegantissima*, *Origanum vulgare*, *Asparagus acutifolius* ve *Phillyrea latifolia* gibi türler yaygındır.

3.3.3. Aptesbozan otu (*Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach) toplulukları

Aptesbozan otu toplulukları Karadağ'da çok yaygın değildir. Sadece Bandırma'dan Sahilyenice köyüne giden yol üzerinde denize bakan bir yamaçta bulunmaktadır. Bu alanın yükseltisi 142 metredir. Tahribat sonucu olduğu bilinen bu toplulukta aptesbozan otu %80 vejetasyon örtüsüne sahiptir.

Davis (1965-1988)'e göre *Sarcopoterium spinosum* 0-1.000 metreler arasında yayılış gösterir. Öner (2006) *Sarcopoterium spinosum* topluluklarını 200-450 metreler arasında belirlemiştir. Öner ve Akbin (2010) Kapıdağ'daki *Sarcopoterium spinosum* topluluklarını 5-140 metreler arasında bulmuşlardır. Şık ve Gemici (2010) Yunt Dağında *Sarcopoterium spinosum* topluluklarının 10-200 metreler arasında yer aldığını belirtmektedirler. Uslu (1978) Samsun Dağı ve Aydın Dağlarında *Sarcopoterium spinosum* topluluklarını 15-135 metreler arasında kaydetmiştir. Toplulukta; *Aira elegantissima*, *Bromus sterilis*, *Aetheorhiza bulbosa*, *Carduus pycnocephalus* ve *Carlina corymbosa*

gibi Akdeniz ekosistemlerinde yaygın olan tek yıllık bitkiler bulunmaktadır.

3.4. Higrofil vejetasyon

Ramsar Sözleşmesi kriterlerine göre ülkemizde 135 adet "Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alan" belirlenmiştir (Meriç ve Çağırkaya, 2013). Ancak subasar ormanlar daha sınırlı bir yayılışa sahiptir. Bunlardan bazıları, Trakya'da İğneada Longozu, Sakarya'da Acarlar Longozu, Sinop'ta Sarıkum Longozu, Samsun'da Kızılırmak longozu ve çalışma alanımızda yer alan Kocaçay Deltası Longozu olarak sayılabilir.

Kocaçay deltasının büyük bölümü yılın yaklaşık dokuz ayı sular altında kalmaktadır. Bu alanlar sadece temmuz, ağustos ve eylül aylarında kurumaktadır. Bu nedenle de sadece taban suyuna dayanıklı bitki türlerinin yayılış gösterdiği özel ekosistemler görülmektedir. Alanda egemenlik kuran ağaç türleri Kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve Dişbudak (*Fraxinus angustifolia*)'tır. Ancak alanın küçük bir bölümünde Ilgın (*Tamarix tetrandra*) toplulukları mevcuttur. Ayrıca orman olmayan alanlarda sazların (*Juncus inflexus*) oluşturduğu topluluklar görülmektedir.

3.4.1. Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso) toplulukları

Dişbudak, çok geniş bir yayılışı olmamakla birlikte, yayılış alanlarının niteliği nedeniyle özel ve önemli orman ağaçlarımızdandır. Ülkemizde dişbudanın sekiz taksonu bulunmaktadır. Bunlar *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*, *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior*, *Fraxinus excelsior* subsp. *coriariifolia*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *angustifolia*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *syriaca* ve *Fraxinus pallisae*'dir. Bu taksonlar dağınık olarak Türkiye'nin birçok bölgesinde 0-2.000 metreler arasında ve farklı habitatlarda yayılış gösterirler. Ancak Kocaçay deltasında yayılış gösteren ve 30 metreye kadar boylanabilen *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, ağırlıklı olarak Karadeniz Bölgesinde 0-900 metreler arasında bulunur. Bulduğu alanlar dere akıntıları, sulak alanlar ve sel basan düzlüklerdir (Davis, 1965-1988). Çalışma alanımızda da dişbudak toplulukları deniz seviyesi ile 20 metre arasında ve düzlük araziler üzerinde yayılış göstermektedirler.

Dişbudak topluluklarında yaygın olarak bulunan türler şunlardır: *Alnus glutinosa*, *Calamintha nepeta*, *Polygonum hydropiper*, *Mentha pulegium*, *Quercus robur*, *Rosa sempervirens*, *Rumex conglomeratus* ve *Populus alba*'dır.

meratus, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*, *Smilax excelsa*, *Vitex agnus-castus*, *Cynodon dactylon*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Juncus inflexus* ve *Lolium perenne* vb.

3.4.2. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner subsp. *glutinosa*) toplulukları

Kızılağaç, İskandinav ülkelerinden Akdeniz ülkelerine kadar tüm Avrupa'da, ayrıca Fas'ın ve Cezayir'in kuzey bölgelerinde toplu veya dağınık bir şekilde görülür (Claessens ve ark., 2010). Ülkemizde yaygın olarak Karadeniz Bölgesinde, ayrıca diğer bölgelerimizde de dere kenarlarında ve sulak alanlarda yoğun olarak bulunur. 20 hatta 30 metreye kadar boylanabilen ve Doğu Karadeniz Bölgesinin asli ağaç türlerinden olan kızılağaç hızlı gelişmesi dolayısıyla önemlidir (Feyzioğlu ve ark., 2007). Karadağ'da kızılağaç toplulukları, 8-23 m yükselti arasında ve su basar düzlük araziler üzerinde yayılış göstermektedirler. Davis (1965-1988)'e göre *Alnus glutinosa* subsp. *glutinosa* 0-1.600 metreler arasında, yaprak döken ormanların nemli bölümlerinde ve akıntı-dere kenarlarında görülür. Kocaçay deltasında ise topluluk deniz seviyesine yakın su basar düzlüklerde görülmektedir.

Kızılağaç topluluklarında yaygın olarak bulunan türler; *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, *Polygonum hydropiper*, *Mentha pulegium*, *Ruscus aculeatus*, *Smilax aspera*, *Quercus robur*, *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna*, *Poa trivialis*, *Rumex conglomeratus* ve *Populus alba*'dır.

3.4.3. Ilgın (*Tamarix tetrandra* Pallas ex Bieb.) toplulukları

Karadağ'da topluluk, Kocaçay Longozunun subasar kısmıyla kumul arasındaki alanlarda görülür. Egemen olduğu topluluklar çok fazla olmamakla birlikte, bireysel olarak buradaki diğer toplulukların bünyesine de katılmaktadır. Buralarda yükselti 3-4 metre, eğim düze yakındır. *Tamarix tetrandra* Davis'e göre 0-1.300 metreler arasında görülür. Karadağ'da ise topluluk deniz seviyesine yakın (4 m) yükseltelerde görülmektedir.

Toplulukta Ilgın'a *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Rosa sempervirens*, *Alnus glutinosa*, *Convolvulus arvensis*, *Juncus inflexus* ve *Rubus canescens* subsp. *canescens* gibi türler eşlik etmektedir.

3.4.4. Kamış (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) toplulukları

Karadağ'da kamış toplulukları göllerin çevrelerinde bulunmaktadır. Örneklendiği alanın yükseltisi 2 metre olup düzlük bir alandır.

Davis (1965-1988)'e göre *Phragmites australis* türünün yükselti sınırları 0-2.400 metreler arasındadır. Aksoy (2006) Elmacık Dağı'nda *Thypo-Phragmitetum* birliğinin yükseltisini 100 metre olarak belirlemiştir. Bağcı (1993) Konya Karapınar yöresinde topluluklarının yükseltisini 1.000 metre olarak bildirmektedir. Erdoğan ve ark. (2011) Eskişehir Sivrihisar Dağları'ndaki nemli dere vejetasyonu içerisinde *Phragmites australis* türünün yaygın olduğunu belirtmektedirler. Kocaçay Deltası'nda topluluklar deniz seviyesine yakın alanlarda, göl kenarlarında bulunmaktadır. Nitekim Davis (1965-1988) de türün göl, nehir ve hendek kenarları ile nemli alanlarda yayılış gösterdiğini belirtmektedir.

Topluluğun bünyesinde; *Asphodelus aestivus*, *Craetagus monogyna* subsp. *monogyna*, *Iris spuria* subsp. *musulmanica*, *Juncus effusus*, *Juncus inflexus*, *Lolium perenne* ve *Rubus discolor* gibi türler bulunmaktadır.

3.4.5. Sazak (*Juncus inflexus* L.) toplulukları

Kocaçay Deltasında su basar alanlardan kumula doğru geçerken görülen sazak topluluğu vejetasyon örtüsünün zayıf olduğu, eğimin olmadığı, 7 metre yükseltiye sahip bir alanda görülmektedir. Davis (1965-1988)'e göre Asya, Avrupa ve Afrika'da doğal olarak bulunan *Juncus inflexus* 0-2.600 metreler arasında, nemli çayırlarda, bataklık alanlarda ve nemli açıklıklarda yayılış gösterir. Erdoğan ve Ark. (2011) Sivrihisar Dağları'nda dere çevrelerindeki sulak çayırlarda ve daha az nemli yerlerde belirledikleri Higrofil Vejetasyon içerisinde *Juncus inflexus* türünün de bulunduğunu belirtmektedirler. Kocaçay Deltasında tür deniz seviyesine yakın alanlarda bulunmaktadır.

Alanda *Juncus inflexus*'la beraber %10 oranında bir örtüye sahip olan *Paliurus spina-christi* bireyleri bulunmaktadır. Eşlik eden diğer türler arasında *Fraxinus angustifolius* subsp. *oxycarpa*, *Asphodelus aestivus*, *Cynodon dactylon*, *Euphorbia peplis*, *Rubus sancta*, *Rosa canina*, *Polygonum hydropiper*, *Polygonum salicifolium*, *Tamarix tetrandra* ve *Vitis sylvestris* vb. sayılabilir.

3.5. Kumul vejetasyonu

Kocaçay Deltası kumulu ülkemizdeki en bakir kumullardan biridir. Gerçekten oldukça uzun bir sahil boyunca uzanan kumul üzerinde zengin bir bitki çeşitliliği görmek mümkündür. Kumul vejetasyonunda topluluk oluşturan türler başta *Centaurea spinosa* olmak üzere, *Lavandula stoechas* ve *Suaeda prostrata* subsp. *prostrata* türleridir. Kumul alanlarla sulak alanlar arasındaki geçiş bölgelerinde ise *Paliurus spina-christi* (karaçalı) top-

lulukları görülmektedir. Ancak bu alanlar yoğun bir yapılaşma ve kullanım baskısı altındadırlar, bu nedenle doğallıklarını ve homojenliklerini kaybetmektedirler.

3.5.1. Deniz geveni (*Centaurea spinosa* L.) toplulukları

Karadağ'da Kocaçay Deltasındaki kumul alanlarında (Yeniköy Kumulu) yayılış gösteren deniz geveni denize en yakın gerçek kumul alanlarında görülür. Bu alanlar genellikle kum deposu olup, toprakta horizonlaşma görülmez. Organik madde ve bitki besin maddeleri bakımından oldukça fakirdir. Bu bağlamda bu alanlar ekstrem yetiştirme koşulları olarak görülebilir.

Alanlar deniz seviyesine yakın olup, 4-8 metre yükseltidedir. Alanda yaygın olarak görülen türler; *Crepis sancta*, *Eryngium maritimum*, *Salvia aethiopsis*, *Silene colorata*, *Vulpia ciliata*, *Anthemis maritima* ve *Imperata cylindrica* gibi türlerdir.

3.5.2. Karan (*Lavandula pedunculata* (Mill.) Cav. subsp. *cariensis* (Boiss.) Upson & S. Andrews toplulukları

Topluluk Karadağ'da Kocaçay Deltasının sulak alan bölümüyle kumul arasında kalan bölümünde yer almaktadır. Burada kumuldan toprağa geçiş gözlenmekte olup, toprakta kum içeriği yüksek olmakla birlikte horizon oluşumu başladığı görülmektedir. Alanlar 2-5 m yükselti arasında.

Karan topluluklarına eşlik eden diğer türler: *Paliurus spina christi*, *Papaver dubium*, *Poa compressa*, *Sherardia arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Trifolium campestre* ve *Veronica serpyllifolia* vb. şeklinde sıralayabiliriz.

3.5.3. Yatık cirim (*Suaeda prostrata* Pall. subsp. *prostrata*) toplulukları

Suaeda prostrata toplulukları Karadağ'da Yeniköy kumulunun doğu kısımlarında bulunmaktadır. 4 m yükseltide yer alan bir düzlük olan alanda türe eşlik eden diğer türler; *Corispermum filifolium*, *Juncus inflexus*, *Cynodon dactylon*, *Halimione portulacoides*, *Halocnemum strobilaceum*, *Hordeum murinum*, *Limonium gmelinii*, *Lolium perenne*, *Poa compressa*, *Salsola soda* ve *Tamarix tetrandra*'dır.

3.6. Diğer topluluklar

3.6.1. Kartal eğreltisi (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) toplulukları

Karadağ'ın batı eteklerinde Bandırma'ya doğru yer alan bu topluluk muhtemelen orman örtüsünün antropojenik etkilerle ortadan kalkmasıyla oluşmuş-

tur. Topluluğun örneklendiği alanda yükselti 354 m'dir.

Davis (1965-1988)'e göre *Pteridium aquilinum* 0-1.900 metreler arasında yayılış gösterir. Tür orman açıklıklarında ve kesim yapılmış yerlerde bulunur. Bu bağlamda Karadağ'daki bu topluluk orman örtüsünün ortadan kalkmasıyla ortaya çıkmış bir topluluktur. Nitekim Karadağ'daki bütün toplulukların bünyesinde *Pteridium aquilinum*'a rastlanmaktadır.

Topluluğun bünyesinde *Sesleria alba*, *Clinopodium vulgare*, *Stachys byzantina* ve *Rubus hirtus*, gibi Karadeniz yayılışlı türlerle birlikte, *Aegilops triuncialis*, *Aira elegantissima*, *Bromus lanceolatus*, *Cerastium dichotomum*, *Briza maxima*, *Filago eriocephala*, *Crepis sancta*, *Plantago lanceolata*, *ornithopus compressus*, *Trifolium campestre*, *Vulpia ciliata* ve *Trifolium affine* gibi Akdeniz yayılışlı türler karışık halde bulunmaktadır. Tek yıllık türlerce zengin olan toplulukta *Cistus creticus*, *Crataegus monogyna* ve *Erica arborea* gibi çalılar da yer almaktadır.

3.6.2. Yabani erik (*Prunus divaricata* Ledeb. subsp. *divaricata*) toplulukları

Karadağ'daki erik topluluğu dağın güney yamaçlarında 597 metre rakımda bulunmaktadır. Muhtemelen orman topluluklarının tahribatıyla ortaya çıkan toplulukta, Karadağ'da yayılış gösteren orman topluluklarının bünyesinde bulunan türlerin büyük bölümü bulunmaktadır. Nitekim Özel (1999) de zaten *Prunus divaricata* subsp. *divaricata*'nın karaçamın tahrip olduğu alanlarda bulunduğunu belirtmektedir. Akman (1995) da bu toplulukların "sonu karaçam ormanına giden bir fasiyes" olduğunu ifade etmektedir.

Topluluklarda bulunan türlerden bazıları *Quercus petraea*, *Pteridium aquilinum*, *Calamintha nepeta*, *Quercus cerris*, *Achillea grandiflora* ve *Melissa officinalis* şeklinde sıralanabilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Karadağ coğrafik konumu bakımından Güney Marmara'da yer almaktadır. Bu nedenle kuzey bakırlarında Karadeniz elemanlarının egemenliği görülmektedir. Güney bakırlarında ise üst rakımları Karadeniz elementleriyle devam ederken aşama aşama Akdeniz elemanlarının egemenliği yer almaktadır. Ayrıca dağın doğu kısmında yer alan Kocaçay Deltası subasar ekosistemleri ve kumul alanlarıyla dağda daha özgün bir yapı oluşturmaktadır.

Karadağ orman vejetasyonunu oluşturan tür grupları dağda yoğun bir çeşitlilik oluşturmaktadırlar.

Nitekim daha önce de belirtildiği gibi 28 adet topluluk belirlenmiştir ki bu sayı başka çalışma alanlarında rastlanmayan bir büyüklüktür. Bu durum karakteristik ve ayırt edici türlerin azlığına neden olmakta ve toplulukları yorumlamayı güçleştirmektedir. Bunda hiç şüphesiz dağın birçok bölümünün iklimsel olarak benzer olması etkilidir. Ancak başka etkenlerin de var olabileceği düşünülebilir. Uzun yıllar süregelen ormancılık uygulamaları ve yoğun kullanım Karadağ'daki bitki topluluklarını potansiyel durumundan çıkarmış olabilir. Bu konuda ne yazık ki yeterli veri bulunmamaktadır.

Karadağ'da karaçam, kızılçam, kayın, ıhlamur, kestane, saplı meşe, sapsız meşe, saçlı meşe, gürgen türleri orman vejetasyonunu oluşturmaktadır. Her ne kadar bu topluluklar egemen tür esasına göre ayrımlansa da dağın özelliği bu toplulukların hepsinin birbirlerine çok benzemesidir. Nitekim *Hypericum calycinum*, *Pteridium aquilinum*, *Viola odorata*, *Daphne pontica* ve *Hedera helix* gibi bazı türler bütün bu toplulukların hepsinde yaygın olarak bulunmaktadır. Zaten karakteristik ve ayırt edici türlerin azlığı da bu kanyayı güçlendirmektedir.

Bitki türleri açısından zengin olan çalışma alanında, özellikle Kocaçay deltası longoz ve kumul alanları ile Radar Tepenin, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün koruma statülerinden biriyle korunması gerekmektedir. Zira bu alanlar, Türkiye floristik yapısı içinde özgün yapıdadırlar ve bu yapının kaybedilmemesi elzemdir. Özellikle Radar Tepe için bir an önce önlem alınması şarttır. Zira bu tepenin üstünde ve çevresinde yoğun bir şekilde taş ve maden ocakları bulunmaktadır. Bunların varlığı buradaki bitkileri tehdit etmektedir.

İklim verilerine bakıldığında Karadağ'ın "Az yağışlı Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Flora listesindeki türlerin büyük bölümünün Avrupa-Sibirya elemanı olması göz önüne alındığında, Karadeniz iklimi etkisi altında bir Akdeniz ikliminden veya tam anlamıyla bir geçiş ikliminden bahsetmek yerinde olacaktır. Ancak yağış miktarlarının özellikle Karacabey'de son yıllarda düşüş göstermektedir. Genel olarak tüm dünyada küresel bir ısınma olduğu düşünüldüğünde bu durumun Karadağ'daki bitki toplulukları açısından olumsuzluğa yol açabileceği öngörülebilir. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda iklim verileriyle birlikte Karadağ'daki bitki topluluklarının, özellikle kayın, gürgen ve ıhlamur gibi nem konusunda hassas olanlarının izlenmesi elzemdir.

Teşekkür

Bu makale Orman Genel Müdürlüğü'nce desteklenen ve Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü

Müdürlüğü tarafından yürütülen “Karadağ (Bursa-Balıkesir) Bitki Toplularının Belirlenmesi” isimli ve 15.6307/2012-2016 numaralı araştırma projesinden faydalanılarak hazırlanmıştır. Bu bağlamda emeği geçen herkese teşekkür ederiz.

Kaynaklar

AKMAN, Y., 1995. Türkiye Orman Vegetasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, 450 s., Ankara.

AKMAN, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim, Kariyer Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara

AKSOY, N., 2006. Elmacık Dağı (Düzce) Vegetasyonu, Doktora Tezi İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

AKSOY, A., GEMİCİ, Y., 2010. Studies on Forest Vegetation of Mahmut Mountain of İzmir in Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 31, Sayfa: 101-108

ANONİM, 1971. Susurluk Havzası Toprakları. Toprak Genel Müdürlüğü Yayınları, Raporlar Serisi:46, Ankara.

ANONİM, 1980. Marmara Havzası Toprakları. Toprak Genel Müdürlüğü Yayınları, Raporlar Serisi:91, Ankara

BAĞCI, Y., 1993. Konya-Karapınar Bölgesinin Flora ve Vegetasyonu, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), Konya, 124 s.

BRAUN-BLANQUET, J., 1932. *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*. (Translated by Fuller and Conrad). McGraw-Hill Book Company, Inc., xviii + 439 pp, New York and London

CLAESSENS, H., OOSTERBAAN, A., SAVİLL, P., RONDEUX, J., 2010. A Review of the Characteristics of Black Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and Their Implications for Silvicultural Practices. *Forestry*, Volume: 83, Issue:2, P: 163-175.

DAVIS, P.H., 1965-1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol: I-IX, Edinburgh University Press, Edinburgh

EKİM, T., KOYUNCU, M., VURAL, M., DUMAN, H., AYTAÇ, Z., ADIGÜZEL, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı. Barışcan Matbaası, Ankara

ERCAN, T., ERGÜL, E., AKÇÖREN, F., ÇETİN, A., GRANİT, S., ASUTAY, J., 1990. Balıkesir-Bandırma Arasının Jeolojisi, Tersiyer Volkanizmasının Petrolojisi ve Bölgesel Yayılımı. *MTA Dergisi*, 110: 113-130.

ERDOĞAN, N., KETENOĞLU, O., BİNGÖL, 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 (MAKUFEBED)* 41-11, <http://edergi.mehmetakif.edu.tr/makufebed>

FEYZİOĞLU, F., GERÇEK, V., ULU, F., ÇOLAK, N., 2007. Kızılağaç (*Alnus spp.*) Tür ve Orijin Denemesi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi, No: 20, Trabzon

GEMİCİ, Y. ve SEÇMEN, Ö. 1990: Kuzey Anadolu Ormanları Üzerinde Ekolojik Gözlemler. *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı: 5, 94–109s, İzmir

GÜNER, A., ASLAN S., EKİM T., VURAL M., BAĞÇI M. T., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi: 1, İstanbul

GÜNER, A., ÖZHATAY, N., EKİM, T., BAŞER, K.H.C., 2000. *Flora of Turkey the East Aegean Islands (Supplementary Vol 2)*, Vol: 11, Edinburgh University Press, Edinburgh

IŞIK, K., 1999. Çevre Sorunları, Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız. TEMA Vakfı Yayını No: 25, 196 s, İstanbul

KANTARCI, M. D. 1976. Trakya Orman Mıntıklarının Bölgesel Orman Yetiştirme Muhiti Özelliklerine Göre Doğal Ağaç ve Çalı Türleri ile Sınıflandırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A. Cilt: 26. Sayı: 2. İstanbul

KARAER, F., KILINÇ, M., KUTBAY, H. G., 1999, The Woody Vegetation of Kelkit Valley, *Journal of Botany*, 23 (1999), Sayfa: 319-344

MERİÇ, T., ÇAĞIRANKAYA, S., 2013. Sulak Alanlar. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 160 s, Ankara. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/wp-content/uploads/sulakalanlar-kitab%C4%B1-bask%C4%B1-onay%C4%B1-i%C3%A7in.pdf>

MTA, 1987. 1: 500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası-İstanbul. MTA Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

NEYİŞÇİ, T., 1987. Kızılcamın Doğal Yayılışı. Kızılcam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Muhtelif Yayınlar Dizisi: 52, El Kitapları Dizisi: 2, Sayfa: 17-22, Ankara

OGM, 2016. Ormancılık İstatistikleri-2016. Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/OrmancılıkIstatistikleri/OrmancılıkIstatistikleri2016.rar>

ÖNER, H. H., AKBİN, G., 2010, Kapıdağ Yarımadasının Fitososyolojik ve Fitoekolojik Yönden İncelenmesi, *Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 46.*

ÖNER, N. 2006, Ilgaz Dağı'nın Güney Aklınıdaki Orman Toplulukları ve Silvikültürel Özellikleri, *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Cilt: 56, Sayı: 1, Sayfa: 108-133

ÖZALP, G., 2000. Sert Yapraklı Ormanlar ve Maki. *İ.Ü. Orman Fak. Dergisi*, Seri A, Cilt 50, Sayı 2, Sayfa: 131-

155, İstanbul.

ÖZDOĞAN, M., ŞAHBAZ, A., KAZANCI, N., 2000. Marmara Denizi Güneyinde Orta-Geç Miyosen Aluvial Yalpaze Sisteminin Depolanma ve Fasiyes Özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt. 43, No. 1, 59-72.

ÖZEL, N., 1999. Kazdağları Orman Vegetasyonu Üzerine Fitososyolojik ve Fitoekolojik Araştırmalar. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten Serisi No: 11, İzmir.

ÖZEN, F. 2010, Yeniköy (Bursa) Higrofil, Orman ve Maki Vegetasyonunun Sin ekolojik ve Sintaksonomik Analizi, Ekoloji 19, 76, P 50-64

ÖZEN, F., KILINÇ, M., 2002. The Flora and Vegetation of Kunduz Forest (Vezirköprü/Samsun). Turk J Bot. 26 (2002) 371-393. TÜBİTAK.

RADOGLU, K., DOBROWOLSKA, D., SPYROGLOU, G., NICOLESCU V., NICOLESCU N., 2008, A review on the Ecology and Silviculture of Limes (*Tilia cordata* Mill., *Tilia platyphyllos* Scop. and *Tilia tomentosa* Moench.) in Europe, 29 pp. <http://www.valbro.uni-freiburg.de/>

SAĞLAM C. 2010, Davras Dağı (Isparta) Vegetasyonunun Fitososyolojik ve Fitoekolojik Yönden Araştırılması, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 2(2), 165-183

SARAÇOĞLU, N., KANTARCI, M. D. 2001, Bartın Yöresi Saplı Meşe (*Quercus robur* L.) Baltalıklarında Büyüme Etkileyen Yetiştirme Ortamı Faktörleri, ZKÜ,

Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cil: 3, Sayı: 3, Sayfa: 29-44

SELİM, H. H., TÜYSÜZ, O., BARKA, A. A., 2006. Güney Marmara Bölümünün Neotektoniği. İTÜ Dergisi/d Mühendislik, Cilt: 5, Sayı: 1, Kısım. 2, 151-160.

ŞIK, L., 1992. Yunt Dağı (Manisa) Flora ve Vegetasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

ŞIK, L., GEMİCİ, Y., 2010, Yunt Dağının (Manisa) Frigana Vegetasyonu Üzerine Fitososyolojik Bir Araştırma, C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi ISSN 1305-1385 C.B.U. Journal of Science 6.2 (2010) 121 –132

TEMEL, S., TAN, M., Erdemli (Mersin) Yöresi Makiliklerindeki Çalı Türlerinin Tespiti ve Yoğunlukları Üzerine bir Çalışma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40 (1), sayfa: 81-89, ISSN: 1300-9036

URL-1: cevreorman.gov.tr (Mülga), Son Ziyaret Tarihi: Ekim 2016

VAROL, Ö., TATLI A., 2001, The Vegetation of Çimen Mountain (Kahramanmaraş), Turk J Bot, 25 Sayfa: 335-358

YALTIRIK., F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayını, 64+20 s, Yenilik Basımevi, İstanbul.

YARCI, C., 2001, Demirköy (Istranca Dağları/Trakya Bölgesi) ve Civarının Çalı ve Çayır Vegetasyonu, Ekoloji ve Çevre Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 39, Sayfa: 19-24

Farklı ağaç türlerinde çeşitli tomruk hacim formüllerinin karşılaştırılması

Comparison of various log volume formulas for different tree species

Abdurrahman ŞAHİN¹ 
Salih Soner KORKMAZ² 

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin

² Orman Genel Müdürlüğü, Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Adana

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Abdurrahman ŞAHİN
asahin84@windowslive.com

Geliş tarihi (Received)

01.03.2021

Kabul Tarihi (Accepted)

21.04.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Mustafa BATUR
mustafabatur01@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Şahin, A., Korkmaz, S. (2021). Farklı ağaç türlerinde çeşitli tomruk hacim formüllerinin karşılaştırılması. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8 (2), 171-179.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.888129>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Çalışmada, tomrukların hacimlendirmesinde kullanılan sekiz farklı hacim formülünün karşılaştırılması amaçlanmıştır. Orta Yüzey (Huber), Uçlardaki Yüzeyler Ortalaması (Smalian), Newton-Riecke, Uçlardaki Çaplar Ortalaması, Hossfeld, Bruce, Patterson-Doruska ve Centroid formüllerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Üç farklı ağaç türünden (kızılçam (*Pinus brutia*), karaçam (*P. nigra*) ve sedir (*Cedrus libani*)) kesilmiş olan, 3'er metre (m) uzunluğundaki 115 adet tomruk kullanılmıştır. Tomrukların önce 0,5 m arayla çapları ölçülmüş; sonra her bir seksiyon hacmi Smalian formülü kullanılarak bulunmuş ve toplam tomruk hacmi elde edilmiştir. Ardından, 8 farklı formül ile hesaplanan tomruk hacimleriyle; gerçeğe en yakın olarak bulunan hacim değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, her ağaç türü için Huber, Newton-Riecke ve Uçlardaki Çaplar Ortalaması formüllerinin hata değerleri sıfırdan farklı (p>0,05) çıkmıştır. Ayrıca, karaçam tomruklarını hacimlendirmede Centroid ve sedir tomruklarını hacimlendirmede de Smalian formüllerinin hataları da sıfırdan farklı olup (p>0,05) kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Bu formüller arasında, hacimlendirme hatasını minimize eden en uygun formüller ve hata değerleri sırasıyla (ortalama hata, ortalama mutlak hata yüzdesi ve toplam hata yüzdesi), kızılçam tomruklarında Newton-Riecke (0,441, 0,608 ve 0,111), karaçam tomruklarında Centroid (-0,444, 0,901 ve -0,141), ve sedir tomruklarında ise uçlardaki çaplar ortalaması (-0,104, 0,811 ve -0,038) şeklinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tomruk, hacim, kızılçam, karaçam, sedir

Abstract

In this study, it is aimed to compare eight different volume formulas used in volumizing logs. The results obtained from Midface (Huber), Mean Surfaces at Ends (Smalian), Newton-Riecke, Mean Diameters at the Ends, Hossfeld, Bruce, Patterson-Doruska and Centroid formulas were compared. In the scope of the study, 115 logs each 3-meters (m) long, cut from three different tree species (Calabrian pine (*Pinus brutia*), Black pine (*P. nigra*) and Cedar (*Cedrus libani*)), were used. First, the diameters of the logs were measured at 0.5 m intervals, then each section volume was found using the Smalian formula and the total log volume was obtained. Then, log volumes calculated with 8 different formulas were compared with the volume values found closest to the truth. As a result of the study, the error values of Huber, Newton-Riecke and Mean Diameters at the Ends formulas were found to be indistinguishable from zero (p>0.05) for each tree species. In addition, it was determined that the Centroid formula for volumizing black pine logs and Smalian formula for volumizing cedar logs were also non-zero (p>0.05), and they are usable. Among these formulas, the most suitable formulas that minimize the volumizing error and error values are respectively (mean error, mean absolute error percentage and total error percentage), Newton-Riecke (0.441, 0.608 and 0.111) for calabrian pine logs, Centroid (-0.444, 0.901 and -0.141) for black pine logs, and the average diameters of the ends for cedar logs (-0.104, 0.811 and -0.038).

Key words: Log, volume, calabrian pine, black pine, cedar

1. Giriş

Ormanların sunduğu çeşitli fonksiyonların başında gelen ve en fazla önem arz eden durumda olan ekonomik yönüdür. Ormanın ana ürünü olan ve işletme sermayesinin büyük bir bölümünü oluşturan ağaç serveti, Orman İşletme Müdürlüğünün temel girdisi olup o Orman İşletmesinin var oluşunu ortaya koyan en temel öğedir (Yeşil, 1992; Yavuz, 1999a; Kapucu, 2004, Kahriman ve ark., 2017).

Orman ürünleri; yükte ağır, pahada hafif, taşınması ve depolanması bir hayli zor olmasına karşın, kullanım alanı oldukça geniştir. Sahip oldukları önemden dolayı, orman ürünlerinin fiyatı; türüne, yöresine ve mevsimine göre farklılık göstermektedir. Zira orman ürünleri, nüfus artışıyla orantılı olarak arttırılamayacağı için, fiyatları sürekli olarak yükseliş göstermektedir (Kalıpsız, 1982, Şahin ve ark, 2017). Yani ormanların değerlerinin ekonomik olarak ortaya konması için sunduğu ürün ve hizmetleri mümkün olduğunca doğru şekilde hesaplamak gerekmektedir (Şahin, 2015). Özellikle, parasal değerleri ve kullanım yerleri birbirinden önemli derecede farklı olan odun ürünlerinin, tek ağaç ve hektardaki dağılımlarının önceden bilinmesi ile birbirinin yerine konulmasından doğabilecek önemli zararlar önlenebilecektir (Sun ve ark., 1978). Bu sebeple orman ürünlerinin çeşitlerini ve miktarlarını doğru şekilde belirleyebilmek; ayrıca Orman İşletmeleri tarafından pazarlanan büyük çaplı tomrukların hacimlerini de (Kahriman ve ark., 2016) en doğru şekilde tespit etmek; gerek orman planlayıcılar ve gerekse araştırmacılar açısından oldukça önemlidir.

Kullanım durumuna göre odunlar; ‘Yapacak Odunlar’ ve ‘Yakacak Odunlar’ olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yapacak odunlar yuvarlak odunlar olup çeşitleri; tomruk, direk, yuvarlak sanayi odunu, sırk ve çubuktur (Günay ve Çancı, 1982). İşte bu sınıflandırma içerisinde ekonomiye en çok katkı sağlayan ürünler; yapacak olarak satılan orman ürünleridir. Bu suretle, yapacak odunları en doğru şekilde hacimlendirmek; doğabilecek zararları da önleyecektir.

Ağaç hacim tabloları; ağaçların göğüs çapı (cm) ve boyu (m) gibi kolay ölçülebilen ağaç değişkenleri yardımıyla hacimini tahmin eden tablolardır (Kapucu ve ark., 2002). Ağaç hacim tablolarının hazırlanması veya hacim eğrilerinin çizimi için örnek ağaçlardan elde edilen veriler yardımıyla modeller geliştirilir. (OGM, 1991; Carus, 2002). Ormanlıkta alım-satım, ağaç hacmi ve hacim artımı envanteri ve bilimsel araştırma vb. işlerde tek ağaçtan elde edilecek her türlü odun ürün sınıflarının hacmini bulmak için çeşitli hacim tayini formülleri

vardır (Diker, 1946; Miraboğlu,1959; Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984). Gövde bütünü veya parçasına ilişkin hacmin hassas şekilde belirlenebilmesi; kullanılacak hacim yöntemindeki ölçmelerin sayısına ve yerine bağlıdır.

Carus (2002); “Odun hacminin tayini için türetilen formüllerin çoğu, uygulamanın istediği özelliklere sahip olmadığından uygulamada yer bulamamıştır. Bazı formüllerin verdiği sonuç daha hassas fakat uygulaması zordur ya da bunun tam tersi durum söz konusudur. Hacmin tayini için en az ölçmeyi gerektiren formül, basit ve kullanışlıdır (Diker, 1946; Miraboğlu,1959; Fırat, 1973; Akgür, 1982; Kalıpsız, 1984;)”. Ülkemiz Orman İşletmelerinde tomruk hacimlendirmede orta yüzey (Huber) formülü kullanılmaktadır. Ancak, en hassas ölçümün yapıldığı formül Newton-Riecke ise dönel cisimlerden silindir, koni, paraboloid ve nayloid için doğru sonuç vermesi nedeniyle, diğerlerine kıyasla daha duyarlıdır (OGM 1991; Diker, 1946; Kalıpsız, 1984). Ağaç gövdesini, eşit uzunluk veya boyun belirli oranındaki uzunluğu şeklinde bölümlere (seksiyonlara) ayırarak hacimlendirmek de mümkündür. Bu yöntem; bilimsel araştırma ve meşcere hacminin tayini gibi amaçlarla kesilen ağaçların ya da uzun ve değerli olan ağaç gövdelerindeki hacmin tayininde kullanılmaktadır (Diker, 1946; Miraboğlu,1959; Fırat, 1973; Akgür, 1982; Kalıpsız, 1984; Carus, 2002).

Hacim formüllerinin karşılaştırılması konusunda ulusal ve uluslararası birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalardan ülkemizde; Yavuz (1999b), dişbudak, Doğu ladini, ve Doğu kayını tomruklarını hacimlendirmede Huber, N.Riecke, Smalian ve Hossfeld formülleri yerine Centroid yöntemini; Carus (2002), Doğu Kayını tomruklarını hacimlendirmede Huber, Smalian’a nazaran Newton-Riecke yöntemini; Özçelik (2002) kızılçam ve sedir tomruklarını hacimlendirmede Huber, Smalian, N. Riecke ve Hossfeld yöntemleri yerine Centroid yöntemini; yine Özçelik (2006), farklı uzunluklardaki Toros sediri, Toros göknarı ve kızılçam tomruklarını hacimlendirmede Patterson-Doruska yöntemi yerine Bruce ve Smalian yöntemlerini; Güney (2007), farklı uzunluklardaki kızılçam, Toros göknarı ve Toros sediri tomruklarında Huber ve Smalian yöntemleri yerine center of Gravity veya Centroid metodunu; Özçelik ve ark. (2008), Toros göknarı ve kızılçam tomruklarını hacimlendirmede geleneksel Huber, Smalian ve N. Riecke yöntemleri yerine center of Gravity veya Centroid yöntemini ve Durkaya ve Durkaya (2011) da sahilçamı, Doğu kayını, Uludağ göknarı, sedir ve karaçam tomruklarını hacimlendirmede Huber, N. Riecke, Hossfeld, Bruce, P.-Doruska, Smalian

ve Centroid yöntemleri arasında, tüm türlerde N. Riecke formülünün başarılı olduğunu belirterek, göknar, kayın ve sahilçamı türlerinde ortalama hatalarının sıfırdan farksız çıkan Smalian ve Huber formüllerinin de kullanılabilceğini belirtmişlerdir.

Çeşitli ağaç türlerinde, farklı formüllerin üstünlüklerinin ortaya koyulduğu uluslararası bazı çalışmalar da da; Williams ve ark. (1991), Bruce formülünün kısa ve kalın tomruklarda daha başarılı olduğunu; Wiant ve ark. (1996), Bruce formülünün Smalian'dan daha başarılı olduğunu ve hata miktarının tomruk büyüklüğü ile kalın uç çapına bağlı olarak değiştiğini; Filho ve ark. (2000), ksilometre formülüyle hacim tespit ettiği çalışmada, Huber formülünün Centroid ve N. Riecke'den daha az hata verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Wood ve Wiant (1990), Wood ve ark.(1990) ile Wiant ve ark. (1993) Centroid formülü ile bazı formüllerin karşılaştırmasını yapmışlardır. Patterson ve Doruska (2004) da, Bruce formülünün kısa tomruklarda eksik, uzun tomruklarda ise fazla miktarda hacim hesapladığı sonucunu belirtken; Tewari ve Singh (2005) de, Bruce formülünün bazı formüllere göre daha iyi sonuç verdiğini vurgulamışlardır.

Özçelik (2006)'e göre; "tomruk boyu kısalıdıkça çap düşüşü azalmakta ve her iki uçtaki yüzey büyüklükleri birbirine yaklaşmaktadır". Buradan hareketle, tomruk boyu uzadığında, çap düşüşündeki artışa bağlı olarak hata oranının artabileceği düşünülmektedir. Bu durum, Güney (2007) tarafından "genellikle, tomruk uzunluğunun artmasına paralel olarak Patterson-Doruska ve Bruce yöntemlerinin güvenilirliği azalmaktadır" şeklinde belirtilmiştir.

Bu yüzden, çalışmamızda boy değişkeni standart olacak şekilde, üç ağaç türünde de orta uzunlukta (3 m) kesilmiş olan ve orta kalitedeki tomruklar seçilerek; hacimlendirmede, daha önce kullanılan çeşitli tomruk hacmi tayin formüllerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Pos Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Akören Orman İşletme Şefliği içerisindeki Değirmencik Orman Deposuna getirilen kızılçam, karaçam ve sedir tomruklarının hacimleri çeşitli formüllere göre bulunmuş ve aralarındaki farklar karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan tomruklar, ilgili orman deposuna Akören, Pos, Soğukoluk, Söğüt, Yapraklı, Eğni ve Şamadan Orman İşletme Şefliklerinden gelmekte olup; entegre sanayi başta olmak üzere, çeşitli yapacak orman ürünü fabrikaları tarafından satın alınmaktadır. Burada, çok uzun boylu tom-

ruklar istenmemekte ve bu doğrultuda, ilgili şefliklerde yapılan üretim işlerinde tomruklar çoğunlukla 3 m seksiyonlara ayrılmış şekilde depolara getirilmektedir.

2.1. Materyal

Çalışma alanı; Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Pos Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Değirmencik Orman Deposudur. Depo, 2018 yılında açılmış olup denizden yüksekliği 1045 m'dir. Çalışmanın materyalini ise bu depoya farklı tarihlerde getirilen 45 kızılçam (*Pinus brutia*), 30 karaçam (*P. nigra*) ve 40 sedir (*Cedrus libani*) tomruğu oluşturmaktadır.

Yapılan ölçümlerde tomruk ve seksiyon uzunlukları şerit metre ile cm hassasiyetinde; tomruk çapları da mm hassasiyetinde çap ölçer ile yapılmıştır. Ayrıca, ilgili ölçümler kullanılarak, hacim hesaplaması için MS Excel ve istatistik analizlerin yapılması için de, SPSS 19.0 istatistik paket programı kullanılmıştır (IBM, 2010).

2.2. Yöntem

Değirmencik Orman Deposunda seçilen her bir kızılçam, karaçam ve sedir tomruğu üzerinde hacimlendirme için kullanılan formüllerde yer alan parametreler (d_0 , $d_{0,5}$, d_1 , $d_{1,5}$, d_2 , $d_{2,5}$, d_3 , ..., d_n ve $d_{1/3}$) ayrıca q formülüyle hesaplanan çap değeri çift taraflı olarak ve tomruk uzunluğu (L) ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır.

Ardından ölçüm değerleri MS Excele girilmiş ve ilk olarak her bir seksiyonun (0,5 m olan) hacmi hesaplanıp toplanarak tomrukların gerçeğe en yakın hacim değerleri bulunmuştur. Ardından, ilgili hacim formüllerine (denklem 1-8) göre ayrı ayrı hacimlendirme yapılmıştır. Sonrasında ise, gerçeğe en yakın hacim değerleri ile diğer formüllerle hesaplanan hacim değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma için, çalışma kapsamında kullanılan her bir formüle göre hesaplanmış tomruk hacim değerlerinin ortalama hata (OH), ortalama mutlak hata yüzdesi (OMHY) ve toplam hata yüzdesi (THY) değerleri; her bir tomruk türü için (kızılçam, karaçam ve sedir tomrukları için) ayrı ayrı olmak üzere aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır. Bu hesaplamalardan sonra da, her bir formüle göre hatası en küçük olandan en yüksek olan doğru formüller kendi içlerinde 1'den 8'e kadar numaralandırılmıştır. Son olarak da OH, OMHY ve THY formüllerindeki numaralar toplanarak genel sıralama oluşturulmuş ve buna göre en düşük puanı alan formül, en başarılı kabul edilmiştir (Tablo 3).

$$(OH) \bar{D} = \frac{\sum(V_g - V_t)}{n}$$

$$OMHY = \frac{\sum|V_g - V_t|}{\sum V_g} \times 100$$

$$THY = \frac{\sum V_g - \sum V_t}{\sum V_g} \times 100$$

Denklemlerde; $V =$ Gerçek tomruk hacmi (dm^3), $V_i =$ İlgili formülden hesaplanan tomruk hacmi (dm^3) ve $n =$ örnek tomruk sayısını (adet) temsil etmektedir.

Mevcut formüllerin uygunlukları denetlenirken; parametrik test varsayımlarından biri olan “grup varyanslarının homojenliği” sağlanması durumunda; seksiyon yöntemiyle hesaplanan hacim değeriyle (V_g), ilgili formüller yardımıyla hesaplanan hacim değerleri (V_i) arasında tek tek “Eşleştirilmiş Örneklem T-Testi (Paired Samples T-Test)” yapılmıştır.

2.3. Tomruk hacimlendirmede kullanılan formüller

Çalışmada, tomruk hacimlendirmede geleneksel olan ve pek kullanılmayan bazı formüller değerlendirilmiştir. Bunlar; 1) Huber (Orta Yüzey) Formülü, 2) Smalian, 3) Newton-Riecke Formülü, 4) Uçlardaki Çaplar Ortalaması (Ç.O.), 5) Hossfeld, 6) Bruce (Bruce, 1982), 7) Patterson-Doruska (Patterson ve Doruska, 2004) ve 8) Centroid formülleri olup, içerikleri aşağıda açıklanmıştır (Özçelik, 2002; Özçelik, 2006; Li ve ark., 2015).

Huber	$V = ML$	(1)
Smalian	$V = ((B + S)/2)L$	(2)
N.-Riecke	$V = ((B + 4M + S)/6)L$	(3)
Uçlardaki Ç.O.	$V = \frac{\pi}{4} \cdot L \cdot \left(\frac{d_0 + d_n}{2}\right)^2$	(4)
Hossfeld	$V = ((3G + S)/4)L$	(5)
Bruce	$V = (0.25B + 0.75S)L$	(6)
P.-Doruska	$V = ((PB) + ((1 - P) \cdot S))L$	(7)
Centroid	$V = SL + (1/2)bL^2 + (1/3)cL^2$	(8)

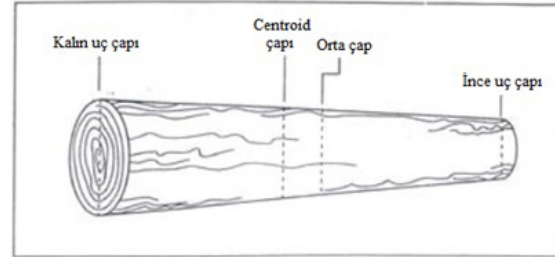
Tablo 1. Örnek tomruklara (3 m) ilişkin bazı istatistik veriler
Table 1. Some statistical data on sample logs (3 m)

Tomruk türü	N (adet)	Kalın uç çap(d_0) (cm)	Ortalama, (Standart sapma)		
			Kalın uç çap (d_0) (cm)	Orta çap ($d_{0,5}$) (cm)	İnce uç çap (d_n) (cm)
Kızılcıam	45	≤ 57,0	42,0 (9,0)	40,0 (9,1)	38,3 (9,0)
Karaçam	30	≤ 54,0	36,7 (10,3)	35,1 (10,2)	33,6 (0,1)
Sedir	40	≤ 55,0	34,6 (9,1)	32,7 (8,8)	30,9 (8,7)

Örnek tomrukların seksiyon yöntemi yardımıyla hesaplanan hacimleri ile diğer hacim formüllerine göre hesaplanan hacimler arasında bulunan hata

Burada;

- $d_0, d_n, d_{0,5}$: Tomruğun kalın, ince ve orta uç çapını,
- $d_{1/3}$: Tomruk uzunluğunun 1/3'ündeki çapı (Şekil 1),
- V : Tomruk hacmini,
- L : Tomruk boyunu (m),
- M : Tomruk ortasındaki göğüs yüzeyini ($M = \frac{\pi}{4} d_{0,5}^2$),
- B : Tomruğun kalın ucundaki göğüs yüzeyini (gy),
- S : Tomruğun ince ucundaki gy ,
- G : Kalın uç tarafından tomruk uzunluğunun 1/3'üne denk gelen gy ,
- C : Tomruğun kalın uç tarafından itibaren tomruk uzunluğunun q mesafesindeki ve tomruk hacmini iki eşit parçaya bölen noktadaki gy ,
- P : $0,15 + 136 / (0,394 \cdot d_0)^3 + 0,002(3,289 \cdot L)$ formülüyle hesaplanan değeri,
- b : $(B - S - CL^2) / L$ formülüyle hesaplanan değeri,
- c : $(B - C(L/e) - S(1 - L/e)) / (L^2 - Le)$ formülüyle hesaplanan değeri,
- q : $L - ((((((d_0/d_n)^4 + 1)^{0,5} - 2^{0,5}) / (2^{0,5}((d_0/d_n)^2 - 1))))))L$ formülüyle hesaplanan değeri
- e : $L - q$ formülüyle hesaplanan değeri ifade etmektedir.



Şekil 1. Arazide tomruk hacim tahminleri için yapılan bazı ölçümler

Shape 1. Some measurements for log volume estimates in the woodyard

3. Bulgular

Çalışma kapsamında ölçülmüş olan tüm tomruklara ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler Tablo 1'de; ayrıca seksiyon hacimleri ile her bir formüle göre hesaplanan hacim değerlerine ilişkin çeşitli istatistiksel bilgiler ise Tablo 2'de verilmiştir.

miktarları (OH, OMHY ve THY) ve buna ilişkin yapılmış başarı sıralamaları da, Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Örnek tomruklara ilişkin tanımlayıcı istatistikler
Table 2. Descriptive statistics for sample logs

Tomruk Türü	Hesaplanan Hacim (dm ³)	Min. (dm ³)	Maks. (dm ³)	Ort. (dm ³)
Kızılçam	Gerçek Hacim	134,333	700,338	397,334
	Huber	130,055	712,388	395,916
	Smalian	136,590	700,966	398,846
	Newton-Riecke	132,233	708,580	396,893
	Uçlardaki Ç.O.	135,648	699,494	398,028
	Hossfeld	138,886	713,094	401,683
	Bruce	125,286	680,772	381,678
	Patterson-Doruska	128,535	704,168	394,704
	Centroid	133,518	709,996	398,754
Karaçam	Gerçek Hacim	88,003	661,637	314,600
	Huber	85,913	661,520	312,980
	Smalian	90,079	661,755	315,867
	Newton-Riecke	87,301	661,598	313,943
	Uçlardaki Ç.O.	89,549	661,520	315,248
	Hossfeld	89,726	664,743	318,334
	Bruce	83,190	649,274	302,883
	Patterson-Doruska	92,488	654,838	310,661
	Centroid	85,257	662,639	315,045
Sedir	Gerçek Hacim	88,978	692,770	270,638
	Huber	88,633	699,494	269,280
	Smalian	91,021	686,954	271,619
	Newton-Riecke	89,429	695,314	270,059
	Uçlardaki Ç.O.	89,549	686,718	270,742
	Hossfeld	89,800	693,858	275,146
	Bruce	79,540	674,237	257,354
	Patterson-Doruska	93,600	679,868	266,327
	Centroid	89,623	694,698	271,902

Hata kriterlerine göre nisbi sıralama yapılmıştır ve tablodan anlaşılacağı üzere; tomrukları hacimlendirmede en az hata veren formüller kızılçam için Newton-Riecke, karaçam için Centroid ve sedir için ise uçlardaki çaplar ortalaması formülleri olarak bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 4'te; seksiyon yöntemiyle hesaplanan hacimleri ile diğer formüller vasıtasıyla (Huber, Smalian, Newton-Riecke, Uçlardaki çaplar ortalaması, Hossfeld, Bruce, Patterson-Doruska ve Centroid) hesaplanan hacimlerin; arasında yapılan istatistiksel test sonuçları verilmiştir.

İstatistiksel test sonuçlarına göre, çalışma kapsamında kullanılan bütün formüllerle hesaplanmış olan hacim değerlerine ilişkin varyanslar homojen bulunmuştur ($p>0,05$; (Tablo 4)).

Tablodan da anlaşılacağı üzere; gerçek hacim değerleri ile ilgili formüller kullanılarak hesaplanan hacim değerlerinin arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde fark bulunan formüllerin kullanımları (Hossfeld, Bruce, P.Doruska formülleri) önerilmemektedir ($p<0,05$).

Ancak, anlamlılık düzeyinde fark bulunmayan formüller içinde ise kızılçam tomruklarını hacimlendirmede Huber, Newton-Riecke ve Uçlardaki çaplar ortalaması formüllerinin; karaçam tomruklarının hacimlendirmede Huber, Newton-Riecke, Uçlardaki çaplar ortalaması ve Centroid formüllerinin; sedir tomruklarının hacimlendirmede ise Huber, Smalian, Newton-Riecke ve Uçlardaki çaplar ortalaması formüllerinin kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır ($p>0,05$).

Ayrıca, araştırmada kullanılan hacim formüllerinin, farklı türlere ait tomruk hacimlendirmedeki başarıları, oransal fark olarak da araştırılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5 incelendiğinde görülmektedir ki; kızılçam tomruklarını hacimlendirmede sırasıyla en başarılı formüller; Newton-Riecke (%0,216 hata ile), Uçlardaki çaplar ortalaması ve Huber formülleri; karaçam tomruklarını hacimlendirmede sırasıyla en başarılı formüller; Centroid (%0,497 hata ile), Newton-Riecke, Uçlardaki çaplar ortalaması ve Huber formülleri; sedir tomruklarını hacimlendirmede ise sırasıyla en başarılı formüller; Uçlardaki

Tablo 3. Tomruk gerçek hacimleri ile çeşitli formüllere göre hesaplanan hacimlerin karşılaştırılması
Table 3. Comparison of the actual volumes of the log with the volumes calculated according to various formulas.

Tomruk Türü	Yöntem	OH	% OMH	% TH	Σ Sıra
Kızılcım	Huber	-1,418 (3)	1,116 (7)	-0,358 (4)	(14)
	Smalian	1,512 (5)	0,622 (3)	0,379 (5)	(13)
	Newton-Riecke	-0,441 (1)	0,608 (2)	-0,111 (1)	(4)
	Uçlardaki Ç.O.	0,694 (2)	0,593 (1)	0,174 (2)	(5)
	Hossfeld	4,349 (7)	1,112 (6)	1,083 (7)	(20)
	Bruce	-15,657 (8)	3,940 (8)	-4,102 (8)	(24)
	Patterson-Doruska	-2,630 (6)	1,029 (5)	-0,666 (6)	(17)
	Centroid	1,420 (4)	0,798 (4)	0,356 (3)	(11)
Karaçam	Huber	-1,620 (5)	1,093 (5)	-0,518 (5)	(15)
	Smalian	1,267 (4)	0,553 (2)	0,401 (4)	(10)
	Newton-Riecke	-0,648 (2)	0,621 (3)	-0,205 (2)	(7)
	Uçlardaki Ç.O.	0,657 (3)	0,492 (1)	0,210 (3)	(7)
	Hossfeld	3,733 (6)	1,194 (6)	1,173 (6)	(18)
	Bruce	-11,72 (8)	3,725 (8)	-3,869 (8)	(24)
	Patterson-Doruska	-3,94 (7)	1,485 (7)	-1,268 (7)	(21)
	Centroid	0,444 (1)	0,901 (4)	0,141 (1)	(6)
Sedir	Huber	-1,359 (5)	1,993 (7)	-0,505 (5)	(17)
	Smalian	0,981 (3)	0,641 (2)	0,361 (3)	(8)
	Newton-Riecke	-0,579 (2)	0,800 (3)	-0,214 (2)	(7)
	Uçlardaki Ç.O.	0,104 (1)	0,811 (4)	0,038 (1)	(6)
	Hossfeld	4,508 (7)	1,276 (5)	1,638 (7)	(19)
	Bruce	-13,285 (8)	3,405 (8)	-5,162 (8)	(24)
	Patterson-Doruska	-4,311 (6)	1,625 (6)	-1,619 (6)	(18)
	Centroid	1,263 (4)	0,495 (1)	0,465 (4)	(9)

çaplar ortalaması (%0,055 hata ile), Newton-Riecke, Huber ve Smalian formülleridir.

Kullanılmaları anlamlı bulunmayan, Hossfeld, Bruce, Patterson-Doruska formüllerinin ortalama hacim farkı oranlarının da yüksek olduğu bu tabloda görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma sonuçları detaylı olarak ele alındığında; üç ağaç türünün tomruklarında da Newton-Riecke, uçlardaki çaplar ortalaması ve Huber formüllerinin hata değerleri; ayrıca karaçamda Centroid ve sedirde de Smalian formüllerinin hata değerleri sıfırdan farklı bulunmuştur ($p > 0,05$). Bu formüller içinde kızılçamda Newton-Riecke, karaçamda Centroid ve sedirde ise uçlardaki çaplar ortalaması formülleri en az hatayı veren formüller olmuştur.

Araştırmanın yapıldığı bölgede orta kalite sınıfındaki kızılçam ($d_0 \leq 57,0$ cm), karaçam ($d_0 \leq 54,0$ cm), ve sedir ($d_0 \leq 55,0$ cm) türlerinin hacimlendirmesinde:

- Kullanımına fazla rastlanılmayan Hossfeld metodunun tercih edilmemesi gerektiği;
- Ulusal ve uluslararası literatürde çeşitli tomruk

hacimlendirmelerinde başarısı denenmiş olan Bruce ve Patterson-Doruska formüllerinin ise farklı boyutlarda veya farklı tomruk türlerinde ve denenmeden tercih edilmemesi gerektiği,

- Çalışmada yalnızca karaçam tomruklarını hacimlendirmede başarılı olan Centroid metodunun; düşük hata oranına sahip olan bir formül olması sebebiyle ve farklı tür ve boyutlardaki tomruklarda denenmek suretiyle tercih edilebileceği,
- Yaygın olarak bilinen Huber, Smalian ve Newton-Riecke formüllerinin, yapılacak çalışmanın ekonomik çerçevesi düzeyinde, yine hata oranı kontrol edilerek kullanılabilirliği,
- Çok yaygın bilinmeyip kullanılmayan ‘uçlardaki çaplar ortalaması formülünün’ ise daha yaygın olarak kullanılabilirliği,
- Çalışma sınırları da dikkate alınarak, ilgili ağaç türlerinin, belirtilen ortalama çap değerleri içerisinde benzer sonuçlar vereceği düşünüldüğünde, başarısı ortaya çıkarılan ilgili formüllerin tercih edilebileceği önerilmektedir.

Önceki çalışmalarda; Özçelik (2002), kızılçam ve sedir tomruklarını hacimlendirmede en düşük ha-

Tablo 4. Tam ölçme ile ikili karşılaştırma t testi sonuçları
Table 4. Paired comparison t-test results with full measurement

Tomruk Türü	Yöntem	Varyansların Eşitliği		t-testi sonuçları	
		Levene istatistiği	p	t	p
Kızılcım	Huber	0,004	0,949	1,702	0,096
	Smalian	0,001	0,981	-3,836	0,000
	Newton-Riecke	0,001	0,973	0,853	0,398
	Uçlardaki Ç.O.	0,001	0,982	-1,588	0,119
	Hossfeld	0,000	0,995	-10,465	0,000
	Bruce	0,026	0,872	13,824	0,000
	Patterson-Doruska	0,010	0,922	4,060	0,000
	Centroid	0,001	0,970	-2,418	0,020
Karaçam	Huber	0,000	0,996	1,710	0,098
	Smalian	0,000	0,991	-3,669	0,001
	Newton-Riecke	0,000	0,998	1,144	0,262
	Uçlardaki Ç.O.	0,000	0,992	-1,845	0,075
	Hossfeld	0,004	0,951	-6,216	0,000
	Bruce	0,010	0,920	11,028	0,000
	Patterson-Doruska	0,009	0,925	4,997	0,000
	Centroid	0,000	0,997	-0,612	0,545
Sedir	Huber	0,013	0,909	1,001	0,323
	Smalian	0,001	0,981	-1,084	0,285
	Newton-Riecke	0,005	0,945	0,645	0,523
	Uçlardaki Ç.O.	0,000	0,990	-0,116	0,908
	Hossfeld	0,011	0,915	-5,656	0,000
	Bruce	0,059	0,809	8,986	0,000
	Patterson-Doruska	0,044	0,835	3,543	0,001
	Centroid	0,000	0,993	-2,486	0,017

Tablo 5. Çeşitli yöntemlere göre hesaplanan tomruk hacimlerinin ortalama fark yüzdeleri (%)
Table 5. Average difference percentages of log volumes calculated according to various methods (%)

Yöntem	Gerçek Hacme Göre Ort. Fark (%)		
	Kızılcım	Karaçam	Sedir
Huber	0,588	1,321	0,100
Smalian	-0,529	-1,085	-0,445
Newton-Riecke	0,216	0,519	-0,081
Uçlardaki Ç.O.	-0,279	-0,538	-0,055
Hossfeld	-1,292	-3,023	-1,760
Bruce	4,241	9,924	5,329
Patterson-Doruska	1,480	2,782	0,964
Centroid	-0,346	-0,497	-0,646

ayı Centroid formülünün verdiği; yine Özçelik (2006), kızılçam ve sedir tomruklarını hacimlendirmede Patterson-Doruska formülünün en başarılı olduğunu; ayrıca Bruce ve Smalian formüllerinin

de kullanılabileceğini; Güney (2007), kızılçam ve sedir tomruklarını hacimlendirmede Huber ve Smalian formülleri yerine, daha az hata veren Centroid formülünün kullanılabileceğini, Durkaya ve

Durkaya (2011)'da, sedir ve karaçam tomruklarını hacimlendirmede Smalian formülünün Newton-Riecke ve Huber formülünden daha az hatalı sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmamız ise önceki çalışmalarla kısmen örtüşmektedir. Ancak, daha önceki çalışmaların birçoğuna göre daha fazla yöntemin kullanılması, tomrukların elde edildikleri yöre ve ağaç üzerindeki konum farklılığı ile ayrıca diğer çalışmalarda seçilen ölçüm sıklığının farklı olması nedenleriyle bazı farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca diğer çalışmalarda denenmemiş olan 'uçlardaki çaplar ortalaması' formülü de çalışmamızda dikkate değer derecede üstünlük sağlamıştır. Bu formülünde göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında önerilen bu formüllerden her birinde ölçülecek değişken sayısı ve çeşidi farklıdır. Dolayısıyla, orman depolarında ya da kesilmiş olan tomruklar üzerinde yapılacak olan araştırma veya satışlar için hacimlendirmenin önemi ve ekonomik değeri ne kadar büyükse, kullanılacak formül ya da formüller, ölçüm aşamasının zor olması suretiyle ve kaybedilecek zaman da dikkate alınarak tercih edilmelidir. Özellikle Centroid Yöntemi için çok detaylı ölçüm ve hesaplamalar gerekmesi ayrıca Newton-Riecke Yöntemi için de üç farklı noktada çap ölçümü gerekmesi, hacim hesaplama işlemleri sırasında zaman alıcı ve masraflı görülmektedir. Ancak, yapılacak olan çalışmalar, ekonomik getiri yönünden daha çok önem arz ediyorsa, detaylı ölçümlerin yapılması; hacimlendirmedeki hata oranını ve ekonomik kayıpları önleyecektir.

Kaynaklar

Akgür, 1982. Gövde hacminin tayininde kullanılan formüllerin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi (İÜ) Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 301-365.

Bruce, D. 1982 Butt log volume estimators. *Forest Science*. 28:489-503.

Carus, 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağıl uzaklıklara göre kıyaslanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ) Orman Fakültesi Dergisi*, A(1): 101-114.

Diker, M., 1946. Ağaç ve Odun Ölçme Bilgisi. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 230 s, Ankara.

Durkaya, B., Durkaya, A., 2011. Tomruk hacminin hesaplanmasında kullanılan çeşitli hacim formüllerinin karşılaştırılması. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(20): 18-22.

Firat, F., 1973. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi yayın no: 93, 359 s, İstanbul.

Filho, A.F., Machado, S.A., Carneiro, M.R.A., 2000.

Testing accuracy of log volume calculation procedures against water displacement techniques (xylometer). *Canadian Journal of Forest Research*, 30(6): 990-997. Doi:10.1139/cjfr-30-6-990.

Günay Z., Çancı F. 1982. Orman Ürünleri Standardizasyonu ve Kübajı., Saydam Matbaası, Ankara.

Güney, İ.H., 2007. Ağaç ve Tomruk Hacimlerinin Tahmininde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Karşılaştırılması. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

IBM Corp. Released 2010. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp., USA.

Kahriman, A., Sönmez, T., Şahin, A., Yavuz, M. 2016. A bark thickness model for calabrian pine in Turkey. Proceedings of the 2 nd International Conference on Science, Ecology and Technology, Barcelona, 23-25 August 2016, pp. 661-670.

Kahriman, A., Sönmez, T., Şahin, A., 2017. Antalya ve Mersin Yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim tabloları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1): 9-22.

Kalıpsız A. 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, No:3052/328, 349 s, İstanbul.

Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İÜ Orman Fakültesi yayın no: 354, 407 s, İstanbul.

Kapucu, F. 2004, Orman Amenajmanı, 515 s, Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Yayın No: 215, Trabzon.

Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U., Mısır, N., 2002. Kestane Meşcerelerinin Hasılat ve Amenajman Esasları. TOGTAG 2229 nolu TÜBİTAK Projesi, 118 s, Ankara.

Li, C., Barclay, H., Hans, H., Sidders, D., 2015. Estimation of Log Volumes: A comparative study. natural resources Canada, Canadian Forest Service, Canadian Wood Fibre Centre: Edmonton, AB, Canada.

Miraboğlu, M., 1959. Orta Yüzey Formülünün Sıhhati ve Devlet Orman İşletmelerimizdeki Tatbikatı. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(1): 31-47.

OGM, 1991. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik. Ankara.

Özçelik, R., 2002. Tomruk hacminin tahmininde kullanılan centroid metod ve dört standart formülün karşılaştırılması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(1): 115-120, Isparta.

Özçelik, R. 2006. İstiflenmiş tomruklarda kullanılan hacim formüllerinin karşılaştırılması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(1): 26-32, Isparta.

Özçelik, R., Wiant, Jr, H.V., Brooks, J. R., 2008. Accuracy using xylometry of log volume estimates for two tree species in Turkey, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23:3, 272-277.

-
- Patterson, D.W., Doruska, P.F., 2004. A new and improved modification to Smalian's equation for butt logs. *Forest Products Journal*, 54: 69-72.
- Sun O., Eren M. E., Orpak M. 1978. Temel ağaç türlerimizde tek ağaç ve birim alandaki odun çeşidi oranlarının saptanması. (TÜBİTAK, proje no: TOAG-288), Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Yayını, Ankara.
- Şahin, A., 2015. Mersin Yöresi Saf Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Artvin.
- Şahin, A., Sönmez, T., Kahriman, A., 2017. Single entry raw wood products table construction for calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Mersin region. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1): 23-35.
- Tewari, V.P., Singh, B., 2005. Comparison of Bruce's formula and other methods for log volume estimation. *Indian Forester*, 131(7): 917-924.
- Wiant. H.V. Jr., D.W. Patterson. C.C. Hassler. J.C. Rennie. 1993. Comparison of Bruce's Formula and Other Methods for Estimating the Volume of Butt Logs. Modern Methods of Estimating Tree and Log Volume. Proc.. IUFRO Conference; Morgantown. West Virginia University, June 14-16: 79-85, USA.
- Wiant. H. V. Jr., D. W. Patterson. C. C. Hassler. G. B. Wood., J. C. Rennie., 1996. Comparison of formulas for estimating volumes of butt logs of appalachian hardwoods. *Northern Journal of Applied Forestry*, 13(1):5-7.
- Williams. J.G.. W.H. McNab. A Clark. III. 1991. Volume Estimators for Pondcypress Butt Logs. Res. Note SE-361. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. Ashville NC. 7pp., USA.
- Wood. G.B., H.V. Wiant Jr.. 1990. Estimating the volume of Australian Hardwoods using centroid sampling. *Australian Journal of Forestry*: 53. 271-274.
- Wood. G.B., H.V. Wiant Jr., R.J. Roy. J.A. Miles. 1990. Centroid sampling: a variant of importance sampling for estimating the volume of sample trees of radiata pine. *Forest Ecology and Management*: 36. 233-243.
- Yavuz, H. 1999a. Taşköprü yöresinde karaçam için hacim fonksiyonları ve hacim tabloları, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 1181-118.
- Yavuz, H. 1999b. Comparison of the centroid method and four standard formulas for estimating log volumes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 597-602.
- Yeşil, A. 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılçam Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Akdağ kütesinin bazı toprak özelliklerinin model tabanlı dağılım haritaları

Model based distribution maps of some soil properties in Akdağ massif

Nejat CELİK¹
Kürşad ÖZKAN²
Ahmet MERT²
Mehmet TÜRKKAN³

¹ Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları
Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Isparta

³ Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Nejat CELİK
nejatcelik@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

05.05.2021

Kabul Tarihi (Accepted)

29.06.2021

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Şükrü Teoman GÜNER
stguner@gmail.com

Atıf (To cite this article): Celik, N., Özkan, K., Mert, A., Türkkan, M. (2021). Akdağ kütesinin bazı toprak özelliklerinin model tabanlı dağılım haritaları. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8 (2), 180-196. DOI: 10.17568/ogmoad.932851

Öz

Bu çalışma Kütahya-Simav yöresinde yer alan Akdağ Kütesi'nde bazı fiziksel toprak özelliklerinin haritalanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Toprak özelliklerinin dağılım modellerini elde etmek için regresyon ağacı tekniği (RTT) kullanılmıştır. Toprak kireç içeriği (10-30 cm), toprak derinliği ve genel toprak taşlılığına ait ağaç modeller elde edilememiştir. Elde edilen ağaç modellerden, hem eğitim seti (ta) hem de test seti (tb) sonuçlarına göre, en yüksek açıklanan varyans (R^2) değerlerine sahip toprak özellikleri sırası ile Kil2 ($R^2(\text{ta})=0,384$; $R^2(\text{tb})=0,313$), Kum2 ($R^2(\text{ta})=0,370$; $R^2(\text{tb})=0,280$), Kil1 ($R^2(\text{ta})=0,495$; $R^2(\text{tb})=0,236$) ve Kum1 ($R^2(\text{ta})=0,404$; $R^2(\text{tb})=0,233$) içerikleri olmuştur. Ayrıca bu toprak özelliklerinin tamamına ait ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri kabul edilebilir kestirim geçerliliği anlamına gelen 50 değerinin altında kalmıştır. Diğer toprak özelliklerinin ağaç modellerinde eğitim ve özellikle test R^2 değerleri düşük veya çok düşük çıkmıştır. RTT ile elde edilen dağılım modelleri çalışma alanı boyunca yaygınlaştırılmış ve böylece toprak özelliklerine ait dağılım haritaları çıkartılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kestirim modelleme teknikleri, ekosistem, toprak, haritalama, CBS

Abstract

This study was carried out to create predictive distribution maps of some physical soil properties in Akdağ mountain district from Simav-Kütahya region. To build the distribution models of soil properties, regression tree technique (RTT) was employed. RTT models of soil lime content at 10-30 cm, soil depth and general soil stoniness couldn't be built. Among the obtained tree models, according to the results of both of training (ta) and testing (tb) sets, the response variables belonging to highest explained variance (R^2) values are Clay2 ($R^2(\text{ta})=0.384$, $R^2(\text{tb})=0.313$), Sand2 ($R^2(\text{ta})=0.370$, $R^2(\text{tb})=0.280$), Clay1 ($R^2(\text{ta})=0.495$, $R^2(\text{tb})=0.236$) and Sand1 ($R^2(\text{ta})=0.404$, $R^2(\text{tb})=0.233$) respectively. Besides mean absolute percentage error (MAPE) values of all those soil variables were less than 50 which means acceptable forecast accuracy. The obtained tree models of the other response data have low training and in particular testing R^2 values. The distribution models obtained from RTT were visualized across the study area. Thus the distribution maps of the soil properties were provided.

Keywords: Predictive modelling techniques, ecosystem, soil, mapping, GIS



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Son yıllarda gerek istatistiksel metotların ve coğrafi bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve gerekse bu metotlara yönelik yapılmış yazılım ve programlara erişimin kolaylaşması sayesinde doğa bilimleri alanında coğrafi dağılım modellemesi ile ilgili çalışmalarda önemli bir artış olmuştur.

Ekosistemlerde model tabanlı haritalama konusunda bitki ve hayvan türlerine yönelik gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır (Şentürk, 2012; Özkan ve ark., 2015; Mert ve ark., 2016; Kıracı ve Mert, 2019; Kıracı, 2021). Canlı türlerine yönelik çalışmalar ile kıyaslandığında cansız ortam faktörlerinin model tabanlı haritalamasına yönelik çalışmalar ise çok daha düşük oranda kalmıştır.

Ekosistemin parçası olan cansız ortam faktörleri içinde toprak özelliklerinin modellenmesi ve haritalanması ile ilgili birçok ülkede ağırlıklı olarak ve Türkiye’de neredeyse tamamen jeostatistiksel yaklaşımların tercih edildiği görülmektedir (Çamoğlu ve ark., 2006; Altındal, 2011; Babagil, 2008; Turgut ve Öztaş, 2012; Gül, 2015; Gürel ve Erşahin, 2020).

Dünya genelinde toprak özelliklerinin haritalanmasında dağılım modellerinin kullanıldığı çalışma sayısının, jeostatistiksel metotların kullanıldığı çalışma sayısına göre oldukça düşük oranda kaldığı söylenebilir. Dağılım modelleri kullanılarak yapılan toprak haritalama çalışmaları içinde en dikkat çekenleri Hengl ve ark. (2004), Sulaeman ve Subagyo (2005), Penížek ve Borůvka (2006), Kuriakose ve ark. (2009), Ma ve ark. (2017), Akarsu (2018) ve Emadi ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Toprak özelliklerinin haritalanmasında jeostatistiksel metotların kullanılması özellikle düz veya penetlen yapıları arazilerde ve yoğun örnekleme yapıldığı yerlerde başarılı olabilir. Fakat bu metotların dağlık orman ekosistemlerinde ve örnekleme yoğun yapılmadığı durumlarda verimli sonuçlar verme ihtimali düşüktür. Gürel ve Erşahin (2020) toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği üzerine yazdıkları makalede, birçok araştırmacıya atıfta bulunarak bir bilgi paylaşımı yapmışlardır. Bu bilgi paylaşımından anlaşılacağı üzere jeostatistiksel metotlar ile toprak haritalamasının başarısı, haritalaması gerçekleşecek toprak özelliklerinin mesafeye bağlı sistematik değişim gösterme derecesine bağlıdır.

Toprak özelliklerinin mesafeye bağlı olarak sistematik değişim göstermesi penetlen veya düz arazilerde bulunan topraklar için geçerli olabilir.

Fakat orman topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bu şekilde bir sistematik değişimin olması pek mümkün değildir. Zira orman ekosistemleri genelde dağlık alanlarda bulunmaktadır. Dağlık alanlarda toprak özelliklerinin değişiminde temel rol oynayan faktörler yeryüzü şekli, iklim özellikleri ve jeolojik formasyondur ve bu özellikler genelde mesafeye bağlı sistematik değişimler göstermezler. Orman ekosistemlerinde toprak haritalaması konusunda Kantarcı ve Tolunay (1996), Başaran ve ark. (2008), Başaran ve ark. (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda yeryüzü şekli, iklim ve anakaya özelliklerinin dikkate alınması sebepleri de bu gerçeğe dayanmaktadır.

Bu yüzden dağlık orman ekosistemlerinde tahmin yöntemlerine dayalı toprak haritalama çalışmaları için daha uygun olabilecek seçenek, toprak özelliklerinin dijital iklim, topografya ve jeolojik değişkenler kullanarak modellenmesi ve haritalanmasıdır. Türkiye’de, toprak özelliklerinin dijital çevresel değişkenler (iklim ve sayısal yükselti modeli (SYM ve SYM’den türetilen topografik indis haritaları)) kullanarak modellenmesi ve haritalanması üstüne bildiğimiz kadarıyla sadece Akarsu (2018) tarafından gerçekleştirilmiş bir çalışma bulunmaktadır.

Çalışmamız Akdağ Kütlesi’nde toprak derinliği, toprak taşlılığı, toprak türü ve toplam kireç içeriğinin dijital açıklayıcı değişkenler (topografik, bioklimsel ve jeolojik haritalar) üstünden regresyon ağacı tekniği kullanarak modellenmesi ve haritalanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın toprak haritalama konusunda planlanan veya yürürlükte olan benzer çalışmalara faydalı olacağı temenni edilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Kütahya’ya bağlı Simav ilçesi ile Balıkesir’e bağlı Dursunbey ilçeleri arasında yer almaktadır. Çalışma alanının en yüksek yeri 2.093 metre (m) olup 39°10’12” -39°19’48” kuzey enlemleri ile 28°40’30”- 28°55’48” doğu boylamları arasında yer almaktadır ve yaklaşık olarak 66.500 hektar (ha) alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

Çalışma alanına ait en yakın Meteoroloji İstasyonları Simav (809 m) ve Dursunbey (637 m)’de bulunmaktadır. Dursunbey ilçesinin yıllık yağış miktarı 537,4 mm ve ortalama sıcaklığı ise 12,2°C’ olup bu değerler Simav ilçesi için sırası ile 773,6 mm ve 11,9°C’dir (Arslan ve ark., 2020). Akdağ Kütlesi’nin iklimi, Emberger metodu kullanılarak ve bu iki istasyonun verilerine dayandırılarak “Akdeniz-

li” olarak nitelendirilmiştir (Arslan ve ark., 2020).

Akdağ Kütlesi'nin alt yükseltisinde saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) topluları yer almaktadır. Saçlı meşeye 950 m yükseltiden itibaren Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) eşlik etmektedir. Alanın önemli kısmında karaçam saf toplular oluşturmakta, kimi yerlerde doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ile karışım yapmaktadır. Akdağ Kütlesi'nde doğu kayını genel olarak 1.500 ile 1.850 m'lerde saf toplular oluşturmaktadır. Kütle'nin kuzey bakısında kayının saf toplulukları 1.350 m'ye kadar inebilmektedir. Akdağ Kütlesi'nde 300'den fazla damarlı bitki türü olup, bunlardan yaklaşık %12,5' endemiktir (Arslan ve ark., 2020).

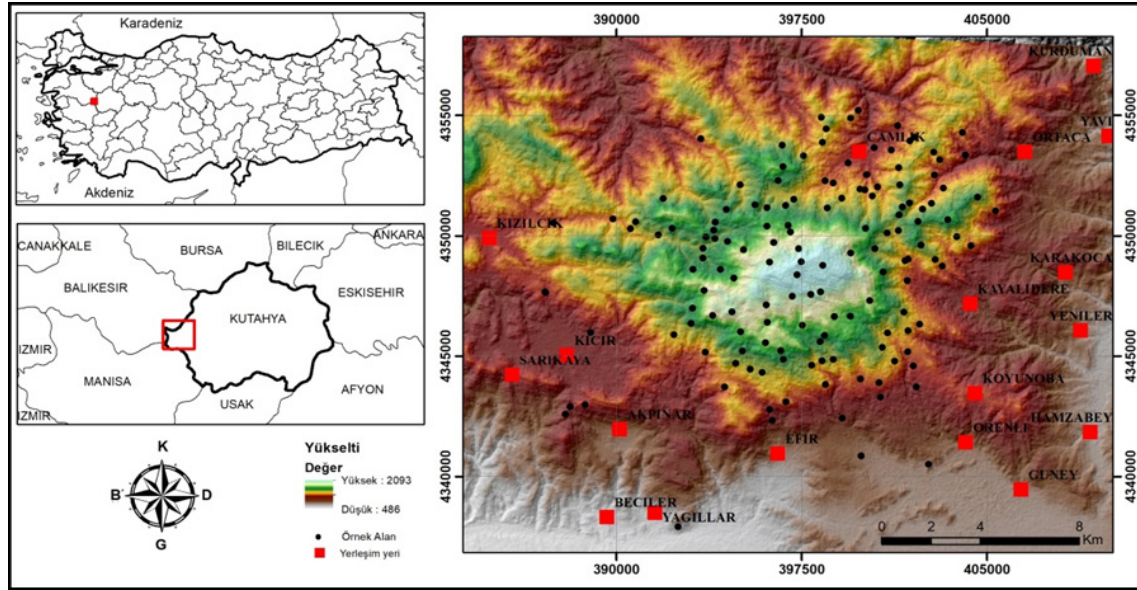
Çalışma alanında hakim anakaya türü volkanik kayalık olup alanın %44'lük kısmını kaplamaktadır. Alanın önemli bir kısmında granit-granodiyorit (%17), migmatit gnays (%7), ve konglomera-kum

taşı-kil taşı (%6) yer almaktadır. Alanın geriye kalan %26'lık kısmı diğer anakaya tipleri (dasit-andezit, kumtaşı-kiltaşı sist, andezit/ trakiandezit-dasit, dasit-riyodasit) tarafından paylaşılmıştır (MTA, 2011).

2.2. Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları başlamadan önce istikşaf gezileri yapılmış ve örneklemenin yapılacağı yerler genel olarak belirlenmiştir. Toprak örnekleme yükselti, baki, anakaya, yeryüzü şekli özelliklerini temsil edecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Toplam 145 örnekleme alanında çalışılmıştır. Örneklemenin yapıldığı yerler Şekil 1'de gösterilmiştir.

Her örnek alanında anakaya 100 cm'den daha derinde ise 100 cm'ye kadar, anakaya 100 cm'den daha derinde değil ise anakaya derinliğine kadar toprak çukuru açılmış, 0-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm ve 60-100 cm derinlik kademelerinden hacim silindiri ile bir litre toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı haritası ve örnek alanların konumu
Figure 1. Location map of the study area and location of the sample areas

2.3. Laboratuvar çalışmaları

Araziden alınan toprak örnekleri laboratuvarında hava kurusu hale geldikten sonra, kesikleri por-selen havanda parçalanarak 2 mm gözeneğe sahip elekten geçirilmiş ve tartılmıştır. Eleğin üzerinde kalan taşın hacmi belirlenmiştir (Eruz, 1984). Mililitre (mL) olarak elde edilen hacim değeri yine mL cinsinden silindir hacmine bölünerek toprak taşlılığı % olarak elde edilmiştir. 0-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm ve 60-100 cm derinlik kademelerinin toprak taşlılık değerleri (%) sırası ile Tas1, Tas2, Tas3 ve Tas4 olarak kodlanmıştır (Tablo 1).

Genel toprak taşlılığı % olarak (geneltas) bütün topraklarda 100 cm derinlik kademesine (standart derinlik kademesine) göre hesaplanmıştır. Eğer açılan bir toprak çukurunda bütün derinlik kademeleri yok ise, eksik olan derinlik kademesi veya kademeleri için taşlılık %'si 100 kabul edilmiştir.

$$\text{Geneltas} = \frac{\sum_{i=1}^4 w_i \text{tas}_i}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (1)$$

Eşitlikte i derinlik kademelerini ($i=1, 2, 3, 4$), temsil etmektedir. w_i i derinlik kademesinin cm olarak kalınlık değeridir.

Toprak örneklerinin tanecik boyutuna göre sınıflandırılması Hidrometre yöntemiyle (Kroetsch ve Wang, 2008), toplam CaCO₃ Scheibler kalsimetresi ile (TS 8335 ISO 10693, 1996) belirlenmiştir. Toprak değişkenlerinin derinlik kademelerine göre kodları Tablo 1’de verilmiştir.

2.4. Büro çalışmaları

Büro çalışmaları iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşama tüm verilerin bilgisayar ortamında hazırlanmasını, ikinci aşama düzenlenen verilere istatistiksel analizlerin uygulanması ve haritalanması işlemlerini kapsamaktadır.

2.4.1. Verilerin hazırlanması ve depolanması

Araziden alınan örneklerin laboratuvarında gerçekleştirilen ölçümleri sonucunda elde edilen sayısal değerler Microsoft Office Excel ortamına aktarılmıştır. Örnek alanlar satırlara, her bir derinlik kademesinde elde edilen değişkenlerde sütunlara yazılarak bağımlı değişken veri matrisi istatistiksel analizler için hazır hale getirilmiştir. Ayrıca araziden WGS84 UTM Zone 35 koordinat sisteminde kaydedilen örnek alanların koordinat değerleri de ArcGIS programı yardımıyla sayısal olarak nokta formatında kaydedilmiştir. Değişkenlere ait kodlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Toprak değişkenlerinin (kum,kil,taşlılık) derinlik kademelerine göre kodları
Table 1. The codes of soil variables (sand, clay, stone) according to depth levels

Açıklama	Kod	Açıklama	Kod
0-10 cm toprak kum içeriği	Kum1	60-100 cm toprak toz içeriği	Toz4
10-30 cm toprak kum içeriği	Kum2	0-10 cm toprak kireç içeriği	Kirec1
30-60 cm toprak kum içeriği	Kum3	10-30 cm toprak kireç içeriği	Kirec2
60-100 cm toprak kum içeriği	Kum4	30-60 cm toprak kireç içeriği	Kirec3
0-10 cm toprak kil içeriği	Kil1	60-100 cm toprak kireç içeriği	Kirec4
10-30 cm toprak kil içeriği	Kil2	0-10 cm toprak taş içeriği	Tas1
30-60 cm toprak kil içeriği	Kil3	10-30 cm toprak taş içeriği	Tas2
60-100 cm toprak kil içeriği	Kil4	30-60 cm toprak taş içeriği	Tas3
0-10 cm toprak toz içeriği	Toz1	60-100 cm toprak taş içeriği	Tas4
10-30 cm toprak toz içeriği	Toz2	Genel taşlılık	Geneltas
30-60 cm toprak toz içeriği	Toz3	Toprak derinliği	Topder

Bioiklim değişkenleri www.worldclim.org adresinden indirilmiş olup 30 arc saniye (yaklaşık 1 km) çözünürlüğündedir (Fick ve Hijmans, 2017). Dünya ölçeğinde paylaşımına sunulan ve ascii formatında olan bu veriler çalışma alanı sınırlarına

göre kesilerek tiff formatına çevrilmiştir. Bioiklim verileri WGS84 UTM Zone 35 koordinat sistemi tanımlanarak kaydedilmiştir. Kaydedilen bioiklim verileri Tablo 2’de belirtildiği şekilde kodlanmıştır.

Tablo 2. Bioiklim değişkenleri ve kodları
Table 2. Bioclimatic variables and the codes

Açıklama	Kod	Açıklama	Kod
Yıllık ortalama sıcaklık	bio1_clip	En soğuk üç ay ortalama sıcaklığı (°C)	bio11_clip
Gündüz sınıf ortalaması	bio2_clip	Yıllık yağış (mm)	bio12_clip
Eş ısı	bio3_clip	En nemli ayın yağışı (mm)	bio13_clip
Mevsimsel sıcaklık (°C)	bio4_clip	En kurak ayın yağışı (mm)	bio14_clip
En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı (°C)	bio5_clip	Mevsimsel yağış (mm)	bio15_clip
En soğuk ayın en düşük sıcaklığı (°C)	bio6_clip	En nemli üç ayın yağışı (mm)	bio16_clip
Yıllık sıcaklık (°C)	bio7_clip	En kurak üç ayın yağışı (mm)	bio17_clip
En nemli üç ay ortalama sıcaklığı (°C)	bio8_clip	En sıcak üç ayın yağışı (mm)	bio18_clip
En kurak üç ay ortalama sıcaklığı (°C)	bio9_clip	En soğuk üç ayın yağışı (mm)	bio19_clip
En sıcak üç ay ortalama sıcaklığı (°C)	bio10_clip		

Çalışma alanına ait jeoloji haritası 1/100000 ölçekli olarak MTA web sayfasından indirilmiştir (MTA, 2011). ArcGIS programı yardımı ile resim formatında indirilen bu harita, üzerindeki referans noktalar kullanılarak koordinatlandırılmıştır.

Daha sonra harita üzerinde bulunan farklı anakaya tipleri poligon halinde sayısallaştırılmış ve çalışma alanına ait sayısal jeoloji haritası elde edilmiştir. Haritada bulunan anakaya tipleri ve kodları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Anakaya tiplerinin açıklamaları ve kodları
Table 3. Descriptions and the codes of bedrock types

Açıklama	Kod
Piroklastik	Jeoloji(1)
Granit-granodiyorit	Jeoloji(2)
Konglomera/konglomera-kumtaşı-kil taşı	Jeoloji(3)
Migmatit gnays	Jeoloji(4)
Diğer (Dasit-Andezit, Kumtaşı-Kiltaşı Şist, Andezit/Trakiandezit-Dasit, Dasit-Riyodasit)	Jeoloji(5)

Çalışma alanına ait toprak haritalarının oluşturulabilmesi için ArcGIS programı yardımıyla çevresel değişkenlere ait altlıklar hazırlanmıştır (Mert ve ark., 2013; Özkan, 2013a).

Çalışmada öncelikle 1/25000 ölçekli topografik haritalar kullanılarak alana ait 5 m çözünürlüğünde sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuştur. SYM'nin oluşturulması aşamasında ilk olarak, sayısal olmayan topografik haritalar üzerindeki grid çizgilerinin çakıştığı noktalardaki koordinat değerleri girilerek, UTM (Universal Transverse Mercator, Evrensel Enlem Merkatörü) WGS84 Zone 35 koordinat sisteminde yeniden tanımlanmıştır. Daha sonra bu haritalar üzerindeki eşyükselti eğrileri sayısallaştırılarak, vektör olarak elde edilen eşyükselti eğrilerine öznitelik bilgisi olarak denizden yükseklik değeri girilmiş ve TIN yöntemi yardımıyla SYM elde edilmiştir. Oluşturulan bu yeni raster görüntüdeki her bir piksel değeri, o yerin deniz seviyesinden yüksekliğini ifade etmektedir.

Çalışma alanına ait SYM'nin yukarıda bahsedildiği şekilde oluşturulmasının ardından, çalışmada yer alacak diğer çevresel değişkenlere ait altlık haritaları bu yükseklik modeli yardımıyla üretilmiştir. Bu amaç doğrultusunda ArcGIS programı ile öncelikle eğim ve bakı haritaları elde edilmiştir. Daha sonra, Jennes (2006) tarafından hazırlanan ve bu yazılımın eklentisi olan "topography tools" eklentisi kullanılarak alana ait topografik pozisyon indeksi, arazi yüzü sınıflandırması indeksi, engebellik indeksi, topografik nemlilik indeksi, gölgelenme indeksi, sıcaklık indeksi (McCune ve Keon, 2002), farklı saatlere ait topografik aydınlanma indeksi ve solar radyasyon indeksi haritaları oluşturulmuştur.

Bütün bu aşamaların ardından ArcGIS programı içinde bulunan Raster Calculator eklentisi yardımıyla farklı denklemler kullanılarak bakı uygunluk indeksi (bui), radyasyon indeksi (ri) ve sıcaklık indeksi (si) haritaları elde edilmiştir. Bu indekslere ait haritaların elde edilmesi için kullanılan denklemler aşağıda verilmiştir.

$$bui = \cos(A_{max} - A) + 1 \quad (2)$$

Eşitlik 2'de, A_{max} 202,5°, A ise bakıyı ifade eder. Bakı değerleri radyan cinsinden alınmıştır. Bu denklem sonucunda elde edilen değerler 0 ile +2 arasında değişmektedir (Beers ve ark., 1966).

$$Ri = (1 - \cos((\pi/180) * (Q - 30))) / 2 \quad (3)$$

Eşitlik 3'de, Q bakı değerini temsil etmektedir. Radyasyon indeksi (Ri) değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Kuzey-kuzeydoğu yönündeki alanlarda değerler 0'a doğru yaklaşırken, daha sıcak ve kurak olan güney-güneybatı yönünde ki alanlarda ise 1'e doğru yaklaşmaktadır (Moisen ve Frescino, 2002; Wei ve ark., 2010; Brown Jr. ve Ahl, 2011).

$$si = (\cos(A_{max} - A) + 1) \times \tan(\text{eğim}) \quad (4)$$

Eşitlik 4'de, A_{max} 202,5°, A ise bakıyı ifade eder. 202,5° sıcak güney yönü temsil etmekte olup güney batıya bakan yamaçların en büyük ısı yüküne sahip olduğu varsayılmaktadır (Parker, 1988; Austrheim ve ark., 1999). si değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir.

SYM tabanlı elde edilen tüm çevresel değişkenlere ait altlık haritaların kodları Tablo 4'de verilmiştir.

Örnek alan yerleri, bioiklim haritaları ve çevresel değişkenler için üretilen altlık haritaların tamamı aynı koordinat sisteminde kaydedilmiş ve hepsi depolanmıştır. Daha sonra ArcGIS programı içerisinde bulunan Extract Multi Values To Points eklentisi yardımıyla örnek alanların düştüğü tüm altlık haritalardaki değerler çekilerek modelleme aşamasında kullanılacak veri matrisi elde edilmiş ve dbf formatındaki bu matris Microsoft Office Excel yardımıyla csv formatına dönüştürülmüştür.

2.4.2. Tanımlayıcı istatistiksel analizler, modelleme ve haritalama

Toprak değişkenlerinin ortalama ve %95 olasılıkla alt ve üst sınır güven aralıklarının hesaplamaları için kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

Eşitliklerde, n örnekleme yer alan değerlerin toplam sayılarını (örneklem büyüklüğünü), x_i örneklem içindeki i . değeri ve \bar{x} örnekleme bulunan bütün değerlerin ortalamasını ve σ standart sapmayı temsil etmektedir. Buradan %95 önem seviyesinde güven aralıklarının alt ve üst sınırları eşitlik 7.1 ve eşitlik 7.2 kullanılarak belirlenir (Ci ve Rule, 1987; Weerahandi, 1995).

Tablo 4. SYM tabanlı çevresel değişkenlerin (topografik değişkenlerin) açıklamaları ve kodları
Table 4. Descriptions and the codes of DEM based environmental variables (topographic variables)

Açıklama	Kod	Açıklama	Kod
Bakı uygunluk indeksi	bui	Topoğrafik pozisyon indeksi	tpi
Topografik nemlilik indeksi	cti	Yükselti	dem5m
Eğim (Derece)	egim_drc	Sıcaklık indeksi (Beer)	bersaspct
Bakı	baki	Solar aydınlanma 06:00	rel6am
Gölgelenme	hilshade	Solar aydınlanma 08:00	rel8am
Arazi yüzü sınıflandırması 1	Indfrm3_5	Solar aydınlanma 10:00	rel10am
Arazi yüzü sınıflandırması 2	Indfrm5_11	Solar aydınlanma 12:00	relnoon
Engebelilik 1	rgtns_3	Solar aydınlanma 14:00	rel2pm
Engebelilik 2	rgtns_5	Solar aydınlanma 16:00	rel4pm
Radyasyon indeksi	ri	Solar aydınlanma 18:00	rel6pm
Pürüzlülük	rughnes_3	Solar aydınlanma 20:00	rel8pm
Sıcaklık indeksi	si	Solar aydınlanma indeksi	solarilum
Solar radyasyon indeksi	solarrad		

$$alt\ sınır = \bar{x} - 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (7.1)$$

$$üst\ sınır = \bar{x} + 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (7.2)$$

Ortalama ve alt ve üst sınır güven aralıkları kil, kum, toz, toplam kireç ve toprak iskelet içeriğinin her biri için derinlik kademelerine (0-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm ve 60-100 cm) göre görselleştirilmiştir. Ortalama ve güven aralığı hesap ve grafikleri SPSS programı kullanılarak elde edilmiştir.

Toprak derinliği ve genel iskelet içeriği için güven aralığı hesapları yapılmamıştır. Toprak derinliği ve genel iskelet içeriği için sadece sınıflara dağılım grafikleri verilmiştir. Grafikler toprak derinliği için sığ (0-30 cm), orta derin (31-60 cm), derin (>61 cm) sınıflarına göre, genel iskelet içeriği için taşsız-az taşlı (0-25), orta taşlı (26-50), çok taşlı (51-80), iskelet (litosolik) (81-100) sınıflarına göre oluşturulmuştur.

Çalışmanın modelleme aşamasında regresyon ağacı tekniği (RTT) kullanılmıştır. RTT, değişkenler içerisinden en iyisini seçme ve ortaya çıkan ilişkileri açıklamada kullanılmaktadır. Basit kural tabanına sahip parametrik olmayan bu tekniğin amacı, bağımlı değişkene göre bağımsız değişkenlerden oluşan veri matrisini parçalayarak homojen alt gruplara ayırmaktır (De'ath ve Fabricius, 2000; Özkan 2012). Alt grupların oluşturulmasında veri, ağaç şeklinde dallanarak hiyerarşik bir düzen içerisinde sıralanmaktadır. Alt gruplardaki düğümler ayrımı yapan değişkenleri temsil etmektedir. Bu nedenle, alt gruplara ayrılan bağımlı değişkenlerin eşik değerlerinde düğümler oluşmaktadır. İlk düğüm noktasından son düğüm noktasına kadar her sınıf ayrımında kurallar kullanılarak hem katego-

rik hem de sürekli bağımlı değişkenler modellenmektedir (Breiman ve ark., 1984; De'ath ve Fabricius, 2000; Navarrete ve Espinosa, 2011; Özkan, 2012).

Model değerlendirmesinde kullanılan birçok eşitlik bulunmaktadır. Bu çalışmada, ağaç modellerin hem eğitim seti hem de test seti performans değerlendirme belirleme katsayısı R^2 ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Zira model performans değerlendirmesinde en yaygın olarak R^2 (Aertsen ve ark., 2010) ve MAPE (Goodwin ve Lawton, 1999; Moreno ve ark., 2013) kullanılmaktadır.

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}} \right]^2, \quad 0 \leq R^2 \leq 1 \quad (8)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{100|\hat{y}_i - y_i|}{y_i} \quad (9)$$

Eşitliklerde bulunan y_i gözlenen değerleri, \hat{y}_i modellenen değerleri, \bar{y} gözlenen değerlerinin ortalamasını ve $\bar{\hat{y}}$ modellenen değerlerin ortalamasını ifade etmektedir.

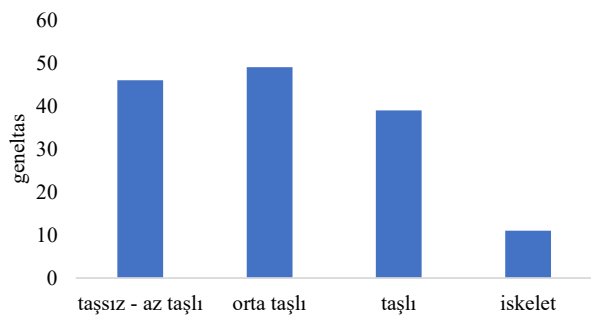
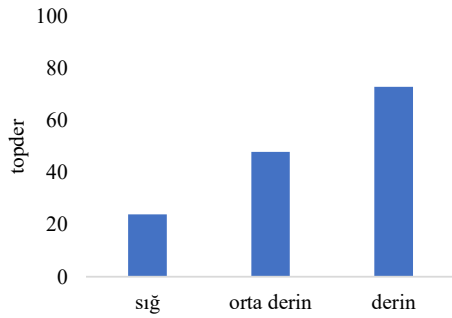
Model performans değerlendirmesinde öncelikle R^2 değerleri dikkate alınmıştır. R^2 değerleri yeterli bulunan modellerin performans değerlendirilmesinde MAPE sonuçları dikkate alınmıştır. MAPE sonuçlarına dayanarak model performansı Lewis (1982)'ye atfen Moreno ve ark. (2013) tarafından verilen aralık değerlerine göre değerlendirilmiştir (Tablo 5).

RTT ile elde edilen modellerdeki kurallar ArcGIS programında bulunan Raster Calculator eklentisi ile yaygınlaştırılmıştır. Regresyon ağacındaki dal-

lanmanın son bulduğu her bir düğüm noktası için Con (Şart) komutu ile düğüm noktasını şekillendiren bağımsız değişkenlerin ayırım değerlerini içeren kurallar yazılarak yaygınlaştırılmıştır. En son olarak da yaygınlaştırılan tüm düğüm noktaları değerleri toplanarak ilgili bağımlı değişken için nihai harita elde edilmiştir.

Tablo 5. MAPE değerleri yorum tablosu
Table 5. Interpretation table of MAPE values

Değerlendirme	
<10	Yüksek doğrulukta kestirim
10-20	Güvenilir kestirim
20-50	Kabul edilebilir kestirim
>50	Zayıf (güvenirliliği düşük) kestirim



Şekil 2. Araştırma alanında açılan toprak çukurlarının mutlak toprak derinlik sınıflarına (sığ (0-30 cm), orta derin (31-60 cm), derin (>61 cm)) ve genel iskelet içeriği sınıflarına göre dağılımları (Taşsız-az taşlı (0-25), orta taşlı (26-50), çok taşlı (51-80), iskelet (litosolik) (81-100))

Figure 2. Distribution of soil pits drilled in the research area according to absolute soil depth classes (shallow (0-30 cm), medium deep (31-60 cm), deep (> 61 cm)) and general skeleton content classes (Stoneless or less stony (0-25), medium stony (26-50), stony (51-80), skeleton (lithosolic) (81-100))

Derinlik kademelerine göre toprak değişkenlerinin ortalama ve güven aralığı (CI) değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Toprak kum içeriği ortalama değerleri yüzeyden derine doğru azalış göstermekte, güven aralığı sınır değerleri ise yüzeyden derine doğru genişlemektedir. Toz içeriği ortalama değerleri yüzeyden derinlere doğru hafif bir artış trendi göstermektedir. Ancak bu durum kum içeriğinin derinliğe bağlı değişimi kadar bariz değildir. Toz içeriklerinin derinlik kademelerine göre güven aralığı değerleri arasında çok önemli fark bulunmamaktadır. Toprakların kil içeriği ortalama değerleri yüzeyden derine kadar oldukça bariz bir artış eğilimi göstermektedir. Kil içeriğinin derinlik kademelerine göre güven aralıkları değişimi kum içeriğinin güven aralıkları değişimine paralel bir seyir izlemekte olup yüzeyden derine doğru genişlemektedir. Bu sonuçlar toprakların tekstür sınıflarının belirlenmesinde kum ve kil içeriklerindeki değişimin belirleyici rol oynadığını göstermektedir.

Toprakların kireç içeriği genellikle düşük olup, en dar güven aralıkları 0-10 cm ve 60-100 cm ve en

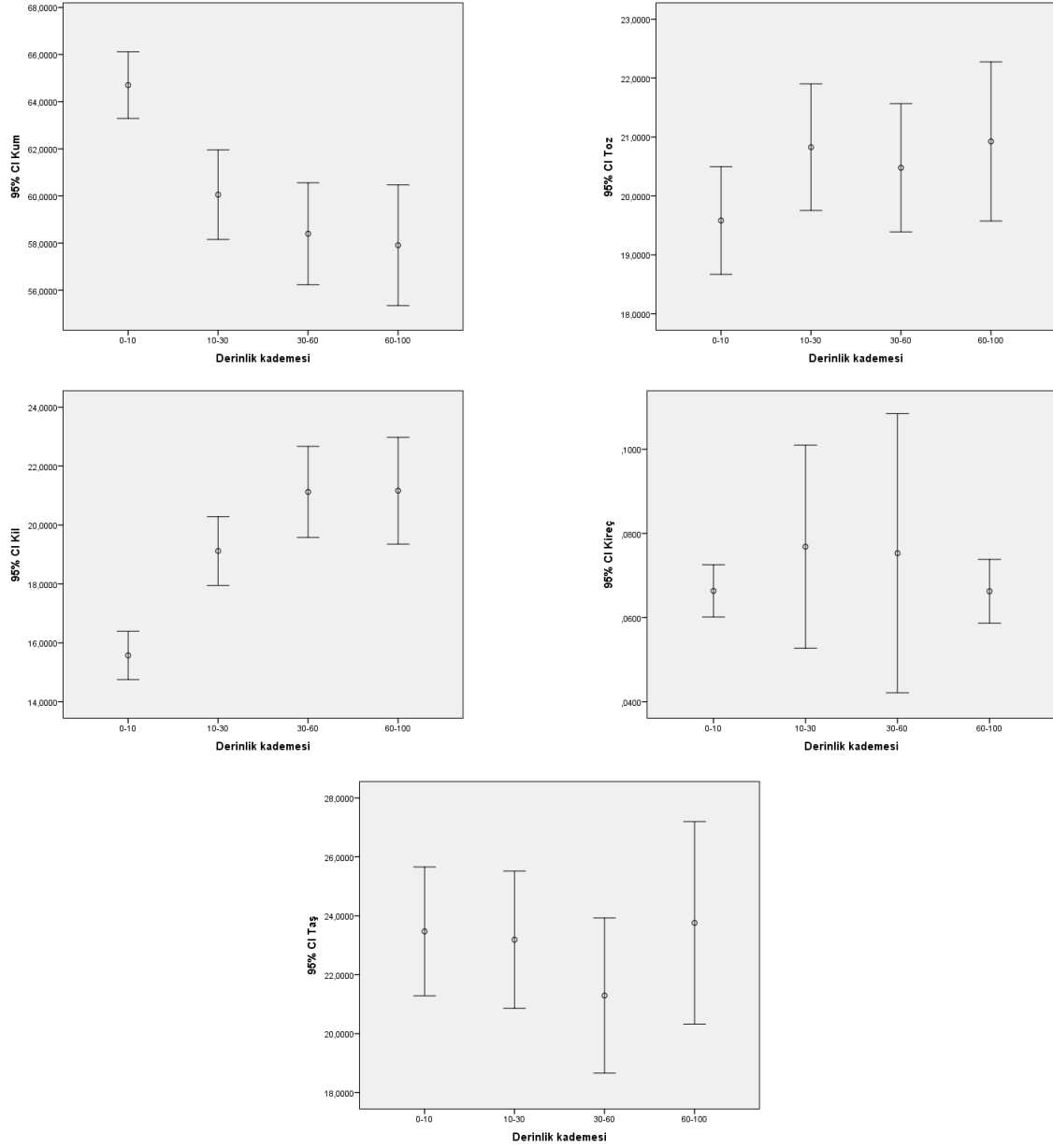
3. Bulgular

3.1. Toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik bulguları

Toprak derinliği (Topder) sınıflarına ve genel toprak iskelet içeriği (Geneltas) sınıflarına göre dağılımlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'den görüleceği üzere araştırma alanında derin toprakların oranı sığ ve orta derin topraklarının oranından çok daha fazladır. Derin toprakların oranı %50,3 iken, orta derin toprakların oranı %33,1 ve sığ toprakların oranı %16,5'dir. Araştırma alanındaki toprakların sadece %7,6'lık kısmında taşlılık %80'in üstündedir. Bunu %26,9 ile taşlı topraklar sınıfı, %33,8 ile orta taşlı topraklar sınıfı ve %31,7 ile taşsız-az taşlı topraklar sınıfı izlemektedir.

geniş güven aralıkları 10-30 cm ve 30-60 cm derinlik kademelerine denk gelmektedir. Bu durumun sebebi büyük ihtimalle 0-10 cm derinlik kademesinde hemen hemen bütün topraklarda kirecin yıkanmış olması ve 60-100 cm derinlik kademesinde anamateryal veya anakaya etkisinin dominant olması ile ilgilidir. Zira çalışma alanında genelde kireçsiz anakaya türleri yayılış göstermektedir. Kireç içeriklerinin orta derinlik kademelerinde geniş güven aralıklarına sahip olması ise bu derinlik kademelerinde yıkanma ve birikme olaylarının coğrafi konum ve anakaya özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde gerçekleşmesi ile ilgili olabilir.

Toprakların iskelet içeriği bakımından ortalama değer değişimi yüzeyden 30-60 cm derinlik kademesine kadar azda olsa bir azalış göstermekte, 60-100 cm derinlik kademesinde ise artmaktadır. Toprakların iskelet içeriği güven aralıkları 0-10 cm, 10-30 cm ve 30-60 cm derinlik kademelerinde birbirlerine yakın genişliklere sahiptir. 60-100 cm derinlik kademesinde güven aralığı değerindeki genişleme, anakaya farklılıklarının bir sonucu olabilir.



Şekil 3. Derinlik kademelerine göre kum, toz, kil, toplam kireç ve % iskelet içeriğinin ortalama ve güven aralığı (CI) değerleri
 Figure 3. Average and confidence interval (CI) values of sand, silt, clay, total lime and % coarse fraction (2 mm<) content according to the depth levels

3.2. Modelleme ve haritalama bulguları

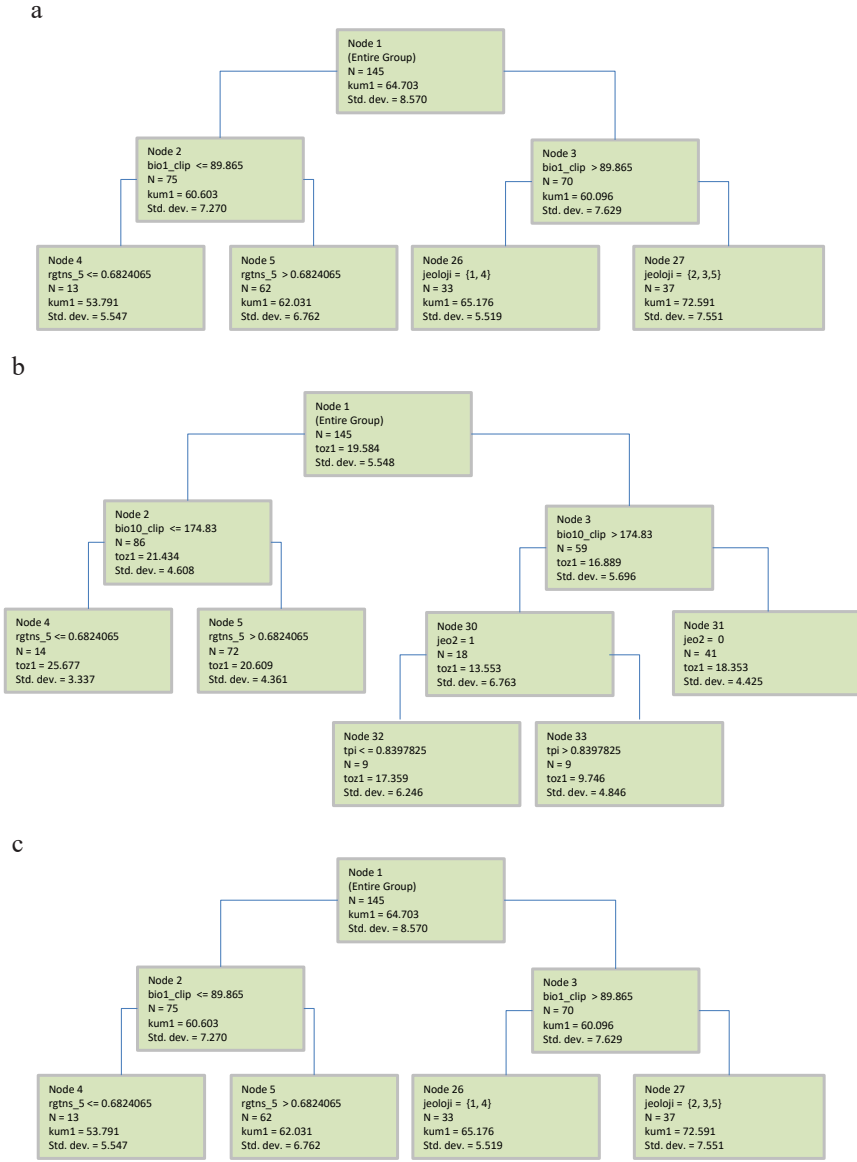
3.2.1. Genel toprak derinliği ve genel toprak iskelet içeriği

Regresyon ağacı tekniği (RTT) toprak derinliği (Topder) ve genel toprak taşlılığı (Geneltas) için uygulanmış, fakat bu iki toprak özelliğinin her ikisi için de değer arz edecek modelleme sonuçları elde edilememiştir. Zira her iki değişken için R^2 (tb) (test seti R^2 değeri) $<0,05$ çıkmıştır. Bu yüzden topder ve Geneltas için haritalama işlemleri gerçekleştirilememiştir.

Araştırma alanı için toprak derinlik haritalaması gerçekleştirilemediğinden, orta derin ve derin toprakların coğrafi konumları tespit edilememiştir. Bu yüzden 30-60 cm ve 60-100 cm derinlik kademelerine ait toprak özellikleri için modelleme işlemlerine girilmeye gerek duyulmamıştır.

3.2.2. Toprak türü (kum, toz ve kil)

Toprakların 0-10 cm derinlik kademesinde kum, toz ve kil içeriklerine (Kum1, Toz1, Kil1) ait ağaç modeller Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Kum1(a), Toz1(b) ve Kil(c) dağılım modelleri
Figure 4. Distribution models of sand1 (a), silt1 (b) and clay1 (c)

Toprağın 0-10 cm kum içeriği (Kum1) için elde edilen ağaç modelin (Şekil 4a) eğitim veri seti R^2 değeri 0,404, test veri seti R^2 değeri 0,233 olarak tespit edilmiştir. Modelde yıllık ortalama sıcaklık (bio1_clip) değerinin 89,865'den ve engebелilik (rgtns) değerinin 0,682 değerinden küçük olduğu alanlarda Kum1 içeriğinin en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Modelde Kum1 içeriğinin en yüksek değerleri bio1 değeri 89,867 değerinden büyük olduğu granit-granodiyorit, konglomera/konglomera-kumtaşı-kil taşı ve diğer olarak gruplandırılan dasit-andezit, kumtaşı-kiltaşı şist, andezit/trakiandezit-dasit, dasit-riyodasit (Jeoloji 2, 3 ve 5) anakaya türlerinin bulunduğu alanlara denk gelmektedir. Kum1'in modeli yaygınlaştırılma-

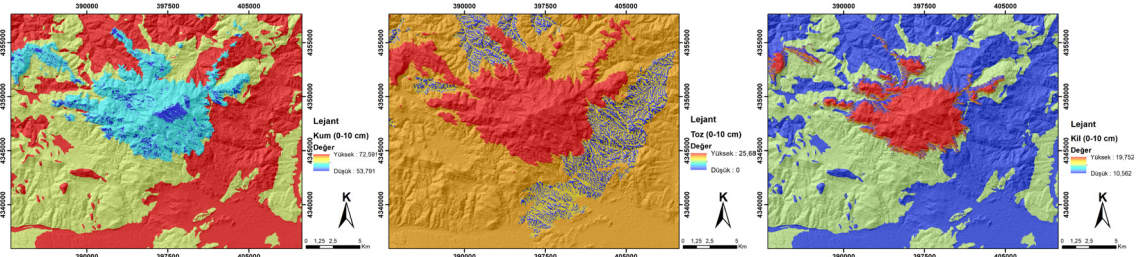
rak haritalanmıştır (Şekil 5a).

Toz1 modelinin eğitim veri seti R^2 değeri 0,35 iken test veri seti oldukça düşük bir değerde kalmıştır (R^2 (tb)= 0,06). Modelde Toz1 değerleri, en sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı (bio10_clip) değerinin 174,83 değerinden ve engebелilik (rgtns) değerinin 0,68'den küçük olduğu alanlarda en yüksek değeri almıştır. Bu değişkenin en düşük değeri ise bio10_clip değerinin 174,83 değerinden büyük olduğu granit-granodiyorit (Jeoloji 2) anakaya grubunun bulunduğu ve topografik pozisyon indeksi (tpi) değerinin 0,84'den büyük olduğu alanlara denk gelmiştir (Şekil 4b). Modelin görseli Şekil 5b'de verilmiştir.

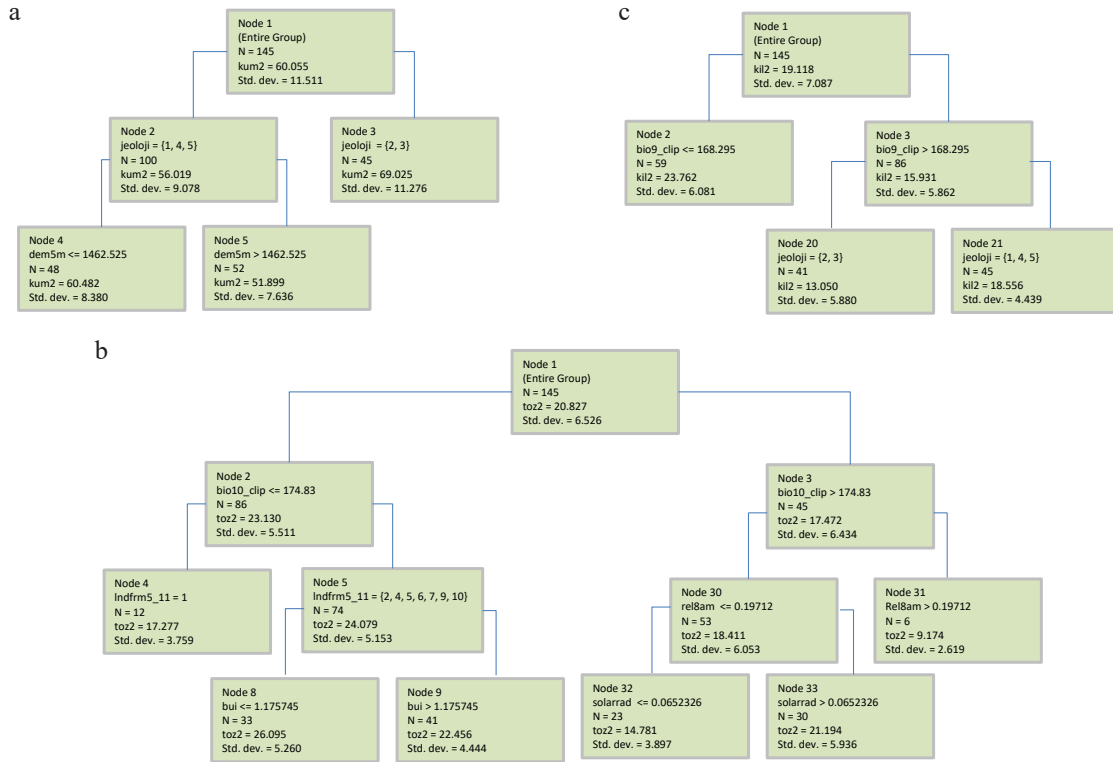
Toprağın 0-10 cm kil içeriğine (Kil1) ait ağaç modeli yapılandırılan açıklayıcı değişkenler en soğuk üç ayın ortalama sıcaklığı (bio11_clip), jeoloji ve solar radyasyon indeksi (solarrad) olmuştur (Şekil 4c). Ağaç modelin eğitim veri seti R^2 değeri 0,495 iken test veri seti R^2 değeri 0,236 olarak bulunmuştur. Model, Kil1 içeriğinin bio11_clip değişkeninin 0,17'den küçük olduğu alanlarda en fazla olduğu-

nu, bio11_clip değerinin 0,17 değerinden büyük ve solarrad değerinin 0,183'den büyük olduğu alanlar ise en düşük olduğunu göstermektedir (Şekil 4c). Modelin araştırma alanı boyunca uygulaması elde edilen harita Şekil 5c'de verilmiştir.

Toprakların 10-30 cm derinlik kademesinde kum, toz ve kil içeriklerine (Kum2, Toz2, Kil2) ait ağaç modelleri Şekil 6'de verilmiştir.



Şekil 5. Toprakların 0-10 cm derinlik kademesinde Kum1(a), Toz1(b) ve Kil1(c) içeriklerinin dağılım haritaları
Figure 5. Distribution maps of Sand1 (a), Silt1 (b) and Clay1 (c) contents in the 0-10 cm depth level of soils



Şekil 6. Toprakların Kum2(a), Toz2(b) ve Kil2(c) dağılım modelleri
Figure 6. Distribution models of soils, Sand2 (a), Silt2 (b) and Clay2 (c)

Şekil 6a'da görüleceği üzere Kum2'nin model parametreleri anakaya (jeoloji) ve yükselti (dem5m) olmuştur (R^2 (ta)= 0,370 ve R^2 (tb)= 0,280). Elde edilen ağaç modele göre, Kum2 değişkeni piroklastik (Jeoloji1), granit-granodiyorit (Jeoloji2) ve diğer olarak gruplandırılan dasit-andezit, kumtaşı-kiltaşı şist, andezit/trakiandezit-dasit, dasit-ri-

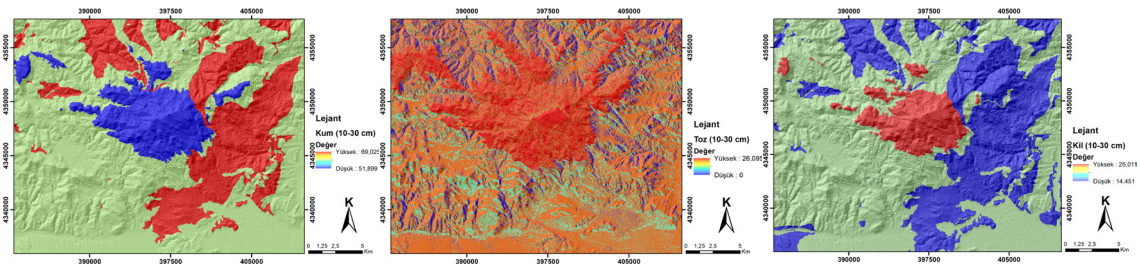
yodasit (Jeoloji5) anakaya türlerinin bulunduğu ve dem5m değerinin 1462,5'den büyük olduğu alanlarda en düşük değere sahiptir. Kum2'nin en yüksek değeri granit-granodiyorit (Jeoloji2) ve konglomera/ konglomera-kum taşı-kil taşı (Jeoloji3) anakaya türlerinin bulunduğu alanlarda olmuştur. Ağaç modelin araştırma alanı boyunca yaygınlaş-

tırılması ile elde edilen dağılım haritası Şekil 7a'da verilmiştir.

Toz2 için elde edilen regresyon ağacı modelinde $R^2(\text{ta})=0,459$ iken, $R^2(\text{tb})=0,167$ olarak bulunmuştur. Modelde Toz2 değişkeninin en sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı (bio10_clip) değerinin 174,83'den büyük olduğu ve solar aydınlanma 08:00 (rel8am) değerinin 0,19712'den büyük olduğu alanlarda en düşük, bio10_clip değerinin 174,83'den küçük olduğu, sığ vadi, U şeklinde vadi, düzlük-ovalık, üst yamaç, hafif eğimli tepe ve dağ zirvesi yüzeylerinin olduğu ve bakı uygunluk indeksi değerinin 1,175745'den küçük olduğu alanlarda en yüksek

olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6b). Bu değişkenin dağılım haritası Şekil 7b'de verilmiştir.

Kil2'nin regresyon ağacı modelinde $R^2(\text{ta})=0,384$ ve $R^2(\text{tb})=0,313$ olarak tespit edilmiştir. Oluşturulan model incelendiğinde Kil2 en kurak üç ayın ortalama sıcaklığının (bio9_clip) 168,30'dan küçük olduğu alanlarda en yüksek değer alırken, bio9_clip değerinin 168,30'dan büyük olduğu, granit-granodiyorit (Jeoloji2) ve konglomera/konglomera-kumtaşı-kil taşı (Jeoloji3) ile kaplı alanlarda en küçük değere sahip olmuştur (Şekil 6c). Modelin uygulaması ile elde edilen Kil2 haritası Şekil 7c'de verilmiştir.



Şekil 7. Toprakların 10-30 cm derinlik kademesinde Kum2(a), Toz2(b) ve Kil2(c) içeriklerinin dağılım haritaları
Figure 7. Distribution maps of Sand2 (a), Silt2 (b) and Clay2 (c) contents of soils in the depth level of 10-30 cm.

3.2.3. Toprak iskelet içeriği ve toplam kireç içeriği

Toprakların iskelet içeriği ve toplam kireç içeriği için uygulanan RTT sonucu 10-30 cm derinlik kademesindeki toplam kireç içeriği için ($R^2(\text{ta})<0,20$ ve $R^2(\text{tb})<0,05$) değer arz edecek bir ağaç model elde edilememiştir. Toprakların iskelet içeriği (Tas1 ve Tas2) ve 0-10 cm derinlik kademesindeki toplam kireç içeriği (Kirec1)'ne ait ağaç modeller Şekil 8'de verilmiştir.

Tas1 modelinin eğitim veri seti R^2 ($R^2(\text{ta})$) değeri 0,224, test veri seti R^2 ($R^2(\text{tb})$) değeri 0,123 olarak tespit edilmiştir. Modelde piroklastik (Jeoloji1) ve diğer olarak sınıflandırılan dasit-andezit, kumtaşı-kiltaşı, şist, andezit/trakiandezit-dasit, dasit-riyodasit (Jeoloji5) değişkenlerinin bulunduğu, sıcaklık indeksi değerinin 1,83'den büyük olduğu alanlarda Tas1 içeriğinin en düşük değer içerdiği görülmektedir. Tas1 sıcaklık indeksi değerinin (bersaspect) 1,83 den büyük olduğu alanlarda ise en yüksek değere sahiptir (Şekil 8a). Tas1 ağaç modelinin görseli Şekil 9a'da verilmiştir.

Tas2'nin ağaç modelini yapılandıran çevresel değişkenler, en sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı (bio10_clip) ve topografik pozisyon indeksi (tpi) olmuştur ($R^2(\text{ta})=0,238$ ve $R^2(\text{tb})=0,101$). Modelde Tas2 içeriğinin bio10_clip değerinin 176,075'den ve tpi değerinin 2,49'dan büyük olduğu alanlarda

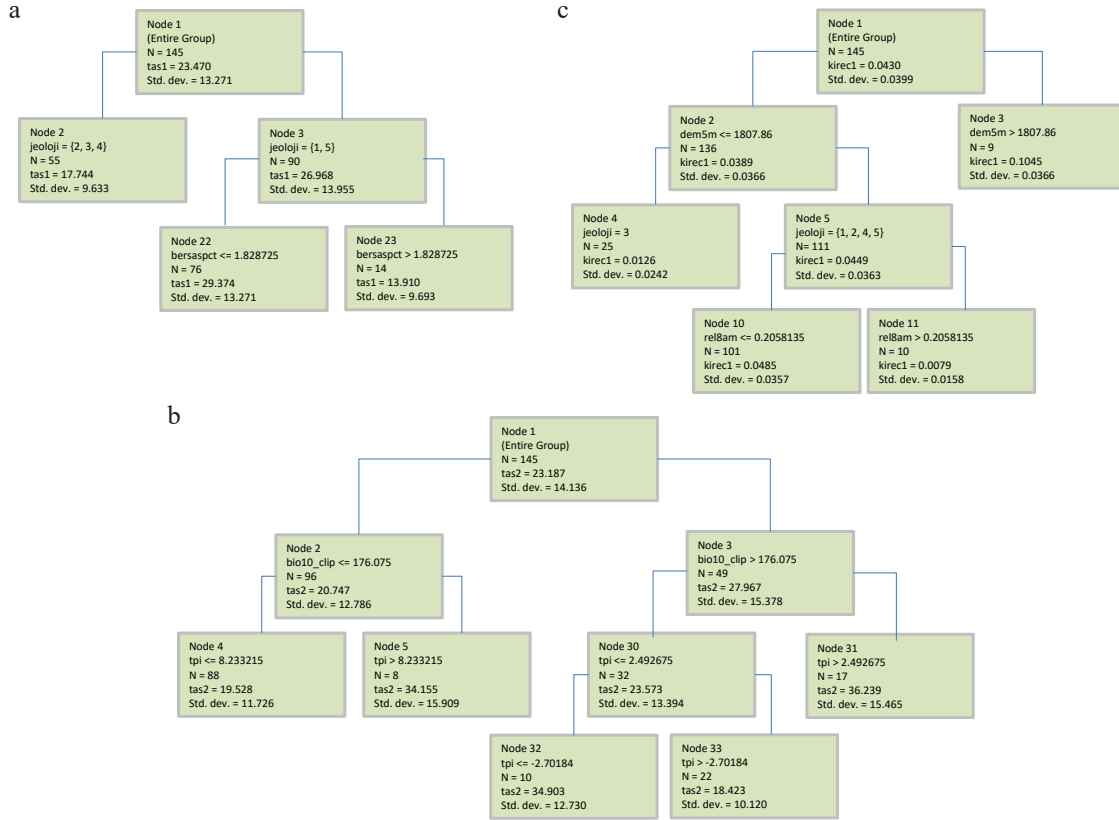
en yüksek, tpi değerinin 2,5 ile -2,7 arasında olduğu alanlarda en düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8b). Tas2 dağılım haritası Şekil 9b'de verilmiştir.

Kirec1 ağaç modeli yükselti (dem5m), anakaya (Jeoloji) ve solar aydınlanma indeksi (rel8am) tarafından yapılandırılmıştır ($R^2(\text{ta})=0,315$ ve $R^2(\text{tb})=0,093$). Elde edilen ağaç modele göre Kirec1 içeriği en yüksek değerini dem5m'nin 1807,9'dan büyük olduğu alanlarda almaktadır. Kirec1'e ait en düşük değer dem5m'nin 1807,9'dan küçük, rel8am'ın 0,206'dan büyük olan, piroklastik (Jeoloji1), granit-granodiyorit (Jeoloji2), migmatit gnays (Jeoloji4) ve diğer olarak sınıflandırılan dasit-andezit, kumtaşı-kiltaşı, şist, andezit/trakiandezit-dasit, dasit-riyodasit (Jeoloji5) ile kaplı alanlara denk gelmektedir (Şekil 8c). Kirec1'e ait ağaç modelin yaygınlaştırılması ile elde edilen harita Şekil 9c'de verilmiştir.

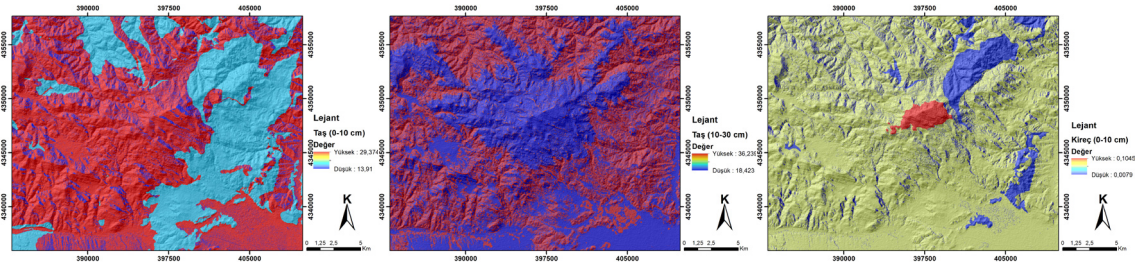
3.2.4. Ağaç modellerin performans bulguları

Haritalaması gerçekleştirilen modellerden Toz1'in test setine ait belirleme katsayısı R^2 (tb) önem düzeyi 0,05 seviyesinde olup ($p<0,05$), diğer modellerin tamamı hem eğitim seti belirleme katsayısı (R^2 (ta)) hem de test seti belirleme katsayısı (R^2 (tb)) değerleri itibariyle istatistiksel olarak 0,01 seviyesinde önemlidir ($p<0,01$).

Modeller test verisinin ortalama mutlak yüzde hata



Şekil 8. Toprakların 0-10 cm iskelet içeriği (Tas1) (a), 10-30 cm iskelet içeriği (Tas2) (b) ve 0-10 cm toplam kireç içeriği (Kirec1) (c) dağılım modelleri
 Figure 8. Distribution models of 0-10 cm skeleton (2 mm<) content (Tas1) (a), 10-30 cm skeleton (2 mm<) content (Tas2) (b) and 0-10 cm total lime content (Lime1) (c)



Şekil 9. Toprakların 0-10 cm iskelet içeriği (Tas1) (a), 10-30 cm iskelet içeriği (Tas2) (b) ve 0-10 cm toplam kireç içeriği (Kirec1) (c) dağılım haritaları
 Figure 9. Distribution maps of 0-10 cm skeletal content (Tas1) (a), 10-30 cm skeletal content (Tas2) (b) and 0-10 cm total lime content (Lime1) (c)

(MAPE) değerleri itibariyle değerlendirildiğinde, Kum1 modeli yüksek doğrulukta kestirim sınıfında yer alırken, Kum2 modeli güvenilir kestirim sınıfında yer almaktadır. Kabul edilebilir kestirim sınıfında yer alan toprak değişkenleri ise Kil1, Kil2, Toz1, Toz2 ve Kirec1 olmuştur. MAPE değerleri itibariyle Tas1 ve Tas2 güvenilirliği düşük sınıfta yer almıştır (Tablo 6).

Modellere ait performans değerlendirme hesapları özetlenerek Tablo 6'da verilmiştir.

4. Tartışma, Sonuçlar ve Öneriler

Türkiye'de özellikle son yıllarda ekolojik araştırmalarda tür dağılımının (Şentürk, 2012; Özkan, 2013b; Özkan ve ark., 2015; Mert ve ark., 2016), tür verimliliğinin (Kaya, 2020) ve tür çeşitliliğinin (Gülsoy ve Özkan, 2008; Özkan ve Süel, 2008) model tabanlı haritalama çalışmalarına ağırlık verildiği görülmektedir. Bu çalışmalarda dağılım haritalarını oluşturan modellerin hemen hepsi topografik, iklimik ve jeolojik değişkenler tarafından

Tablo 6. Ağaç modellerin eğitim ve test setlerine ait R² ve MAPE değerleri
Table 6. R² and MAPE values of training and test sets of the tree models

	Eğitim seti		Test seti	
	R ²	MAPE	R ²	MAPE
Kum1	0,4038	8,7952	0,2333	9,6597
Toz1	0,3524	21,507	0,0595	27,222
Kil1	0,4954	20,218	0,2364	24,423
Kum2	0,3689	13,148	0,2823	14,062
Toz2	0,4591	21,061	0,1673	26,378
Kil2	0,384	27,617	0,3127	28,485
Tas1	0,2245	83,105	0,1233	84,103
Tas2	0,2384	89,410	0,1011	91,512
Kirecl	0,3145	37,066	0,0926	42,434

yapılandırılmıştır. Toprak özellikleri bu dağılım modellerinde yer almamıştır. Bunun sebebi topografik, iklimik ve jeolojik özelliklere ait dijital verilerin dünyanın hemen her yeri için temin edilebilmesi fakat çok özel alanlar haricinde toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait haritaların bulunmamasıdır.

Toprak özellikleri bitki türlerinin dağılımı, verimliliği ve çeşitliliğini doğrudan etkileyen cansız faktörlerin tamamını içinde barındırmaktadır. Bundan dolayı toprak özelliklerinin dağılım modellemesinde açıklayıcı değişkenler olarak yer almaması önemli bir eksikliklerdir. Bu eksikliğin giderilmesi yönünde yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu kesindir.

Bu çalışma Akdağ Kütlesi'nde bazı fiziksel toprak özelliklerinin model tabanlı haritalanması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada toprak derinliğinin, toprak iskelet içeriğinin, toprak türünün ve toplam kireç içeriğinin modellenmesi ve haritalanması amaçlanmıştır. Bu toprak özelliklerinin seçilme sebebi onların toprak özellikleri içindeki en kararlı değişkenler olması ve diğer toprak özelliklerinin (özellikle toprak organik maddesi ve toplam azot içeriği) muhtevası, miktarı ve dağılımında belirleyici roller üstlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Çalışmada 145 örnek alan seçilmiş, bu örnek alanların enlem ve boylam değerleri kaydedilmiş, toprak çukuru kazılıp toprak derinliği ölçülmüş ve belirlenen derinlik kademelerinden (0-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm) bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde bahsi geçen toprak özellikleri Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü (Eskişehir) laboratuvar ortamında belirlenmiş ve analiz sonuçları excel ortamında depolanmıştır.

Modelleme için regresyon ağacı tekniği (RTT)

kullanılmıştır (Yohannes ve Webb, 1999; Breiman ve ark., 1984; De'ath ve Fabricius, 2000; Özkan, 2012). Ağaç modellerin oluşturulması esnasında onların aşırı eğitimini engellemek (optimal ağacı elde etmek) için 10 katlı çapraz geçerlilik testi uygulanmıştır (Moore, 2001; Özdemir ve Karnieli, 2011; Berrar, 2019). Böylece her ağaç modelin hem eğitim seti (ta) hem de test seti (tb) için belirleme katsayı (R²) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri elde edilmiştir. Burada belirtmekte fayda vardır ki, modellerin güvenilirliğinde test seti R² ve/veya MAPE değerleri eğitim seti R² ve/veya MAPE değerlerinden çok daha büyük bir öneme sahiptir. Zira test seti R² ve/veya MAPE değerleri analize girmeyen veriye modelin uygulanması ile elde edilmektedir.

Toplam 12 toprak özelliği bağımlı değişken (toprak derinliği, genel toprak taşlılığı, 0-10 cm kil, kum, toz, toplam kireç ve iskelet içeriği ile 10-30 cm kil, kum, toz, toplam kireç ve iskelet içeriği) olarak modelleme işlemlerine alınmıştır. Bu değişkenlerden üç tanesinin (toprak derinliği, genel toprak iskelet içeriği ve 10-30 cm toplam kireç içeriği) dağılım modelleri çıkartılamamıştır. Bunun sebebi bu toprak özelliklerinin açıklayıcı değişkenler ile olan ilişkilerinin dikkate alınamayacak derecede zayıf olması ve bundan dolayı test veri setlerinin kayda değer bir bilgi kazanımı (tb_R²) sağlayamamasıdır.

Araştırma alanı için toprak derinlik haritalaması gerçekleştirilemediğinden, orta derin (30-60 cm) ve derin toprakların (60-100 cm) coğrafi konumları tespit edilememiştir. Diğer bir deyişle çalışma alanında nerelerin sığ, orta derin, derin veya pek derin topraklar içerdiği bilinmediğinden, 30-60 ve 60-100 cm derinlik kademelerinin toprak özellikleri için modelleme süreçlerine girilmeye gerek duyulmamıştır.

Modellemesi gerçekleştiren toprak özelliklerinden en iyi modeller sırası ile Kil2 (ta_R²=0,384;

tb_R²=0,313), Kum2 (ta_R²=0,370; tb_R²=0,280), Kıl1 (ta_R²=0,495; tb_R²=0,236) ve Kum1 (ta_R²=0,404; tb_R²=0,233) değişkenleri için elde edilmiştir. Ayrıca bu toprak değişkenleri ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri itibarıyla “kabul edilebilir kestirim sınıfı” (MAPE<50) içinde kalmıştır. Kıl ve kum değişkenlerinin modelleme sonuçlarının birbirine yakın olması ve bunlara ait dağılım haritalarının büyük oranda birbirlerine negatif yönde benzemeleri anlaşılabilir. Zira toprak türü hesabı aynı kaynak verisinden gerçekleşmektedir. Bu yüzden genelde toprak türünü belirleyen tane boyut sınıfları negatif ilişki göstererek birbirlerini tamamlarlar ve “Bulgular” bölümünde bulunan Şekil 3 ile ilgili açıklamalarda ifade edildiği üzere, kum ve kıl içerikleri toprak türünü kararlaştıran tane boyut sınıflarına karşılık gelmektedirler. Kıl ve kum haritaları ile ilgili benzer durum Akarsu (2018) tarafından Gönen baraj havzasında üretilen kum ve kıl haritalarında da görülmektedir.

Diğer toprak özelliklerinin ağaç modellerinde eğitim ve özellikle test R² değerleri düşük çıkmıştır ((Toz2 için ta_R²=0,459; tb_R²=0,167), (Toz1 için ta_R²=0,350; tb_R²=0,06), (Tas1 için ta_R²=0,224; tb_R²=0,123) ve (Tas2 için ta_R²=0,228; tb_R²=0,101)). Ayrıca MAPE sonuçları itibarıyla bu toprak değişkenlerinden Tas1 ve Tas2’ye ait kestirim modellerinin güvenilirliği düşük çıkmıştır (MAPE>50).

Modellerde en fazla anamateryal değişkeni (7 modelde) yer almıştır. Bunu üç modelde yer alan bio10 (En sıcak üç ayın ortalama sıcaklığı) değişkeni izlemiştir. Yükselti (dem5m), topografik pozisyon indeksi (tpi) engebellelik indeksi (rgtns5) ve solar radyasyon indeksi (solarrad) değişkenlerinin her biri iki modelde yer almıştır. Bu bağlamda Akdağ Kütlesi’nde toprakların fiziksel özellikleri üstünde genel olarak birinci derecede anakaya, ikinci derecede iklim ve üçüncü derecede topografik özelliklerin etkili olduğu söylenebilir. Akarsu (2018) tarafından Gönen baraj havzasında toprak özelliklerinin haritalanması amacıyla uygulanan tahmin modellerine en fazla iklim özellikleri girmiş bunu sayısal arazi modelinin türev değişkenleri izlemiştir. Akarsu (2018)’nin çalışmasında modellerde en fazla iklim değişkenlerinin yer alma sebebi/sebepleri, onun kullandığı açıklayıcı değişkenler içinde jeolojik formasyona ait özelliklerin yer almaması ve/veya yapılandırılan tahmin modellerinin sadece fiziksel toprak özelliklerini değil kimyasal toprak özelliklerini de içermesi olabilir.

Toprağın 0-10 cm ve 10-30 cm derinlik kademelerine ait kıl ve toz içerikleri haricindeki diğer toprak özelliklerinin dağılım modellemesinden beklenen verim alınamamıştır. Bunun muhtemel

sebeplerinden biri modelleme için sadece RTT’nin kullanılmış olması olabilir. Ekolojik Modelleme çalışmalarında RTT dışında çoklu regresyon analizi (Akarsu, 2018), genelleştirilmiş eklemeli model (GAM) (Güner ve ark., 2011), genelleştirilmiş doğrusal model (GLM) (Williams ve ark., 2009), boosting regresyon ağacı (BRT) (Leathwick ve ark., 2006), Random forest (RF) (Evans ve ark., 2011; Akarsu, 2018), yapay sinir ağları (ANN) (Perrin, 2020), bulanık mantık, destekli vektör makinaları (SVM) (Drake ve ark., 2006), ekstrem dereceli artırma (XGboost) (Norberg ve ark., 2019), geleneksel derin sinir ağları (DNN) (Botella ve ark., 2018), coğrafi olarak ağırlıklandırılmış regresyon (GWR) (Mennis, 2006), regresyon kriging (RK) (Hengl ve ark., 2009) ve coğrafi olarak ağırlıklandırılmış regresyon kriging (GWRK) (Kumar ve ark., 2012) gibi bir çok yöntem kullanılmaktadır.

Kıl ve toz değişkenleri dışındaki toprak değişkenlerinin dağılım modellemelerinin beklenenin altında olmasındaki diğer ve daha önemli olduğu düşünülen sebep ise açıklayıcı değişken olarak kullanılan dijital verilerin, özellikle topografik değişkenlerin düşük çözünürlükte olmasıdır. Anakaya ve iklim değişkenleri toprak özellikleri üstünde en fazla etkiye sahip olsa bile, onlara ait dijital haritalar nereden temin edilirse edilsin düşük çözünürlüktedir. Bu yüzden anakaya ve iklim değişkenleri model kalitesini yükseltmekte beklenenden daha fazla katkı sağlamazlar. Haliyle güçlü modellerin elde edilmesinin de yükün asıl kısmı sayısal yükselti modeli (SYM) temelli topografik (türev) değişkenlere düşmektedir.

Elde edilen ağaç modellere bakıldığında türev değişkenlerin genelde alt dallarda yer aldığı ve dallanmaya çok fazla katkı sağlayamadıkları görülmektedir. Modelleme süreçleri esnasında beklentimiz türev değişkenlerin ağaç modellerde dallanmaya çok daha fazla katkı sağlamalı şeklindeydi. Çıkan sonuç ise türev değişkenlerin dallanmayı artırma görevlerini gerektiği gibi yerine getiremediklerini göstermektedir. Bunun sonucunda elde edilen dağılım modellerinin eğitim ve test R² değerleri özellikle toprak derinliği ve genel toprak taşlılığı için umulduğundan düşük, MAPE değerleri özellikle Tas1 ve Tas2 için beklendiğinden yüksek değerler göstermiştir. Aslında bu durumla karşılaşılabileceği çalışmanın en başında tahmin edilmiş olup, ihtiyaç duyulan materyal çalışmanın başından itibaren talep edilmiş ama temin edilememiştir.

Şöyle ki, çalışmanın başlangıcında, Digital Terrain Model (çözünürlük 0,38 m) verisinin temin edilebileceği ve kullanılacağı düşünülmüş, tüm arazi ve envanter planlanması buna göre tasarlanmıştır. Ancak bu veri elde edilememiştir. Bu veri elde edi-

lemeyince, Orman Genel Müdürlüğü (OGM)'nden temin edilen ortofoto (J24b4-J24c1) verilerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Ancak temin edilen bu verilerde de Z katmanı olmadığından çalışma amacı doğrultusunda kullanılamamıştır. Bundan dolayı ilk etapta SYM olarak web üzerinden hazır halde indirilen Aster Global DEM versiyon 2 verilerinden ilgili topografik haritalar üretilmiş ve bunlar modelleme süreçlerinde kullanılmıştır. Ne var ki bu verilerden alınan verim çok düşük kalmıştır. Bu yüzden daha sonra çalışma alanına ait 1/25000 ölçekli topografik harita temin edilmiş ve bu harita üzerinde bulunan eşyüksekti eğrileri kullanılarak Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) oluşturulmuştur. Bu topografik haritada her bir eşyüksekti eğrisi arası yükseklik farkı 10 m'dir. ArcMap yardımıyla bu eşyüksekti eğrileri kullanılarak 5 m piksel büyüklüğüne sahip SYM elde edilmiş ve tüm altlıklar yeniden bu SYM ile üretilmiştir. En son kullanılan sayısal yükselti modeli her ne kadar Aster Global DEM versiyon 2 verilerinden daha nitelikli olsa da, çalışmada asıl kullanılması düşünülen Digital Terrain Model (çözünürlük 0,38 m) verisinden çok daha düşük çözünürlüğe sahiptir. Haliyle elde edilen modellerin gücü de kullandığımız verilerin kalitesi seviyesinde kalmıştır.

RTT ile elde edilen dağılım modelleri çalışma alanı boyunca yaygınlaştırılmış ve böylece 0-10 cm kil, 0-10 cm kum, 0-10 cm toz, 0-10 cm toplam kireç ve 0-10 cm iskelet içeriği ile 10-30 cm kil, 10-30 cm kum, 10-30 cm toz ve 10-30 cm iskelet içeriği'ne ait coğrafi dağılım haritaları çıkartılmış ve böylece çalışma sonlandırılmıştır.

Toprak özellikleri için elde edilen bu haritalardan özellikle kum ve kil içeriğine ait olanları aynı bölgede yapılacak ya da yapılması düşünülen ekolojik arazi sınıflandırması, tür çeşitliliği, taksonomik çeşitlilik, fonksiyonel çeşitlilik ve hedef türlerin potansiyel dağılım ve verimlilik modellemesi ve haritalaması gibi birçok çalışmada açıklayıcı değişken olarak kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsünün "Akdağ Kütlelerinin Bazı Toprak Özelliklerinin Model Tabanlı Dağılım Haritalarının Yapılması" isimli ve ESK-29(6202)/2016-2020 No'lu proje ile desteklenmiştir. Arazi çalışmalarımız sırasında yöre halkından bize destek olan İsmail Aydeniz, M. Ali Sargın ve Ramazan Köseman, Simav Orman İşletme Müdürü Osman Aksoy'a, Enstitü Müdürlüğümüz Laboratuvar personeli'ne müteşekkirimiz. Projenin yazımına destek olan ve son halinin verilmesinde katkı sağlayan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman

Fakültesi'nden Prof. Dr. Serkan GÜLSOY'a, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksek Okulu'ndan Öğr.Gör. Alican ÇIVGA ve Öğr.Gör. Serkan ÖZDEMİR'e, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü'nden Dr. Münevver ARSLAN'a ve Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi'nden Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

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

Akarsu, F., 2018: Gönen baraj havzasındaki orman ekosistemlerinin üst toprak özelliklerinin incelenmesi ve haritalanması, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.101, İstanbul.

Altındal, M., 2011. Eğirdir Bahçe kültürleri araştırma Enstitüsü arazisinin toprak etüdü ve bitkiye yarayışlı mikro besin elementi içeriklerinin uzaysal dağılımının haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102s.

Arslan, M., Özel, C., Çelik, N., Törü, A., Özkan, K., 2020. Akdağ (Balıkesir/Kütahya) orman ve çalı vejetasyonunda bitki çeşitliliği ve bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Proje Sonuç Raporu; Proje No: ESK - 25 (6318), 42 s, (Yayımlanmamıştır).

Austrheim, G., Gunilla, E., Olsson, A., Grontvedt, E., 1999. Land-use impact on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, central Norway. *Biological Conservation*, 87(3), 369-379.

Babağil, G.E., 2008. Toprak özelliklerindeki yersel değişkenliğin buğday verim paterni üzerine etkisinin jeoistatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 133s.

Başaran, M. A., Başaran, S., Baş, N., Kaçar, S., Tolunay, D., Makineci, E., Kavgacı, A. T., Deniz, İ.G. 2008. Elmalı Sedir araştırma ormanında aktüel durumun coğrafi bilgi sistemi tabanlı sayısal haritalarla ortaya konulması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 353, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayın No: 38, Antalya.

Başaran S., Tolunay D., Makineci E., Başaran M., Kavgacı A., Çetin A., Kaçar M., Baş M., 2011. Bük Lütüf Büyükyıldırım ormanında aktüel durumun coğrafi bilgi sistemi tabanlı sayısal haritalarla ortaya konulması. Acar Ofset, Antalya.

Beers, T.W., Dress, P.E., Wensel, L.C., 1966. Notes and Observations: Aspect transformation in site productivity research. *J. Forest*. 64: 691- 692.

Berrar, D., 2019. Cross-validation. *Encyclopedia of bioinformatics and computational biology*, 1, 542-545.

- Botella, C., Joly, A., Bonnet, P., Monestiez, P., Munoz, F., 2018. A deep learning approach to species distribution modelling. In *Multimedia Tools and Applications for Environmental & Biodiversity Informatics* (pp. 169-199). Springer, Cham.
- Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., Olshen, R. A., 1984. *Classification and regression trees*. CRC press.
- Brown Jr., S.R., Ahl, R.S., 2011. The region 1 existing vegetation mapping program (Vmap) Beaverhead-deer-lodge methodology. Region one vegetation classification, mapping, Inventory and Analysis Report No:11- 02, 1-18.
- Ci, B., Rule, R. O., 1987. Confidence intervals. *Lancet*, 1(8531), 494-7.
- Çamoğlu, G., Ölgen, M. K., Karataş, B. S., Aşık, Ş., 2006. Menemen sulama sisteminde taban suyunun zamana ve mekâna göre değişiminin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi: Maltepe Ana Kanal Örneği. Demirci A, Karakuyu M, Macadams MA (eds), 4, 13-16.
- De'ath, G., Fabricius, K.E., 2000. Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for the analysis of complex ecological data. *Ecology* 81: 3178-3192.
- Drake, J. M., Randin, C., Guisan, A., 2006. Modelling ecological niches with support vector machines. *Journal of applied ecology*, 43(3): 424-432.
- Emadi, M., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Cherati, A., Danesh, M., Mosavi, A., Scholten, T., 2020. Predicting and mapping of soil organic carbon using machine learning algorithms in Northern Iran, *Remote Sensing*, 12, 1-30.
- Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesi'ndeki saf karaçam meşcerelerinin bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Evans, J. S., Murphy, M. A., Holden, Z. A., Cushman, S. A., 2011. Modeling species distribution and change using random forest. In *Predictive species and habitat modeling in landscape ecology* (pp. 139-159). Springer, New York, NY.
- Fick, S.E., Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
- Goodwin, P., Lawton, R., 1999. On the asymmetry of the symmetric MAPE, *International Journal of Forecasting* 15, 405-498.
- Gül, E. (2015). Yarı-Kurak alanlarda çölleşme risk haritasının oluşturulması: Sarıkaya Örneği. Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çankırı, 108-118 s.
- Gülsoy S., Özkan K., 2008. Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 168-178.
- Güner, Ş. T., Özkan K., Çömez, A., 2011. Key factors in the site selection of *Rosa canina* L applying the generalized additive model. *Polish Journal of Ecology*, 59, 475-482.
- Gürel, F., Erşahin, S., 2020. Ilgaz ormanlarında saf Uludağ Göknaarı ve saf Uludağ Göknaarı-Sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 22(2): 544-555.
- Hengl, T., Heuvelink, G.B.M., Stein, A. 2004., A generic framework for spatial prediction of soil variables based on regression-kriging, *Geoderma*, 120, 75-93.
- Hengl, T., Sierdsema, H., Radović, A., Dilo, A., 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging. *Ecological modelling*, 220(24):3499-3511.
- Jenness, J., 2006. Topographic position index (tpi_jen.avx) Extension for ArcView 3. x version 1.2. Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ.
- Kantarıcı, M, D., Tolunay, F., 1996: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanı'nda toprak ve yetiştirme ortamı özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanması (Ada 538, Parsel 59, 393 ha), İ.Ü. Araştırma Fonu Projesi, Proje No: 640/210994.
- Kaya, C., 2020. Gaziantep Yöresi'nde Kızılcıamın (*Pinus Brutia* Ten.) model tabanlı potansiyel dağılım ve verimlilik haritalaması, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Doktora tezi.
- Kıraç, A., 2021 Potential distribution of two Lynx species in europe under paleoclimatological scenarios and anthropogenic climate change scenarios. CERNE, v. 27, e-102517, doi: 10.1590/01047760202127012517
- Kıraç, A., Mert, A., 2019. Will Danford's lizard become extinct in the future. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(3), 1741-1748.
- Kroetsch, D., Wang, C., 2008. Particle Size Distribution, in section VI. Soil Physical Analysis, Section Ed. By Angers D.A., Larney, F.J., In: Carter, M.R., Gregorich, E.G. (Eds.), *Soil sampling and methods of analysis* 2. Edition, CRC Press, Boca Raton.
- Kumar, S., Lal, R., Liu, D., 2012. A geographically weighted regression kriging approach for mapping soil organic carbon stock. *Geoderma*, 189, 627-634.
- Kuriakose, S.L., Devkota, S., Rossiter, D.G., Jetten, V.G., 2009. Prediction of soil depth using environmental variables in an anthropogenic landscape, a case study in the Western Ghats of Kerala, India, *Catena* 79 (1): 27-38.
- Leathwick, J. R., Elith, J., Francis, M. P., Hastie, T., Taylor, P., 2006. Variation in demersal fish species richness in the oceans surrounding New Zealand: an analysis using boosted regression trees. *Marine Ecology Progress Series*, 321, 267-281.
- Lewis, C.D. (1982). *Industrial and business forecasting*

methods. London: Butterworths.

Ma, Y., Minasny, B., Wu, C., 2017. Mapping key soil properties to support agricultural production in eastern China. *Geoderma Reg* 10:144-153.

McCune, B. Keon, D., 2002. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science*, 13(4): 603-606.

Mennis, J., 2006. Mapping the results of geographically weighted regression. *The Cartographic Journal*, 43(2): 171-179.

Mert A., Özkan K., Şentürk Ö., Negiz M. G., 2016. Changing the potential distribution of Turkey Oak *Quercus cerris* L under climate change in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25, 1633-1638. <https://doi.org/10.15244/pjoes/62230>

Mert, A., Şentürk, Ö., Güney, C.O., Akdemir, D., Özkan, K., 2013. Mapping of some distal variables available for mapping habitat suitabilities of the species: A Case Study of Buldan District. *GeoMed*, 2013. The 3rd International Geography Symposium, Eds: Atalay, İ., Efe, R., 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, pp. 210.

Moisen, G.G., Frescino, T.S., 2002. Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics. *Ecological modelling*, 157(2): 209-225.

Moore, A. W., 2001. Cross-validation for detecting and preventing overfitting. School of Computer Science Carnegie Mellon University.

Moreno, J. J. M., Pol, A. P., Abad, A. S., Blasco, B. C., 2013. Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*, 25(4): 500-506.

MTA, 2011. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, <http://www.mta.gov.tr>, Erişim Tarihi:07.02.2018

Navarrete, E., Espinosa, M., 2011. Using the non-parametric classifier CART to model wood density. *Journal of Data Science*, 9(2): 261-270.

Norberg, A., Abrego, N., Blanchet, F. G., Adler, F. R., Anderson, B. J., Anttila, J., Ovaskainen, O., 2019. A comprehensive evaluation of predictive performance of 33 species distribution models at species and community levels. *Ecological Monographs*, 89(3), e01370.

Özdemir, I., Karnieli, A., 2011. Predicting forest structural parameters using the image texture derived from WorldView-2 multispectral imagery in a dryland forest, Israel. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13(5): 701-710.

Özkan K., 2012. Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği SRAT ile ekolojik verinin modellenmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 1-4.

Özkan K., Şentürk Ö., Mert A., Negiz M. G., 2015. Modeling and mapping potential distribution of Crimean juniper Bieb using correlative approaches *Juniperus excelsa* Bieb using correlative approaches. *Journal of Environmental Biology*, 9-15.

Özkan, K., 2013a. Yönetim ve geliştirme planlarının temel ekolojik altlıkları: İklim değişimine uyarlanabilir model tabanlı yetişme ortamı, biyoçeşitlilik, koruma alan değeri ve hedef tür habitat uygunluk haritaları. 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormanlık Sempozyumu, 31 Ekim-03 Kasım 2013, Ed. Girgin, E., Antalya, 129-148.

Özkan, K., 2013b. Using the non parametric classifier CART to model Lebanon Cedar *Cedrus libani* A Rich distribution in a mountain Mediterranean forest district. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22, 495-501.

Özkan, K., Süel, H., 2008. Endemic plant species in a karstic canyon Mediterranean Region Turkey relation to relief and vegetation diversity. *Polish Journal of Ecology*, 56, 709-715.

Parker, K.C., 1988. Environmental relationships and vegetation association of Columnar Cacti in the Northern Sonoran. *Vegetation* 78, 125-140.

Penížek, V., Borůvka L., 2006: Soil depth prediction supported by primary terrain attributes: a comparison of methods, *Plant Soil Environ*, 52, 2006 (9): 424-430.

Perrin, D. R., 2020. Improving the prediction accuracy of species distribution models using artificial neural networks. TNHC-Publications.

Sulaeman, Y., Subagyo, H., 2005. Modeling soil-landscape relationships, *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* vol 5(2): 1-14.

Şentürk, Ö., 2012. Sütçüler Yöresinde Asli Orman Ağacı Türlerinin Potansiyel Yayılış Alanlarının Modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora tezi.

TSE, 1996, TS 8335 ISO 10693. Toprak Kalitesi-Karbonat Muhtevası Tayini-Volümetrik Metot. Türk Standartları Enstitüsü Yayını, Ankara.

Turgut, B., Öztaş, T., 2012. Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin Jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2): 10-22.

Weerahandi, S., 1995. Generalized confidence intervals. In *Exact statistical methods for data analysis* (pp. 143-168). Springer, New York, NY.



Wei, X., Z., Jiang, M., X., Huang, H., D., Yang, J., Y., Yu, J., 2010. Relationships between environment and mountain riparian plant communities associated with two rare tertiary relict tree species, *Euptelea Pleiospermum* (Eupteleaceae) and *Cercidiphyllum Japonicum* (Cercidiphyllaceae). *Flora*, 205, 841-852.

Williams, J. N., Seo, C., Thorne, J., Nelson, J. K., Erwin, S., O'Brien, J. M., Schwartz, M. W., 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions*, 15(4): 565-576.

Yohannes, Y., Webb, P., 1999. Classification and regression trees, CART: a user manual for identifying indicators of vulnerability to famine and chronic food insecurity (Vol. 3). Intl Food Policy Res Inst.

İklim değişikliği strateji ve eylem planlarında havza yaklaşımı ve doğa temelli çözümler

Watershed approach and nature-based solutions in climate change strategies and action plans

Erda ÇELER¹ 
Yusuf SERENGİL² 

¹ Orman Genel Müdürlüğü, Ankara

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, İstanbul

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Erda ÇELER
celererda@gmail.com

Geliş tarihi (*Received*)

07.06.2021

Kabul Tarihi (*Accepted*)

02.09.2021

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Filiz YÜKSEK
filiz6108@gmail.com

Atıf (*To cite this article*): Çeler, E., Serengil, Y. (2021). İklim Değişikliği Strateji ve Eylem Planlarında Havza Yaklaşımı ve Doğa Temelli Çözümler. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8 (2), 197-207. DOI: 10.17568/ogmoad.949294



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Başta Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS, <https://unfccc.int>) olmak üzere birçok uluslararası kuruluş iklim değişikliği ile mücadelede doğa temelli çözümleri (DTÇ) desteklemektedir. Bu çözümler, sürdürülebilirlikleri ve altyapı odaklı gri çözümlere kıyasla daha uygun maliyetli ve ekolojik faydaları nedeniyle son zamanlarda ön plana çıkmaktadır. DTÇ'nin iklim değişikliği strateji ve eylem planlarına daha yaygın şekilde dahil olması ormancılık sektörü için de önemli bir fırsat olarak görülebilir. DTÇ ve havza yaklaşımının, iklim değişikliğine uyum ile yakından ilişkili olmasına karşın strateji ve planlarda yeterince yer bulmadığı düşünülmektedir. Çalışmanın amacı bu durumu, yani iklim değişikliği strateji/eylem planlarına havza ve DTÇ kavramlarının ne ölçüde yansımış olduğunu ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında, küresel ölçekte 40 ülke ve 60 kentin iklim değişikliğine uyum ve azaltım planları analiz edilmiştir. Ayrıca Türkiye'de 16 kentin iklim değişikliği strateji/eylem planları bu kapsamda değerlendirilmiştir. İlk aşamada iklim değişikliği azaltım ve uyum stratejileri arazi kullanımı, ormancılık, havza yaklaşımı ve uyum yönlerinden incelenmiştir. Buradan elde edilen sayısal veriler meta-analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, iklim eylem planlarında, azaltım politika ve önlemlerinin uyuma nazaran daha geniş yer bulduğunu, havza kavramı ve doğa temelli çözümlere ise yeterince yer verilmediğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, doğa temelli çözümler, havza

Abstract

Several organizations including the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, <https://unfccc.int>) are supporting nature-based solutions (NbS) in combatting climate change. NbS are incentivized for their sustainability, ecologic benefits and higher cost-effectiveness compared to infrastructure-based solutions. The broader inclusion of NbS in climate change strategies and action plans can serve as an essential opportunity for the forestry sector. We think that although the watershed approach and NbS are closely related to the climate adaptation, they are neglected in plans and strategies. The aim of the study is to reveal to what extent the adaptation, basin, and NbS concepts are included in the climate change action/strategy plans of the countries and cities. Within the scope of the study, climate change adaptation and mitigation plans of 40 countries and 60 cities were analyzed on a global scale. In addition, climate change strategy/action plans of 16 cities in Turkey were examined. As an initial step, climate change mitigation and adaptation strategies were investigated regarding land use, forestry, watershed approach, and adaptation. The data obtained were evaluated with the meta-analysis method. The results revealed that mitigation policies and measures had a broader place in the climate action plans than adaptation while watershed and NbS concepts have not been included appropriately.

Keywords: Climate change, nature-based solutions, watershed

1. Giriş

Artan küresel sıcaklığın olumsuz etkileri belirginleştikçe, ülkeler ve şehirlerin sera gazı salımlarını azaltma yanında uyum kapasitelerini güçlendirme yönünde daha istekli hale geldikleri görülüyor (Bertoldi ve ark., 2018; Morgan, 2019). Öte yandan azaltım ve uyum kapasitesi ve eylemleri bakımından bölgesel anlamda önemli farklılıklar oluşmaktadır (Gunfaus ve Waisman, 2021). Avrupa ülke ve şehirleri iklim değişikliği ile mücadelede ağırlığı emisyon azaltımına verirken gelişmekte olan ülkelerde uyum eylemleri ön plana çıkmaktadır. Türkiye'nin strateji belgesi, iklim değişikliği eylem planı ve uyum eylem planı hazırlanmış olup bu belgelerde ormancılık sektörüne de yer verilmiştir (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010-2023); T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2011-2023)).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (İng. IPCC, <https://www.ipcc.ch>) AR5 raporu, iklim sisteminde insan etkisinin net olduğunu ortaya koymuştur. Raporda ayrıca, insan faaliyetleri sonucu iklim sistemi ne kadar bozulursa, insanlar ve ekosistemler için ciddi, yaygın ve geri döndürülemez risklerin ve uzun süreli değişikliklerin o denli fazla olabileceği vurgulanmıştır (IPCC, 2014). Paris İklim Anlaşması, New York Ormanlar Bildirgesi, Tropikal Orman İttifakı 2020 ve Bonn Mücadelesi gibi çeşitli taahhüt ve stratejiler, orman/arazi kullanımının ve doğal kaynakların azaltım ve adaptasyondaki rolünü desteklemektedir. Ayrıca BM 2017-2030 Orman Stratejik Planında, ormanların ve ilişkili ekosistemlerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, ormansızlaşma ve orman bozulmasının durdurulması yönünde her düzeyde faaliyetler yürütülmesine yönelik küresel bir çerçeve ihtiyacının altı çizilmiştir (Gunfaus ve Waisman, 2021).

Kentler, enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının başlıca kaynağı durumundadır. Kentsel alanlardaki bina, insan ve enerji yoğunluğu nedeniyle toplam salım miktarı yüksek görünürken, doğru bir kentleşme şablonunda kişi başı salım değerleri düşürülebilir (Grafakos ve ark., 2019). Aslında kentsel alanların iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir işleve sahip olduğu anlaşılmış olmakla beraber eylemlerin başarısı ve etkililiği hakkında çok az şey bilinmektedir (Salvia ve ark., 2021). Zira şehirler için küresel ölçekte düzenli ve etkin bir sera gazı izleme sistemi henüz geliştirilmemiştir.

Mikro-iklimin düzenlenmesi, kentsel ısı adası etkisini azaltmak bakımından yeşil alanların sağladığı başlıca ekosistem hizmetleri arasındadır. Sıcaklık artışının Münih (Almanya) şehrinde yayaların ısı kaynaklı stresini gelecek on yılda %6 artıracığı, buna karşın yol kenarı ağaçlarının fizyolojik eş-

değer sıcaklığı %10-13 azaltılabileceği tahmin edilmektedir (Zölch ve ark., 2016). Cohen-Shacham ve ark. (2019) tarafından DTÇ “doğal veya değiştirilmiş ekosistemleri korumak, sürdürülebilir bir şekilde yönetmek ve restore etmek için toplumsal zorlukları (örneğin iklim değişikliği, gıda ve su güvenliği veya doğal afetler) etkili ve uyumlu bir şekilde ele alırken aynı zamanda insan refahı ve biyolojik çeşitlilik faydaları sağlayan eylemler” olarak tanımlanmıştır.

DTÇ yaklaşımları daha iyi bir yaşam ortamı için ekosistemlerin dayanıklılığını, yenileme kapasitelerini ve ekosistem hizmetlerinin etkinliğini artırarak sürdürülebilir kalkınmayı hedeflemektedir.

DTÇ tanımından da anlaşılacağı gibi şemsiye bir kavramdır ve yeşil altyapıya yönelik araçlarla kombine edildiğinde ormancılık ve arazi kullanma konulu birçok projeye uyarlanabilir. Hatta etkin bir azaltım ve uyum çerçevesi için ekosistem hizmetleri ile entegre biçimde tüm ormancılık politika ve programlarına dahil edilebilir. Cohen-Shacham ve ark. (2019) tarafından verilen bazı DTÇ örnekleri şunlardır:

- Taşkın riskini azaltmak üzere akarsu koridorunun restorasyonu
- Taşkın kontrolü ve biyoçeşitliliğin korunması için sulak alan ve çeltik tarlalarının sürdürülebilir yönetimi
- Su basar ormanlarının korunması ve restorasyonu,
- Fırtına zararını azaltmak için Meksika körfezinde bariyer adalarının ve sulak alanların korunması
- Barselona (İspanya) yeşil altyapı ve biyoçeşitlilik planının geliştirilmesi
- Tacaná havzasında (Meksika ve Guatemala) sınır aşan suların ekosistem bazlı önlemlerle yönetilmesi

Kısacası DTÇ su ile ilgili birçok meselede kullanılma potansiyeline sahip doğal çözümleri kapsamakta ve dolayısıyla havza yaklaşımını öngörmektedir. Havza yönetimi hidrolojik döngüyü ekolojik perspektifte ele alan bir ormancılık disiplindir ve havza yaklaşımını esas almaktadır. Bunun anlamı, hangi ölçekte olursa olsun (matris, peyzaj, havza vb.) çevre sorunlarına ekolojik bir çözüm vizyonu getirilebilmesidir. Dahası havza yaklaşımı bir çevre sorununun neden sonuç düzleminde değerlendirilmesini sağlayabilir. Çünkü aşağı havza kesimiyle ilgili sorunlar (örn. taşkın, heyelan) çok büyük olasılıkla yukarı havzadaki nedenlerle (ormansızlaşma, tarım vb.) açıklanabilmektedir (Sunde ve ark., 2018).

Buraya kadar anlatılanlar kısaca özetlenecek olursa, iklim değişikliği ve çevre ile ilgili sorunların hemen tümü hidrolojik döngü ile ilişkilidir, dolayısıyla havza yaklaşımı ile anlaşılabilir ve çözümlenebilir. Çözüm aşamasında ise ister DTÇ olarak adlandırılın isterse geleneksel tanım ve kavramlarla ifade edilsin ekolojik çözümlerin kullanılması sürdürülebilirlik anlamında gereklidir.

Ülkemizde iklim değişikliği eylem planları birçok açıdan ele alınmıştır. Örneğin:

- İklim değişikliği ve iklim politikaları (Özel ve ark., 2011)
- AB iklim değişikliği politikaları (Altunok ve Altunok, 2016)
- İklim değişikliği ile mücadelede yerel yönetimlerin rolü: Seattle örneği (Oğuz, 2010),
- İklim değişikliğinin küresel, bölgesel ve kentsel etkileri (Kahraman ve Şenol, 2018)
- Kentsel iklim değişikliği yönetimi (Demirci,

2015) irdelemiştir. Fakat ülkemizdeki iklim değişikliği strateji ve eylemlerini uluslararası örnekleriyle karşılaştıran ve doğal bazlı çözümlere odaklanan bir araştırmaya rastlanmamaktadır

Bu makalede DTÇ ve bununla ilişkili havza yaklaşımının ulusal ve kentsel iklim değişikliği strateji/eylem planlarına ne ölçüde dahil edildiği konusu meta analiz ile irdelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışma kapsamında ülkeler ve kentsel alanlar için hazırlanmış ulusal ve uluslararası iklim değişikliği azaltım ve uyum stratejileri, arazi kullanımı, ormancılık ve uyum yönlerinden incelenmiştir. Bunun için ülkelerin ve kentlerin iklim değişikliği ile mücadele eylem ve uyum/strateji planları ilgili web sayfalarından derlenmiş, incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bu kapsamda verilerin değerlendirilmesi için aşağıdaki bilgilerden yararlanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Ülke ve kent bazında uluslararası strateji/eylem planlarındaki bilgiler
Table 1. Information in international strategy/action plans on a country and city basis

Bölgeler/Kıtalar	Ülkelerin ve kentlerin iklim değişikliği ile mücadele eylem ve stratejileri hakkında araştırılan bilgiler
Avrupa	İklim Değişikliği Eylem Planı var mı?
Güney Amerika	Uyum Eylem Planı ve/veya Strateji Planı var mı?
Afrika	İklim Değişikliği Eylem Planı “uyum”u kapsıyor mu?
Asya	2030 yılı ormancılık azaltım hedefi var mı?
Basra Körfezi	Uyum eylemlerin kaç ormancılıkla ilgili?
Kuzey Amerika	Eylem Planında Havza Kavramı geçiyor mu?
Okyanusya	Orman sektörü ile ilgili Uyum eylemlerin kaç NbS ile ilgili?

2.2. Yöntem

Örneklemin seçimi ülkelerin ve kentlerin iklim değişikliği strateji/eylem planları ayrıntılı bir tarama sürecine dayanmaktadır. Örnekleimde toplam 60 ülke, 60 şehir ve 16 Türkiye şehrinin kentsel iklim değişikliği strateji/eylem planları gözden geçirilmiş ve değerlendirilmiştir.

Seçilen ülke ve kentlerde ağırlık Avrupa’da olmuş, bunu Asya kıtası takip etmiştir (Tablo 2).

Türkiye’de ise 16 büyük şehrimizin (Denizli, Gaziantep, İstanbul, Kocaeli, Antalya, İzmir, Muğla, Bursa, Kahraman Maraş, Manisa, Trabzon, Kayseri, Sakarya, Mersin, Hatay ve Erzurum) iklim değişikliği strateji/eylem planları gözden geçirilmiş ve değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Ülke bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

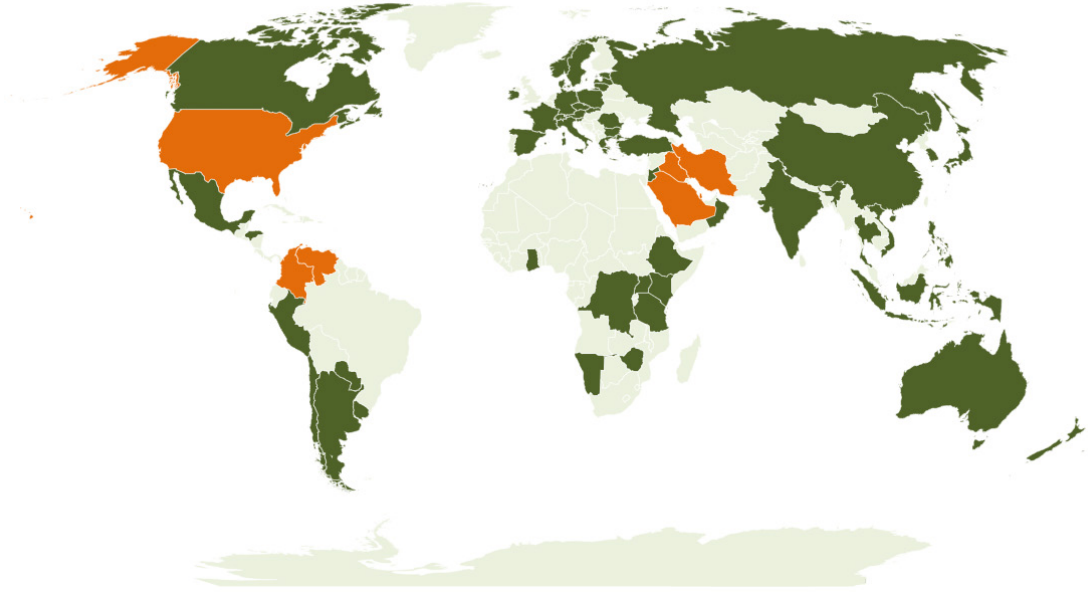
Avrupa, Afrika, Asya ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamında, Güney Amerika ve Kuzey Amerika kıtalarında seçilen ülkelerin %75’inde ve Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin %40’ında İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) mevcuttur (Şekil 1). ABD’de ise eyalet bazında İDEP mevcuttur.

İklim Değişikliğine Uyum Strateji ve/veya Eylem Planı (USEP) ise Avrupa, Asya ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerinin tamamında, Güney Amerika ve Kuzey Amerika kıtalarında seçilen ül-

Tablo 2. Analiz edilen bölgeler ve seçilen ülke ve kentlerin sayısı
Table 2. Number of analyzed regions and selected countries and cities

Bölgeler/ Kıtalar	Ülke sayısı	Kent sayısı	Ülkeler	Kentler
Avrupa	23	31	Türkiye, Fransa, İspanya, İtalya, İrlanda, İsviçre, İsveç, Norveç, Danimarka, Estonya, Rusya, Letonya, Litvanya, Bulgaristan, Yunanistan, Romanya, Polonya, Çekya, Slovakya, Slovenya, Avusturya, İngiltere ve Almanya	İstanbul, Paris, Barselona, La Coruña, Murcia, Roma, Londra, Birmingham, Dublin, Amsterdam, Rotterdam, Atina, Berlin, Frankfurt, Kopenhag, Stockholm, Uppsala, Oslo, Tallinn, Lizbon, Porto, Varşova, Prag, Ljubljana, Gent, Brüksel, Tiran, Viyana, Helsinki, Oulu, Zagreb
Güney Amerika	8	3	Şili, Kolombiya, Venezuela, Peru, Brezilya, Arjantin, Paraguay ve Uruguay	Rio de Janeiro, Buenos Aires ve Medellín
Afrika	8	5	Kenya, Uganda, Gana, Tanzanya, Etiyopya, Namibya, Kongo Cumhuriyeti ve Zimbabve	Cape Town, Johannesburg, Rabat, Accra ve Addis Ababa
Asya	9	13	Tayland, Japonya, Vietnam, Hindistan, Çin, Filipinler, Endonezya, Güney Kore ve Singapur	Pekin, Shangay, Jilin City, Wuhan, Tokyo, Osaka, Bangkok, Ho Chi Minh, Ahmedabad, Bhopal, Putrajaya, Mingeçevir, Batum
Basra Körfezi	6	1	Suudi Arabistan Krallığı, Katar, Umman, Ürdün, Irak ve İran	Riyad
Kuzey ve Orta Amerika	4	5	Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Meksika ve Honduras	Portland, Seattle, Atlanta, Ontario, Londra (Kanada)
Okyanusya	2	2	Avustralya ve Yeni Zelanda	Sidney ve Melbourne

İDEP



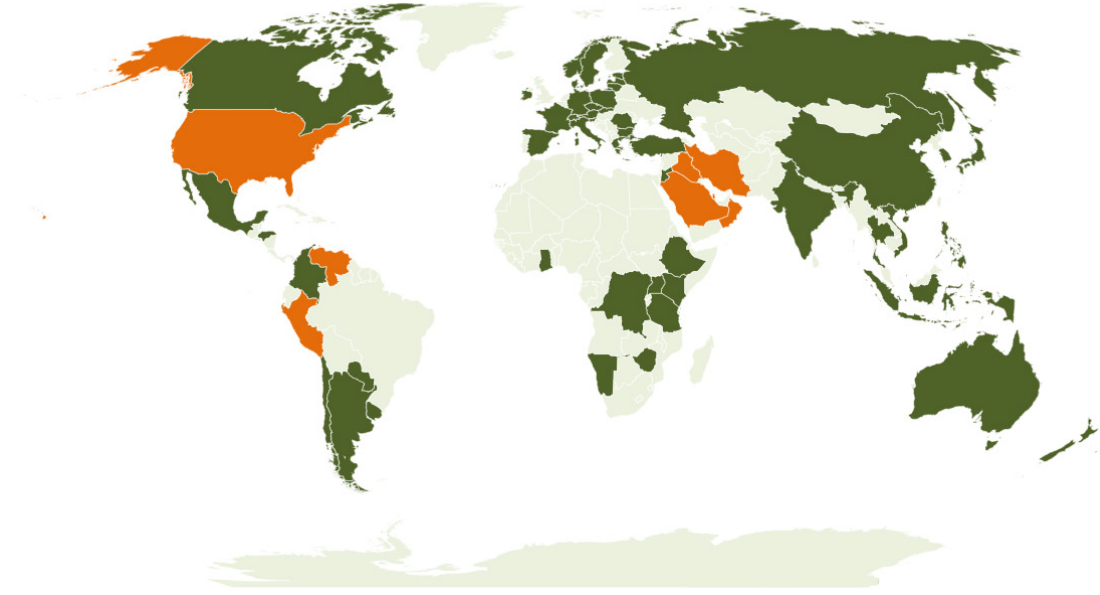
Şekil 1. Ulusal ölçekte iklim değişikliği eylem planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- İDEP olan ülkeler, turuncu- İDEP olmayan, açık yeşil – veri olmayan ülkeler)

Figure 1. Countries with and without a national climate change action plan (dark green - countries with CCAP, orange - without CCAP, light green – countries without data)

kelerin %75'inde, Afrika kıtasında seçilen ülkelerin %87,5'inde ve Körfez bölgelerinde seçilen ülkelerinin %16,66'sında mevcuttur (Şekil 2). ABD'de ise eyalet bazında iklim değişikliğine USEP mevcuttur.

Güney Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkelerin İklim Değişikliği Eylem Planlarında sadece azaltım eylemleri yer almış, "uyum" konusuna yer verilmemiştir. Avrupa kıtasında seçi-

USEP



Şekil 2. Ulusal ölçekte iklim değişikliği uyum strateji/eylem planı olan ve olmayan ülkeler (koyu yeşil- USEP olan ülkeler, turuncu- USEP olmayan, açık yeşil – veri olmayan ülkeler)

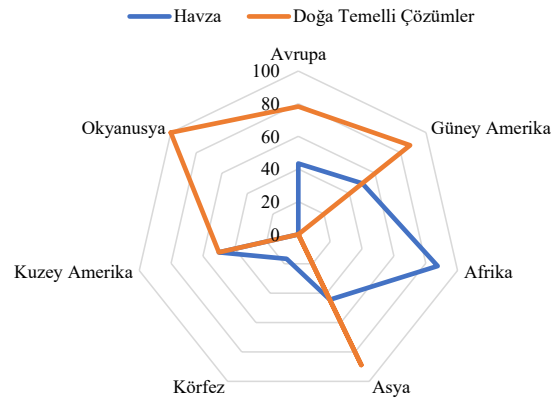
Figure 2. Countries with and without a national climate change adaptation strategy/action plan (dark green - countries with USEP, orange - without USEP, light green – countries without data)

len ülkelerin ise %8,7'si, Afrika kıtasında seçilen ülkelerin %12,5'i, Asya kıtasında seçilen ülkelerin %11,1'i, Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin %16,7'si ve Kuzey Amerika kıtasında seçilen ülkelerin %25'inde İklim Değişikliği Eylem Planlarında “uyum” konusu yer almıştır.

İDEP'ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerinin tamamında yer almaktadır. Avrupa kıtasında seçilen ülkelerinin %82,6'sı, Güney Amerika ve Kuzey Amerika kıtalarında seçilen ülkelerinin %50'si, Afrika kıtasında seçilen ülkelerinin %37,5'i ve Asya kıtasında seçilen ülkelerinin %33,3'ünde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmaktadır. Körfez bölgesinde seçilen ülkelerde ise 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planlarında “havza” kavramı Afrika kıtası ülkeleri hariç geniş biçimde yer almamaktadır (Şekil 3). Afrika kıtasında incelenen ülkelerin %87,5'inde havza kavramı bir şekilde yer alırken Avrupa kıtasında seçilen ülkelerin %43,4'ünde, Güney Amerika kıtasında seçilen ülkelerin %50'sinde, Asya kıtasında seçilen ülkelerin %44,4'ünde, Körfez bölgesinde seçilen ülkelerin %16,6'sında ve Kuzey Amerika kıtasında seçilen ülkelerin %50'sinde “havza” kavramı yer bulmuştur. Okyanusya bölgesinde ise seçilen ülkelerin IDEP'de “havza” kavramı yer almamaktadır. Havza kavramı genellikle hidrolojik afetler ve sonuçla-

rı ile ilgili eylemlerin içeriğinde bahsedilmektedir. Örneğin havza bazında planlamanın önemi ve su kaynaklarının korunması ile ilgili eylemler önerilmektedir.



Şekil 3. Havza ve Doğa Temelli Çözümler kavramlarının dahil edildiği eylem planlarına sahip ülkelerin yüzdeleri

Figure 3. Percentage of countries with action plans incorporating the concepts of Watershed and Naturally Based solutions

Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) ise yaygın olarak Okyanusya ülkelerinin tümünde, Avrupa kıtasında %78,3'ünde, Güney Amerika kıtasında %87,5'inde ve Asya kıtasında %88,9'unda ülke planlarında yer alırken, Kuzey Amerika kıtasında seçilen ülkelerin ise %50'sinde yer bulmuştur (Şekil 3).

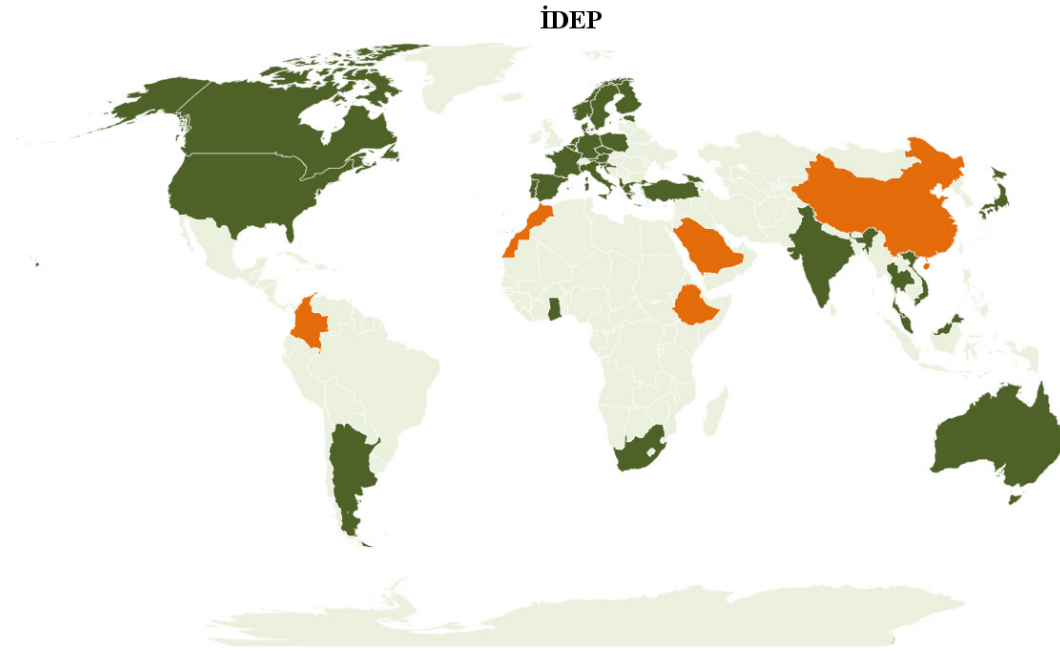
3.2. Kent bazında iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP) Avrupa, Körfez, Kuzey Amerika ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin tamamında mevcuttur. Güney Amerika kıtasında seçilen şehirlerin %66,7'si, Afrika kıtasında seçilen ülkelerin %60'ı ve Asya kıtasında seçilen şehirlerin ise %76,9'unda mevcuttur (Şekil 4).

İklim Değişikliği Uyum Strateji ve/veya Eylem Planı (USEP) ise Okyanusya bölgelerinde seçilen

şehirlerin tamamında, Kuzey Amerika kıtasında seçilen şehirlerin %20'sinde, Asya kıtasında seçilen şehirlerin %30,8'inde, Afrika kıtasında seçilen şehirlerin %40'ında, Güney Amerika'da seçilen şehirlerin %33,3'ünde ve Avrupa kıtasında seçilen şehirlerin %80,6'sında mevcuttur. Fakat Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerin hiçbirinde İklim Değişikliği Uyum Strateji ve/veya Eylem Planı (USEP) bulunmamaktadır.

Avrupa kıtasında seçilen şehirlere ait IDEP'lerinin %22,58'i, Asya kıtasında seçilen şehirlerin %7,69'u ve Kuzey Amerika kıtasında seçilen şehir-



Şekil 4. Seçili kentlerdeki iklim değişikliği strateji ve/veya eylem planlarının bulunup bulunmama durumu (koyu yeşil- IDEP olan, turuncu- IDEP olmayan kentler, açık yeşil – veri olmayan ülkeler)

Figure 4. Availability of climate change action/strategy plans in selected cities (dark green - cities with IDEP, orange - cities without IDEP, light green – countries without data)

lerin %80'inde İklim Değişikliği “uyum” konusunu kapsamaktadır. Ancak Güney Amerika, Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen şehirlerin hiçbirinde İklim Değişikliği Eylem Planlarında “uyum” konusu yer almamaktadır.

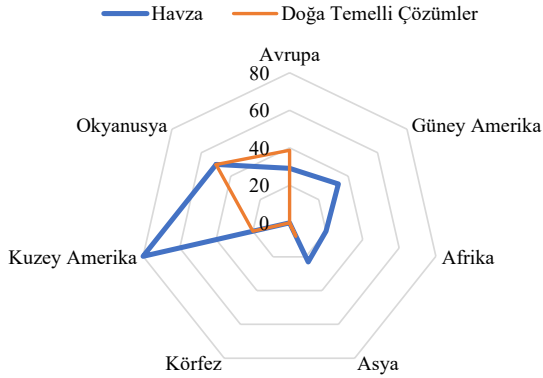
İDEP'ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Avrupa kıtasında seçilen şehirlerin %19,35'i, Kuzey Amerika kıtasında seçilen şehirlerin %20'si ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin %50'sinde yer almaktadır. Fakat Güney Amerika, Afrika, Asya ve Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi bulunmamaktadır.

İklim Değişikliği Eylem Planı (IDEP)'nda “havza” kavramı araştırılmış ve Avrupa kıtasında seçilen

şehirlerin %29'unda, Güney Amerika kıtasında seçilen şehirlerin %33,3'ünde, Afrika kıtasında seçilen şehirlerin %20'sinde, Asya kıtasında seçilen şehirlerin %23,1'inde, Kuzey Amerika kıtasında seçilen şehirlerin % 80'inde ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin %50'sinde “havza” kavramı geçmektedir. Fakat Körfez bölgesinde seçilen şehirlerin IDEP'de “havza” kavramı geçmemektedir (Şekil 5).

Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) ise Avrupa kıtasında seçilen şehirlerin %38,7'si, Asya kıtasında seçilen şehirlerin %7,7'si, Kuzey Amerika kıtasında seçilen şehirlerin %20'si ve Okyanusya bölgesinde seçilen şehirlerin %50'sinde yer almaktadır. Fakat Güney Amerika, Afrika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerin İklim Değişikliği Uyum eylemleri

DTÇ ile ilgili değildir (Şekil 5).



Şekil 5. Havza ve Doğa Temelli Çözümler kavramlarının dahil edildiği eylem planlarına sahip kentlerin yüzdeleri

Figure 5. Percentage of cities with action plans that include the concepts of Basin and Naturally Based Solutions

3.3. Türkiye’de kentlerin iklim değişikliği eylem planı ve/veya strateji belgeleri

Türkiye’de İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) hazırlamış olan büyükşehirlerin oranı %13,6’dır. İDEP olan iller ile hazırlık aşamasında olanlar değerlendirme kapsamına alınmıştır (Şekil 6).

Türkiye’de iklim değişikliği eylem planı hazırlanmış iller Antalya, Bursa, Denizli, Gaziantep, Hatay, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kocaeli, Muğla ve Trabzon’dur.

Türkiye’de iklim değişikliği eylem planı hazırlık aşamasında olan iller ise Erzurum, Kayseri, Manisa, Mersin ve Sakarya’dır.

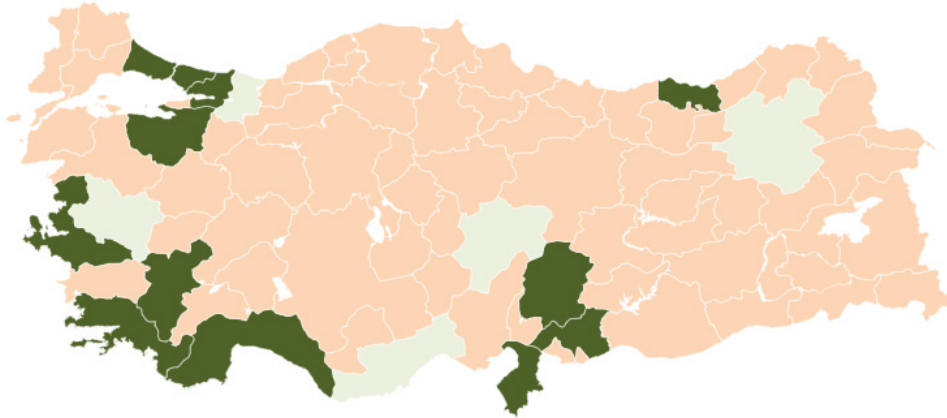
İklim Değişikliği Uyum Strateji ve/veya Eylem Planı (USEP) ise Türkiye’de seçilen şehirlerin %12,5’inde mevcut, %31,5’inde ise hazırlık aşamasındadır.

İklim Değişikliği Eylem Planında Türkiye’de seçilen şehirlerin %37,5’i İklim Değişikliği “uyum” konusunu kapsamaktadır. Ancak bunların %31,5’i hazırlık aşamasındadır.

İDEP’ler incelendiğinde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi Türkiye’de seçilen şehirlerin %18,75’inde yer almaktadır, %31,5’i ise hazırlık aşamasındadır.

Öte yandan Türkiye’de seçilen şehirlerin İDEP’lerinin %31,25’inde “havza” kavramı geçtiği görülmüştür. Doğa Temelli Çözümler (DTÇ) ise seçilen şehirlerin %12,5’inde yer almaktadır.

İDEP



Şekil 6. Türkiye’deki kentlerde iklim değişikliği eylem planlarının durumu (koyu yeşil- İDEP olanlar, açık yeşil- hazırlık aşamasındaki kentler, somon rengi - veri olmayan kentler)

Figure 6. Climate change action plans in cities in Turkey (dark green - İDEP ones, light green - cities in preparation, salmon color - cities without data)

4. Tartışma ve Sonuç

Ekosistem hizmetlerini artırıcı doğa temelli çözümlerin iklim değişikliği ile mücadelede verimli bir azaltım ve uyum çerçevesi için tüm orman ve arazi kullanımı politika ve programlarına entegre edilmesi gerekir. Diğer bir deyişle, ormancılık

ve arazi kullanım politika/programları, ekosistem hizmetlerini de dikkate alarak sürdürülebilir ve doğa temelli çözümlere dayanmalıdır. Bu aynı zamanda ekosistem yaklaşımına ilişkin anlayışımıza da uygundur. Ormanlar ve diğer arazi kullanımları ekosistemlerin bir parçasıdır ve direnci ve uyumu güçlendirecek şekilde yönetilmelidir. Ekosistem

direnci doğal veya yönetilen bir ekosistemin dış baskılara dayanma ve zaman içinde bozulma öncesi durumuna geri dönme kapasitesidir (Thompson ve ark., 2009). Ağaçlandırmalar ve müdahale görmüş ormanlar, genel olarak azalan biyolojik çeşitlilikleri nedeniyle, iklim değişikliğine bağlı büyük ölçekli kayıplar için birincil ormanlara göre daha büyük dış etkiler ve risklerle karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle, bir orman ekosisteminin dayanıklılığı, orman yönetimi tarafından şekillendirilen biyolojik çeşitlilik, yapı ve köken ile ilişkilidir.

Arazi kullanımı ve ormancılık, su ve doğal bazlı çözümlerle ilgili olduğundan havza yönetimi yaklaşımında veya perspektifinde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım su miktarının/kalitesinin iyileştirilmesi, sellerin azaltılması, habitat kalitesi ve miktarının iyileştirilmesi ve diğer hizmet ve faydalardaki artış hedeflerine katkıda bulunmasını sağlar (WAH, 2014). Havzalar hidrolojik/ekolojik sistemlerdir, bu nedenle herhangi bir arazi kullanımı sorunu tek başına değil, sistemin bir parçası olarak ele alınır. Ekosistem hizmetleri ve doğal bazlı çözümlerle ilgili araştırmaların havza bazında inşa edilmesi gerekir (Serengil, 2018).

İklim değişikliği, günümüzün en geniş kapsamlı ve karmaşık çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Tüm küresel değerlendirmeler (NOAA, AR5 vb.) küresel ısınmanın yavaşladığını, aksine diğer insan kaynaklı stres kaynaklarıyla (kentleşme, hava kirliliği vb.) birleşerek etkilerini artırdığını ortaya koymaktadır. İklim değişikliği ile mücadele küresel bir çabayı gerektirmektedir. Fakat ülkelerin bu mücadeleye verdikleri katkı seviyesi çok değişkendir. BMİDÇS bunu “ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluk” adı verilen bir ilkeyle tanımlamaktadır (Wang ve ark., 2018). Dolayısıyla, Paris İklim Anlaşmasında ifade edilen düşük emisyon seviyesi hedefine doğru ilerlemenin anlaşılabilirliği için ülkelerin ve kentlerin kapasitelerine ilişkin eylemlerini karşılaştıran bir analizlere ihtiyaç vardır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS, <https://unfccc.int>) kapsamındaki potansiyel taahhüt ve yükümlülüklerini yerine getirmek için birçok ülke, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve değişen iklime uyum sağlamak için stratejilerini tanımlayan ulusal iklim değişikliği eylem planları hazırlamaktadır.

Bu çalışma ormancılık sektörünün iki önemli konusu olan “havza yaklaşımı” ve “doğa temelli çözümler”e vurgu yaparak iklim değişikliği eylem planlarında ormancılığın rolünü irdelemeyi amaçlamaktadır.

Göç nedeniyle şehirlerin kalabalıklaşması, iklim

değişikliği ile mücadeleyi bu yöne kaydırmayı gerektirmiştir (Forman ve Wu, 2016; UN, 2015). Hızlı kentleşme ile gelecekte enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarında genel bir artış eğilimi olması muhtemeldir. Büyüyen kentlerde önlem alınmazsa 2015 Paris İklim Anlaşması hedeflerine ulaşmak mümkün olmayabilir (Xu ve ark., 2019). Genellikle şehirlerde iklim değişikliğine uyum (adaptasyon) eylemlerinin merkezi hükümet politikalarından çok yerel yönetimlerin görevi olduğu düşünülmektedir. Ancak, adaptasyon yerel eylemle sınırlandırıldığında yetersiz kalabilir. İklim etkilerinin havza ölçeği ve sektörler arası politika ve planların doğası, genellikle daha büyük ölçekte (örn. orman yönetimi, doğa koruma, nehir havzası yönetimi, su yönetimi ve taşkın yönetimi gibi) koordinasyon gerektirir.

Çalışmamızda seçilen ülke ve kentlerin birçoğunda İklim Değişikliği Eylem Planının hazırlanmış olduğunu görüyoruz. Körfez ve Afrika bölgesinde seçilen şehirlerin büyük bir kısmında ise iklim değişikliği eylem planlarının olmadığı belirlenmiştir. Reckien ve ark. (2018) tarafından 885 Avrupa kentinde yapılan çalışmada küresel bazda sadece 147 şehrin İklim Değişikliği Eylem Planı olduğu ortaya konulmuştur. Alexander (2020), ABD eyaletlerine uyguladığı çalışmada 34 eyaletin İklim Eylem Planlarının hazırlanmış ve kabul edilmiş olduğunu ifade etmiştir. İklim stratejileri eyaletten eyalete farklılık göstermesine rağmen genelde ulaşım, arazi kullanımı, enerji, tarım, ormancılık ve atık gibi sektörlerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bileşenler içermektedir. ABD eyaletlerinin iklim değişikliği ile mücadele yaklaşımları değerlendirildiğinde karbon emisyonlarının ölçülebilir fakat mütevazı azalmalara yol açtığını ortaya koymaktadır. Reckien ve ark. (2014) ise Avrupa şehirlerindeki yerel iklim planlarında azaltım konusunda sadece enerji sektörüne odaklanıldığını ifade etmiştir.

Araştırmamız, iklim eylem planlarında, iklim değişikliğinde azaltımın uyumdan daha çok dikkate alındığını ortaya koymuştur. Bunun başlıca üç nedeni olabilir;

- Uyum eylemlerinin azaltıma nazaran daha karmaşık olması,
- Uyum konusunun yeterince bilinmiyor olması ,
- Gelişmiş ülkelerde azaltıma odaklanılmış olması.

Carmin ve ark. (2012)'nin farklı kıtalarda 468 şehirde yerel iklim planlamasındaki ilerlemeyi değerlendirdiği bir araştırmada şehirlerin adaptasyon uygulamalarında henüz erken bir aşamada olduğu ifade edilmiştir. Benzer bir araştırmada (Araos ve ark., 2016), küresel ölçekte 401 şehir değerlendirildi.

rilmiş ve adaptasyon uygulamalarının daha az gelişmiş olduğu sonucuna varılmıştır. ABD’de 44 şehrin yerel uyum planları değerlendirildiğinde ise teorik olarak uyum eylemlerinin çerçevesi çizilmiş olmasına rağmen uygulamada aksaklıklar olduğu belirlenmiştir (Stults ve Woodruff, 2017; Woodruff ve Stults, 2016; Woodruff, 2018). Pietrapertosa ve ark. (2019) tarafından İtalya şehirlerinde yerel uyum iklim planları incelenmiş, yerel iklim değişikliği uyum planlarının yetersizliği ortaya konulmuştur. Baker ve ark. (2012) ise Avustralya’nın şehir yerel yönetimlerinin iklim uyum eylemlerini etkili bir şekilde planlayamadıklarını ortaya koymuştur.

Havza Yaklaşımı, seçilen ülke ve şehirlerde iklim değişikliği eylem planlarında ve/veya strateji belgelerinde yeterince yer almamaktadır. İklim Değişikliği Eylem Planlarında (İDEP) havza kavramı en fazla Afrika bölgesindeki ülkelerde tespit edilmiştir. Diğer ülkelerde (Okyanusya bölgesinde seçilen şehirler hariç) ise İDEP’de havza kavramı sınırlı düzeyde yer aldığı görülmüştür. Körfez bölgelerinde seçilen ülkelerde ise havza kavramı çok sınırlı oranda geçmiş, fakat bu bölgedeki şehirlerin İDEP’de havza kavramına rastlanmamıştır. Okyanusya bölgesinde seçilen ülkelerde havza kavramı geçmemesine rağmen şehirlerin İDEP’de büyük oranda havza kavramına rastlanmıştır. Diğer ülkelerde ise en fazla Kuzey Amerika bölgesinde seçilen şehirlerde havza kavramı büyük oranda geçmiş ve kalan şehirlerde havza kavramı küçük oranda tespit edilmiştir.

Doğa Temelli Çözümler (DTC), iklim değişikliğine uyum eylemlerinde ormancılıkla ilgili olup olmadığına baktığımızda ise Afrika, Körfez ve Okyanusya bölgelerinde seçilen ülkeler hariç diğer bölgelerde seçilen ülkelerde ağırlıklı olarak tespit edilmiştir. Güney Amerika, Afrika ve Körfez bölgelerinde seçilen şehirlerde ise İklim Değişikliği uyum eylemlerinde ormancılıkta doğa temelli çözümlere rastlanmamıştır.

Havza kavramı Türkiye’de seçilen şehirlerin İDEP’de araştırılmış ve seçilen şehirlerin çok küçük bir kısmında geçtiği görülmüştür. İklim Değişikliği Uyum Eylemlerinde ormancılıkla ilgili DTC’lere baktığımızda ise seçilen şehirlerin çok küçük bir kısmında yer aldığı tespit edilmiştir.

Ülkemizde mevcut yerel İDEP’lerin hem kapsam hem de içerik yönünden teknik anlamda yetersiz oldukları özellikle arazi kullanma ve ormancılık sektörünü yeterince ele almadıkları anlaşılmaktadır. Bu planlardaki eksiklik ve yetersizlikler sıralanacak olursa;

- Planlarda genellikle uyum ayağı eksik kalmakta veya hiç yer verilmemekte,
- İklim değişikliğine “uyum”un özünü iklim kaynaklı afetlerle mücadele oluşturmalıdır. Oysa, sel-taşkın ve benzeri aşırı hava olayları arazi kullanımı ile ilişkilendirilmemektedir. Çözüm önerileri de bu durumda yetersiz kalmaktadır. Aşırı hava olayları sonucu ortaya çıkabilecek olumsuzlukların etkileri havza yaklaşımı ile azaltılabilir. Dolayısıyla uyum politika önerileri geliştirilirken havza ölçeği ve yaklaşımı dikkate alınmalıdır,
- İklim değişikliği azaltım politikalarına konu olması gereken sera gazı envanter hesaplamalarında teknik anlamda yetersizlikler ve kapsam bakımından eksiklikler görülmektedir. Örneğin arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılıktan veya tarım sektöründen kaynaklanan sera gazı salım ve tutumları söz konusu sektörlerin karmaşık yapısı ve veri ihtiyacı nedeniyle hesaplanamamakta veya Seviye-1 düzeyinde kalmaktadır. Mevcut envanterlerde de yine arazi kullanımı emisyonları ulusal envanterle uyumlu şekilde değil uluslararası Seviye-1 hesaplarıyla yapılmaktadır,
- İDEP’lerde 2030 yılı ormancılık azaltım hedefi eksik veya hiç yer almamaktadır,
- İDEP’lerde havza kavramı ve doğa temelli çözümler çok az ya da hiç yer almamaktadır.

Kaynaklar

- Alexander, S.E., 2020. Harnessing the opportunities and understanding the limits of state level climate action plans in the United States. 0264-2751 2020 *Elsevier* Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102622>. *Cities* 99 (2020) 102622. ScienceDirect 2020.
- Altunok, A. E., Altunok, E., 2016. “AB iklim değişikliği politikaları”. *Denetim*, 12: 45-55.
- Araos, M., Berrang-Ford, L., Ford, J.D., Austin, S.E., Biesbroek, R., Lesnikowski, A., 2016. Climate change adaptation planning in large cities: a systematic global assessment. *Environ. Sci. Pol.* 66(2): 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.009>.
- Baker, I., Peterson, A., Brown, G., McAlpine, C., 2012. Local government response to the impacts of climate change: An evaluation of local climate adaptation plans. *Landscape and Urban Planning*, 107(2): 127–136. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.009>.
- Bertoldi, P., Kona, A., Rivas, S., Dallemand, J. F., 2018. Towards a global comprehensive and transparent framework for cities and local governments enabling an effective contribution to the Paris Climate Agreement. *Current opinion in environmental sustainability*, 30: 67-74.
- Carmin, J., Nadkarni N., Rhie, C., 2012. Progress and Challenges in Urban Climate Adaptation Planning: Re-

- sults of a Global Survey. Cambridge, MA, DUSP/MIT.
- Cohen-Shacham, E., Andrade, A., Dalton, J., Dudley, N., Jones, M., Kumar, C., Maginnis, S., Maynard, S., Nelson, N. C., Renaud, F. G., Welling, R., Walters, G., 2019. Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science Policy*, 98: 20-29.
- Demirci, M., 2015. "Kentsel iklim değişikliği yönetişi-mi". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 46: 75-100.
- Forman, R.T., Wu, J., 2016. Where to put the next billion people. *Nature News*, 537(7622), 608
- Grafakos S., Trigg K., Landauer M., Chelleri L., Dhakal S., 2019. Analytical framework to evaluate the level of integration of climate adaptation and mitigation in cities. *ClimChange* 2019:1–20. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02394-w>.
- Gunfaus, M.T., Waisman, H., (2021). Assessing the adequacy of the global response to the Paris Agreement: Toward a full appraisal of climate ambition and action. *Earth System Governance*, 100102.
- IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Kahraman, S., Şenol, P., 2018. "İklim Değişikliği: Küresel, Bölgesel ve Kentsel Etkileri". *Akademia Sosyal Bilimler Dergisi*, 353-370.
- Morgan, J. A., 2019. Rising atmospheric CO2 and global climate change: responses and management implications for grazing lands. *In Grasslands: Developments opportunities perspectives*, 235-260. CRC Press.
- Oğuz, C. U., 2010. "İklim değişikliği ile mücadelede yerel yönetimlerin rolü: Seattle örneği". *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(2), 25-41.
- Özel, M., Kılıç, S., 2006. "Küresel bir sorun olarak iklim değişikliği ve iklim politikaları". *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 34(2): 137-169.
- Pietrapertosa, F., Salvia, M., Hurtado., S. D. G., d'Alonzo, V., Church, J. M., Geneletti, D., Francesco M., Reckien, D., 2019. Urban climate change mitigation and adaptation planning: Are Italian cities ready?. *Cities*, 91(2): 93-105.
- Reckien, D., Salvia, M., Heidrich, O., Church, J.M., Pietrapertosa, F., De Gregorio-Hurtado, S., D'Alonzo, V., Foley, A., Simoes, S.G., Krkoška Lorencová, E., Orru, H., Orru, K., Wejs, A., Flacke, J., Olazabal, M., Geneletti, D., Feliu, E., Vasilie, S., Nador, C., Krook-Riekkola, A., Matosović, M., Fokaides, P.A., Ioannou, B.I., Flamos, A., Spyridaki, N.-A., Balzan, M.V., Fülöp, O., Paspaldzhiev, I., Grafakos, S., Dawson, R., 2018. How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28. *J. Clean. Prod.* 191(2): 207–219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.220>.
- Reckien, D., Flacke, J., Dawson, R.J., Heidrich, O., Olazabal, M., Foley, A., Hamann, J.J.P., Orru, H., Salvia, M., De Gregorio Hurtado, S., Geneletti, D., Pietrapertosa, F., 2014. Climate change response in Europe: What's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries. *Climatic Change* 122(2): 331-340. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0989-8>.
- Salvia, M., Reckien, D., Pietrapertosa, F., Eckersley, P., Spyridaki, N. A., Krook-Riekkola, A., ... Heidrich, O., 2021. Will climate mitigation ambitions lead to carbon neutrality? An analysis of the local-level plans of 327 cities in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110253.
- Serengil, Y. (2018). Climate Change and Carbon Management: Agriculture, Forests and Other Land Uses. UNDP. www.tr.undp.org/dam/turkey/undp_iklim_web
- Stults, M., Woodruff, S.C., 2017. Looking under the hood of local adaptation plans: Shedding light on the actions prioritized to build local resilience to climate change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22(8), 1249-1279.
- Sunde, M.G., He, H. S., Hubbart, J.A., Urban, M.A., 2018. An integrated modeling approach for estimating hydrologic responses to future urbanization and climate changes in a mixed-use midwestern watershed. *Journal of Environmental Management*, 220(2): 149-162.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010-2023). "Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi". Ankara
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2011-2023). "İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı". Ankara
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A., 2009. Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. *Technical Series* no. 43, 67 pages. Canada.
- Xu, L., Wang, X., Liu, J., He, Y., Tang, J., Nguyen, M., Cui, S., 2019. Identifying the trade-offs between climate change mitigation and adaptation in urban land use planning: an empirical study in a coastal city. *Environ. Int.* 133, 105162.
- UN, 2015. United Nations. Resolution adopted by the general assembly on 25 september 2015. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. New York: UN: n.d.
- WAH, 2014. Watershed Approach Handbook. Improving outcomes and increasing benefits associated with wetland and stream restoration and protection projects. *The Environmental Law Institute (ELI) and The Nature Conservancy*.
- Wang, J., Gao, Y., Wang, S., 2018. Assessing the response of runoff to climate change and human activities for a typical basin in the Northern Taihang Mountain, China. *Journal of Earth System Science*, 127(3): 1-15.

Woodruff SC., Stults M., 2016. Numerous strategies but limited implementation guidance in US local adaptation plans. *Nat. Clim. Change* 2016; 6(2):796–802. <https://doi.org/10.1038/nclimate3012>.

Woodruff SC., 2018 City membership in climate change adaptation networks. *Environ. Sci. Policy* 2018; 84:60–

81. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.002>.

Zölch, T., Maderspacher, J., Wamsler, C., Pauleit, S., 2016. Using green infrastructure for urban climate-proofing: An evaluation of heat mitigation measures at the micro-scale. *Urban Forestry Urban Greening*, 20(2): 305-316.

Gövde analizi çalışmalarında yeni ve kombine bir yöntem

A new and combined method in stem analysis studies

Abbas ŞAHİN¹

Gafura AYLAK ÖZDEMİR²

Emrah ÖZDEMİR²

¹ Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İstanbul

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman
Fakültesi, İstanbul

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Abbas ŞAHİN
abbassahin@yahoo.com

Geliş tarihi (*Received*)

06.09.2021

Kabul Tarihi (*Accepted*)

10.09.2021

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Murat BAŞAR
muratbasar@ogm.gov.tr

Atıf (*To cite this article*): Şahin, A., Aylak Özdemir, G., Özdemir, E. (2021). Gövde analizi çalışmalarında yeni ve kombine bir yöntem. Ormanlık Araştırma Dergisi, 8 (2) , 208-210. DOI: 10.17568/ogmoad.990904



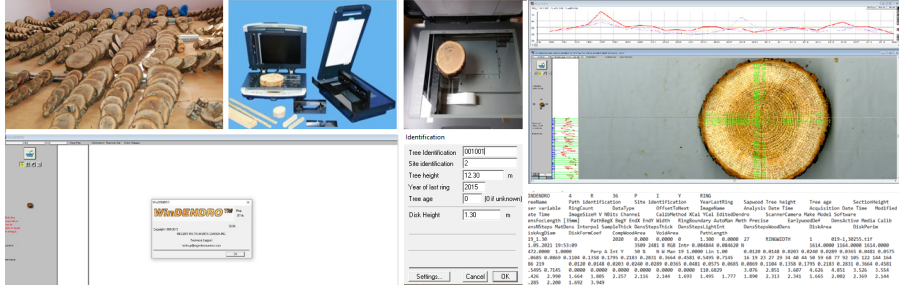
Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Sayın Editör,

Hasılat çalışmalarında artım ve büyüme ilişkilerini ortaya koymak için kullanılan ve en sağlıklı sonuçların elde edildiği yöntemlerden birisi de gövde analizi yöntemidir. Gövde analizi çalışmalarının materyalini, dikili ağaçların kesilmesinden elde edilen kesitler üzerinden alınan ölçümler oluşturmaktadır. Yakın zamana kadar ülkemizde yapılan gövde analizi çalışmaları, kesitler üzerinde manuel olarak yapılan ölçümlerden yararlanarak gerçekleştirilmiştir. Gövde analizi çalışmalarında kullanılan verileri; kesitteki halka sayısı, çift kabuk kalınlığı ve genel olarak ta 5 ya da 10 yıllık periyodlar halinde halka genişliklerine ait saptanmış değerler oluşturmuştur. Uygulanan bu klasik yöntem, oldukça zaman almakta, çok fazla ölçüm hatasına neden olmakta ve her yıllık halkanın hassas bir şekilde ölçülmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca ölçülen verilerin bilgisayara aktarılması da oldukça zaman almakta ve bunun dışında veri girişi hatalarına da neden olmaktadır.

Bu yöntem yerine, bilgisayar tekniklerinin ve yazılımlarının kullanılarak kesitteki yıllık halka sayılarını ve genişliklerini çok daha hassas bir şekilde belirleyen WinDENDRO programından da (URL1) yararlanarak, hasılat çalışmalarının istediği sonuçları elde edebilecek kombine bir yöntem geliştirilmiştir. WinDENDRO programı kullanılarak elde edilen gövde analiz verileri, MS Office Excel programına aktarıldıktan sonra, Şahin (2020) tarafından geliştirilen eklenti yazılım ile düzenlenerek, Özdemir ve Özdemir (2016) tarafından, MS Excel 2010 programının VBA özelliğinden yararlanılarak geliştirilen gövde analiz programına (GOAP) aktarılarak analiz çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Tüm bu çalışmaların sonucunda ise tek ağaca ilişkin hacim, artım ve büyüme ilişkileri belirlenmektedir. Belirtilen yöntem üç aşamadan oluşan bir kombine yöntem olup ayrıntıları aşağıda verilmiştir. Bunlar;

Birinci aşamada; kesitler zımparalanıp yüksek çözünürlüklü Epson LA2400 Scanner ile tarandıktan sonra yıllık halka sayısı, halka genişlikleri ile kabuk kalınlıklarını ölçme işlemi WinDENDRO yazılımı ile gerçekleştirilmektedir. Bilgisayar yazılımı, üretilen veriyi metin belgesi (.txt) olarak kaydedmektedir. Gövde analizi gerçekleştirilen tüm kesitler ya da artım kalemleri için; metin belgesinin (.txt), yanı sıra görüntü (.tif) ve grafik verilerde üretilmektedir (Şekil 1). Analiz sonucunda elde edilen veriler yıl esaslı değerlendirilecek nitelikte üretildiğinden, tek ağaçlara ilişkin çıktılar her yıla ait elde edilebilece-



1
Kesitlerin tarayıcı ile taranması, WinDENDRO programı ile analizlerinin yapılması ve sonuçlarının grafik, resim ve metin formatında elde edilmesi.

Şekil 1. Kesitlerin taranıp bilgisayara aktarılması ve gövde analiz işlemlerinin yapılması

ği gibi aynı zamanda yaş periyotları halinde de elde edilebilmektedir.

İkinci aşamada; WinDENDRO programının kullanılmasıyla elde edilen metin belgesi (.txt) formatındaki gövde analiz verileri, MS Office Excel programına aktarılmaktadır. Üretilen veriler, ağaç gövdesi hacim ve hacim elemanlarını verecek şekilde, ağaç kesitinin elde edildiği yıl yani son halkanın hangi yıla ait olduğu, kesitteki halka sayısı, kesitlerin kaç yönlü ölçüldüğü dikkate alınacak şekilde Şahin (2020) tarafından MS Excel 2016 prog-

ramının VBA makro özelliğinden yararlanarak tasarlanmış eklenti yazılımıyla düzenlenmektedir. Veriler düzenlendikten sonra, bu kısmın ikinci aşamasında ise; ağaç yaşı, ilk kesit yüksekliği, seksiyon uzunluğu gibi parametreler, oluşturulmuş olan veri giriş sayfasına girilerek, tek ağacın yaşlarda ya da yaş periyotlarındaki aldıkları çaplar mm cinsinden belirlenmiş olmaktadır. Böylece yaş ya da yaş periyotlarına göre düzenlenmiş olarak, ağacın hangi kesit yüksekliğinde kaç mm çapa ulaştığı belirlenmektedir (Şekil 2).

YearLastRing	RingCount	2015	116	Okular	Temelle			
0.30 Çift Halka Hesabı 1/2								
YearLastRing	RingCount	1899	1900	1901	1902	1903		
1	2	3	4	5				
TreeName	YearLastRing	RingCount	DataType	PathLength				
002001-0-30	2015	116	RINGWIDTH	178.777	0.1299	2.7177	2.4007	1.8493
002002-0-30	2015	116	RINGWIDTH	178.754	0.1559	2.7571	1.8261	0.742
002003-0-30	2015	116	RINGWIDTH	184.578	0.2792	1.9665	1.4881	2.8173
002004-0-30	2015	116	RINGWIDTH	134.144	1.0488	1.2867	1.1362	2.0454
			Çift Halka	0.000	1.000	1.1891	1.4162	4.2715
1.30 Çift Halka Hesabı 1/2								
YearLastRing	RingCount	1899	1900	1901	1902	1903		
1	2	3	4	5				
TreeName	YearLastRing	RingCount	DataType	PathLength				
002001-1-30	2015	111	RINGWIDTH	188.670				
002002-1-30	2015	111	RINGWIDTH	132.093				
002003-1-30	2015	111	RINGWIDTH	109.238				
002004-1-30	2015	111	RINGWIDTH	124.238				
			Çift Halka	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

GÖVDE ANALİZİNE AİT ÖLÇÜMLER										
Ölçülen Alan No:	116	Ölçülen Boy (m):	11.6	Ölçülen Çap (m):	0.30	Ölçülen Madde:	11	Ölçülen Madde:		
Ağaç No:	12-35	Seksiyon Uzunluğu (m):	2	Seksiyon Sayısı:	2	Seksiyon Sayısı:	2	Seksiyon Sayısı:		
Ağaç Türü:	40	Ağaç Yaşı (m):	17	Yaş Kesit Yüksekliği (m):	0.3	Kesim Tarihi:	2015	Ölçüm Tarihi:		

Yaşlarda Milimetre Olarak Çaplar													
Kesit No	Yaş (Yıl)	Seksiyon Uzunluğu (m)	Kesim Yılı	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)	Yaş Kesit Yüksekliği (m)			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
1	1.30	2	111	0	10.885	42.312	79.547	99.423	118.535	133.079	150.532	175.963	193.713
2	3.30	2	803	0	0.000	16.464	34.875	77.024	98.445	115.087	133.309	151.100	175.725
3	5.30	2	497	0	0.000	0.000	20.571	52.301	77.721	97.209	114.669	134.172	155.028
4	7.30	2	94	24	0.000	0.000	18.608	47.684	73.551	91.311	111.758	129.732	150.525
5	9.30	2	77	40	0.000	0.000	0.000	0.000	43.291	64.734	85.390	102.603	128.274
6	11.30	2	71	46	0.000	0.000	0.000	0.000	7.588	26.995	40.001	54.837	72.361
7	13.30	1-1	54	63	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

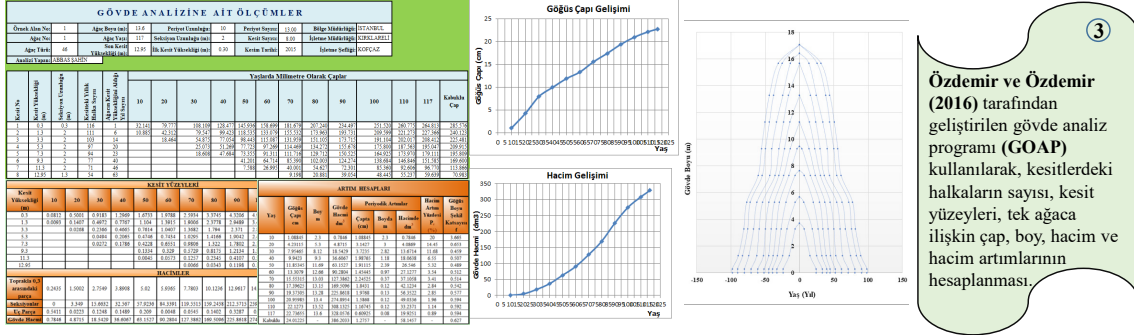
2
WinDENDRO programı ile üretilmiş verilerin MS Office Excel programına aktarıldıktan sonra Şahin (2020) tarafından geliştirilen eklenti yazılım kullanılarak, verilerin düzenlenip analiz sonuçlarının belirlenmiş periyotlara göre alınması.

Şekil 2. Gövde analiz verilerinin düzenlenmesi

Üçüncü aşamada ise, ağacın hangi kesit yüksekliğinde kaç mm çapa ulaştığına ait veriler ile ağaca ait temel veri girişleri, Özdemir ve Özdemir (2016) tarafından MS Excel 2010 programının VBA makro özelliğinden yararlanılarak tasarlanmış olan GOAP makro programına aktarılarak sonuçlar ve çıktılar bu programdan alınmaktadır. GOAP makro programında, yaş ya da periyodik yaşlara karşılık gelen gövde hacim değerlerinin bulunabilmesi için periyodik yaşlardaki ağaç boylarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, kesitteki yıllık halka sayıları ile ağaç yaşı arasındaki farklar hesaplanarak ağacın her bir kesit yüksekliğine ulaşma yaşları hesaplanmaktadır. Daha sonra kesit yüksekliği bağımlı, ağacın bu kesit yüksekliklerine ulaşmak için aldığı yıl sayısı bağımsız değişken alınarak boylanma modeli oluşturulmaktadır. GOAP makro programında yaş-boy ilişkisini ortaya koymak için Prodan modeli ile Quadratic (Polinom) denklem kullanılmakta ve sonuçlar her iki modele göre de üretilmektedir. GOAP makro

programı kullanılarak, tek ağaca ilişkin kesitlerin yüzeyleri hesaplanmakta, ağacın dip, seksiyon ve uç hacmi ayrı ayrı hesaplanarak ağaç hacmi belirlenebilmektedir. Ağaç yaşı ya da yaş periyotlarına bağlı olarak, göğüs çapı, boyu ve hacmi ile bu parametrelerin artım değerleri de hesaplanmakta ve grafikleri elde edilebilmektedir (Şekil 3).

Sonuç olarak; kesitler ve artım kalemlerindeki yıllık halka genişliklerinin ölçülmesinde ve halka sayılarının belirlenmesinde, kesitlerin taranarak bilgisayara yüklenip ve sonrasında bilgisayar programları kullanılarak gövde analiz çalışmalarının yapılması, zaman açısından tasarruf sağladığı gibi kesit yüzeyi ya da artım kalemi üzerindeki her halkanın genişliğinin oldukça hassas bir şekilde belirlenmesini de sağlamaktadır. Örnek ağaçlara ait bilgilerin üretilmesi ve hesap işlemlerinin yapılması daha kolay, hızlı ve doğruluk derecesi daha yüksek bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Tüm bu işlemler sonucunda örnek ağaçların hacim elemanları ve kabuksuz-



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 ormancılık 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 ormancılık 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, ormancılık ile ilişkili alanlarda güncel çalışmalar yaparak faydalanıcıların hizmetine sunmaktır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, aşağıda belirtilen alanlarda ormancılık sorunlarına çözüm getirmek amacı ile temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını içeren ulusal ve uluslararası makaleleri kabul etmektedir.

ISLAH	Tohum, Ağaç Islahı, Genetik, Biyoteknoloji.
YETİŞTİRME	Silvikültür, Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ağaçlandırma ve Bitki Fizyolojisi, Peyzaj.
EKOLOJİ	Toprak ve Ekoloji, Havza Yönetimi, Orman - Su İlişkileri.
İŞLETME	Ekonomi, Hasılat, Amenajman, Ormanlık Politikası, Sosyal Ormanlık, Orman İnşaatı ve Transportu.
KORUMA	Orman Yangınları, Entomoloji, Fitopatoloji, Yaban Hayatı ve Korunan Alanlar.
ORMAN ÜRÜNLERİ	Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri, Orman Endüstrisi.

Ayrıntılı bilgi için lütfen : <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoad/aim-and-scope>

Yazarlar İçin

-Makale değerlendirme ve yayın süreci

Ormanlık Araştırma Dergisi'ne gönderilen makaleler ilk aşamada editörler tarafından etik, dil ve yazım kontrolünden geçirilerek Bölüm Editörlerine gönderilmektedir. Bölüm Editörleri uygun durumdaki makaleleri hakem değerlendirme sürecine almakta ve süreçleri tamamlanan makaleler mizanpajları yapılarak dergimizde uygun bir sayıda yayınlanmak üzere ön izlemeye alınmaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi çift kör hakem değerlendirme sistemini kullanır.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmemektedir.

-Makale yazım kuralları

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8.000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

Kâğıt Boyutu	A4 Dikey	Yazı Tipi Stili	Normal
Satır Aralığı	Tek (1)	Boyutu (Ana başlık)	14
Üst Kenar Boşluk	3,7 cm	Boyutu (Özetler)	9
Alt Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Normal metin)	10
Sol Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Tablo-grafik)	9
Sağ Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Kaynakça)	9
Yazı Tipi	Times News Roman Tur		

-Araştırma ve yayın etiği, hatalı uygulama beyanı

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisine makale gönderen yazarların ormanlık konuları ile ilgili eserleri başka bir yerde yayımlanmamış olmalı ve/veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır.

Editörler makalenin dil, yazım ve kaynakları hakkında dergi yazım formatına uygunluğunu sağlamak amacıyla gerekli düzeltmeleri yapmaya tam yetkilidir.

Yayımlanmış başka eserlerden alınmış olan alıntı yazı, tablo, resim vb. verinin olması halinde gerekli izinleri almak yazarların sorumluluğundadır.

Makalenin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Makalede yazarlık için gerekli ölçütleri karşılamayan ancak fon ve diğer şekillerde destek sağlayan kişi ve kurumlar "Teşekkür" bölümünde belirtilmelidir.

Yazarlar, başta sosyal bilim alanları olmak üzere araştırmalarında insan üzerinde yapılan klinik araştırmaların dışında kalan bilimsel çalışmalar yapmışlar ise "Yöntem" bölümünde insan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Yazarlar, araştırmada "deney hayvanı" kullanmış veya "yaban hayvanları" çalışmış ise "Yöntem" bölümünde "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals" prensipleri doğrultusunda çalışıldığını, iç hukuktaki hayvan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin deney hayvanları etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Çalışmada "hayvansal" madde kullanılmış ise yazarlar "Yöntem" bölümünde "laboratuvar hayvanlarının kullanım kılavuzları ve yöntemleri" ilkelerine uygun çalıştıklarını ve etik kurallara uygun olarak araştırma yaptıklarını belirtmek zorundadırlar.

Makalede; ticari bağlantı veya çalışmaya maddi destek veren kurum var ise yazarlar "Teşekkür" bölümünde kullanılan ticari ürün ve/veya adı geçen kurum, kuruluş ile ticari ilişkilerinin olmadığını belirtmek; var ise ilişkinin niteliğini bildirmek zorundadırlar.

Yazarlar, Ormanlık Araştırma Dergisine gönderdikleri makalede etik kurallara (intihal, çoklu yayın, kendi kendine intihal, yazarlık ile ilgili konular, zorlayıcı atıf, karalama, gerçekte olmayan bilgi üretimi, etik olmayan araştırma ve ölçümler, çıkar çatışması, temel prensipler vs.) uymak zorundadırlar.

Editörün ve diğer editörlerin, makale ile ilgili bilgileri makalenin yazarları ya da hakemleri dışındaki diğer kişilerle paylaşması yasaktır.

Hakemler inceledikleri makaleyi Editör dışında kimseyle paylaşamazlar.

Yazarların dergiye makale göndermesi; makalenin orijinal olduğunu, bir başka yere gönderilmediğini ve yayın için değerlendirme altında olmadığını, çalışmada hakaret, karalama ve yasa dışı beyanların olmadığını, olası üçüncü kişiler dâhil izinlerin alındığını, ismi geçen kişi ve kurumlardan onay alındığını, gönderim öncesi yazarlık paylaşımının yapıp onaylandığını, misafir yazarlık ve hayalet yazarlığının olmadığını beyan ve kabul ettikleri anlamına gelir.

Aims and Scope

Turkish Journal of Forestry Research (OGMOAD) started to be published in 2014 with the aim of gathering the research results published as technical bulletin, annual bulletin, technical report and journal under a single roof in the charge of Forestry Research Institutes since 1952, and it consists of articles on interim or final reports of research projects take part in the work plan of Forestry Research Institutes and forestry related articles of academicians, researchers or practitioners which were not partially or completely published elsewhere before.

Turkish Journal of Forestry Research is an official journal of General Directorate of Forestry and aims to provide and share information on forest-related issues on national and international level.

Turkish Journal of Forestry Research is published twice a year (in July and December). For articles written in Turkish, an English abstract is necessary and for English papers Turkish abstract is needed.

Turkish Journal of Forestry Research aims to publish research-based articles that have high scientific standards, and to put them into service by carrying out up-to-date studies on forest-related issues.

Turkish Journal of Forestry Research accepts articles from the fields below that involve basic and applied studies on national and international level in order to offer solutions for problems on forestry issues.

TREE BREEDING	Seed, Tree Breeding, Genetics, Biotechnology.
GROWING	Silviculture, Botanic, Phytosociology, Afforestation and Plant Physiology, Landscape.
ECOLOGY	Soil and Ecology, Watershed Management, Forest - Water Relations
FOREST MANAGEMENT	Economy, Yield, Management, Forestry Politics, Social Forestry, Forest Construction and Transportation
CONSERVATION	Forest Fires, Entomology, Phytopathology, Wildlife and Protected Areas.
FOREST PRODUCTS	Wood and Non-Wood Forest Products, Forest Products Industry.

For further information please contact: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoad/aim-and-scope>

For Authors

-Review and publishing process

Submitted manuscripts are undergone ethic control and language control by the editors and sent to Subject Editors. If the manuscript is appropriate it's sent to two referees. After a double-blind review process the manuscripts with positive reports are sent to Layout Editor, and then published on the web page of the journal.

Turkish Journal of Forestry Research has a double-blind review process.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

-Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as “Research Paper”, “Review Article”, “Letter to the Editor” or “Technical Note”, and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

Paper Size	A4 Vertical	Font Style	Normal
Line Spacing	1	Type Size (Main title)	14
Top Margin	3,7 cm	Type Size (Abstracts)	9
Bottom Margin	3 cm	Type Size (Regular Text)	10
Left Margin	3 cm	Type Size (Table-figure)	9
Right Margin	3 cm	Type Size (References)	9
Font	Times News Roman		

-Research and publication ethics, and malpractice statement

Concurrent submission is not acceptable. Authors must not submit a manuscript to more than one journal simultaneously. Related to this subject, authors should not submit previously published work, as well.

Editors are fully authorized to make necessary changes and edit the paper in order to ensure the compliance with the writing and publishing guideline. All authors must agree with any such addition, removal or rearrangement.

The authors should ensure that if they use other person’s ideas, language, pictures and tables, this has been appropriately cited or quoted and permission has been obtained where necessary.

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made substantial contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the paper (e.g. language editing), they should be recognized in the “Acknowledgements” section.

If the work, particularly in social sciences, involves “scientific researches/studies conducted with the participation of human excluding clinical researches”, the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the human rights legislation, and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If the work involves the use of experimental or wild animals (or animal material), the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the principles of “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, relevant laws and institutional guidelines and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If there are any commercial ties or institutions supporting the research financially, they should be recognized in the “Acknowledgements” section and the authors should state that there are no relationship with the mentioned institution or organization, or if any, nature of the relationship should be stated.

The authors should follow the rules stated in this section (plagiarism, duplication, self-plagiarism, authorship, false citation, fabrication, unethical research and measures, conflict of interest, main principles etc.) for the papers that they sent.

Editors should be aware that any information related to the paper is confidential and should not be shared with anyone, but the authors and the reviewers.

Reviewers should be aware that the information related to the paper and the peer review process is confidential and should not be shared with anyone, but the editor.

By submitting an article, the author(s) certify that the article is their original work, that the paper has not been submitted or published elsewhere (in print, online/blog, etc.), that the article and its contents do not infringe in any way on the rights of third parties, and that they take full responsibility of any risk of therein.



Ormancılıkta
1839 *dan*
Süğüne

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