



ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl
Year 2019

Cilt
Volume 6

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>



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

Bölüm Editörleri

Subject Matter Editors

| | |
|--|--|
| Islah <i>Tree Breeding</i> | Fatma FEYZİOĞLU, <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i> |
| Yetiştirme <i>Growing</i> | Gaye KANDEMİR, <i>Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü, Ankara</i> Celal TAŞDEMİR, <i>Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Tarsus</i> |
| Ekoloji <i>Ecology</i> | Münevver ARSLAN, <i>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü, Eskişehir</i> Ş. Teoman GÜNER, <i>Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü, Eskişehir</i> Sevda POLAT, <i>Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Tarsus</i> Filiz YÜKSEK, <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i> |
| İşletme <i>Forest Management</i> | Neşat ERKAN, <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i> Güven KAYA, <i>İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Ankara</i> Ersin YILMAZ, <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i> |
| Orman Ürünleri <i>Forest Products</i> | Akın SARAÇBAŞI, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> |
| Dil Editörleri <i>Language Editors</i> | Şaban ÇETİNER, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Ceren ÖZMEN, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Akın SARAÇBAŞI, <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> |

Orman Genel Müdürlüğü tarafından basılmıştır.

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

Tel: 0312 248 17 10-11-69 Fax: 0312 248 17 12

E-mail: oad@ogm.gov.tr

Danışma Kurulu
Advisory Board

| | |
|---|---|
| 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>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</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> Kenan OK, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i> Sacit KOÇER, <i>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araş. Enst., İzmit</i> Yılmaz ÇATAL, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> |
| 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 | Araştırma makalesi/Research article | |
| Yenilikçi finansman aracı olarak ekosistem hizmetleri için ödemeler: Fırsat mı, tehdit mi? / <i>Payments for ecosystem services as innovative financial instruments: An opportunity or a threat?</i> | 96-107 | |
| Güven KAYA | | |
| İşletme/Forest Management | Araştırma makalesi/Research article | |
| Botanik bahçelerine yönelik tutum ölçeği: Güvenilirlik ve geçerlilik çalışması / <i>An attitude scale towards botanic gardens: A study on reliability and validity</i> | 108-118 | |
| Esra ÖZAY KÖSE, Şeyda GÜL | | |
| İslah/Tree Breeding | Araştırma makalesi/Research article | |
| Arazi hazırlığı ve kültür bakım yöntemlerinin dar yapraklı dişbudağın (<i>Fraxinus angustifolia</i> ssp. <i>oxycarpa</i> Vahl.) ağaçlandırma başarısına etkileri / <i>Effects of site preparation and post planting cultural treatments on field performance of narrow-leaved ash (Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa Vahl.) plantings</i> | 119-127 | |
| Cemal FİDAN, Alikemal ÖZBAYRAM, H. Cemal GÜLTEKİN, Hülya TAMYÜKSEL, Necat DEMİRSU, Erol CABAK | | |
| Yetiştirme/Growing | Araştırma makalesi/Research article | |
| Relationships among forest vegetation, plant diversity and some environmental factors in Türkmen Mountain (Eskişehir-Kütahya, Turkey) / <i>Türkmendağı orman vejetasyonu ve bitki çeşitliliği ile bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler (Eskişehir-Kütahya, Türkiye)</i> | 128-141 | |
| Münevver ARSLAN, Serkan GÜLSOY, Rıza KARATAŞ, Ertan Şeref KORAY, Aliye Sepken KAPTANOĞLU, Ahmet MERT, Ali KAVGACI, Kürşad ÖZKAN | | |
| Orman Ürünleri/Forest Products | Araştırma makalesi/Research article | |
| Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı meyve ağaçlarının odun anatomisi özellikleri ve kâğıt üretimi açısından değerlendirilmesi / <i>Wood anatomy properties of some fruit trees in the Eastern Black Sea Region and their evaluation in terms of paper production</i> | 142-151 | |
| Elif TOPALOĞLU, Murat ÖZTÜRK, Derya USTAÖMER, Bedri SERDAR | | |
| Yetiştirme/Growing | Araştırma makalesi/Research article | |
| Antalya ve Eğirdir orman fidanlıklarında bazı yabancı ot mücadele yöntemlerinin fidan gelişimi ve fidanlık maliyetlerine etkileri / <i>Effects of some weed control methods on seedling growth and nursery costs at Antalya and Eğirdir forest nurseries</i> | 152-166 | |
| Ali KAVGACI, Ersin YILMAZ, Ufuk COŞGUN, Serpil ERKAN, Abdurrahman ÇOBANOĞLU, Selma COŞGUN, Melihat TERZİ, Alime Küçük DİVRİK, Ayşe YAZLIK | | |
| Ekoloji/Ecology | Araştırma makalesi/Research article | |
| Türkiye'deki sahil çamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının değişimi / <i>Changes in carbon concentration of tree components for maritime pine plantations in Turkey</i> | 167-176 | |
| Şükrü Teoman GÜNER, Cezmi ÖZEL, Mehmet TÜRKKAN, Selda AKGÜL | | |
| İşletme/Forest Management | Araştırma makalesi/Research article | |
| Parçalı ormanların yönetim sorunlarının değerlendirilmesi: Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü örneği / <i>Evaluation of management problems of fragmented forests: A case study on Trabzon Forest District Directorate</i> | 177-191 | |
| Nur DİKTAŞ BULUT, Cantürk GÜMÜŞ, Uğur ER, Mehmet Ali SAYIN, Vildane GERÇEK, Hüseyin AYAZ, Necati ÇOLAK | | |
| Ekoloji/Ecology | Araştırma makalesi/Research article | |
| Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi / <i>Determining the nutrient stocks in black pine plantation areas in Turkey</i> | 192-207 | |
| Dilek GÜNER, Kürşad ÖZKAN | | |

Yenilikçi finansman aracı olarak ekosistem hizmetleri için ödemeler: Fırsat mı, tehdit mi?

Payments for ecosystem services as innovative financial instruments: An opportunity or a threat?

Güven KAYA¹

¹ İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürü, ANKARA

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Güven KAYA
guvenkaya@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (*Received*)

24.11.2018

Kabul Tarihi (*Accepted*)

28.02.2019

Atıf (*To cite this article*): KAYA, G . (2019). Yenilikçi finansman aracı olarak ekosistem hizmetleri için ödemeler: Fırsat mı, tehdit mi?. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 96-107.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.487229>

Öz

Orman kaynaklarının topluma sağladığı biyolojik çeşitliliği barındırma, estetik hizmetler, su ve toprak koruma, yaban hayatını barındırma gibi ekosistem hizmetlerinin üretimi için geleneksel anlamda pazar teşviki bulunmamaktadır. Son on yılda dünyada ekosistemlerin yönetiminde en popüler kavramlardan biri, ekosistem hizmetlerinin devamlılığını güvence altına almak için yenilikçi finansman araçlarını içeren, İngilizce kısaltması PES (*payment for ecosystem services*) olarak bilinen ekosistem hizmetleri için ödemelerdir. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının habitat kullanma hakları, koruma irtifakları ve imtiyazları, korunan alanları kiralama, ticari karbon, biyolojik çeşitlilik, havza koruma kredileri gibi çeşitli türleri bulunmaktadır. Bazıları ekosistem hizmetleri için ödeme programlarını orman ekosistemlerinin korunması için kurtarıcı olarak görünürken karşıt görüştekilere göre ise ekosistem hizmetleri için ödeme programları kamu mallarının ticarileştirilerek tüketilmesi için bir araç olarak yeni pazarlar yaratma yollarından biridir. Bu makalede dünya ve Türkiye ölçeğinde ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi açısından fırsat ve tehdit oluşturduğu koşullar irdelenmiş, kullanım olanakları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekosistem hizmetleri için ödemeler, orman ekosistem hizmetleri, kamu malları, ticarileştirme, finansman

Abstract

There is no traditional market incentive for the production of forest ecosystem services such as biodiversity conservation, aesthetic services, water and soil conservation, wildlife preservation, etc. One of the most popular concepts in the ecosystem management over the last decade has been payments for ecosystem services (PES) which include innovative financing instruments to ensure the sustainability of ecosystem services. There are various types of PES such as habitat use rights, protection easements and concessions, leases for protected areas, commercial carbon, biodiversity, watershed protection credits. Some believe that PES programs can support conservation of forest ecosystems as a savior while others, on the contrary, think that PES programs are the means to create new markets for commercialization and exploitation of public goods. In this paper, opportunities and threats to sustainable management of forest ecosystems that have been created by PES programs were examined. Finally, the possibilities of PES programs in Turkey were evaluated.

Keywords: Payments for ecosystem services, forest ecosystem services, public goods, commercialization, financing



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Orman ekosistemleri odun, odun dışı orman ürünleri, ot, rekreasyon hizmetleri gibi doğrudan kullanım değerine sahip ürün ve hizmetlerin yanı sıra, toprak koruma, sel kontrolü, karbon tutma gibi işlevleriyle dolaylı kullanım değerine sahip hizmetler de üretmektedir. Toplam ekonomik değer çerçevesinde bu değerler, kullanım yahut aktif kullanım değerleri olarak nitelendirilmektedir. Diğer yandan, orman ekosistemlerinin bir parçası olan, ancak gelecekte kendisinin de kullanılabileceği, ilaç keşfinde kullanılabilir bir bitki türünün korunmasının insanlar için değeri vardır (gelecek değeri). İnsanlar, aynı zamanda bazı orman ekosistemlerinin faydalarından çocuk ve torunlarının da yararlanmasını ister (miras değeri). Yahut kendisi veya başkası hiç faydalanmayacak olsa dahi, insan dışı varlıklar için ormanlar korunduğundan orman ekosistemlerine değer (varlık değeri) atfedilenler vardır. Gelecek, miras ve varlık değerleri pasif kullanım değerleri grubunda yer alır.

Başta dolaylı kullanım ve pasif kullanım değerlerine sahip hizmetler olmak üzere, bu ürün ve hizmetlerin büyük bölümünün geleneksel anlamda belirgin pazar fiyatları yoktur veya rekreasyon hizmetlerinde olduğu gibi idari olarak belirlenmiş kullanım bedellerinden söz edilmektedir. Bu tür ürün ve hizmetlere pazarı olmayan ürün ve hizmetler denilmektedir (Kaya, 2002).

Orman ekosistemlerinin sunduğu pazarı olmayan ürün ve hizmetlerin pazar fiyatlarının olmaması, faydalarının dışsal nitelikte olmasına, aktif kullanım değerlerine sahip olmalarına rağmen orman sahiplerinin bu tür ürün ve hizmetlerden gelir elde edememesine yol açmaktadır. Bu ürün ve hizmetlerin faydalarının bölünememesi ve dışlanamama özelliklerini yüksek derecede taşımaları kamu malı olarak nitelendirilmelerine yol açmaktadır. Örneğin, ormanların sel kontrolü işleviyle havzanın aşağısındaki arazi sahiplerine sağladığı faydalardan herhangi bir tarım arazisi sahibi dışlanamamaktadır ve orman sahibinin bu hizmeti sağlarken katlandığı maliyetler, tarım arazilerinin sahiplerinin muhasebe kayıtlarına yansımamaktadır. Hem dışsal faydalar yayan hem de kamu malı niteliklerine sahip olan sel kontrolü hizmetini üretmek için orman sahibinin tam rekabet piyasası açısından teşviki bulunmamaktadır ve bu durum piyasa başarısızlığı olarak adlandırılır.

Tam rekabet piyasası açısından, küresel düzeye yayılabilen pasif kullanım değerlerini de yansıtabilecek pazar ortamı bulunmamaktadır. Örneğin bağışlar, biyolojik çeşitliliği korumak için her varlık değeri bulunduranın ödeme eğilimlerini

yansıtabilecek ortamı sağlayamamaktadır. Bu durumun temel nedenleri pasif kullanım değerlerine sahip ekosistem hizmetlerinin bedavacılık problemi yaratan kamu malı ve dışsallık nitelikleridir.

Pazar teşvikinin olmadığı koşullarda orman kaynaklarından biyolojik çeşitliliği barındırma, estetik hizmetler, su ve toprak koruma, yaban hayatını barındırma gibi ekosistem hizmetleri üretimi ancak kamu finansmanı veya bağışlarla mümkün olabilmektedir. Özellikle özel orman sahipleri, ormanlarının yönetiminde bu tür işlevleri öncelemektedir.

Pazar teşvikinin gerekliliği, son on yılda tüm dünyada orman kaynakları başta olmak üzere tüm ekosistemlerin yönetiminde en popüler kavramlardan birinin doğmasına yol açmıştır. Bu kavram, ekosistem hizmetlerinin devamlılığını güvence altına almak için yenilikçi finansman araçlarını içeren, İngilizce kısaltması PES (*payment for ecosystem services*) olan ekosistem hizmetleri için ödemelerdir veya ekosistem hizmetleri için tediye.

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının habitat kullanma hakları, koruma irtifakları ve imtiyazları, korunan alanları kiralama, koruma için yönetim sözleşmeleri, ticari karbon, biyolojik çeşitlilik, havza koruma kredileri gibi çeşitli türleri bulunmaktadır. Günümüzde dünyada 550'yi aşan aktif ekosistem hizmetleri için ödeme programının yıllık işlem hacminin yaklaşık 36-40 milyar \$ olduğu ve bu miktarın büyük bölümünün su, karbon ve biyolojik çeşitlilikle ilgili ekosistem hizmetleri için ödeme programı olduğu, orman ekosistemlerinin bu programların önemli bölümünü kapsadığı tahmin edilmektedir (Salzman ve ark., 2018). Bununla birlikte, Orman İşbirliği Ortaklığı bünyesinde kurulan Finans Danışma Grubu raporuna (Anonim, 2012) göre, küresel düzeyde sürdürülebilir orman yönetimi için gereken ilave fon 70-160 milyar \$ arasındadır.

Ekosistem hizmetleri için ödeme programları başta Latin Amerika ve Çin olmak üzere ABD, Avrupa ve Afrika ülkelerinde de hızla yayılırken konuyla ilgili tartışmalar da artmaktadır. Bir görüşe göre, ekosistem hizmetleri için ödeme programları orman ekosistemlerinin korunması için aranan finansman kaynağı ve kurtarıcı olabilir. Karşıt görüşe göre ise ekosistem hizmetleri için ödeme programları, kamu mallarının ticarileştirilerek tüketilmesi ve sömürülmesi için bir araç olarak yeni pazarlar yaratma yollarından biridir. Diğer bir deyişle, ekosistem hizmetleri için ödeme programları sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi için fırsat veya tehdit oluşturabilir. Bu fırsat ve tehditler, ekosistem hizmetleri için ödeme

programlarının çerçevesi, ülkenin sosyal ve ekonomik koşulları, ülke ormancılığının yapısı, orman ekosistemlerinin özellikleri, sunulan ekosistem hizmetlerinin türüne bağlı olarak değişebilir. Bu makalede ekosistem hizmetleri için ödemeler kavramının tanımları, türleri, program yapıları örneklerle açıklanarak dünya ve Türkiye ölçeğinde orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi açısından fırsat ve tehdit oluşturduğu koşullar irdelenmiş, kullanım olanakları değerlendirilmiştir.

1.1. Tanımlar

Ekosistem hizmetleri için ödemeler terimi, ilk kez 2000 yılında Kosta Rika için yeni politika çerçevesinin çizildiği Dünya Bankası Raporunda İspanyolca olarak (*pagos per servicios ambientales*) kullanılmıştır (Derissen ve Lohmann, 2013). Literatürde en çok bilinen ve atıf alan “ekosistem hizmetleri için ödemeler” tanımı 2005 yılında Sven Wunder tarafından yapılmıştır. Wunder’e (2005) göre, bir çevresel hizmet için ödeme, iyi tanımlanmış bir çevresel hizmetin (veya arazi kullanımının) sadece ve sadece arz güvencesi veren en az bir sağlayıcıdan en az bir alıcı tarafından satın alındığı gönüllü işlemidir.

Ekosistem hizmetleri için ödemelerle ilgili sekiz tanım daha bulunmaktadır (Wunder, 2015). Bu tanımlar arasında Wunder’in tanımına göre farklılık yaratan tanım Muradian ve ark. (2010) tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre ekosistem hizmetleri için ödemeler, doğal kaynak yönetiminde bireysel ve/veya kolektif arazi kullanım kararlarını toplumsal ilgiye uyumlu hâle getirmek için teşvikler yaratmak amacıyla toplumsal aktörler arasında kaynakların transferidir.

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının aktörleri, satıcılar, alıcılar ve araçlardır. Bu aktörler programların sınıflandırılması, tasarımı ve gerçekleştirilmesinde önemli role sahiptir.

Satıcılar, özel ve kamu mülkiyet hakkı sahibi ekosistem hizmeti sağlayıcılarıdır. Wunder’in (2005) tanımına dayanan literatür, özel şahıslar, şirketler, ulusal veya yerel hükümet dışı diğer arazi sahiplerinin (belediyeler, yerel topluluklar) ekosistem hizmeti satıcısı olabileceğini ifade etmektedir (Madson ve ark., 2011).

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında alıcılar ise, pasif kullanım değerlerini önemseyen kamu yararına çalışan alıcılar, topluma fayda sağlayan ekosistem hizmetlerini güvence altına almak isteyen kamu sektöründen farklı ölçeklerde alıcılar, ekosistemlerin aktif kullanım değerlerini ve diğer özel faydalarını güvence altına almak için özel

ilgisi olan özel şirketler, organizasyonlar ve topluluklar, ekolojik etkilerin takası için düzenlemelerle yükümlülüğü olan özel alıcılar, hem aktif hem de pasif kullanım değerlerini önemseyen ekolojik sertifikalı ürün alıcıları olarak sınıflandırılabilir (Scherr ve ark., 2006).

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında ekosistem hizmetleri sağlayanlarla faydalananlar arasındaki işlemleri kolaylaştırmak, örneğin bağlantıları kurmak, program tasarlamak, uygulamayı denetlemek, finansman bulmak için araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ulusal ve uluslararası düzeyde çalışan STK’lar, uluslararası kuruluşlar, kamu kurumları, yerel organizasyonlar, bankalar ve diğer finansal aracı şirketleri, profesyonel danışmanlık şirketleri, araştırmacılar, üniversiteler ve diğer teknik destek kurumları aracı olabilmektedir.

1.2. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına örnekler

Dünyada ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının sayısı ve yıllık işlem hacminin ekosistem hizmetleri kaynaklarına göre dağılımı şu şekildedir (Salzman ve ark., 2018):

- Su havzalarını koruma amacıyla ekosistem hizmetleri için ödeme programları 62 ülkede 24,7 milyar \$ değere ulaşmıştır. Günümüzde havza düzeyinde yürütülen 387 ekosistem hizmetleri için ödeme programının 153’ü kullanıcıların, 203’ü hükümetlerin finanse ettiği, 31’i ise uyum için finanse edilen programlardır.
- Biyolojik çeşitlilik ve habitat için 36 ülkede 120 aktif ekosistem hizmetleri için ödeme programı bulunmaktadır. Finansman kaynağı açısından bu ödemelerin 16’sı kullanıcılar tarafından finanse edilen, 104’ü ise uyum için yürütülen ekosistem hizmetleri için ödeme programıdır. Yıllık işlem hacminin 2,5 ila 8,4 milyar \$ arasında olduğu tahmin edilmektedir.
- Ormanlar ve arazi kullanımı kaynaklı karbon pazarında halen 31’i hükümetler tarafından finanse edilen, 17’si uyum için olmak üzere 48 ekosistem hizmetleri için ödeme programı mevcuttur. Bu programların değeri 8 milyar \$’ın üzerindedir.

Tablo 1’de dünyada gerçekleştirilen ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına bazı örnekler verilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma konusunun odağında yer alan ekosistem hizmetleri, ekosistem hizmetleri için ödemeler ve

ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi olgularına ilaveten konunun kavramsal temelini oluşturan iktisat teorilerine ilişkin literatürde yer alan teorik ve pratik araştırmalara dayanan makaleler, kitaplar, tezler ve raporlar araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Literatür taraması yöntemi ile toplanan bilgiler, bilgi birikimi ile değerlendirilerek bu araştırma hazırlanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Kavramsal çelişkiler

Ekosistem hizmetleri için ödemeler ile ilgili terminolojide kapsamı etkileyebilen üç çelişkili terim kullanımı veya tanımlama sorunu söz konusudur. Birincisi, İngilizce kısaltmaları aynı (PES) olan

Tablo 1. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına örnekler*
Table 1. Some examples of PES programs

| Ülke, Program | Satıcı | Alıcı | Hizmet | Ödeme şekli/koşulu |
|---|--|---|---|--|
| Fransa, Vittel | Orman sahipleri | Nestle-Vittel mineral su firması | Su kalitesi sürekliliği | Doğrudan ödeme |
| İsviçre, Henniez | Tarım arazisi sahipleri | Henniez SA mineral su firması | Su kalitesi sürekliliği | Tarım arazilerini satın alma ve ağaçlandırma |
| Almanya | Kamu ve özel orman sahiplerinden oluşan İçme Suyu Ormanı Birliği | BIONADE firması | Su kalitesi sürekliliği | Ormanların yapraklı ormana dönüştürülmesi giderlerinin karşılanması |
| Avustralya | Devlet Orman İdaresi | New South Wales'de tarımsal sulama ortaklığı | Su tuzluluğunun olumsuz etkilerini azaltma | Yukarı havzadaki ağaçlandırma çalışmaları |
| ABD, New York Catskills Su Havzası Yönetim Programı | Çiftçiler ve orman sahipleri | New York halkı | İçme suyu kalitesi | İlave su ücreti ile sürdürülebilir arazi kullanımı ve yönetim uygulamaları |
| İsviçre | Basel-Stadt Kantonunda 330 özel orman sahibi | Belediyeler ve su tüketicileri | Su kalitesi ve miktarının sürekliliği | Su faturalarına ek ödemeler karşılığında ormanlarda tür değişimleri ve diğer uygulamalar |
| Finlandiya, MET-SO Programı; İsveç, KOMET Programı | Küçük orman sahipleri | Hükümet | Biyolojik çeşitliliği koruma | Koruma alanları kurma karşılığında doğrudan ödeme veya arazilerin devlete satılması |
| Moldova, Toprak Koruma Projesi | Bozuk ve erozyona uğramış tarım arazisi sahibi Devlet ve topluluklar | Temiz kalkınma mekanizması çerçevesinde biyokarbon fonu ve prototip karbon fonu | Karbon tutma | Tarım arazilerinin ağaçlandırılması ve ormana çevrilmesi karşılığında karbon için ödeme |
| Gürcistan | Terk edilmiş arazi sahipleri | Uluslararası fonlar | Karbon tutma | Agri Georgia şirketi aracılığıyla fındık plantasyonları kurulması karşılığında karbon kredileri ile ödeme |
| Çin, Yeşil Buğday Projesi | Orman arazilerine sahip çiftçiler | Uluslararası fonlar | Erozyon ve nehirlerde sedimantasyonu önleme, karbon tutma | Arazilerindeki ormanları korumaları karşılığında karbon kredileri ile ödeme |
| Güney Galler | Arazi sahipleri, biyolojik çeşitlilik koruma girişimleri | Biyolojik çeşitliliğe zarar veren firmalar | Biyolojik çeşitliliği koruma | Biyolojik çeşitlilik mahsuplaşması ve bankacılığı çerçevesinde koruma girişimlerinden kredi satın alınması veya takası |
| Malezya, Malua BioBankı koruma programı | Hükümet | Uluslararası firmalar, kuruluşlar, hayırseverler | Orangutan varlığının korunması | Yağmur ormanının restorasyonu için biyolojik çeşitlilik koruma sertifikalarının satılması |

* Salzman ve ark. (2018), Anonim (2008), Stanton ve ark. (2010), Anonim (2011) ile Anonim (2014)'den uyarlanmıştır.

ekosistem hizmetleri için ödemeler ve çevresel hizmetler için ödemeler terimlerinin hangisinin doğru olduğudur.

En çok atıf yapılan tanımda (Wunder, 2005) çevresel hizmetler terimi kullanılmasına rağmen, günümüzde ekosistem hizmetleri nitelemesi daha yaygındır. Bu tercih farklılığı iki terimin tanımı ve kapsamından kaynaklanmaktadır. Bazıları (Anonim, 2018), çevresel hizmetleri ekosistem hizmetlerinin alt sınıfı olarak görürken tersini düşünenler de vardır (Muradian ve ark., 2010; Myers, 1996). FAO (Anonim, 2018), ekosistem hizmetlerini insanların ekosistemlerden elde ettiği tüm faydalar olarak tanımlayan Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA) tanımını (Anonim, 2005) kullanmakta, çevresel hizmetleri ise kasıtsız dışsallıklar olarak nitelendirmektedir.

Burada temel sorun, ekosistem hizmetleri için MEA tanımının yaygın kabul görmesi, fakat çevresel hizmetler konusunda fikir birliğinin olmamasıdır. Bir görüşe göre (Derissen ve Lohmann, 2013), bu tartışmada kasıtlı veya kasıtsız üretildiğine bakılmaksızın, insan yapımı doğasına dayanarak ancak insan yapımı koruma etkinlikleri için ödemeler söz konusu olabilir; o nedenle çevresel hizmetler için ödemeler teriminin kullanılması gerekir. Aynı görüş, doğanın banka hesabı olmayacağını vurgulamaktadır. İnsan müdahalesi olmaksızın üretilen ekosistem hizmetleri için ödemelerin mantığının olmadığını savunan yukarıdaki yaklaşımda doğanın rolünü insanoğlu sahiplenmektedir (meta fetişizmi). Biyolojik çeşitliliği korumak için tasarlanan bir ekosistem hizmetleri için ödeme programı ile insan müdahalesi kalktığında ekosistem hizmeti sağlanmaya devam etmektedir. O nedenle hizmet sağlayıcısı yerine aktör betimlemesi daha isabetlidir.

Ekosistem hizmetleri için ödemelerin tanımıyla ilgili ikinci terminolojik sorun, ekosistem hizmetleri, değer belirleme ve ekosistem hizmetleri için ödemeler kavramları ve kısaltmalarının karıştırılabilirliğidir. Ekosistem hizmetleri için ödemeler, ekosistem hizmetlerinin faydaları karşılığında yapılan ödemeleri ifade etmektedir. Ekonomik değer belirleme (*valuation*) ise bu faydaların insan refahında yarattığı değişimin ölçüsüdür ve ekosistemlerin yarattığı aktif ve pasif kullanım değerlerini tahmin etmek için kendine özgü yöntem bilime sahip, çevre ve orman ekonomisi çalışma alanıdır.

Üçüncüsü ise ekosistem hizmetleri için ödemelerin terim anlamı ile iki önemli tanımı (Wunder, 2005; Muradian ve ark., 2010) arasındaki farklılıktır. Wunder'in tanımının aksine, ekosistem hizmetleri

için ödemelerin terim anlamı tüm ekosistem hizmetleri için kimin sağladığına ve nasıl sağlandığına bakılmaksızın her türlü ödemeleri kapsamaktadır. Muradian ve ark.'ının (2010) tanımı ise terim anlamına yakındır.

Ekosistem hizmetleri için ödemelerin tanımlarında iki ucu temsil eden bu tanımlar arasındaki temel fark, dışsallıkların içselleştirilmesinde işletilebilecek tazminat mekanizmasına yönelik Coase ve Pigou'nun yaklaşımlarındaki ayırmadan kaynaklanmaktadır. Pigou, dışsallıkların içselleştirilmesi için vergiler, harçlar ve kullanım bedellerinin kullanılmasını önerirken Coase taraflar arasında özel sözleşmelerle tazminat sorununun çözülebileceğini savunmaktadır (Kaya, 2002). Wunder'in tanımının Coase'nin yaklaşımını, diğerinin ise Pigoucu yaklaşımı izlediği görülmektedir. Günümüzde orman sahipleri ile faydalanıcılar arasında sözleşmelere dayalı örnekler olduğu gibi, vergilerle çalıştırılan ekosistem hizmetleri için ödeme fonları olduğu, hatta mantar toplama için izin bedellerine dayalı ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının tasarlandığı bilinmektedir.

Ekosistem hizmetleri için ödemelerin yenilikçi yönünün özellikle, kirleten öder değil, faydalanan öder ilkesine dayandığı ifade edilmektedir (Wunder, 2005). Örneğin, yukarı havzadaki orman kaynaklarının hidrolojik işlevlerinin çıktılarını için aşağı havzada faydalanan toplumun ödeme yapması özel orman sahiplerini teşvik edebilir. Buna karşın koruma bankacılığında, mahsup (*offset*) işlemlerinde gerek biyolojik çeşitlilik gerekse karbon için ekosistemlere verilen zarar karşılığında ödeme yapılması, ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının sadece faydalanan öder değil, aynı zamanda uluslararası süreç ve sözleşmelerde geniş kabul görmüş kirleten öder ilkesinin de geçerli olduğunu göstermektedir.

3.2. Ticarileştirme

Wunder (2005) ve taraftarlarının düşüncesi, ekosistem hizmetleri için ödeme programları ile dışsallık yayan ekosistem hizmetinin faydayı sağlayanlara satılması, arazi sahiplerinin tazmin edilerek dışsallıkların içselleştirilmesidir. Pazarı olmayan mal olarak nitelenen ekosistem hizmetlerinin pazar ortamında satışa konu olabilmesine kamu malı nitelikleri engel teşkil etmektedir.

Tüketimden (kullanımdan) dışlama maliyeti ve rekabetin şiddeti kamu malı-özel mal ölçeğinde bir malın yerini belirler. Buna göre kullanımdan dışlama maliyetleri azaldıkça ve/veya rekabet arttıkça, yani bir kişinin kullanımı diğerinin kullandığı miktarı azalttıkça malın kamu malı nitelikleri

azalır ve yarı kamu mallarından özel mallara dönüşümü sağlanır. Bu dönüşüm, ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının temelinde yatan düşüncelerden biridir ve yeni bir fikir değildir. Mantau'ya (1996) göre, kamu malları tüketimden dışlama niteliği artırılarak pazarlanabilir ve kullanımda rekabetin artırılması ile de malın değeri artırılır; böylece ekonomik mallara dönüştürülebilir. Merlo ve ekibi (Merlo ve ark., 2000; Merlo ve Briaies, 2000) bu düşünceden hareketle, orman kaynaklarının sunduğu kamu mallarının (ekosistem hizmetlerinin) özel mallara dönüşüm yollarını araştırmıştır. Geçmişte Türkiye'yi de kapsayan ve Akdeniz ormanlarının dışsallıklarının ölçülmesini amaçlayan MEDFOREX projesinin (Merlo ve Briaies, 2000) ilham kaynağı bu düşüncedir.

Geray, su kaynakları için bu süreci, kıtlık kavramının tutundurulması, faydanın parasal kavramının oluşturulması için ekonomik araçların geliştirilmesi, faydanın parasal değerinin ölçülmesi, pazarın oluşturulması, bu suretle ticarileştirme, özel mallara dönüşüm ve içselleştirme olarak çizmekte ve eleştirmektedir. Dönüşen kamu malı için özel mal yerine "küresel kamu malı ve küresel ortak mal" terimleri kullanılmak suretiyle kaynakların kamusal mal ve hizmet niteliği sürdürülüyor ve onlara yer küre ölçeğinde sahip çıkılıyor görünümü de verilmektedir (Geray, 2005). Ancak böylece bir ülkenin kamu malı dünyaya ait kamu malı noktasına taşınmış olmaktadır.

Orman kaynaklarının Türkiye'de olduğu gibi devlete ait olduğu durumlarda, pazar dışı fayda akımları kasıtlı dışsallıklardır ve vergilerle toplum tarafından finanse edilmektedir. Özellikle kamu malı nitelikleri yüksek olan ekosistem hizmetleri için ticarileştirme yoluyla geleceğe yönelik bu hizmetin kamusal niteliklerinin kaybettirilmesi ve özel mala dönüşümü faydalarının yaygınlığını ve toplumsal refahı azaltacaktır (Kaya, 2006). Bu konuda tartışma, orman kaynaklarının su kalitesini iyileştirme ve biyolojik çeşitliliği koruma gibi işlevleriyle topluma sunduğu ekosistem hizmetlerinde daha fazla öne çıkmaktadır.

Ticarileştirmeye ilgili başka kaygılar da dile getirilmektedir. Bunlardan biri, ekosistem hizmetleri için ödeme pazarlarında ticari kârlılığı ön planda tutan uygulamaların korumaya yönelik ekonomik savlara baskın olma riskidir (Redford ve Adams, 2009). Bir diğeri ise meta fetişizmidir. Marx'ın yaklaşımı da kullanılarak ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında ekosistemlerin karmaşıklığının ve değer elemanlarının sadeleştirilerek alım-satıma konu edilebilecek tek bir hizmete ve tek bir değere indirgenmesi, fiyat yapısı ve mülkiyet hakları tahsisi ile ilgili görünmez kurumsal asimetri meta fetişizmi olarak

adlandırılmaktadır (Kosoy ve Corbera, 2010).

Meta fetişizmi, ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında tasarımcıların ve araçların emeğinin doğa ve dolayısıyla orman kaynaklarının ekosistem hizmetleri üretimine katkısının önüne geçmesi ve hizmeti kendilerine mal etmeleridir. Diğer yandan, karbon örneğinde olduğu gibi, karbon fiyatının orman ekosistemi üretim süreçleri, karbon tutma arzı ve talebinden ziyade emisyon piyasalarında oluşması da bu tartışmada yer bulmaktadır.

3.3. Mülkiyet haklarının değişimi

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının etkin şekilde tasarımı ve uygulaması için mülkiyet haklarının belirlenmesi gerekir. Bununla birlikte çoğu ekosistem hizmeti kamu malı nitelikleri taşıdığından, ya mevcut özel mülkiyet hakları kullanılır ya mülkiyet hakları değiştirilir ya da özelleştirmesizin ortak mülkiyete dayalı varlık tröstü gibi mülkiyet hakları oluşturulabilir (Farley ve Costanza, 2010). Geray'ın (2005) endişe ettiği mülkiyet hakları değişimi böylece gerçekleşir. Bunun için, kamu mülkiyetinin özelleştirilmesi gerekmeden, rekabet ve özellikle kullanımdan dışlama seviyeleri artırılarak kamu malı niteliklerinin yarı kamu, yarı özel veya özel mallara dönüştürülmesi yeterlidir.

Örneğin, bir ekosistem hizmetleri için ödeme programı dâhilinde orman yönetimi ile yakındaki içme suyu tesisi arasında sürdürülebilir su kalitesi sağlamak üzere yönetim tedbirleri alma konusunda sözleşme düzenlendiğinde, örtük olarak irtifak hakkı tesis edilmektedir. Sözleşme süresince özel veya toplumsal faydası daha yüksek olabilecek seçenekler ortaya çıksa dahi, irtifak hakkı sahibinin hakları esas alınacaktır.

Mülkiyet hakları değişiminin yaratabileceği sorunlara somut bir örnek Kosta Rika'dan verilebilir. Kosta Rika'da Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Enstitüsü (INBio) ile Amerikan ilaç devi Merck arasında 1991 yılında imzalanan sözleşme ile ormanlarda araştırma izinleri tesis edilmiştir (Kaya, 2006). Sözleşme öncesi bu ormanlar küresel düzeyde gelecek değeri taşıırken sonrasında sadece bir şirketin kullanımına tahsis edilmiştir. Yeni bir ilaç ham maddesi keşfedildiğinde, sentetiği de üretildiğinde bitki yerine ilacın kullanım değeri oluşacaktır. Bu tür sözleşmeler, kamu kaynaklarının etkin olmayan tahsislerine ve ilaç sektöründe tekel oluşmasına yol açabilir.

3.4. Fayda ölçümü sorunu

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının tasarım ve uygulanmasında karşılaşılan en önemli

sorunlardan biri ekosistem hizmetlerinin faydasının ölçülmesidir. Sorunun hem fiziksel hem de parasal boyutu vardır. Sağlıklı bir ekosistem hizmetleri için ödeme programında ekosistem hizmetinin üretim miktarı ve/veya kalitesini ölçmek, etkileyen değişkenleri ve etki büyüklüklerini belirlemek gerekmektedir. Çoğu ekosistem hizmeti için bu ilişkiler belirsizdir. Örneğin, her orman ekosistemi için su kalitesini etkileyen meşcere parametrelerini ölçmek kolay değildir ve ölçme çabaları işlem maliyetlerinin ekosistem hizmetleri için ödeme programının faydasını aşmasına yol açabilir.

Fayda ölçümünün diğer boyutu ise parasaldır; diğer bir deyişle, sağlanan hizmet karşılığı yapılacak ödemenin büyüklüğünün belirlenmesidir. Faydalanan öder ilkesi gereği, ekosistem hizmetleri için ödeme programı ile sağlanan ekosistem hizmetinin ekonomik değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesine yönelik yöntembilimin kullanılması gerekmektedir. Günümüzde orman kaynaklarının sağladığı ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesi için yöntembilim oldukça gelişmiştir. Açıklanan tercihlere dayalı seyahat maliyeti ve hedonik fiyatlandırma yöntemleri ile aktif kullanım değerleri; belirlenen tercihlere dayalı koşullu değer belirleme ve seçim deneyleri yöntemleri ile hem aktif hem de pasif kullanım değerleri tahmin edilebilmektedir.

Bununla birlikte, ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ucuz ve pratik değildir. Değer belirleme yöntembiliminin kısıtlamaları da söz konusudur. Özellikle küresel düzeyde pasif kullanım değerlerinin tahmini güçtür. Bu sorunu, değer tahminlerini zaman ve mekânsal olarak taşıyarak çözmek amacıyla fayda transferi yöntemi geliştirilmiş, hatta değer verisi tabanları oluşturulmuştur. Ancak sınırlı sayıda ülkede ve sınırlı sayıda hizmet için fayda transferi yöntemini etkin kullanabilecek sayı ve güvenilirlikte değer tahmini mevcuttur (Kaya, 2002). Bu kısıtlamalar, bir ekosistem hizmeti için üretilen değer tahminini basit şekilde başka bir ekosistem için kullanmaya yönlendirebilmektedir. Bu kez ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının güvenilirliği sorgulanabilir. Ayrıca değer belirleme araştırmaları, gelecek kuşakların tercihlerini yansıtmamaktadır ve kuşaklar arası adaletsizliklere yol açabilir yahut var olan adaletsizlikleri düzelttemeyebilir. Orman ekosistemlerinde ilişkilerin karmaşıklığı ve bilgi eksikliği de güvenilir değer tahminlerini üretmeyi güçleştirmektedir.

3.5. Doğal ekosistemlere pazar etkisi

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarıyla

tasarlanan pazarların ekosistem hizmetleri tanımının insan merkezli olması, ekosistem hizmetleri arasında biyolojik çeşitliliğin zayıf halka olması ve yapay ekosistemlere teşvik gibi orman ekosistemlerinin doğallığına tehdit oluşturan riskleri söz konusudur (Redford ve Adams, 2009). Bu riskler şu şekilde açıklanabilir:

- Ekosistem hizmetleri, tanımı gereği insanlara fayda sağlayan hizmetleri esas almaktadır. Buna karşın ekosistemlerin kuraklık, yangınlar ve seller gibi insanlara zarar verebilen, ancak bileşenlerinin yaşam döngüsü için önemli olan süreçleri mevcuttur. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına dâhil olan ekosistem hizmetlerinin sürekliliği için bu süreçlerin engellenmesi, ekosistemlerin uzun vadede ayakta kalması ve diğer ekosistem hizmetleri için risk oluşturabilir.
- Ekosistem hizmetleri için ödeme programları ile karbon tutma hizmetini en üst düzeye çıkarmak ve bu şekilde geliri maksimum kılmak için doğal türler yabancı türlerle değiştirilebilir. Su kalitesini iyileştirmek için yapraklı türlerle değişim sık yapılan bir uygulamadır. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında tür tercihi olarak egzotik türlerin kullanılması programın öncelendiği ekosistem hizmetini iyileştirebilir ve geliri artırabilir; ancak bu durumlarda ekolojik kırılma artabilir ve biyolojik çeşitliliği barındırma hizmeti olumsuz etkilenebilir. Bir araştırmaya göre (Hua ve ark., 2016), Çin'de gerçekleştirilen Yeşil Buğday Programında monokültür ve yabancı türlerin kullanımıyla bitki ve hayvan tür çeşitliliğine çok fazla zarar verilmiştir.
- Yapay ağaçlar gibi teknolojik yeniliklerle karbon tutma hizmeti maliyet etkin olarak ikame edilebilir ve ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında arazi kullanımı tercihleri doğal ekosistemler aleyhine değişebilir.

3.6. Kırsal kalkınmaya katkı

Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının kavramsal temelini gündeme geldiği yıllarda Rio Konferansı ile popüler olan entegre koruma ve kalkınma projelerine ve sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi yaklaşımına göre daha sağlam olduğu ve daha maliyet etkin çıktılar üreteceği iddia edilmiştir (Wunder, 2005). Burada hareket noktası, ekosistem hizmetleri finanse edilirken bryandan da kırsal topluma gelir transferi yoluyla orman ekosistemlerinin korunmasının sağlanması ve kırsal kalkınmaya destek olunmasıdır.

Buna karşın bir çalışmada (Muradian ve ark., 2013), her iki yaklaşımın da zayıf varsayımlarla ve kanıtlarla hareket ettiği, günümüzde ekosistem

hizmetleri için ödeme programlarında geçmişte söz konusu entegre projelerde karşılaşılan sorunların benzerleriyle karşılaştığı ve ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının kazan-kazan çözümü olamayacağı vurgulanmıştır.

Ekosistem hizmetleri için ödeme programları ile kırsal kalkınma arasında iki ana sorundan söz edilebilir. Bunlardan biri, en fakirlerin arazi sahibi olma olasılığının düşüklüğü veya arazi sahibi olsalar dahi geçim sorunları nedeniyle ekosistem hizmetleri için ödeme programına katılmalarının alternatif maliyetinin nispeten yüksek olmasıdır. Örneğin, Kosta Rika'da orman korumaya yönelik ekosistem hizmetleri için ödeme programında hizmet sağlayıcıların çoğu nispeten daha varlıklı arazi sahipleri (Kosoy ve ark., 2007) Latin Amerika'da incelenen sekiz ekosistem hizmetleri için ödeme programında (Grieg-Gran ve ark., 2005) yine fakir arazi kiracıları dışlanmıştır. Bu soruna karşı köy topluluklarının daha avantajlı olduğu düşünülebilir.

Bir başka sorun, kırsal toplumun ana gelir kaynağı odun ham maddesi üretim işleri veya temel ihtiyaçları odun ham maddesi üretimine bağlı ise ortaya çıkmaktadır. Söz gelimi, biyolojik çeşitliliği korumak amacıyla bir ekosistem hizmetleri için ödeme programı ile odun ham maddesi üretimi engellendiğinde veya azaltıldığında arazi sahiplerine yapılan ödemeler kırsal fakirliği azaltmaya hizmet etmeyebilir.

Bir araştırmaya (Gong ve ark., 2010) göre, Çin'de ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında fayda dağılımı kereste şirketleri ile köy toplulukları arasında çatışma yaratmıştır. Kamboçya'da ekosistem hizmetleri için ödeme programları üzerine bir çalışma (Clements ve ark., 2010), ekosistemleri koruma ve fakirliği azaltma amaçları arasında uzun dönemde ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının performansını da etkileyebilecek bir denge olduğunu göstermiştir.

Bu araştırmalardan hareketle ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının fakirliği azaltmaya yönelik etkileri hakkında kanıtların çelişkili olduğu bildirilmektedir (Muradian ve ark., 2010; Muradian ve ark., 2013).

3.7. Finansal araçlar ve paranın dolaşımına katkı

Aracıların ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının tasarımından uygulanmasına, izlenmesinden denetimine kadar genelde baskın role sahip olduğu görülmektedir (Kosoy ve Corbera, 2010; Vatn, 2010). Mevcut programlar ve aracı kurumlarının faaliyetleri incelendiğinde, ekosistem hizmetleri için ödeme programı talebinin yaratılması da bu

rolün önemli bir parçasıdır. Bu noktada aracılardan ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında sürdürülebilir orman kaynakları yönetimine etkisi iki şekilde olabilmektedir. Birincisi, bilgi birikiminin yetersiz olduğu gelişmekte olan ülkelerde teknik bilgi desteği; ikincisi ise yeni pazarlarla yaratılan finansal akışı yönetmektir.

Literatür incelendiğinde, ilk boyutta ön plana çıkan Forest Trends ve Katoomba Group gibi "kâr amaçlı olmayan" organizasyonlar, ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının gelişmesi için kurulmuşlardır ve aracı gibi çalışmaktadırlar. Çevre ve ormancılıkla ilgili FAO, ITTO, WWF ve diğer uluslararası organizasyonların da sürece katkısı bilinmektedir.

Asıl ilgi çekici olan ikinci boyuttur. Küresel düzeyde ekosistem faydalarının toplam yıllık değerinin 33 trilyon \$ olduğu tahmin edilmiştir (Costanza ve ark., 1997). 1995 yılı değerleriyle küresel GSYH'nin yaklaşık iki katı olan bu değer küresel finans sistemi aktörlerinin iştahını açmaktadır. Ekosistem hizmetlerinin değerinin dünyada paranın dolaşımına katkı sağlaması için yeni pazarların kurulması ve finansal olarak desteklenmesi gerekmiştir. Ekosistem hizmetleri için ödemeler, bu noktada ekosistem hizmetlerinin ticarileştirilerek yeni pazarlar tesis edilmesi için program tasarımlarıdır. Ayrıca doğal etkilere açık programların sigortalanması da gerekmektedir. O nedenle ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının geliştirilmesi amacıyla gerekli kapasiteyi desteklemek ve iyileştirmek için kurulan ağların ve STK'ların kurucuları ve destekçileri arasında çok uluslu şirketlerin, finans kuruluşları ile organik bağı olan vakıfların olması bu açıdan şaşırtıcı değildir. Muradian ve ark.'na (2010) göre, finansal araçların rolünü yansıtmak üzere alıcılar ve satıcılar arasındaki kaynak transferi ve araçların payı konusunda yeterli araştırma bulunmamaktadır.

3.8. Koruma güdülerinde değişim

Ekosistem hizmetleri arasında doğrudan kullanım değerine sahip olanlar için faydalanan kitleyi belirlemek, dolaylı kullanım değerleri bulunduranlara göre daha kolaydır. En zoru ise pasif kullanım değerleri taşıyanlara erişmektir. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında STK'ların rolü bu noktada devreye girmektedir. STK'lar, pasif kullanım değeri taşıyanların bağışlarıyla, hizmet alıcısı aktörler olarak ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında yer alırlar.

Pasif kullanım değerlerini ekosistem hizmetleri için ödeme programlarıyla yakalamak ve parasal

büyükliklere dönüştürebilmek için toplumun orman ekosistemlerini korumaya yönelik tutumlarının ve arkasındaki koruma güdülerinin yüksek olması gerekir. Buna karşın, ekosistem hizmetleri için ödemelerin tanımındaki koşullu parasal ödeme, dışlama etkisine yol açabilir ve para ödenmediğinde korumaya desteği azaltabilir. Bu soruna yönelik bazı kanıtlar mevcuttur (Muradian ve ark., 2010; Farley ve Costanza, 2010).

3.9. Sağlam düşünsel altyapı

Ok (2012), ekosistem hizmetleri için ödemeler konusunun üç boyutu olduğunu bildirmektedir. Bunlardan biri, ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini sağlamak için hizmet üretenlerin finansmanıdır. İkincisi, daralan pazarlara yeni soluklar açtıracak yeni piyasalar oluşturmaktır. Bu iki boyut yukarıda ele alınmıştır. Ok, ekosistem hizmetleri için ödemeler konusunun üçüncü boyutu olarak uluslararası rekabette yeni entelektüel mücadele alanı olmasına işaret etmektedir.

Ekosistem hizmetleri için ödemelerin dayanaklarının adalet ve bölüşüm gibi refah iktisadının temel alanlarıyla, farklı çevresel endişe motifleriyle ve çevre etiğiyle ilgisi, düşünce sistemlerine ve savunucularına yeni tartışma alanı yaratmaktadır. Kapitalist-sosyalist, insan merkezli-ekomerkezli, egomerkezli-sosyal özgecil-biyomerkezli çevresel değer yönlendirmesi kutuplarında ve aralıklarında yer alanların savunabileceği yahut reddedebileceği kanıtların türetilmesine açık olması konuya düşünsel boyut katmaktadır. Böylece her iktisadi düşünce sisteminin taraftarlarına kendilerini ifade etmeleri için fırsat alanı sağlamaktadır. Daha ötesinde ister kapitalist ister sosyalist yahut katı çevreci veya çevre karşıtı olsun, herkesin destekleyebileceği veya karşı çıkabileceği ekosistem hizmetleri için ödeme programı örneklerinin bulunması uzlaşma ya da çatışma ortamı yaratırken çıkar gruplarına düşünsel altyapısı daha sağlam bir alanda hareket esnekliği sağlamaktadır.

3.10. Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının etkinliği ve Türkiye'deki olanaklar

Her yıl dünyada, ekosistem hizmetleri için ödemelerin kavramsal temelini, tasarım ve uygulama süreçlerini açıklayan ortalama 1765 makale yayınlanmasına rağmen (Börner ve ark., 2017) ekosistem hizmetleri için ödeme programı uygulamalarının ormanların korunmasına yönelik etkinliğini gösteren çok az kanıt bulunmaktadır (Salzman ve ark., 2018; Muradian ve ark., 2013; Börner ve ark., 2017; Tacconi, 2012; Ferraro, 2017). Belki de bu yüzden ekosistem hizmetleri için ödemelerin kamu malları için henüz olgunlaşmamış pazarlar yaratan teşvik

mekanizmaları olduğu ifade edilmektedir (Arrigada ve Perrings, 2009).

Ekosistem hizmetleri için ödemelerin doğuşundaki temel yaklaşım izlenerek dünyada ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının büyük çoğunluğunun ulusal veya yerel hükümetler dışındaki özel veya tüzel kişilere ait orman veya diğer arazi kullanımları için tasarlandığı görülmektedir. Ormanlarının %99'u devlet mülkiyetinde olan Türkiye'de sürdürülebilir orman kaynakları yönetiminden sorumlu kamu kurumlarının gelirlerinin özel, genel ve döner sermaye bütçeleri altında satışlar, kullanım bedeli gelirleri, tahsisler, hükümet yatırım ve destekleri, hazine katkısı ve şartlı bağışlardan oluştuğu bilinmektedir. Bu finans kaynaklarının iyileştirilmesi için birçok öneri mevcuttur (Ok ve ark., 2013). Bu ormanların ürettiği pazarı olmayan mal niteliğindeki ekosistem hizmetlerinin finansmanı devlet vergi gelirlerinden oluşan hazine katkısı ile sağlanmaktadır. Hazine katkısı içindeki ormancılık sektörü kaynaklı olmayan vergi geliri paylarının iyileştirilmesine ihtiyaç olsa da bu ayrı bir konudur.

Ticari kaynak suyu işletmelerinden izin bedelleri ve rekreasyon hizmetleri için alınan kullanım bedelleri geniş anlamda ekosistem hizmetleri için ödemeler olarak görülebilir. Ancak devletin, ormanlarından bu faydaları topluma sağlama görevi vardır ve karşılığını vergilerle almaktadır. Bu tür bedeller daha çok faydalanmanın düzenlenmesi için alınmaktadır. Pasif kullanım veya kullanım dışı değerler için yurt içinden şartlı bağışlar ve STK'ların ortak projeleri, yurt dışından ise dış kaynaklı projeler ve resmi kalkınma yardımları ile finansal destekler bulunmaktadır.

Devlet ormanlarının yaydığı özellikle sınırı aşan faydalar için pazar ortamı dışında finansman olanaklarını geliştirmek amacıyla sürdürülebilir orman kaynakları yönetiminin finansmanına yönelik olarak ülkelerin haklarına ve sorumluluklarına dayalı bir öneri (Ok ve ark., 2014) mevcuttur. Bu öneriye dayanarak ülkelerin sürdürülebilir orman yönetimi doğrultusunda yerine getirdikleri sorumluluklarına göre haklarını elde etmek üzere ekosistem hizmetleri için ödeme programlarını düzenleme olanağı vardır. Bu şekilde ormanların sağladığı sınırı aşan ekosistem hizmeti faydaları, özellikle pasif kullanım değerlerinin üretimi finanse edilebilir.

Ekosistem hizmetleri için ödeme programları, Türkiye'de çok zayıf olan özel ormancılığı geliştirmek ve doğal ekosistemlere zarar verebilen arazi ve su kaynakları kullanımlarını engellemek için olanak sağlamaktadır. Birçok ülkede marjinal tarım arazilerinin ağaçlandırmalar ve ormanlık alanlara dönüştürülmesi, tarım arazilerinde

tarımsal-ormancılık sistemlerinin kullanılması ve tarım arazilerinde çevre ekosistemlere zarar veren kimyasalların kullanımının düzenlenmesi amacıyla alıcının kamu veya özel sektör (gönüllü karbon piyasaları gibi) olduğu ekosistem hizmetleri için ödeme programları uygulanabilmektedir.

Devlet ormanları dışındaki ormanlarda karbon tutma, su kalitesini iyileştirme, hatta daha geniş anlamda ele alınarak rekreasyon hizmetleri, estetik hizmetler ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına konu olabilir. Örneğin bir araştırmada (Kaya ve Özyürek, 2015), Ankara şehir merkezinde yer alan ODTÜ Ormanının manzara değeri, çevredeki konut fiyatlarına etkisi kullanılarak hesaplanmış; bu değerden yola çıkarak Büyükşehir Belediyesinin ODTÜ Ormanının estetik faydaları sayesinde elde ettiği yıllık ek vergi geliri hesaplanmıştır. Bu vergi gelirinin ODTÜ Ormanının yönetiminde kullanılması amacıyla bir ekosistem hizmetleri için ödeme programı tasarlama olanağı görülmektedir. Üstelik değer ölçme sorunu da araştırmayla giderilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Araştırmada son on yılda gelişmiş veya gelişmekte olan birçok ülkede yaygınlaşan ve ekosistem hizmetlerini finanse etmede yenilikçi bir araç olarak gösterilen ekosistem hizmetleri için ödeme programları çok boyutlu olarak irdelenmiş, orman ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi için fırsat ve tehdit alanları ortaya konmuştur. Özellikle Coase'nin sözleşmelerinden Pigou araçlarına, Wunder'in tanımından Muradian ve arkadaşlarının tanımına doğru ekosistem hizmetleri için ödemelerin kapsamı, çeşitliliği ve etkinliğinin arttığı görülmektedir. Daha da ötesinde ekosistem hizmetleri için ödemelerin, hiçbir kısıtlama konmaksızın ekosistem hizmetlerinde faydalanma karşılığı yapılan tüm ödemeleri kapsamaması gerektiği açıktır.

Günümüzde sorun ekosistem hizmetlerinin finansmanı olduğuna göre, ödeme araçlarını çeşitlendirmek ve dar bir alanla kısıtlamamak gerekir. Wunder'in tanımı çerçevesinde dünyada yürütülen programlar ise ekosistem hizmetleri için ödemeler kapsamında ekosistem hizmetleri için gönüllü sözleşmeler olarak adlandırılmalıdır. Bu bilgiler ışığında ekosistem hizmetleri için ödemeler, pazar mekanizması yeterli teşvik sağlamadığında, örneğin orman kaynaklarının ürettiği pazarı olmayan ürün ve hizmetlerden orman sahibi gelir elde etmediğinde, bu ürün ve hizmetleri devamlı sağlamları karşılığında orman sahiplerine fayda elde edenler tarafından doğrudan veya dolaylı, araçlarla veya aracısız yapılan ödemeler olarak tanımlanmalıdır. Bu şekilde taraflar arasında fayda-değer transferi

gerçekleşmektedir.

Uygulamada ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının etkinliğine yönelik delillerin az olmasına ve şüphelerin varlığına rağmen, kamu ve/veya özel finans kaynaklarının yetersiz olduğu ülkelerde ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi için önemli fırsatlar sağladığı açıktır. Ekosistemlerin faydalarının sürekliliğinin yanı sıra, ekosistemlere zarar veren uygulamalar engellenebilmektedir. Bu bağlamda ekosistem hizmetleri için ödeme programları, Türkiye'de özel ağaçlandırmalar ve ormancılığın teşviki, ormancılık dışında ise sulak alanlar, yaban hayatı ekosistemleri ve gıda güvenliğine zarar verebilen tarımsal uygulamaların engellenmesinde etkin araçlar olarak kullanılabilir.

Devlet ormanları dışındaki ormanların ekosistem hizmetlerinin faydaları için vergi gelirlerinden transferler yapılabilir. Devlet ormanları içinse şartlı bağışlar ekosistem hizmetleri için ödeme programlarına bağlanabilir. Özellikle korunan alanlarda tek bütçe ilkesi istisnaları yaratılmalıdır.

Bu araştırmada ihmal edilen hukuki boyut araştırılmalı, orman ekosistem hizmetlerini tanımlayan ve özel mülkiyetteki araziler ağaçlandırıldığında orman toprağı sayılmasının arazi sahiplerine getireceği kısıtlamaları aşacak yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Makalede ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının ticarileştirme, mülkiyet hakları değişimi, değer belirleme sorunu, bazı hizmetlerin finansmanında doğal ekosistemlerin zarar görmesi, ekosentrik güdülerini azaltma, en fakirlerin dışlanması, finansal araçların çalışma alanı olması, doğal ekosistemlerin değişimi gibi ekosistemler üzerinde tehdit oluşturabilecek riskleri taşıdığı belirlenmiştir. Bu tehditlere karşı aşağıdaki önlemler alınabilir:

- Mahsuplaşmalar ve mahsuplara dayalı koruma bankacılığı gibi çevre etiğine uygun olmayan ekosistem hizmetleri için ödeme programları kullanılmamalıdır.
- Kamu arazilerinde yürütülecek ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında net kamu yararı aranmalı, kamunun mülkiyet hakları zedelenmemelidir.
- Kırsal toplumda arazi sahibi olmayan veya küçük arazi sahibi olan en fakir kesimin yararlanması amacıyla ekosistem hizmetleri için ödeme programlarında ortaklıkların ve istihdam yaratıcı faaliyetlerin tasarlanması gerekir.
- Finansal araçların rolünü, kamu kuruluşları, çevre koruma STK'ları ve uluslararası kuruluş-

lar üstlenmelidir.

- Ekosistemlerin sınırları aşan pasif kullanım değerlerini finanse etmek için Birleşmiş Milletler gözetiminde bir fon aracılığıyla ülkelerin hak ve sorumluluklarına dayalı bir mahsuplaşma çerçevesinde ekosistem hizmetleri için ödeme programları yürütülmelidir.
- Doğal ekosistemlerde yürütülen programlarda biyolojik çeşitliliğin önceliği sınanarak ekosistem hizmetleri için ödeme programı tasarlanmalıdır.
- Ekosistem hizmetleri için ödeme programlarının sadece bir finansman aracı olduğu unutulmamalı, orman kaynakları yönetimine yönelik politika, plan ve projelerle bütünlük olarak kullanılmalıdır.

Son söz olarak, tanımı insan merkezli olan ekosistem hizmetleri yaklaşımının, ekosistemin insan dışı öğeleriyle bütünleştirilmesi sağlanmalı ve böylece ekosistemin insan dışı öğelerine yönelik olarak ekosistem hizmetleri için ödeme programları tasarlanmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma; 04-06 Ekim 2018'de Bursa'da düzenlenen 4. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumunda sözlü olarak sunulmuş ve sadece özeti yayımlanmış olan bildirinin tam metnidir.

Kaynaklar

Anonim, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis Report. Island Press, Washington DC

Anonim, 2008. Payments for Ecosystem Services Getting Started: A Primer. UNON Publishing Services Section, Nairobi

Anonim, 2011. Payments for Forest-related Ecosystem Services: What role for a Green Economy? - Background Paper for the UNECE Workshop, July 2011, Geneva, 46p

Anonim, 2012. Study on Forest Financing, Advisory Group on Finance Collaborative Partnership on Forests. <http://www.un.org/esa/forests/index.html> (Erişim tarihi: 15 June 2012)

Anonim, 2014. The Value of Forests. Payments for Ecosystem Services in a Green Economy. Geneva Timber and Forest Study Paper 34 (ECE/TIM/SP/34), Geneva: United Nations

Anonim, 2018. Ecosystem Services & Biodiversity. <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/en/> (Erişim tarihi: 10.08.2018)

Arriagada, R., Perrings, C., 2009. Making Payments for Ecosystem Services Work. United Nations Environment

Programme, Nairobi, Kenya

Börner, J., Baylis, K., Corbera, E., Ezzine-de-Blas, D., Honey-Roses, J., Persson, U. M., Wunder, S., 2017. The effectiveness of payments for environmental services. *World Development* 96 (2017): 359-374

Clements, T., John, A., Nielsen, K., Dara, A., Setha, T. T., Milner-Gulland, E. J., 2010. Payments for biodiversity conservation in the context of weak institutions: Comparison of three programs from Cambodia. *Ecological Economics* 69 (6), 1283-1291

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K. E., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260

Derissen, S., Latacz – Lohmann, U., 2013. What are PES? A review of definitions and an extension. *Ecosystem Services* 6: 12-15

Farley, J., Costanza, R., 2010. Payments for system services: from local to global. *Ecological Economics* 69, 2060-2068

Ferraro, P. J., 2017. Are payments for ecosystem services benefiting the ecosystems and people? In: Kareiva, P., Marvier, M., & Silliman B. (Eds.), *Effective Conservation Science: Data not Dogma*, Oxford University Press, pp.159-166

Geray, U., 2005. Ormanlar ve su politikası. Haftanın Yazısı, Çekül Vakfı. <http://www.cekulvakfi.org.tr>, (Erişim tarihi: 15.05.2005)

Gong, Y. Bull, G., Baylis, K., 2010. Participation in the world's first clean development mechanism forest project: the role of property rights, social capital and contractual rules. *Ecological Economics* 69 (6), 1292-1302

Grieg-Gran, M., Porras, I., Wunder, S., 2005. How can market mechanisms for forest environmental services help the poor? Preliminary lessons from Latin America. *World Development* 33(9): 1511-1527

Hua, F., Wang, X., Zheng, X., Fisher, B., Wang, L., Zhu, J., Tang, Y., Yu, D. W., Wilcove, D. S., 2016. Opportunities for biodiversity gains under the world's largest reforestation program. *Nature Communications* 7: 12717

Kaya, G., 2002. Pazarı Olmayan Ürünler Çerçevesinde Orman Kaynaklarının Değerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Kaya, G., 2006. Tıbbi bitki rezervi olarak orman kaynaklarının gelecek değerinin belirlenmesinde kullanılan P&P modelinin irdelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* (1): 1-10

Kaya, G., Özyürek, E., 2015. Kent ormanı anlayışıyla ODTÜ Ormanı manzarası için ekonomik değer tahmin edilmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 2015/1, A,

Sayı:1:2, 15-28

Kosoy, N., Martinez-Tuna, M., Muradian, R., Martinez-Alier, J., 2007. Payments for environmental services in watersheds: insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics* 61, 446-455

Kosoy, N., Corbera, E., 2010. Payments for ecosystem services as commodity fetishism. *Ecological Economics* 69, 1228-1236

Madsen, B., Carroll, N., Kandy, D., Bennett, G., 2011. Update: State of Biodiversity Markets. Washington, DC: Forest Trends. http://www.ecosystemmarketplace.com/reports/2011_update_sbdm (Erişim tarihi: 10.09.2018)

Mantau, U., 1996. Alternative ways of correcting market failure product structures- a key to marketability. Proceedings of International Symposium on the Non-Market Benefits of Forests, June 24-28, 1996, Edinburgh, UK

Merlo, M., Briales, E. R., 2000. Public goods and externalities linked to Mediterranean forests: economic nature and policy. *Land Use Policy* (17): 197-208

Merlo, M., Milocco, E., Panting, R., Virgilietti, P., 2000. Transformation of environmental recreational goods and services provided by forestry into recreational environmental products. *Forest Policy and Economics* (1): 127-138

Muradian, R., Corbera, E., Pascual, U., Kosoy, N., May, P. H., 2010. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics* 69 (6): 1202-1208

Muradian, R., Arsel, M., Pellegrini, L., Adaman, F., Aguilar, B., Agarwal, B., Corbera, E., Ezzine de Blas, D., Farley, J., Froger, G., Garcia-Frapolli, E., Gómez-Baggethun, E., Gowdy, J., Kosoy, N., Le Coq, J.F., Leroy, P., May, P., Méral, P., Mibielli, P., Norgaard, R., Ozkaynak, B., Pascual, U., Pengue, W., Perez, M., Pesche, D., Pirard, R., Ramos-Martin, J., Rival, L., Saenz, F., Hecken, G., Vatn, A., Vira, B., Urama, K., 2013. Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. *Conservation Letters* 6 (4), 274-279

Myers, N., 1996. Environmental services of biodiversity.

Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America, 93, 2764-2769.

Ok, K., 2012. PES Doğrusu, fuarhabercisi.net, 20.05.2012 tarihli köşe yazısı

Ok, K., Kaya, G., Güneş, Y., Koçer, S., Kayacan, B., Eker, Ö., Çağdaş, B., Koşdemir, Z., Yılmaz, E., Bakır, B., Turhan, Ü., 2013. Birleşmiş Milletler Orman Forumu 10. Oturumu İçin Ormancılığın Finansmanı Raporu, Teknik Rapor, 42s

Ok, K., İzlar, B., Siry, J., 2014. Sustainable Finance for Sustainable Forestry: Is Cooperation Possible among Nations? *Formath*, Vol. 14

Redford, K., Adams, W., 2009. Payment for ecosystem services and the challenge of saving nature. *Conservation Biology* 23(4): 785-787

Salzman, J., Bennett, G., Carroll, N., Goldstein, A., Jenkins, M., 2018. The global status and trends of Payments for Ecosystem Services. *Nature Sustainability* Vol. 1, pp. 136-144

Scherr, S. J., Bennett, M. T., Loughney, M., Canby, K., 2006. Developing future ecosystem service payments in China: lessons learned from international experience. Beijing: CCIED, Forest Trends

Stanton, T., Echavarria, T. M., Hamilton, K., Ott, C., 2010. State of Watershed Payments: An Emerging Marketplace. Ecosystem Marketplace, <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc2438.pdf> (Erişim tarihi: 13.09.2018)

Tacconi, L., 2012. Redefining payments for environmental services. *Ecological Economics* 73, 29-36

Vatn, A., 2010. An institutional analysis of payments for environmental services. *Ecological Economics* 69 (6), 1245-1252

Wunder, S., 2005. Payments for Environmental Services: Some nuts and bolts. Bogor: CIFOR Occasional Paper, No. 42

Wunder, S., 2015. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics* 117: 34-243

Botanik bahçelerine yönelik tutum ölçeği: Güvenilirlik ve geçerlilik çalışması

An attitude scale towards botanic gardens: A study on reliability and validity

Esra ÖZAY KÖSE¹ 
Şeyda GÜL¹ 

¹ Atatürk Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitim
Bölümü, Biyoloji Öğretmenliği Prg.,
ERZURUM

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Esra ÖZAY KÖSE
esraozay@atauni.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
28.01.2019
Kabul Tarihi (Accepted)
18.03.2019

Atıf (To cite this article): ÖZAY KÖSE, E., GÜL, Ş. (2019). Botanik bahçelerine yönelik görüş belirleme ölçeği: Güvenilirlik ve geçerlilik çalışması. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 108-118. DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.518630>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma, öğretmen adaylarının botanik bahçeleri hakkındaki tutumlarını belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmacılar tarafından öncelikle ilgili literatür taranmış ve buna göre öncül maddeler hazırlanarak 76 maddelik ölçek soruları oluşturulmuştur. Sonrasında ise söz konusu maddeler için uzman görüşü alınarak ölçeğin deneme formu hazırlanmıştır. 5'li Likert tipinde hazırlanan ölçeğin deneme formu Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 54 (46 kız, 8 erkek) biyoloji ve 327 (276 kız, 51 erkek) fen bilgisi alanından olmak üzere toplam 381 öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama sonrası elde edilen veriler doğrultusunda ölçeğin geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Ölçeğin geçerlik aşamalarında yapılan madde analizi ve açıklayıcı faktör analizi sonrasında ölçeğin toplam varyansın %50,478'ini açıklayan ve 49 maddeden oluşan üç faktörlü bir yapıya sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ölçeğin güvenilirlik analizlerinde Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve 0,963 değeri bulunmuştur. Elde edilen bu bulgular, bu ölçme aracının öğretmen adaylarının botanik bahçeleri hakkındaki tutumlarını belirlemede geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: botanik bahçesi, ölçek geliştirme, geçerlik, güvenilirlik

Abstract

The aim of this study is to develop a valid and reliable scale determining the prospective teachers' attitudes towards the botanic gardens. For this aim, literature review was made by the researchers and the 76 item-draft scale was prepared by getting the expert opinion for these initial items. This draft scale, which was a five-point Likert type, was applied to 381 prospective teachers in total, which includes 54 (46 female, 8 male) biology and 327 (276 female, 51 male) science department students at Ataturk University, Education Faculty of Kazım Karabekir. The validity and reliability analyses of the scale were made in the light of the data obtained through the study conducted with the participants. In the result of the item analysis and exploratory factor analysis, it was found that the scale had a construct of 3 factors with 49 items and the total variance explained was 50.478%. Cronbach Alpha internal consistency was calculated for the reliability analyses of the scale and it was found as .963 for the whole scale. As a result, these findings showed that the scale is a valid and reliable measurement tool for determining the prospective teachers' attitudes towards botanic gardens.

Keywords: botanic garden, scale development, validity, reliability

1. Giriş

Fen dünyayı tanımlamaya ve açıklamaya çalışan, hayattan birçok olgu ve olayı barındıran, düşünmeyi, sorgulamayı ve araştırmayı temel alan bir alandır. Eğitim öğretim programı çerçevesinde uygulanmakta olan yapılandırmacı yaklaşım ile birlikte eğitimin gerçekleştiği mekânlar, sadece sınıf içi olarak kısıtlanmamış, okul dışı öğrenme ortamlarını da dâhil etmiştir. Bu reformlarla öğrenme ortamı terimine farklı anlamlar yüklenmiştir. Bu bağlamda, öğrencinin anlamlı öğrenmesine, çeşitli dersler kapsamında yer alan ünitelerdeki soyut kavramları somutlaştırmaya, yaşamın içinde bilgi elde etmeye en uygun öğrenme ortamları okul dışı öğrenme ortamları olarak belirlenmiştir.

Okul dışı öğrenme ortamları öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmakla birlikte bilişsel, duyuşsal, sosyal ve psikomotor becerilerindeki gelişimini de sağlamaktadır. Ancak okul dışı öğrenme ortamları eğitimciler tarafından en fazla ihmal edilen eğitim ortamlarıdır (Orion ve Hofstein, 1994). Bilhassa fen bilimleri öğrenmek için okul dışı öğrenme ortamları birçok imkân sunmaktadır (Carrier, 2009). Fen dersleri için okul dışındaki birçok yer öğrenmeye kaynak oluşturabilir (Anon., 1996). Bu kapsamda okul dışı öğrenme ortamları, doğrudan gözlem ve inceleme yapılabilecek çeşitli öğretim materyallerinin bulunduğu bir mekâna, öğrenciler ile eğitim amaçlı olarak düzenlenen geziler olarak açıklanabilir. Bu mekânlar sınıf içine göre daha açık, demokratik, esnek ve öğrenci merkezli öğretim özellikleri olan yerler olarak kabul edilmektedir. Bu ortamlarla öğrenci doğal öğretim materyalleri ile doğrudan etkileşime geçer ve bu etkileşimin pek çoğu eğlenme esnasında öğrenmeye dönüşür (French, 2002). Buna göre fen öğretim programındaki hedeflerin öğrencilere, okul dışındaki çok çeşitli fen öğrenme imkânlarının olduğu mekânlarda fen ile ilgili olay ve olguları deneyimleyerek kazandırılması açısından önemlidir.

Okul dışı öğrenme ortamları üzerine gerek ulusal gerekse uluslararası birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmaların çoğu, okul dışı öğrenme ortamlarının öğrencilerin gelişimine yönelik olumlu etkileri üzerine sonuçlar elde etmiştir. Okul dışı öğrenme ortamlarının formal/resmi eğitimi desteklemesi (Hannu, 1993; Gerber, Cavallo ve ark., 2001), program eldelerini kazandırması (Yılmaz, 1996; Klemmer, Waliczek ve ark., 2005), doğa bilinci oluşturması (Lien, 2007; Güler, 2009; Berberoğlu ve Uygun, 2013), mevcut öğrenmeleri pekiştirilmesi (Randler, Baumgartner ve ark., 2007), akademik başarıyı olumlu yönde etkilemesi (Rennie

ve McClafferty, 1995; Griffin ve Symington, 1997; Alp, Ertepinar ve ark., 2006), fene karşı ilgiyi artırması (Rudmann, 1994), bilginin kalıcılığına etkisi (Falk ve Dierking, 1997), davranış, tutum üzerindeki olumlu etkisi (Falk ve Balling 1982; Mittelstaedt, Sanker ve ark. 1999; Lakin, 2006), kişisel ve sosyal gelişimi artırması (Dillon ve ark., 2006; Lakin, 2006), fiziksel, sosyal ve dil becerilerinin gelişmesi (Rivkin, 2000); öğrencileri mutlu etmesi (Rivkin, 2000), araştırma becerileri sağlanması (Farenga ve Joyce, 1998), derse karşı motivasyon sağlanması (Gardner, 1991; Ramey-Gassert, 1997) yönünde çeşitli bulgular elde edilmiştir.

Tüm bu olumlu bulgulara rağmen, yapılan bir kısım çalışmalarda ise eğitimcilerin okul dışı öğrenme ortamlarına sıklıkla yer vermedikleri de belirtilmektedir (Orion ve ark., 1997; Moseley, Reinke ve ark., 2002; Carrier, 2009). Öğretmenlerin okul dışı eğitim aktivitelerine yer vermemelerinin nedenini araştıran çalışmalarda ise birçok sebep ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalardan bazıları, ulaşım imkânları ve ekonomik nedenleri belirtir (Osborne ve Dillon, 2007) diğerleri ise aktivitelerin fazla zaman aldığı ve gerekli izinlerin alınması, evrak işleri, sağlık ve güvenlik konusundaki endişeler gibi olumsuz düşünceleri öne sürmüşlerdir (Orion ve Hofstein, 1994; Griffin ve Symington, 1997; Dillon ve ark., 2006). Öte yandan öğretmenlerin okul dışı eğitimin uygulanması konusunda sahip oldukları bilgi ve becerilerinin yetersiz olduğu (Smith-Sebasto ve ark., 1997; Orion ve ark., 1997; Simmons, 1998), öğrencinin sorumluluğunu almak istememe, plan ve hazırlık aşamasındaki detaylı çalışmalar ve aktiviteleri uygulamaya yönelik isteksizlik (Tatar ve Bağrıyanık, 2012), öğrenci gruplarını yönetmekte yaşanan zorluklar (Thomas, 2010), bilinçsiz ve fazla korumacı velilerin varlığı (Ünal, Yıldırım ve ark., 2010) şeklinde nedenlerin öne sürüldüğü çalışmalar da mevcuttur.

Literatürde okul dışı öğrenme ortamlarının müzeler, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, bilim merkezleri, aqua park, oyun sahaları, sivil toplum kuruluşları, gençlik kulüpleri, medya, doğa alanları, plaj, stadyum, hastane gibi birçok alanın sayılabileceği ifade edilmiştir (Hofstein ve Rosenfeld, 1996; Eschenhagen, Katmann ark., 2008; Türkmen, 2010). Bu çalışmada ise okul dışı öğrenme ortamı olarak botanik bahçeleri ele alınmıştır.

Modern kentlerde doğal yapının azalması ve bozulması nedeniyle insan için rahatlayabileceği tabii mekânları yaratma ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Kent peyzajının önemli yeşil alanlarından biri olan botanik bahçeleri; bilimsel işlevi olması, ilgi çekici bitkilendirme tasarımları, bitki korumayı temel alması ve doğa eğitimine de fay-

dasının bulunması gibi çeşitli yönleriyle özel bir bahçe sınıfıdır. Botanik bahçeleri ziyaretçileri ve bitkileri bir araya getirmede önemli bir rol üstlenmektedir. Botanik/biyoloji araştırmaları için canlı birer laboratuvar ve nesli tükenme tehlikesinde olan bitkilerin korunmasında önemli göreve sahiptirler (Oldfield, 2007). Botanik bahçeleri, her biri doğru ve dikkatli bir şekilde etiketlenmiş ağaç, çalı ve diğer otsu bitkilerin sistematik bir düzen içerisinde sergilendiği ilmi araştırmalar maksadı ile bir araya getirildiği ‘canlı bitki müzeleri’ şeklinde tanımlanmıştır (Yaltırık, 1988). Botanik bahçeleri; insanların gözlemleyeceği ekosistemler ve türleri sergileyen mekânlar olmasının yanında araştırma alanları, biyoçeşitlilik rezervleri, turist çeken alanlar, eğitim ve halka açık sosyal merkezler olarak büyük bir görev almaktadır (Packer ve Ballantyne, 2002; Wassenberg ve ark., 2015). Botanik bahçesi, bir rekreasyon alanı olmakla birlikte bir eğitim kuruluşudur. İnsanların hem rekreatif ihtiyaçlarına karşılık verip hem de botanik bilimi hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlar (Var ve Karaşah, 2010). Bu açıklamalardan botanik bahçelerinin birçok işlevinin olduğu ortaya çıkmaktadır:

Eğitsel işlevi: Botanik bahçelerinin bitki türlerini bitki etiketleri ve açıklama panoları ile öğrencilere tanıtarak onların bitkiler hakkında bilgi edinmeleri ve bitkilerin korunması hususunda farkındalık oluşmasında önemli görevleri vardır. Botanik bahçelerini okul dışı öğrenme ortamı olarak kullanan öğrencilerin bitkileri tanımasını, bitkilerin değerini anlamasını ve her eğitim düzeyindeki yaşlarda doğa sevgisini ve bitki koruma bilincini kazanmasında bir laboratuvar ortamı sağlamaktadır. Eğitim toplantıları düzenlemek, yayım hizmetleri vermek, araştırmacıları bir araya getirmek, dokümanlar oluşturmak, sergiler düzenlemek gibi işlevlere de sahiptir (Özcan, 1972; Uzun, 1978).

Bilimsel/araştırma işlevi: Özellikle üniversitelere bağlı biyoloji bilimi, bitki yetiştiriciliği, peyzaj mimarlığı, orman mühendisliği gibi alanlarda çalışan araştırmacılar ve botanik bahçeleri arasında köprü görevi görür. Herbarium, kitaplık, korunmuş alanlar, hizmet seraları ve üretim olanakları gibi destekleyici kaynaklar ile eğitsel ve bilimsel çalışmalarını geliştirip iş birliği yapmakta olan uzmanlık merkezleri olup öğrenciler ve akademik personel için araştırma ve bilgilendirme alanı olarak görev yapan canlı laboratuvarlardır.

Koruma/doğa sevgisi işlevi: Botanik bahçeleri, insanlara, dünyanın çeşitli yerlerinde yetişen bitkileri, kendi yörelerinin doğal bitki örtüsünü tanıtmaya görevine sahip olduğundan bitkiler hakkında bilgiler sunarak bitki yaşamının zenginliklerinin tanıtılması ile çevre farkındalığı ve koruma bilincinin

oluşmasına da fayda sağlamaktadırlar. Ayrıca buralarda öğrencilere ve halka yönelik çeşitli seminerlerin düzenlenmesi ile doğa sevgisini aşılama mümkünüdür. Botanik bahçeleri nesli tükenme tehlikesi altındaki türleri kültür ortamında güvende tutarak ya da tohum bankası oluşturularak bu bitkilerin korunmasını da üstlenmiştir.

Rekreasyonel işlev: Botanik bahçeleri insanların hareketlerini, davranışlarını ve sosyal değerlerini etkileyen deneyimler kazanmasını sağlar (Willison, 1997). Doğa güzellikleri, yürüyüş yolları, piknik alanları, seyir noktaları, kafeler, restoranlar, çocuklar için oyun alanları, hediyelik eşya ve bitki satış alanları, botanik bahçelerinin rekreatif görevleri içinde ele alınan yerlerdir. Bu rekreasyonel alanlar, insanların sevdikleriyle bir günlerini bahçede geçirmelerini sağlayarak insanları günlük hayatın stresinden arındırır ve insanların çevreye karşı olumlu tutum ve davranışlar geliştirmesinde rol alıp psikolojik etkisi sonucu (rahatlama, deşarj olma) insan sağlığına olumlu etkiler yapar.

Botanik bahçelerinin bu kadar işleve sahip olması planlanma aşamalarında birtakım şartlara önem verilmesi gerekliliğini ortaya çıkarır. Botanik bahçelerinde ulaşım, alan büyüklüğüne, ekolojik şartlara, sulama imkânına önem verilmelidir. Çünkü ziyaretçilere açık olan botanik bahçelerinde eğer ulaşım sıkıntısı varsa yeterince ziyaretçi gelemeyebilir. Örneğin kafe, restoran, düğün salonu gibi rekreasyona yönelik alanlardan beklenen performans alınamayabilir. Aynı zamanda botanik bahçesine girişler ücretli ise ve maddi olarak bahçenin idaresi buna bağlı ise az gelen ziyaretçi ile yeterince katkı sağlanamaz ve botanik bahçesinin yaşatılması güçleşebilir. Ulaşımın kolay olması için yolun işlevsel olması önemlidir (Özkan, 2005). Tarım ve ormancılık açısından da önemli olduğundan ağaç, ağaççık ve çalı grupları ile büyük mekânlar, çiçek ve otsu bitkilerle engin görünüşlü alanlar kurulabilir. Botanik bahçesinin uygulanacağı mekânda her yaş grubuna hizmet edebilecek aktif ve pasif rekreasyon etkinliklerinin yanında yeterli otopark, kış aylarında da kullanım olanakları ile üniversite gençliği, yaşlılar, özürllüler gibi çeşitli kullanıcı gruplar dikkate alınmalıdır. Mekânın büyük bölümünün gün boyu etkin kullanımını sağlamak için bakım, yönetim ve güvenlik gibi çalışmaların program uyarınca yürütülmesi önemlidir. Alanın tasarımında başlıca program elemanları; çok amaçlı oyun ve spor alanı, su öğeleri ve sistemi, kafeterya gibi alanlar bulunması tavsiye edilir (Tanrıverdi, 1987). Ayrıca, botanik bahçelerinde teknik dergiler ve broşürler yayımlamak, resimli kitap ve filmler hazırlamak önemli ve botanik bahçesinin tanıtımı için gereklidir (Sel, 2009).

Sonuç olarak yapılan çalışmalara bakıldığında okul dışı öğrenme ortamlarının çeşitli yönlerden olumlu sonuçlar doğuracağı açık olmasına rağmen bazı kısıtlayıcı nedenlerden dolayı da öğretmenler tarafından yeterince tercih edilmemektedir. Botanik bahçelerinin çok geniş bir ölçekte insan gruplarına hizmet etmesinin yanında bir okul dışı öğrenme ortamı olarak düşünüldüğünde başta eğitsel ve bilimsel olmakla birlikte birçok işlevinin olduğu yürütülen çalışmalardan gözlemlenmektedir. Bununla beraber ülkemizde bu konudaki araştırmalar henüz istenen düzeyde değildir. Bu nedenle farklı eğitim düzeyleri ve öğrenme sürecindeki farklı değişkenlerin ele alınarak çalışmalar yapılması önem arz etmektedir (Küçük, Yılmaz ve ark., 2014). Bu noktada özellikle okul dışı öğrenme ortamlarında botanik bahçesi uygulamalarının eğitim ortamlarındaki potansiyelinin ortaya çıkarılmasında büyük örneklem gruplarıyla gerçekleştirilmiş uygulamalara ve geçerliliği-güvenilirliği doğrulanmış veri toplama araçlarına ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Bununla beraber literatür incelendiğinde okul dışı öğrenme ortamı olarak botanik bahçelerinin araştırıldığı bir çalışmaya ve öğretmenler veya öğretmen adaylarının botanik bahçelerine yönelik tutumlarını tespit etmeye yönelik geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş herhangi bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Duyuşsal özelliklerin de öğrenmeyi önemli ölçüde artırdığı düşünüldüğünde öğrencilerin botanik bahçelerine yönelik tutum, ilgi, algı vb. duyuşsal özelliklerinin dikkate alınması bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır (Gul, 2017). Dolayısıyla bu çalışma özellikle eğitim-öğretim ortamının önemli bir unsuru olan öğretmen adaylarının tutumlarının belirlenmesi bakımından bir "tutum ölçeği" olarak literatürdeki boşluğu doldurabilir. Bunun yanı sıra bu araştırma geçerli ve güvenilir olduğu ortaya konulmuş Türkçe bir ölçek sunması açısından da ülkemizde bu alanda yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda çalışmada, öğretmen adaylarının botanik bahçelerine yönelik tutumlarını belirlemeyi sağlayacak bir ölçek geliştirmek amaçlanmıştır.

2. Yöntem

2.1. Araştırma deseni ve örneklem

Bu araştırma nicel araştırma yaklaşımı temel alınarak tarama yöntemi ile yürütülmüştür. Araştırmanın uygulamaları, 2018-2019 eğitim-öğretim dönemi güz yarıyılında yürütülmüştür. Araştırmanın örneklem grubu olarak Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde öğrenimine devam eden toplam 381 öğretmen aday seçilmiştir. Örneklem grubunun belirlenmesinde madde sayısının en az beş katı olması gerektiği (Bryman

ve Cramer, 2001) kuralı dikkate alınmıştır. Söz konusu öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Katılımcılar aldıkları biyoloji içerikli derslerde botanik konusunda yer yer bilgilendirildikleri için botanik bahçeleri konusunda ölçeği cevaplayabilecek yeterlikte bilgiye sahip oldukları varsayılmaktadır.

Tablo 1. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının demografik özellikleri
Table 1. Demographic characteristics of prospective teachers

| | Biyoloji eğitimi | Fen bilgisi eğitimi | Toplam |
|--------|------------------|---------------------|--------|
| Kız | 46 | 276 | 322 |
| Erkek | 8 | 51 | 59 |
| Toplam | 54 | 327 | 381 |

2.2. Araştırmanın uygulama aşamaları

Bu çalışmada öğretmen adaylarının botanik bahçeleri hakkındaki tutumlarını belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle literatürde botanik bahçeleri konusunda yapılmış çalışmalar incelenmiştir (Var ve Kardeş, 2010; Kardeş ve Var, 2016; Müminoğlu, Tahta ve ark., 2018). Yapılan incelemeler doğrultusunda 5'li Likert (1: kesinlikle katılmıyorum, 2: katılmıyorum, 3: kararsızım, 4: katılıyorum, 5: kesinlikle katılıyorum) tipinde 76 ifadeyi içeren bir madde havuzu oluşturulmuştur. Madde havuzunda yer alan ifadeler, kapsam ve görünüş geçerliğinin sağlanması amacıyla 3 alan uzmanı ve 1 Türkçe dil uzmanı tarafından sadelik, açıklık, akıcılık, dilin uygun kullanımı, ifadelerinin yazımı ve anlaşılabilirlik kriterleri esas alınarak kontrol edilip değerlendirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra ölçeğin taslak formu son şeklini almıştır.

Araştırmada Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesindeki 2 farklı anabilim dalına devam eden toplam 381 öğretmen adayından veri toplanmıştır (Tablo 1). Uygulama sonrasında 76 maddelik ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarında öncelikle madde analizi yapılmıştır. Madde analizi sonucunda madde toplam korelasyon puanı 0,25'den küçük olan maddeler atıldıktan sonra ölçeğin yapı geçerliğinin sağlanması amacıyla Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) yapılmıştır. AFA, birbirleriyle ilişkili çok sayıda değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve yaygın olarak kullanılan istatistiksel tekniklerden biridir (Büyüköztürk, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2007). AFA için SPSS 20.0

paket programı kullanılarak yapılan analizler neticesinde maddelerin hangi koşullarda atıldığı ilgili alt başlıklarda sunulup bulgular kısmında yorum-

lanarak ölçeğe son şekli verilmiştir. Araştırmanın uygulama aşamaları Şekil 1'de özetlenmiştir.



Şekil 1. Araştırmanın uygulama aşamaları
Figure 1. Application stages of the research

3. Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde madde analizi ve AFA gerçekleştirilmiş, ayrıca güvenirliğe yönelik bulgular sunulmuştur.

3.1. Madde analizi

Araştırmada ilk olarak geliştirilen ölçekte hangi maddelerin yer alması gerektiğinin (Sax ve Newton, 1997) belirlenmesi amacıyla elde edilen ve-

Tablo 2. Madde analizi sonrası taslak ölçekte kalan maddelere ait madde-toplam puan korelasyon değerleri
Table 2. Item-total score correlation values of the items on the draft scale after item analysis

| Madde no | Madde-toplam korelasyonu | Madde No | Madde-toplam korelasyonu | Madde no | Madde-toplam korelasyonu | Madde no | Madde-toplam korelasyonu |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|----------|--------------------------|
| m1 | 0,302 | m27 | 0,582 | m45 | 0,659 | m62 | 0,480 |
| m3 | 0,415 | m28 | 0,600 | m46 | 0,627 | m63 | 0,693 |
| m4 | 0,413 | m29 | 0,663 | m47 | 0,661 | m64 | 0,668 |
| m5 | 0,256 | m30 | 0,394 | m48 | 0,685 | m65 | 0,632 |
| m6 | 0,470 | m32 | 0,253 | m49 | 0,647 | m66 | 0,728 |
| m7 | 0,418 | m33 | 0,468 | m50 | 0,723 | m67 | 0,712 |
| m9 | 0,436 | m34 | 0,496 | m51 | 0,728 | m68 | 0,696 |
| m10 | 0,352 | m35 | 0,347 | m52 | 0,616 | m69 | 0,737 |
| m18 | 0,268 | m36 | 0,587 | m53 | 0,650 | m70 | 0,670 |
| m19 | 0,330 | m37 | 0,621 | m54 | 0,628 | m71 | 0,758 |
| m20 | 0,503 | m38 | 0,612 | m55 | 0,589 | m72 | 0,648 |
| m21 | 0,629 | m39 | 0,644 | m56 | 0,584 | m73 | 0,594 |
| m22 | 0,647 | m40 | 0,560 | m57 | 0,662 | m74 | 0,644 |
| m23 | 0,673 | m41 | 0,691 | m58 | 0,776 | m75 | 0,697 |
| m24 | 0,617 | m42 | 0,650 | m59 | 0,672 | m76 | 0,720 |
| m25 | 0,404 | m43 | 0,684 | m60 | 0,629 | | |
| m26 | 0,332 | m44 | 0,591 | m61 | 0,533 | | |

m: madde

rilere madde analizi yapılmış ve bu amaçla ölçek verileri için madde-toplam puan korelasyonları hesaplanmıştır. Madde-toplam puan korelasyonu, test maddelerinden alınan puanlar ile testin toplam puanı arasındaki ilişkiyi açıklamada kullanılan bir yöntem olup söz konusu analizlerde Özdamar (2004) tarafından önerilen ve ölçme aracının güvenilirliğini gösteren “puanların pozitif ve hatta 0,25 değerinden büyük olması ve bu kurala uymayan maddelerin ölçekten çıkarılması gerektiği” kriteri temel alınmıştır. Buna göre, yapılan madde analizi sonucunda madde-toplam korelasyonları kullanılarak ölçek maddelerinin güvenilirlikleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda madde-toplam puan korelasyon değerleri 0,25’in altında olan maddeler en düşük değerden başlanarak sırasıyla çıkarılmış ve her defasında analizler yenilenmiştir. Böylece madde-toplam puan korelasyon değerleri 0,25’in altında olan toplam 10 madde (madde 2, madde 8, madde 11, madde 12, madde 13, madde 14, madde 15, madde 16, madde 17 ve madde 31) ölçekten çıkarılmıştır (Tablo 2). Buna göre yapılan analizler sonucunda ölçekte geriye kalan 66 maddenin kabul edilebilir değerlerde ve benzer davranışı ölçmeye yönelik oldukları söylenebilir.

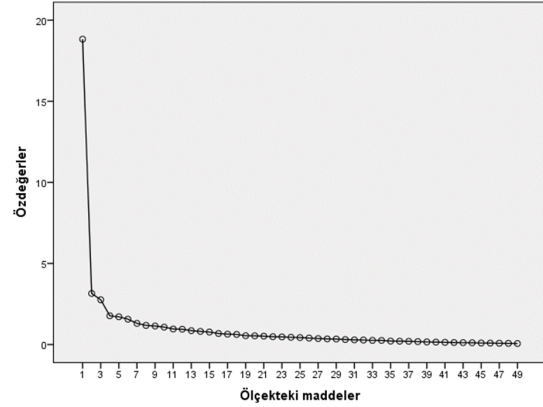
3.2. Ölçeğin faktör yapısının incelenmesi

3.2.1. Ön analizler

Çalışmada madde analizi sonrasında, Botanik Bahçelerine Yönelik Tutum Ölçeği (BBTÖ) üzerinde elde edilen verilerin AFA için uygunluğu kontrol edilmiştir. Bu amaçla veri setinin örneklem uygunluğu (KMO and Bartlett’s sphericity test) test edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2007; Field, 2005). Literatür incelendiğinde Bartlett küresellik testi sonucunun anlamlı çıkması ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0,50’den büyük çıkması gerektiği ileri sürülmektedir. Zira KMO ölçütüne göre bu değer “iyi” olarak değerlendirilebilir ve örnek büyüklüğünün yeterli olduğunu gösterir (Leech, Barrett ve Morgan, 2005). Buna göre 66 madde için yapılan KMO testi sonucu 0,877 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda hesaplanan bu değer yukarıda belirtilen ölçütle karşılaştırıldığında ($0,877 > 0,50$) veri setinin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir. Öte yandan Bartlett küresellik testi χ^2 değerinin ise 9479,84 ($p < 0,05$) olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Buna göre değişkenler arasında yüksek korelasyonlar mevcuttur, bu nedenle de veri setinin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir (Tabachnick ve Fidell, 2007; Kahyaoğlu, 2011). Buna göre, ölçeğin 66 maddesi temel bileşenler analizine alınmış ve Varimax ek sen döndürmesi gerçekleştirilmiştir.

3.3. Açımlayıcı faktör analizi sonuçları

Ölçeğin yapı geçerliliği çalışmalarında öncelikli olarak 66 madde için faktör yük değerlerine bakılmıştır. Analizler yapılırken çalışmadaki 387 kişilik örneklem grubu için kesme değeri .40 olarak oluşturulmuştur. Büyüköztürk’e (2010) göre; faktör yük değerinin 0,45 ya da daha yüksek olması seçim için iyi bir ölçü olmakla birlikte uygulamada bu sınır değer 0,30’a kadar indirilebilir. Bu doğrultuda çalışmada hazırlanan taslak ölçekte yer alan 28 maddeden faktör yük değerleri 0,40’ın üzerinde olan 28 madde analiz süreci kapsamında değerlendirilmiştir. Öte yandan ilk yapılan faktör analizi sonuçlarında 13 madde (m1, m5, m25, m26, m30, m32, m35, m50, m57, m69, m71, m75, m76), ikinci yapılan faktör analizi sonrasında ise 4 madde (m36, m41, m46, m58) ölçekten çıkarılmıştır. Bu noktada iki ve daha fazla faktör altında bulunan maddeler için teker teker ve ölçek için daha az gerekli olanlardan başlanarak çıkarılmıştır. Yapılan son analizler neticesinde ise ölçek üç faktör altında toplanarak 49 maddeden oluşmuştur. Ölçekte ortaya çıkan faktör sayısına yönelik çizgi (scree plot) grafiğinde de kırılma noktası üç faktörü işaret etmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Çizgi (scree plot) grafiği
Figure 2. Line (scree plot) chart

Analizler sonucunda üç faktör altında toplanan maddelerle ölçeğin açıkladığı varyans toplamı %50,478 ($F_1=21,203$; $F_2=20,164$; $F_3=9,111$) olarak belirlenmiştir. Bütün faktörlerin öz değerlerinin toplamı ise 24,734 ($F_1= 10,389$; $F_2=9,880$; $F_3=4,465$) bulunmuştur. Tüm bu veriler ışığında ölçeğin döndürülmüş faktör yükleri Tablo 3, 4 ve 5’de sunulmuştur.

Tablo 3, 4 ve 5’te de görüldüğü gibi madde ifadeleri doğrultusunda birinci faktör “Botanik Bahçesinin Yararları”, ikinci faktör “Botanik Bahçelerinde

Tablo 3. BBTÖ'nün döndürülmüş faktör yükleri (faktör-1)
Table 3. Rotated factor loads (factor-1) of the ASBG

| Madde no | Maddeler | Faktör 1 |
|----------|---|----------|
| m51 | Bitkileri koruma duygusu aşılır. | 0,663 |
| m52 | Bitkiler hakkında bilgi eksikliğini giderme/pekiştirmeye yardımcı olur. | 0,691 |
| m53 | Bitkilere karşı ilgi ve merak uyandırır. | 0,650 |
| m54 | İnsanları araştırma yapmaya yöneltir. | 0,687 |
| m55 | İnsanların sosyal gelişimine katkı sağlar. | 0,668 |
| m56 | İnsanların zihinsel gelişimine katkı sağlar. | 0,588 |
| m59 | Özellikle biyoloji öğretimine katkı sağlar. | 0,590 |
| m60 | İnsanların gerçek dünya ile ilişki kurmasına yardımcı olur. | 0,646 |
| m61 | Öğrencilerin ilgili derslere karşı motivasyonunu artırır. | 0,442 |
| m62 | İnsanların iletişim becerilerini geliştirir. | 0,517 |
| m63 | Eğlenceli vakit geçirmeyi sağlar. | 0,699 |
| m64 | Ziyaretçilere gözlem yapma alışkanlığı kazandırır. | 0,672 |
| m65 | Öğrencilere görerek öğrenme sağlar. | 0,608 |
| m66 | İnsanlara çevreyi tanıma ve çevreyi koruma bilincini kazandırır. | 0,659 |
| m67 | Ülkemizin biyolojik zenginliklerini öğretir. | 0,640 |
| m68 | İnsanlara genel kültür kazandırır. | 0,676 |
| m70 | Bulunduğu şehir turist kazandırdığı için ekonomik fayda sağlar. | 0,627 |
| m72 | Biyolojik çeşitliliğin geliştirilmesine katkı sağlar. | 0,682 |
| m73 | Tanıtım açısından şehre prestij kazandırır. | 0,629 |
| m74 | Bulunduğu bölgeye estetik kazandırır. | 0,669 |

Tablo 4. BBTÖ'nün döndürülmüş faktör yükleri (faktör-2)
Table 4. Rotated factor loads (factor-2) of the ASBG

| Madde no | Maddeler | Faktör 2 |
|----------|---|----------|
| m20 | Bulunan her bitkinin üzerinde tanıtıcı etiketlerin olması gerekir. | 0,603 |
| m21 | Tüm güzergâhlarda açıklama panolarının olması gerekir. | 0,694 |
| m22 | Tüm güzergâhlarda yönlendirme tabelalarının olması gerekir. | 0,642 |
| m23 | İnsanların rahatça gezebilmeleri için yürüyüş yolları yapılması gerekir. | 0,742 |
| m24 | İnsanların rahatça çevreyi gözlemleyebilmeleri için seyir noktaları olması gerekir. | 0,597 |
| m27 | İnsanları bilgilendirme amaçlı rehber bulundurulması gerekir. | 0,554 |
| m28 | İnsanları bilgilendirme amaçlı bilgi turlarının yapılması gerekir. | 0,584 |
| m29 | Özellikle araştırmacı ve öğrencilerin çalışma yapabileceği araştırma seralarının bulunması gerekir. | 0,606 |
| m33 | Tuvalet/lavabo bulundurulması gerekir. | 0,718 |
| m34 | İnsanların rahatça giriş çıkış yapabilmeleri adına araba park yerleri yapılması gerekir. | 0,500 |
| m37 | Mevsiminde bulunmayan bitkilerin incelenebilmesi için herbaryum odalarının bulunması gerekir. | 0,548 |
| m38 | Girişte ziyaretçiler için tanıtıcı/bilgilendirici broşürlerin verilmesi gerekir. | 0,544 |
| m39 | Mescit gibi ibadet yerlerinin olması gerekir. | 0,665 |
| m40 | Işıklandırmaların olması gerekir. | 0,617 |
| m42 | Maddi durumu iyi olmayan insanlar/öğrenciler için ücretsiz/ekonomik giriş bileti verilmesi gerekir. | 0,546 |
| m43 | Her alanda çöp kutusu bulundurulması gerekir. | 0,650 |
| m44 | Sürekli bir temizlik personeli bulundurulması gerekir. | 0,692 |
| m45 | Ziyaretçilerin güvenliği için bekçi/güvenlik görevlisi olması gerekir. | 0,669 |
| m47 | Özellikle şehir merkezine uzak bölgelerdeki botanik bahçelerine ulaşım kolaylığının sağlanması gerekir. | 0,608 |
| m48 | Gelen engelli ziyaretçilere özel yardımcı ekipman/sesli yönergeler bulundurulması gerekir. | 0,549 |
| m49 | Özellikle engelli ve yaşlılar için ayrılmış özel alanlar olması gerekir. | 0,505 |

Tablo 5. BBTÖ'nün döndürülmüş faktör yükleri (faktör-3)
Table 5. Rotated factor loads (factor-3) of the ASBG

| Madde no | Maddeler | Faktör 3 |
|----------|--|----------|
| m3 | Botanik bahçelerine eğlenmek için giderim. | 0,704 |
| m4 | Botanik bahçelerine dinlenmek için giderim. | 0,776 |
| m6 | Botanik bahçelerine stresten uzaklaşmak için giderim. | 0,773 |
| m7 | Botanik bahçelerine temiz hava almak için giderim. | 0,745 |
| m9 | Botanik bahçelerine doğa ile baş başa kalmak için giderim. | 0,700 |
| m10 | Botanik bahçelerine sosyal etkileşimde bulunmak için giderim. | 0,457 |
| m18 | Farklı şehirlerden gelen misafirleri gezdirmek için botanik bahçelerine giderim. | 0,571 |
| m19 | Botanik bahçelerine boş zamanlarımı değerlendirmek için giderim. | 0,507 |

Olması Gerekenler” ve üçüncü faktör “Botanik Bahçelerine Gitme/Gitmeme Sebepleri” olarak isimlendirilmiştir. “Botanik Bahçesinin Yararları” faktörü 20 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri 0,699 ile 0,442 arasında değişmekte, “Botanik Bahçelerinde Olması Gerekenler” faktörü 21 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri 0,742 ile 0,500 arasında değişmektedir. Son olarak “Botanik Bahçelerine Gitme/Gitmeme Sebepleri” faktörü 8 maddeden oluşmakta ve faktör yükleri 0,776 ve 0,457 arasında değerler almaktadır. Literatürde bir faktör altında en az üç maddenin bulunması gerektiği belirtilmekle birlikte istisnai durumlarda bir faktörün iki maddeden oluşabileceği de ifade edilmektedir (Raubenheimer, 2004). Buna göre her bir faktörün yeterli madde sayısına sahip olduğu söylenebilir.

3.4. Ölçeğin güvenilirliğine ilişkin bulgular

BBTÖ'nün güvenilirliği Cronbach Alpha değeri hesaplanarak test edilmiştir. Toplam 49 maddeden oluşan nihai ölçeğin geneline ait iç tutarlılık katsayısı 0,963 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin alt boyutlarına ait güvenilirlik katsayılarına bakıldığında “Botanik Bahçesinin Yararları” faktörünün iç tutarlılık katsayısı 0,947; “Botanik Bahçelerinde Olması Gerekenler” faktörünün iç tutarlılık katsayısı 0,946 ve “Botanik Bahçelerine Gitme/Gitmeme Sebepleri” faktörünün iç tutarlılık katsayısı 0,842 olarak ortaya çıkmıştır. Buna göre katsayıların 49 maddenin toplamında 0,80'den; alt faktörlerde ise 0,60'tan daha fazla olması güvenilirlik açısından kanıt sunmaktadır (Güngören ve ark., 2014).

4. Tartışma ve Sonuçlar

Günümüzde botanik bahçeleri farklı doğa güzelliklerini bünyesinde barındırmakta, değişik iklimlerde yetişen birçok bitkinin insanlar tarafından tanınmasına aracılık etmektedir. Botanik bahçeleri içinde eğitim amacıyla çeşitli bitkilerin sergilendiği alanlar mevcuttur. Bu bahçeler, turistik amaçla

da kullanıldıkları için buldukları ülkelerin sosyoekonomik yapısını güçlendirmede etkili olabilmektedir (Müminoglu ve ark., 2018). Öte yandan botanik bahçeleri özellikle okul dışı öğrenme sürecinin bir parçası olarak da eğitim-öğretim sürecinde öğretmenler tarafından yer yer tercih edilmektedir. Bu noktadan hareketle botanik bahçelerinin kullanımına yönelik öğretmen/öğretmen adaylarının tutumlarının değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Ancak literatür incelendiğinde söz konusu tutumların tespitine yönelik geliştirilmiş geçerli ve güvenilir bir ölçme aracına rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada öğretmen adaylarının botanik bahçelerine yönelik tutumlarını belirleyen bir ölçme aracı geliştirilmiştir.

Araştırmada yapılan analizler sonrasında “Botanik Bahçesinin Yararları”, “Botanik Bahçelerinde Olması Gerekenler” ve “Botanik Bahçelerine Gitme/Gitmeme Sebepleri” olarak tanımlanan üç faktörden oluşan 5'li Likert tipi bir ölçek ortaya çıkmıştır. BBTÖ'nün 49 madde ve üç boyutlu yapısıyla toplam açıklanan varyansı %50,478'dir. Açıklanan varyans oranı, analize dâhil değişkenlerle ilgili toplam varyansın 2/3'ü kadar miktarının ilk olarak kapsadığı faktör sayısı, önemli faktör sayısı olarak değerlendirilir. Uygulamada, özellikle davranış bilimlerinde ölçek geliştirmede sözü edilen miktara ulaşmak genellikle güçtür (Büyüköztürk, 2002). Bununla birlikte sosyal bilimlerde açıklanan varyansın %40 ile %60 arasında olması yeterli olarak kabul edilebilir (Tavşancıl ve Keser, 2002). Buna göre ölçeğin yapısının açıkladığı varyansın, ölçtüğü niteliği yeterince açıkladığı söylenebilir.

Literatür incelendiğinde ölçekten elde edilen alt faktörlerin de çeşitli araştırmalarda önemine değinilmiştir. Var ve Kardeş'in (2010) “Botanik bahçelerinin kullanıcılara sağladığı eğitsel ve rekreatif imkânlar” başlıklı çalışmasında botanik bahçesinin yararlarına değinilmektedir. Yine Kardeş ve Var'ın (2016) botanik bahçelerinde ziyaretçi tercihlerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalarında

insanların botanik bahçelerine gitme/gitmeme sebepleri irdelenmektedir. Müminoğlu ve ark.'ın (2018) yapmış oldukları çalışmada ise botanik bahçelerinde olması gerekenler ortaya konulmuştur.

Bu araştırmada, geçerlilik çalışmaları kapsamında dış ölçüt geçerliliğine bakılmamıştır. Dolayısıyla ileride yapılacak çalışmalarda geliştirilecek benzer ölçme araçlarında dış ölçüt geçerliliğini sağlamak amacıyla cinsiyet, yaş, eğitim-öğretim ortamında botanik bahçelerinin kullanımı modelini ele alan bir ölçme aracı ile dış ölçüt geçerliliğine bakılabilir. Araştırmanın uygulamaları öğretmen adayları ile yürütülmüştür. Bununla beraber lisans düzeyindeki diğer alanlardaki öğrenciler, öğretmenler ve hatta lise öğrencileri gibi farklı türlerden örneklem de çalışma grubuna dâhil edilebilir.

Bu çalışmada doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılamamıştır. Çünkü araştırmada geliştirilen ölçek, konusu itibarıyla biyoloji alanı ile ilişkili olan biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Bu yüzden örneklem yetersizliği ile karşı karşıya gelinmiştir. Zira AFA ve DFA analizlerinin farklı örneklem üzerinde yapılması gerekmektedir. Ancak DFA analizinin yapılamaması çalışmanın bir sınırlılığı olarak düşünülse de bu durum bir dezavantaj olarak görülmemelidir. Aksine söz konusu analizler daha ziyade ölçek uyarlama çalışmalarında tercih edilmektedir. Bununla beraber ileride bu konuda yapılacak bir ölçek uyarlama çalışmasında AFA'ya ek olarak DFA ve yapısal eşitlik modellemesinden (YEM) yararlanılması düşünülebilir.

Geliştirilen ölçek tasarım aşamasında eğitim-öğretim süreci dikkate alınarak hazırlanmış ve ölçekte botanik bahçelerinin öğretim sürecinde kullanımına yönelik maddeler de hazırlanmıştır. Ancak analizler sonrası ilgili maddeler ölçekten çıkarıldığı için ölçeğin nihai formunun ormancılık, tarım, ziraat, peyzaj gibi diğer alanlardan lisans öğrencilerine hatta öğretim kurumları dışında normal bireylere de uygulanabilirliği söz konusudur. Bu nedenle BBTÖ kullanılarak elde edilen verilerin farklı değişkenlerle ilişkilendirilmesi suretiyle yeni çalışmalar tasarlanabilir.

Kaynaklar

Alp, E., Ertepinar, H., Tekkaya C., Yılmaz, A. 2006. A Statistical Analysis of Children's Environmental Knowledge and Attitudes in Turkey. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15(3), 210-223.

Anon. 1996. NRC (National Research Council) National Science Education Standards. USA: National Academy Press.

Berberoğlu, O. E., Uygun S. 2013. "Sınıf Dışı Eğitimin Dünyadaki ve Türkiye'deki Gelişiminin İncelenmesi". *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.9 (2), 32-42.

Bryman, A., Cramer, D., 2001. *Quantitative data analysis with SPSS Release on for windows*. Philadelphia: Routledge.

Büyüköztürk, Ş. 2002. Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 8(4), 470-483.

Büyüköztürk, S., 2010. *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (11th ed.)*. Ankara: PegemA Yayıncılık.

Carrier, S. J. 2009. The effects of outdoor science lessons with elementary school students on preservice teachers' self-efficacy. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 35-48.

Dillon J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., Benefield, P. 2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87 (320), 107-111.

Eschenhagen, D., Katmann, U., Rodi, D. 2008. *Fachdidaktik biologie. (4th editi-on) Ed. Ulrich Kattman. Aulis Verlag Deubner. Koeln.*

Falk, J. H. ve Balling, J. D. 1982. The field trip milieu: Learning and behavior as a function of contextual events. *Journal of Educational Research*, 76(1), 22-28.

Falk, J. H. ve Dierking, L. D. 1997. School field trips: assessing their long-term impact. *Curator*, 40(3), 211-218.

Farenga, S., Joyce, B. 1998. Development and analysis of a scale to assess students' out-of- school science-related experiences. *Education*, 118.

Field, A., 2005. *Discovering statistics Using SPSS*. Londra: SAGE Pub.

French, A.N. 2002. Informal Science Education at Science City. Yayımlanmamış Doktora tezi, University of Tulsa, USA.

Gardner, H. 1991. *The unschooled mind*. New York: BasicBooks.

Gerber, B.L., Marek, E.A., Cavallo, A.M.L. 2001. Development of an informal learning opportunities assay. *International Journal of Science Education* 23(6), 569-583.

Griffin, J., Symington, D. 1997. Moving from task-oriented to learning oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education* 81: 763-779.

Gul, S. 2017. Development of an Attitude Scale to Measure the Undergraduate Students' Attitudes Towards Nanobiotechnology. *Journal of Science Education and Technology*, 26(5), 519-533.

Güler, T. 2009. Ekoloji Temelli Bir Çevre Eğitiminin

- Öğretmenlerin Çevre Eğitime Karşı Görüşlerine Etkileri. *Eğitim ve Bilim*, 34, 146-151.
- Güngören, Ö. C., Bektaş, M., Öztürk, E., Horzum, M. B., 2014. Tablet bilgisayar kabul ölçeği - Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 69-79.
- Hannu, S. 1993. Science centre education. Motivation and learning in informal education. Helsinki University Department of Teacher Education. Finland. (Unpublished Doctoral Dissertation).
- Hofstein, A., Rosenfeld, S. 1996. Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education* 28: 87-112.
- Kahyaoglu, M., 2011. Çevre konularıyla ilgili kitap okumaya yönelik tutum ölçeği geliştirme çalışması. *Elementary Education Online*, 10(3), 1056-1065.
- Karavaş, B., Var, M., 2016. Botanik bahçelerinde ziyaretçi tercihlerinin belirlenmesi 'Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Örneği'. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1), 120-130.
- Klemmer, C. D., Waliczek, T. M., Zajicek, J. M. 2005. Growing minds: The effects of a school gardening program on the science achievement of elementary students. *HortTechnology*, 15(3), 448-452.
- Küçük, S., Yılmaz, R.M., Baydaş, Ö., Göktaş, Y., 2014. Ortaokullarda artırılmış gerçeklik uygulamaları tutum ölçeği: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 383-392.
- Lakin, L. 2006. Science beyond the classroom. *Journal of Biological Education*, 40(2), 88-90.
- Leech, N. L., Barrett, K. C., Morgan, G. A., 2005. *SPSS for intermediate statistics: use and interpretation, (second Edition)*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey, London.
- Lien, H. A. 2007. "The Benefits of Outdoor Education Experiences on Today's Youth." Paper presented at the annual meeting of the North American Association For Environmental Education, Virginia Beach Convention Center, Virginia.
- Moseley, C., Reinke, K., Bookout, V. 2002. The effect of teaching outdoor environmental education on preservice teachers' attitudes toward self-efficacy and outcome expectancy. *The Journal of Environmental Education*, 34(1), 9-15.
- Mittelstaedt, R., Sanker, L., Vanderveer, B. 1999 Impact of a week-long experiential education program on environmental attitude and awareness. *Journal of Experiential Education*, 22(3), 138-148.
- Müminoğlu, Y., Tahta, B.T., Aslan, B.G., 2018. Kentsel yaşama bilimsel, görsel, rekreasyonel katkılar; botanik bahçeleri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 519-528.
- Oldfield, S., 2007. Great Botanic Gardens of The World. New Holland Publishers. UK.
- Orion, N., Hofstein, A. 1994. Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 1097-1119.
- Orion, N., Hofstein, A., Tamir, P., Giddings, G. J. 1997 Development and validation of an instrument for assessing the learning environment of outdoor science activities. *Science Education*, 81, 161-171.
- Osborne, J., Dillon, J. 2007. Research on learning in informal contexts: Advancing the field. *International Journal of Science Education*, 29 (12), 1441-1445.
- Özdamar, K., 2004. *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 1 (5. baskı)*. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özkan B. 2005. Botanik Bahçelerin Planlanması, Ders notları, 2005.
- Öztan, Y., 1972. Ankara-Çankaya Vadisi'nin Botanik Bahçesi Olarak Kullanış İmkânı ve Planlama Prensiplerinin Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi, Adana Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Packer, J., Ballantyne, R. 2002. Motivational factors and the visitor experience: a comparison of three sites. *Curator*, 45 (3), 183-198.
- Ramey-Gassert, L. 1997. Learning science beyond the classroom, *The Elementary School Journal*, 97(4), 433-450.
- Randler, C., Baumgartner, S., Eisele, H., Kienzle, W. 2007. Learning at work-stations in the zoo: A controlled evaluation of cognitive and affective outcomes. *Visitor Studies*, 10(2), 205-216.
- Raubenheimer, J. 2004. An item selection procedure to maximize scale reliability and validity. *SA Journal of Industrial Psychology*, 30(4), 59-64.
- Rennie, L. J., McClafferty, T. P. 1995. Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria and zoos to promote learning in science. ERİC, ED 391 673. [Online]: Retrieved on 20-June -2011, at URL: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED391673.pdf>. (Erişim tarihi: 12.11.2018)
- Rivkin, M. S. 2000. Outdoor experiences for young children. ERIC, Clearinghouse on Rural Education and Small Schools EDORC-00-7 (December). [Online]: Retrieved on 12-May-2011, at URL: <http://www.ael.org/eric/page.cfm?scope=oeid=237>. (Erişim tarihi: 12.11.2018)
- Rudmann, C.L. 1994. A review of the use and implementation of science field trips. *School Science and*

Mathematics, 94, 138-141.

Sax, G., Newton, J. W. 1997. *Principles of educational and psychological measurement and evaluation*, (4th Ed.). NY: Wadsworth Publishing Company.

Sel F.,2014. Botanik Bahçesi Nedir Nasıl Hazırlanır, www.merakname.com/botanik-bahcesi-nedir-nasil-hazirlanir. 2009, (Erişim tarihi: 14 Ekim 2014)

Simmons, D. 1998 Using natural settings for environmental education: Perceived benefits and

barriers. *Journal of Environmental Education*, 29 (3), 23–31.

Smith-Sebasto, N. J., Smith, T. L. 1997. Environmental education in Illinois and Wisconsin: A tale of two states. *Journal of Environmental Education*, 28 (4), 26-36.

Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S., 2007. *Using multivariate statistics (5th ed.)*. Boston: Pearson Education.

Tatar, N., Bağrıyanık, K. E. 2012. Fen ve Teknoloji dersi öğretmenlerinin okul dışı eğitime yönelik görüşleri. *İl-köğretim Online*, 11(4).

Tanrıverdi F. 1987. Peyzaj Mimarlığı Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum, 1987.

Tavşancıl, E. ve Keser, H. (2001) İnternete yönelik Likert tipi bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 34, (1-2), 45-60.

Thomas, G. 2010 Facilitator, teacher, or leader? Managing conflicting roles in outdoor education. *Journal of Experiential Education*, 32(3), 239–254.

Türkmen, H. 2010. Informal (sınıf-dışı) fen bilgisi eği-

timine tarihsel bakış ve eğitimimize entegrasyonu. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3 (39), 46-59.

Uzun G. 1978. Çukurova Üniversitesi Botanik Bahçesi Peyzaj Planlama İlkelerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma, (Basılmamış Doçentlik Tezi), Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1978.

Ünal,A., Yıldırım, A., Çelik, M. 2010. İlköğretim okulu müdür ve öğretmenlerinin velilere ilişkin algılarının analizi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23, 261-272.

Var, M., Karavaş, B., 2010. Botanik bahçelerinin kullanıcılara sağladığı eğitsel ve rekreatif imkânlar: Türkiye ve dünyadan örnekler. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Cilt: IV Sayfa: 1467-1477.

Wassenberg, C.L., Goldenberg, M.A., Soule, K.E. 2015. Benefits of botanical garden visitation: A means-end study. *Urban Forestry and Urban Greening*, 14, 148–155.

Willison, J., 1997. Botanic gardens as agents for social change. In Kings Gark and Botanic garden conservation into the 21st century: Proceedings of the fourth international botanical gardens conservation conaress. 25-29 September, Perth.

Yaltırık, F., 1988. Atatürk Arboretumu, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:A, Cilt:38, İstanbul.

Yılmaz, A. 1996. Müzelerde çocuk eğitiminin müze koleksiyonları bağlamında değerlendirilmesi ve Rahmi M. Koç sanayi müzesi örneğinde irdelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Arazi hazırlığı ve kültür bakım yöntemlerinin dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* Vahl.) ağaçlandırma başarısına etkileri

Effects of site preparation and post planting cultural treatments on field performance of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* Vahl.) plantings

Cemal FİDAN¹

Alikemal ÖZBAYRAM²

H. Cemal GÜLTEKİN³

Hülya TAMYÜKSEL³

Necat DEMİRSU¹

Erol CABAK¹

¹ Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİT

² Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, DÜZCE

³ Emekli, İZMİT

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Cemal FİDAN

cemalfidan@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

07.01.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

27.03.2019

Atıf (To cite this article): FİDAN, C , ÖZBAYRAM, A , GÜLTEKİN, H , TAMYÜKSEL, H , DEMİRSU, N , CABAK, E . (2019). Arazi Hazırlığı ve Kültür Bakım Yöntemlerinin Dar Yapraklı Dişbudağın (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* Vahl.) Ağaçlandırma Başarısına Etkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 119-127.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.509356>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma, dar yapraklı dişbudak (DYD) plantasyon sahalarında, farklı arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin, DYD fidanlarının yaşama yüzdesi ve üç yıllık büyümesine etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Bölünmüş parseller deneme desenine göre planlanan çalışmada arazi hazırlığı (geleneksel ve herbisit uygulama) ve kültür bakımı (kontrol, bir yıl çapa ile ot alma, iki yıl çapa ile ot alma, bir yıl kontak herbisit ve iki yıl kontak herbisit) faktörleri işlem olarak alınmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre geleneksel arazi hazırlığı ve herbisit uygulama işlemlerinin arasında anlamlı fark çıkmamıştır. Kültür bakım işlemleri, fidan yaşama yüzdesi ve boy/çap (B/Ç) oranına istatistiki anlamda bir etki yapmamıştır, ancak fidanların dip çap artımı, boy ve hacim artımına etkisi anlamlıdır. Fidanların dip çapı ve boy gelişimi tüm kültür işlemlerinde benzer ve kontrolden sırasıyla %56 ve %43 daha fazladır. Fidan hacmi iki yıl çapa ile ot alma hariç kültür işlemlerinde benzer ve kontrolden %53 daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak fidan gelişimi açısından arazi hazırlığı yönüyle önemli bir fark çıkmamıştır, ancak dikimde boylu fidan kullanılmasına rağmen, kültür bakımlarının fidan gelişiminde etkili olduğu ve mutlak surette yapılması gerektiği söylenebilir. Pratik ve daha az maliyetli olması nedeniyle, geleneksel arazi hazırlığı ve çapa gibi kültür bakımları yerine herbisit kullanımı tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: Taban arazi, dişbudak ormanı, arazi hazırlığı, kültür bakımı

Abstract

This study was conducted to determine the effects of different site preparation and weed control treatments on three-year seedlings' growth performance and survival ratios of narrow leaved ash plantation sites. Two different site preparations (conventional and systemic herbicide application) and five different weed control treatments (the control, one-year land clearing, two-year land clearing, one-year herbicide and two-year herbicide) were tested in a split-plot experimental design. According to the ANOVA, site-preparation treatments did not have a significant effect on any dependent variable of seedlings. Except the control treatment, height and diameter increments of seedlings were similar. Height and diameter increments were found 56% and 43% higher in weed control treatments, respectively, than that in the control. Except for the two-year land clearing treatment, volume of seedlings were similar, with a 53% higher than that in the control. As a result, there were no significant effects on seedling growth for site preparation treatments. However, significant differences were found for weed control treatments. It has shown that weed control shall be carried out although tall seedlings are used for planting. Herbicide usage can be preferred instead of conventional site preparation and weed control methods since it is more economical and more practical.

Keywords: Bottomland, ash forest, site preparation, tending

1. Giriş

Sivri meyveli dişbudak olarak da isimlendirilmiş olan dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), çoğunlukla kuzey yarım kürenin ılıman ve ender olarak sub-tropik ve tropik bölgelerinde yayılış göstermektedir. Türkiye’de dişbudağın üç türü, adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), çiçekli dişbudak (*Fraxinus ornus* L.), dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) ve bu türlere ait 7 alt tür bulunmaktadır (Yaltırık, 1978). Diğer taraftan hızlı gelişmesi yanında çok değerli odun özellikleri nedeniyle önemli bir yere sahip olduğu belirtilmektedir (Çiçek ve Yılmaz, 2002; Fraxigen, 2005). Bu tür ülkemizde en yaygın bulunan dişbudak türü olup Karadeniz ve Marmara bölgesindeki taban arazi ormanlarının hâkim ağaç türüdür. Bununla birlikte ülkemizin tüm coğrafi bölgelerinde yayılış gösterebilen nadir ağaç türlerinden biridir (Yaltırık, 1978; Davis, 1987; Mayer ve Aksoy, 1998).

Türün taban arazilerdeki orman alanları, yetişme ortamı koşulları nedeniyle (zayıf drenaj, ağır killi toprak vb.) bitki yetişmesi bakımından marjinal (yüksek taban suyu, ıslaklık ve ağır killi topraklar vb.) nitelikte kabul edilmektedir (Pliura 1999). Diğer yandan, bu sahalarda yetişme ortamı koşulları nedeniyle yoğun ve boylu diri örtü (1,5-2,0 m) rekabeti söz konusudur (Çiçek ve ark., 2007b). Türkiye’de, taban arazideki DYD hâkimiyetindeki doğal ormanlar geçmişte büyük tahrip gördüğü için hemen hemen tamamı son 50-60 yılda saf DYD plantasyonlarına dönüştürülmüştür. Dönüştürme olayı, türün ülkemizde en geniş ormanlarını kurduğu Adapazarı yöresinde yoğunlaşmıştır (Çiçek, 2004).

Adapazarı yöresindeki taban arazilerde 50 yıl önce kurulan DYD plantasyonları idare süresini doldurmuştur. Bu sahalarda son yıllarda tıraşlanarak tekrar dikimle DYD plantasyonu olarak kurulmaktadır. Orman Genel Müdürlüğü dişbudak orman alanlarında endüstriyel plantasyon işletmeciliği yapılmasını ve bu hususta Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan dişbudak sahalarda pilot uygulama başlatılmasını karara bağlamıştır. Ağaçlandırmaların ilk yıllarında yapılan arazi hazırlığı ve tesis işlemleri ağaçlandırma giderleri içerisinde en büyük paya sahiptir (Birler, 2010). Yeni kesilmiş DYD plantasyonlarının yeniden DYD ağaçlandırmaları tesis edilmek istenmesi durumunda arazide bulunan kök kütükleri ve kökler toprak işlemeye engel teşkil etmekte, bunların sökülmesi durumunda ise maliyeti yüksek tutmaktadır. Bu çalışmada esas itibarıyla, tıraşlama kesim yapılan DYD plantasyon alanlarında, dikim öncesi arazi hazırlığı ve dikim sonrası kültür ba-

kım çalışmalarında yeni yöntemlerin dikim başarısını artırması ve maliyeti düşürmesi konuları ele alınmıştır. Arazi hazırlığında hâlihazırdaki uygulamayla sahada bulunan ağaç kökleri ekskavatör ile sökülme ve çıkarılan kökler dozerle şeritler hâlinde yığılmaktadır. Bu esnada organik madde ve bitki besin maddelerince zengin olan verimli üst toprağın önemli bir kısmı yığınlara gitmekte ve bunun fidan gelişimlerini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Dikim öncesi arazi hazırlığı kapsamında, sahada bulunan odunsu diri örtünün (kütük sürgünleri ve sahada bulunan diğer odunsu diri örtü) herbisit kullanılarak bertaraf edilmesi mevcut uygulamaya alternatif olarak ele alınmış ve incelenmiştir. Yine bu çalışmayla, dikim sonrası kültür bakım uygulamaları kapsamında, fidan etrafında ot alma ve çapa işlemi ile herbisit kullanımının diri örtüyü bertaraf etme ve fidanların gelişimlerine olan etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme sahasının tanıtımı

Deneme alanı; Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü, Hendek Orman İşletme Müdürlüğü, Süleymaniye Orman İşletme Şefliği orman alanında, Soğuksu köyü mülki hudutları içerisinde ve Mudurnu çayı kenarında tıraşlama kesim yapılan dişbudak ve akçağaç türlerinden oluşan karışık meşcerede kurulmuştur. Yükselti 20-25 m arasında değişmekte olup eğim %0-2 dolayındadır. Deneme alanının denizden uzaklığı 28 km, coğrafi konumu ise 40°51’41.86”- 40°51’50.73” kuzey enlemleri ile 30°35’24.69”-30°35’37.51” doğu boylamları arasında yer almaktadır. Toprak yapısı esas itibarıyla Mudurnu ve Dinsiz Çayları ile Sakarya nehrinin taşıdığı tortullardan oluştuğu için alüvyal karakterdedir. Saha yüksek kil içeriğine sahip olup kil oranı derinlikle birlikte artmaktadır. Aktüel toprak asitliği (pH) 6,00-8,09 arasında değişim göstermekte olup çoğunlukla 7,0’den yüksektir. Organik karbon miktarı alt horizonlara doğru azalmakta olup Ah horizonunda %8 civarındadır. Toprakların kireç içeriği yüksektir (Çiçek ve Yılmaz, 2002).

2.2. Yöntem

Çalışma, arazi hazırlığı (iki seviyeli) ve kültür bakımı (beş seviyeli) faktörleri bölünmüş parseller deneme desenine göre planlanmıştır. Arazi hazırlığı, geleneksel arazi hazırlığı işlemi ile herbisit uygulama işleminden oluşmaktadır. Geleneksel arazi hazırlığı tıraşlama kesim sonrası ekskavatörle sökülme köklerin dozer tarağı ile temizlenerek 45-50 m arayla yığılmasının ardından yığınlar arası sahanın dozere arkadan monteli 2’li ripperle alt toprak işlemesi yapılarak uygulanmıştır. Arazi ha-

zırlığında herbisit uygulama işlemi ise kök sökümü ve herhangi bir toprak işlemesi yapmadan, kesilen ağaç kütüklerinden çıkan sürgünler ile sahada bulunan diğer odunsu bitkilerden çıkan sürgünlere, ekim ayının başında, Glyphosate etken maddeli ve Stanby ticari isimli sistemik herbisit 1/15 oranında suyla seyreltilerek uygulanmıştır.

Kültür bakımı kapsamında fidan etrafında çapa ile ot alma ve herbisit kullanımının etkileri 5 seviyede incelenmiştir. Bunlar; kültür bakımı uygulanmayan-kontrol (B0), bir yıl ot alma ve çapalama (B1), iki yıl ot alma ve çapalama (B2), bir yıl herbisit (paraquat) uygulama (B3) ve iki yıl herbisit uygulama (B4) şeklindedir. Ot alma ve çapa işlemi yılda bir defa olmak üzere haziran ayının başında, herbisit ise yılda iki defa uygulanmıştır. İlk herbisit uygulama işlemi nisan ayında, ikincisi ise temmuz ayında yapılmıştır. İlkbahar döneminde saha sular altında kaldığı için dikim sonbaharda yapılmıştır.

Sahada dikim çukurları iş gücü kullanılarak 40 cm genişlik ve 30 cm derinliğinde açılmıştır. Dikim işlemi, 2012 yılı sonunda (aralık ayı) çıplak köklü, 1+0 yaşlı ve 70 cm'den daha boylu DYD fidanları kullanılarak ve 2,0x2,0 m aralık mesafe esas alınarak yapılmıştır. Her işlem parselinde yanlardaki tecrit, ortadaki ölçüm olmak üzere 3 sıra hâlinde toplam 75 adet fidan dikimi gerçekleştirilmiştir.

Her yıl vejetasyon mevsimi sonunda işlem parsellerinde orta sırada bulunan 25 adet fidanın çap ve

boyları ölçülmüştür. Dip çap ölçümü fidanların yerden yaklaşık 2-3 cm yükseklikteki noktasından ve milimetre hassasiyetindeki kumpasla, fidan boyu ölçümü ise cm hassasiyetindeki boy ölçerler kullanılarak yerden tepeye kadar olan tüm boyu ölçülerek yapılmıştır. Boy-dip çap (B/Ç) oranı hem 2012 yılı hem de 2015 yılı için fidanların boyunun dip çapa oranı (cm/cm) ile hesaplanmıştır. Fidan hacmi ise bireylerin parabolit biçimli oldukları kabul edilmiş ve fidan hacimleri denklem (1) ile hesaplanmıştır (Kalıpsız 1984).

$$v = \left(\frac{1}{r+1}\right) \left(\frac{\pi}{4} d_0^2 h\right) \quad (1)$$

Fidanların 3 yıllık çap, boy ve hacim artımları; 2015 yılı değerlerinden 2012 yılı değerlerin farkı alınarak elde edilmiştir.

2.3. İstatistiksel analiz

Arazi hazırlığı ve farklı kültür bakım işlemlerinin, fidan yaşama yüzdesi, dip çap artımına, fidan boy büyümesine, hacim artımlarına ve B/Ç oranına etkilerini görmek amacıyla, elde edilen veriler iki yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplar arasında ortalamaların farklılığını görmek için ise *Duncan* testi uygulanmıştır. Analiz yapmadan önce verilerin normal dağılımı ve homojen dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. İstatistiksel analizler TA-RİST paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. DYD fidanlarının dikim sonrası 2012 ve 2015 yıllarındaki dip çapları (cm)
Table 1. Seedling diameters (cm) of narrow leaved ash in 2012 and 2015

| Ölçüm zamanı | Arazi hazırlığında herbisit uygulama | | | | | Geleneksel arazi hazırlığı | | | | |
|--------------|--------------------------------------|------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------|
| | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 |
| 2012 yılı | 0,97 | 1,06 | 1,03 | 1,13 | 1,09 | 0,78 | 0,91 | 0,86 | 0,93 | 0,85 |
| 2015 yılı | 1,64 | 1,95 | 1,87 | 2,06 | 2,10 | 1,34 | 1,86 | 1,89 | 1,91 | 1,96 |

Tablo 2. Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin fidan dip çap artımına ilişkin varyans analizi sonuçları (AH: Arazi hazırlığı, KB: Kültür bakımı)
Table 2. ANOVA results on the effects of site preparation and weed control treatments on the diameter increment (AH: site preparation, KB: tending)

| Varyasyon kaynağı | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | Hesaplanan F | Alfa tipi hata ihtimali |
|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Arazi hazırlığı | 1 | 0,25 | 0,025 | 0,100ns | 0,7589 |
| Hata-1 | 4 | 0,990 | 0,248 | | |
| Kültür bakımı | 4 | 0,651 | 0,163 | 3,402* | 0,0337 |
| AH*KB | 4 | 0,066 | 0,017 | 0,346ns | 0,8435 |
| Hata-2 | 16 | 0,766 | 0,048 | | |
| Genel | 29 | 2,498 | 0,086 | | |

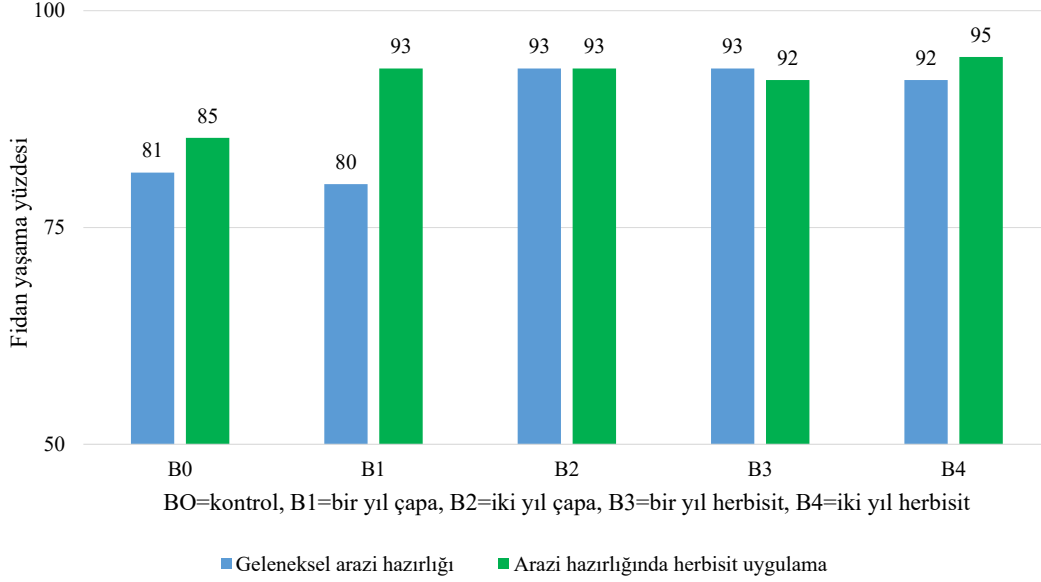
ns = önemsiz (not significant) * = önemli %5 alfa seviyesinde (significant at alfa level %5), ** = önemli %1 alfa seviyesinde (significant at alfa level %1)

3. Bulgular

3.1. Fidan Yaşama Yüzdesi

Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemleri ile etkile-

şimlerinin fidan yaşama yüzdesine etkisi önem-
siz bulunmuştur ($P>0,05$; Şekil 1). Grafikten de
anlaşılabacağı üzere tüm işlem parsellerinde yaşama
yüzdesi %80 ve üzerindedir.



Şekil 1. Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin fidan yaşama yüzdesine etkileri
Figure 1. Effect of site preparation and weed control treatments on survival ratios of seedlings

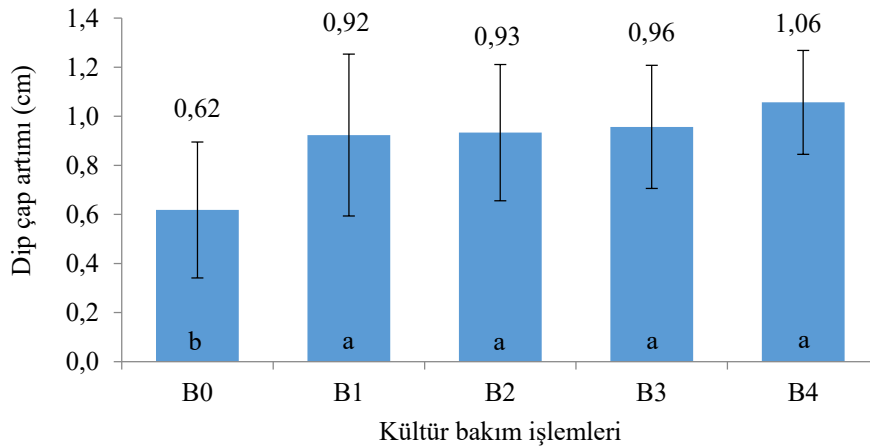
3.2. Dip çap

Dikim sonrası 2012 yılı ve 2015 yılı dip çap değerleri
Tablo 1'de verilmiştir. Fidanların 2012 yılı ortalama
dip çapı 0,96 cm iken bu değer 2015 yılında 1,86
cm'ye çıkmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre
arazi hazırlığı ve arazi hazırlığı-kültür bakımı et-
kileşiminin dip çap artımına etkisi istatistiki olarak
önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$; Tablo 2). Farklı arazi
hazırlıkları yapılan sahalarda ortalama fidan dip çap
artımı, dikim öncesi herbisit uygulanan alanda 0,87

cm olurken geleneksel arazi hazırlığı yapılan alanda
ise 0,93 cm olarak bulunmuştur.

Kültür bakımlarının fidan dip çap artımına etkisi
önemli bulunmuştur ($P<0,05$; Tablo 2). Mekanik
ve kimyasal ot mücadelesi işlemleri birbirleriyle
benzer ve kontrole kıyasla daha yüksek çap artımı
göstermiştir.

Kültür bakımı yapılan işlemlerde dip çap artımı
kontrolde %56 daha fazladır (Şekil 2).



Şekil 2. Kültür bakım işlemlerinin dip çap artımına etkisi
Figure 2. Effect of weed control treatments on the increment of root collar diameter

3.3. Fidan boyu

Dikim sonrası 2012 yılı ve 2015 yılı fidan boyu Tablo 3'te verilmiştir. Fidanların 2012 yılı ortalama boyu 84,3 cm iken 2015 yılında 178,8 cm olmuştur. Arazi hazırlığı ve arazi hazırlığı-kültür bakımı etkileşiminin fidan boyu artımına etkisi istatistiki olarak önemsiz iken kültür bakımının etkisi önemlidir (Tablo 4). Arazi hazırlığında herbisit uygulama

ması yapılan sahalarda, ortalama fidan boyu artımı 99 cm olurken geleneksel arazi hazırlığı yapılan alanda ortalama 85 cm olarak gerçekleşmiştir. Kültür bakım işlemlerinin fidan boyu artımına etkileri karşılaştırıldığında, kültür bakımı görmeyen kontrol işlemi diğerlerinden anlamlı miktarda düşük boy artımı yapmıştır (Şekil 3). Buna göre herbisit uygulama işlemi kontrole göre %69, çapa işlemi ise %45 daha fazla fidan boyu artımı sağlamıştır.

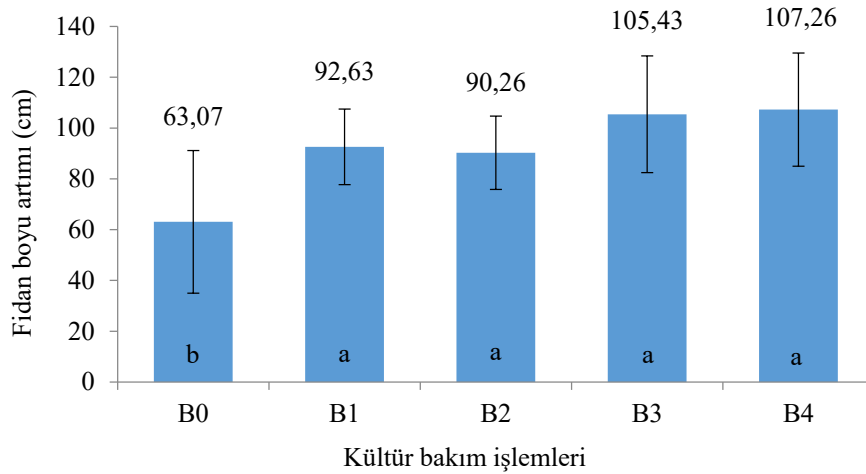
Tablo 3. DYD fidanların dikim sonrası 2012 ve 2015 yıllarındaki boyları (cm)
Table 3. The heights of NLA seedlings (cm) in 2012 and 2015

| Ölçüm Zamanı | Arazi hazırlığında herbisit uygulama | | | | | Geleneksel arazi hazırlığı | | | | |
|--------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 |
| 2012 yılı | 86,7 | 94,8 | 85,4 | 82,1 | 88,2 | 77,1 | 84,7 | 81,2 | 80,6 | 82,4 |
| 2015 yılı | 175,8 | 199,0 | 163,5 | 206,7 | 211,0 | 128,3 | 176,2 | 174,0 | 174,3 | 179,6 |

Tablo 4. Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin fidan boy artımına ilişkin varyans analizi sonuçları (AH: Arazi hazırlığı, KB: Kültür bakımı)

Table 4. ANOVA results for the effects of site preparation and weed control treatments on the height increment

| Varyasyon kaynağı | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | Hesaplanan F | Alfa tipi hata ihtimali |
|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Arazi hazırlığı | 1 | 1398,648 | 1398,648 | 4,461ns | 0,1018 |
| Hata-1 | 4 | 1254,217 | 313,554 | | |
| Kültür bakımı | 4 | 7855,556 | 1963,889 | 6,289** | 0,0034 |
| AH*KB | 4 | 1228,633 | 307,158 | 0,984ns | 0,4454 |
| Hata-2 | 16 | 4996,127 | 312,258 | | |
| Genel | 29 | 16733,181 | 577,006 | | |



Şekil 3. Farklı kültür bakımlarının fidan boy artımına etkisi
Figure 3. Effect of different weed control treatments on the height increment

3.4. B/Ç oranı

Deneme başlangıcında işlem parsellerine dikilen fidanların B/Ç oranı bakımından farklı olup

olmadığını görmek amacıyla ANOVA testi uygulanmış ve dikim sonrası 2012 yılı B/Ç oranı değerlerinin istatistiki anlamda benzer (88,4) olduğu görülmüştür. Ayrıca arazi hazırlığı, kültür bakımı

ve arazi hazırlığı x kültür bakımı etkileşiminin 2015 yılındaki B/Ç oranına etkisi de istatistiki olarak önemsizdir (Tablo 5). Fidanların 2015 yılı B/Ç oranı 97,6 olup üç yılda %10 oranında artış göstermiştir.

3.5. Fidan hacmi

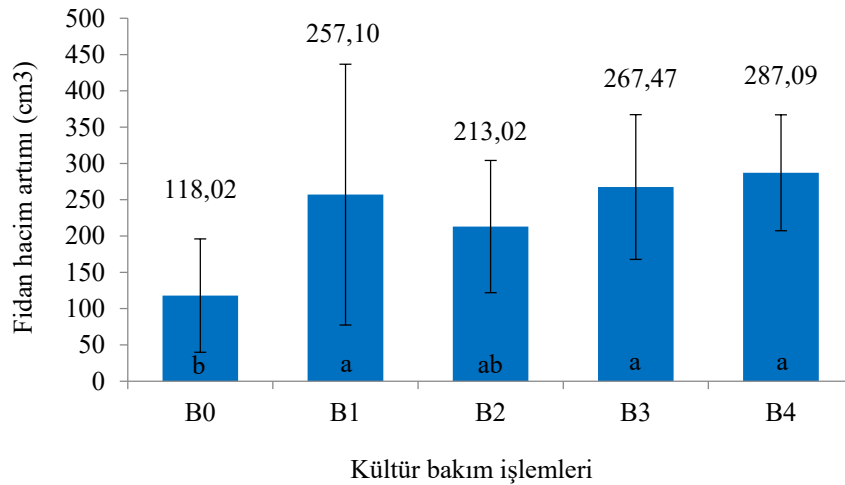
Dikim sonrası 2012 yılı fidan hacimleri işlemlere göre benzer olup ortalama fidan hacmi 32,67 cm³tür. Fidanların 2015 yılı hacimleri de işlemlere göre benzer ve ortalama 261,20 cm³ olarak belir-

Tablo 5. Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin fidan B/Ç oranına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları
Table 5. ANOVA results for the effects of site preparation and weed control treatments on H/D ratios

| | Varyasyon kaynağı | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | Hesaplanan F | Alfa tipi hata ihtimali |
|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| 2012 yılı B/Ç oranı | Saha hazırlığı (SH) | 1 | 923,707 | 923,707 | 6,794 | 0,121 |
| | Hata-1 | 4 | 1603,345 | 100,209 | | |
| | Kültür bakımı (KB) | 4 | 749,462 | 187,365 | 1,870 | 0,165 |
| | SH*KB | 4 | 133,066 | 33,266 | 0,332 | 0,852 |
| | Hata-2 | 16 | 1603,345 | 100,209 | | |
| | Genel | 29 | | | | |
| 2015 yılı B/Ç oranı | Saha hazırlığı (SH) | 1 | 475,18 | 475,177 | 3,762 | 0,192 |
| | Hata-1 | 4 | 1405,09 | 87,818 | | |
| | Kültür bakımı (KB) | 4 | 618,01 | 154,502 | 1,759 | 0,186 |
| | SH*KB | 4 | 298,25 | 74,563 | 0,849 | 0,515 |
| | Hata-2 | 16 | 1405,09 | 87,818 | | |
| | Genel | 29 | 4201,62 | 879,88 | | |

Tablo 6. Arazi hazırlığı ve kültür bakımının fidan hacmine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları
Table 6. ANOVA results for the effects of site preparation and weed control treatments on seedling volume

| Varyasyon Kaynağı | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | Hesaplanan F | Alfa tipi hata ihtimali |
|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Saha hazırlığı (SH) | 1 | 27823,383 | 27823,383 | 1,538 | 0,3407 |
| Hata-1 | 4 | 145228,621 | 9076,789 | | |
| Kültür bakımı (KB) | 4 | 109292,343 | 27323,086 | 3,010 | 0,0498* |
| SH*KB | 4 | 10878,602 | 2719,650 | 0,300 | 0,8739 |
| Hata-2 | 16 | 145228,621 | 9076,790 | | |
| Genel | 29 | | | | |



Şekil 4. Farklı kültür bakımlarının fidan hacim artımına etkisi
Figure 4. Effect of different weed control treatments on the increment of seedling volume

lenmiştir. Ancak, arazi hazırlığı ve arazi hazırlığı-kültür bakımı etkileşiminin fidan hacim artımına etkisi istatistikî olarak önemsiz iken kültür bakımının etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 6). İki yıl çapa uygulaması hariç diğer kültür bakımları kontrole göre %53 daha fazla hacim artımı sağlamışlardır (Şekil 4).

4. Tartışma ve Sonuçlar

Arazi hazırlığı ve kültür bakım işlemlerinin fidan yaşama yüzdelere etkisi olmamıştır. Fidan yaşama yüzdesi toprak işleme yapılmayan alanda %88, yapılan alanda ise %92 düzeyinde bulunmuştur. Benzer şekilde Çiçek ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada, DYD fidanlarının dikimden 3 yıl sonraya kadar %98 ve üzerinde yaşama yüzdesine sahip olduğunu belirttiktedirler.

Arazi hazırlığı dip çap, boy, hacim artımı ve B/Ç oranını etkilememiştir. Benzer olarak, Hızal ve ark. (2010) farklı toprak işleminin toprakların bazı fiziksel özellikleri ile Sahil çamının (*Pinus pinaster* Aiton.) büyüme-gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, çeşitli toprak işleme yöntemleriyle işlenmiş toprakların, ağaçların çap, boy ve hacim artımları üzerinde önemli bir etki yapmadığını belirlemişlerdir. Ayrıca, dişbudak (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) ağaçlandırma sahasında toprak işleme yapılan ve yapılmayan alanda iki farklı herbisit uygulanmasını konu alan bir çalışmada, iki herbisit (Glyphosate ve Sulfo-meturon) dişbudakın çap ve boy artımında etkili olduğu, ancak toprak işleminin herhangi bir etki yapmadığı belirlenmiştir (Groninger ve ark., 2004; Groninger ve Babassana, 2002). Diğer yandan, arazi hazırlığı ve diri örtü kontrolünün *Juglans nigra*, *Fraxinus americana*, *Tilia americana* ve *Populus deltoides* türlerinin yaşama yüzdesi ve boy büyümesinde etkili olduğu belirlenmiştir (Alten, 1976).

Bu çalışmada da 2012 ve 2015 yılları B/Ç değeri 100'ün altındadır. Benzer şekilde bir yaşındaki DYD fidanlarında bu oranın 52-63 arasında değiştiği belirtilmektedir (Çiçek ve ark., 2011). B/Ç oranı ağaç türüne, ekim/dikim sıklığına ve ışık miktarına göre değişebilmektedir. Yapılan bir çalışmada B/Ç oranının türe göre değiştiği ifade edilmekte ve dişbudakta 184, elmada 178 ve kayında 156 olarak ölçülmüş olup ışık miktarı arttıkça bu oranın azaldığı belirtilmektedir (Petritan ve ark., 2009). Ayrıca gölge ağaçlarının ışık ağaçlarından daha düşük B/Ç oranına sahip olduğu belirtilmektedir (Beaudet ve Messier, 1998).

Görüldüğü üzere, arazi hazırlığının fidan gelişimine etkisi yetiştirme ortamı özelliklerine, tür fark-

lılığına göre değişebilmektedir. Bu çalışmamızda geleneksel arazi hazırlığı yapılan alanda odunsu diri örtünün uzaklaştırılmasıyla fidanların kök gelişimleri için nispeten daha iyi bir ortam hazırlanmıştır. Ancak geleneksel arazi hazırlığı esnasında nispeten üst toprağın taşınması (Ayık ve Yılmaz, 1992) ve vejetatif olarak çoğalma istidadında olan bitkilerin (böğürtlen, Smilax, vb.) tahrik edilmesi söz konusu olabilir. Bu nedenle, geleneksel arazi hazırlığı uygulanan alanda dikilen fidanların kök gelişimi için hazırlanmış olan uygun ortam koşullarının, fidanların büyüme ve gelişmesinde yapacağı olumlu etkinin, üst toprak verimliliğindeki azalma ve sarılcı bitki oranlarındaki artma ile etkisiz hâle geldiği düşünülmektedir.

Dikim sonrası uygulanan kültür bakım işlemleri kontrole göre dip çap artımını %55, boy atımını %57 ve hacim artımını da %53 oranında artırmıştır. Ancak kültür bakımlarının etkileri hususunda fark bulunmamıştır. Benzer birçok çalışmada da kültür bakımlarının fidan büyümesini artırdığı belirtilmektedir. Çiçek ve ark. (2010) çapalama ve diskaro çekimi ile yapılan kültür bakımının DYD fidanlarında %31 daha fazla çap ve boy gelişimi sağladığı bildirilmektedir. Ayberk ve ark. (1983), ot alınmış parsellerdeki boy ve çap gelişimi ile tutma başarısının diğer parsellerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Farklı 16 herbisit, toprak işleme ve kontrolden oluşan bir çalışmada Azafenidin herbisit uygulaması en iyi boy büyümesini sağlayan işlem olmuştur (Woeste ve ark., 2005). Ata (1982) yapay ve doğal gençleştirme alanlarında otsu ve odunsu diri örtü karışımlarında 2,4-D, TCA, Glyphosate kullanılmasını önermektedir. İstatistikî açıdan fark olmasa da, herbisit uygulanan sahalarda fidan boyu ortalama 2 m, çapa uygulanan parsellerde ise ortalama 1,78 m boya ulaşmıştır. Denemenin uygulandığı sahanın taban arazide yer alması ve yoğun diri örtü istilası altında bulunması gibi nedenlerle fidan boy gelişiminin çap gelişiminden daha önemli olduğu düşünülebilir. Bu tür sahalarda ağaçlandırmanın ilk iki yılında diri örtünün 1,5-2,0 m boya ulaştığı bildirilmektedir (Çiçek ve ark., 2007a). Dişbudakın diri örtü ve özellikle ot rekabetine karşı çok hassas olduğu belirtilmektedir (Kerr ve Evans, 1993). Toprak nemi ve besin maddesi rekabetinin yanı sıra diri örtünün ışık mücadelesi ve verdiği fiziksel zarar, fidanların yaşamasını ve gelişmesini olumsuz etkilemektedir (Evans, 1984; Kerr ve Evans, 1993; Kerr, 1995). Deneme alanının bulunduğu yerde arazi haziran ayı başına, bazen de haziran ayı ortasına kadar suyla doymun olduğu için çapalama yapılamamaktadır. Nitekim bu hususta Çiçek ve ark. (2007b), toprak tav hâlinin su basmasına ve mevsimsel yağış durumuna bağlı olarak haziran ayı başı, ortası

veya sonuna denk gelebildiğini belirtmektedirler. Bu tür ortamlarda herbisit kullanımı çapaya göre 1,0-1,5 ay gibi daha önceden uygulanma imkânı vermekte ve dolayısıyla fidanların aktif büyüme döneminde ortamdan daha fazla faydalanması söz konusu olabilmektedir.

Arazi hazırlığı kapsamında köklerin sökülmediği ve toprak işleminin yapılmadığı alanda uygulanan sistemik etkili herbisitlerin dişbudak, böğürtlen (*Rubus* L.) ve dikenucu (*Smilax* L.) gibi türlerin sürgünleri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Köklerin söküldüğü alanda ise dişbudak kütük sürgünlerine pek rastlanmazken yüksek vejetatif üreme yeteneğinde olan dikenucu ve böğürtlen gibi türlerin daha yoğun gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle farklı saha hazırlığı yapılan her iki alanda da dikimi müteakip, sürgün kontrolünün yapılması önem arz etmektedir. Arazi hazırlığı ve kültür bakımlarında daha pratik ve ucuz olması nedeniyle herbisit kullanımı önerilebilir. Sürgün kontrolünde sistemik etkili total herbisit kullanılarak arazi hazırlanması da öneriler arasındadır. Herbisitlerin çevreye zarar verip vermediğinin (Kolpin ve Linhart, 1998) yanı sıra DYD kütük sürgünü, dikenucu ve böğürtlen gibi herbisit uygulamasına direnç gösteren bitkilerin uzaklaştırılmasında kullanılabilecek herbisit çeşidi, dozu ve uygulama zamanı hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür

Bu araştırma Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen "Arazi hazırlığı ve kültür bakım yöntemlerinin dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* Vahl.) ağaçlandırma başarısına etkileri" isimli İZT-384 (1319)/ 2013-2016 numaralı proje kapsamında yürütülmüştür. Araştırmanın deneme alanlarının kurulmasında destek sağlayan başta dönemin Sakarya Orman Bölge Müdürü Hasan TÜRKYILMAZ olmak üzere, Hendek Orman İşletme Müdürü Mustafa ARPACI, Süleymaniye Orman İşletme şefleri Didem TOZAN ve Ahmet BALABAN'a teşekkür ederiz. Ayrıca arazi çalışmalarında emeği geçen Enstitümüzün tüm yardımcı personeline teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Alten, F.W.von. 1976. Effects of site preparation and post-planting weed control on the survival and height growth of planted hardwood seedlings. Report, Great Lakes Forest Research Centre, Canada, No. O-X-248, pp. 15pp.

Ata, C. 1982. Ormanda Diri Örtü İle Savaşım, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Sayı:1, Cilt:5, Sayfa 64-88,

Trabzon.

Ayberk, S., Tolay, U., Bul, M., Zoralioğlu, T. 1983. Maki Sahalarda Arazi Hazırlığı Metotlarının *P. Pinaster* Aiton'un Gelişimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Teknik Bülten No: 19, İzmit.

Ayık, C. ve Yılmaz, H., 1992. Diri örtü temizliği ve toprak işleme ekipmanlarının ağaçlandırma sahalarının toprakları üzerindeki etkileri, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No. 155, İzmit

Beaudet M, Messier C (1998) Growth and morphological responses of *yellow birch*, *sugar maple*, and *beech* seedlings growing under a natural light gradient. *Can J Res* 28:1007-1015. doi:10.1139/cjfr-28-7-1007.

Birler, A.S., 2010. Türkiye'de Kavak Yetiştirme. Çeşitli Yayınlar Serisi No: 22, Araştırma Müdürlüğü Yayın No:262, ISSN: 1300-395X Çevre ve Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, İzmit.

Cicek, E., Yılmaz, M. 2002. The Importance of *Fraxinus angustifolia* Subsp. *oxycarpa* as a Fast Growing Tree for Turkey, pp. 192-202. In Proceedings. IUFRO Meeting. Management of Fast Growing Plantations. 11th-13th September 2002, İzmit, Turkey, 192-200.

Çiçek, E. 2004. Subasar Ormanların Özellikleri ve Türkiye'nin Subasar Ormanları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 54 (2), 107-114.

Cicek, E., Tilki, F., Kulaç, S., Yılmaz, M., Yılmaz, F. 2007a. Survival and growth of three hardwood species (*Fraxinus angustifolia*, *Ulmus laevis* and *U. minor*) on a bottomland site with heavy clay soil. *J. Plant Sci.*, 2, 233-237.

Cicek, E., Cicek, N., Bilir, N. 2007b. Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and out planting performance. *New Forests*, 33(1), 81-91.

Cicek, E., Yılmaz, F., Tilki, F., Cicek, N. 2010. Effects of spacing and post-planting treatments on survival and growth of *Fraxinus angustifolia* seedlings. *Journal of Environmental Biology*, 31(4): 515.

Cicek, E., Cicek, N. ve Tilki F. 2011. Four-year field performance of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *Ulmus laevis* Pall. seedlings grown at different nursery seedbed densities. *Res. J. Forest.*, 5: 89-98.

Davis, P.H. 1987. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 7, Edinburgh.







Evans, J. 1984. Silviculture of Broadleaved Woodland. HMSO, London.

Fraxigen, 2005. Ash species in Europa: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use, a summary of findings from the fraxigen. Project EU Project EVK-CT-00108, Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK.

-
- Groninger, J.W., Baer, S.G., Babassana, D.A., Allen, D.H. 2004. Planted green ash (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) and herbaceous vegetation responses to initial competition control during the first 3 years of afforestation. *Forest Ecology and Management* 189:161-170.
- Groninger, J.W., Babassana, D.A. 2002. Accelerating planted green ash establishment on an abandoned soybean field. In: Outcalt KW, editor. Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference. Asheville (NC): USDA Forest Service, Southern Research Station. General Technical Report SRS-48. p 270-272.
- Hızal, A., Zoralioğlu, T., Zengin, M. 2010. Çeşitli Toprak İşleme Yöntemleriyle İşlenmiş Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinde Zamanla Meydana Gelen Değişimler ile Bunların *Pinus pinaster* Aiton Ağaçlandırılmalarının Büyümesine Etkileri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Müdürlük Yayın No: 260, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 21, ISSN 1300-3933. İzmit.
- Kalıpsız, A 1984. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 3194/354, İstanbul, 407 s.
- Kerr, G. 1995. Silviculture of Ash In Southern England. *Forestry*, Vol. 68 (1), 63-71.
- Kerr, G., Evans, J. 1993. Growing Broadleaves For Timber. Forestry Commission, Handbook 9, ISBN 0-11-710314-4, London.
- Kolpin, D., Thurman, E. ve Linhart, S.M. 1998. The environmental occurrence of herbicides: The importance of degradates in ground water, *Environ. Contam. Toxicol.*, 35: 385-390
- Mayer, H., Aksoy, H. 1998. Türkiye Ormanları (Çev: H. Aksoy, G. Özalp). Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Muhtelif Yayınlar No: 1, ISSN: 975-7829-56-0, Bolu.
- Petrişan, A. M., von Lüpke, B., Petrişan, I. C. 2009. "Influence of Light Availability on Growth, Leaf Morphology and Plant Architecture of Beech (*Fagus Sylvatica* L.), Maple (*Acer Pseudoplatanus* L.) and Ash (*Fraxinus Excelsior* L.) Saplings," *European Journal of Forest Research*, 128 (1), 61-74.
- Pliura, A., 1999. *Fraxinus* spp. conservation strategy. In: Noble Harwood Network. Report of the 3rd Meeting, 13-16 June 1999, Sagadi, Estonia. Edited by Turok, J. et al., International Plant Genetic Resources Institute, Rome, pp 8-20
- Woeste, K.E., Seiferr, J.R., Selig, M.F. 2005. Evaluation of four herbicides and tillage for weed control on third year growth of tree seedlings. *Weed Science*, 53:331-336.
- Yaltrık, F. 1978: Türkiye'deki Doğal *Oleaceae* Taksonlarının Sistematik Revizyonu. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2404/250, İstanbul.

Relationships among forest vegetation, plant diversity and some environmental factors in Türkmen Mountain (Eskişehir-Kütahya, Turkey)

Türkmendağı orman vejetasyonu ve bitki çeşitliliği ile bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler (Eskişehir-Kütahya, Türkiye)

Münevver ARSLAN¹ 
Serkan GÜLSOY² 
Rıza KARATAŞ¹ 
Ertan Şeref KORAY³ 
Aliye Sepken KAPTANOĞLU¹ 
Ahmet MERT² 
Ali KAVGACI⁴ 
Kürşad ÖZKAN² 

¹ Research Institute for Forest Soil and Ecology, Eskişehir, TURKEY

² Suleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Isparta, TURKEY

³ Regional Directorate of Forestry, Eskişehir, TURKEY

⁴ Southwest Anatolia Forest Research Institute, Antalya, TURKEY

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Münevver ARSLAN

munevverarslan@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

03.01.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

03.04.2019

Atf (To cite this article): ARSLAN, M., GÜLSOY, S., KARATAŞ, R., KORAY, E., KAPTANOĞLU, A., MERT, A., KAVGACI, A., ÖZKAN, K. (2019). Relationships among forest vegetation, plant diversity and some environmental factors in Türkmen Mountain (Eskişehir-Kütahya, Turkey). Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 128-141.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.507432>



Creative Commons Atf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Abstract

The aim of this study is to determine the vascular plant diversity of forest vegetation in Türkmen Mountain and to reveal vegetation-environmental relationships. The sampling was done using the Braun-Blanquet method in 95 grids. Two subplots were sampled in each grid. Plant groups were determined by hierarchical classification clustering analysis. The relations between plant groups and environmental variables were examined by non-parametric test statistics. Alpha, beta and gamma (α , β , γ) values, which are the species diversity indices of plant groups and sample areas were calculated. The interrelationships among the diversity components (α , β_w and γ) of the sample areas, and the site factors were analysed by regression tree method. The best regression tree model was built by tree layer, shrub layer, slope, RI, limestone and altitude respectively. According to statistical analysis, the same variables played dominant roles for the distribution of plant groups. When we evaluate all three plant species diversity components together, plant groups endowed with the highest species diversity are Group 1, Group 2, Group 4 and Group 8.

Keywords: Species diversity, Diversity components, Forest vegetation, Site factors

Öz

Çalışmanın amacı, Türkmen Mountain'ın orman vejetasyonunun vasküler bitki çeşitliliğini örnek alanlar ve bitki grupları itibarıyla belirlemek ve bu grupların bazı çevresel faktörler ve meşcere parametrelerine göre ilişkilerini ortaya çıkarmaktır. Vejetasyon örneklemesi için Braun-Blanquet yöntemi kullanılmıştır. Örneklemeler 100 x 100 m²'lik 95 grid (100x100 m²) içindeki 2 alt örnek alanda gerçekleştirilmiştir. Bitki grupları, hiyerarşik sınıflandırma kümeleme analiziyle belirlenmiştir. Bitki gruplarıyla çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler parametrik olmayan testlerle analiz edilmiştir. Bitki gruplarının ve örnek alanların alfa, beta ve gama tür çeşitlilik indisleri hesaplanmıştır. Örnek alanların α , β_w ve γ çeşitlilik değerleri ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler regresyon ağacı yöntemiyle analiz edilmiş ve en yüksek açıklama payına sahip model değişkenleri ağaç ve çalı katı örtüşü bulunmuştur. Daha sonra eğim, radyasyon indeksi, kireçtaşı ve yükselti modelde yeterli kabul edilebilecek açıklama payına sahip değişkenler olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre bitki gruplarının dağılımında da aynı değişkenlerle önemli ilişkiler bulunmuştur. Her üç bitki tür çeşitliliği bileşenleri birlikte değerlendirildiğinde en fazla tür çeşitliliğine sahip bitki grupları Grup 1, 2, 4 ve grup 8 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tür çeşitliliği, Çeşitlilik bileşenleri, Orman vejetasyonu, Yetiştirme ortamı faktörleri

1. Introduction

Biological diversity emerged in the late 1990s as a matter of political interest due to the increased extinction of species as a result of human activities (Ehrlich, 1991; Pausas and Austin, 2001). It is one of the fundamental characteristics of healthy nature. A diverse system is more stable, resilient and productive (Işık, 1999; Pourmajidian and Kavian, 2017). As long as the diversity and distribution of organisms in an ecosystem are not impaired, it is more resistant to the damaging factors and healthier (Özkan, 2010). Species diversity from biodiversity components can be measured as a variety of alpha (α , in an area), beta (β , between areas) and gamma (γ , across the whole area). Alpha and gamma diversity can also be directly calculated as species richness (Whittaker, 1960). It is important to calculate alpha, gamma and beta diversity indices in order to reach more accurate results in studies to be conducted on species diversity (Negiz et al., 2015).

Studies on species diversity, an area or a region having the changes in biodiversity reveal how we should approach the monitoring and measurement. (Kareiva, 1993; Prendergast et al., 1993; Gould and Walker, 1999). Within this framework, countries need to carry out biodiversity inventories in nature in order to ensure ecological sustainability as resources are exploited.

In Turkey, there are several floristic studies regarding plant species richness. However, they are not sufficiently detailed to answer questions as to which communities and habitats should be most protected at the planning stage. Plant species diversity varies across regions depending on the habitat conditions. Therefore, it is important to know the environmental factors affecting diversity while identifying the areas that are potentially rich in species (Gülsoy and Özkan, 2008).

Studies on plant species diversity usually associate the parameters of species diversity identified in sampling plots with environmental factors (Gimaret-Carpentier et al., 1998; Gould and Walker, 1999; Brewer et al., 2003; Pausas et al., 2003; McMaster, 2005; Özkan, 2006; Heydari and Mahdavi, 2009; Chytrý et al., 2010; Sfenthourakis and Panitsa, 2012). But there are also other studies that explored the relations between plant groups (communities) and species diversity and environmental factors (Gupta et al., 2008; Rad et al., 2009).

Türkmen Mountain is the study area of the present study. In this region, Akman et al. (1979) identified plant communities in the forest vegetation. In that study, 9 sampling plots in *Pinus nigra* subsp.

pallasiana forests (Table 25), 3 sampling plots in *Carpinus betulus* stand (Table 21), 4 sampling plots in *Pinus sylvestris* forests (Table 34) and 7 sampling plots in *Fagus orientalis* forests (Table 36) were taken. However, it seems difficult to believe that the minimal samples they collected were adequate to identify the species diversity in Türkmen Mountain forest vegetation.

Unlike the study of Akman et al. (1979), the present study focuses on (1) the estimations and building models of diversity components (alpha diversity, beta diversity and gamma diversity), (2) examinations of the relationships between environmental factors and vegetation groups and, (3) comparisons among diversity components of sampling plots with species diversity indices of plant groups in Türkmen Mountain using a large inventory dataset.

2. Material and Method

2.1. Study area

Located in the Irano-Turanian flora zone at the Central Western Anatolia border of the Aegean Region (Zohary, 1973) Türkmen Mountain (1826m) is one of the mountains around the Central Anatolia Region (Figure 1). It is situated between Eskişehir and Kütahya provinces at 39°16' – 39°38' northern latitudes and 30°06' – 30°36' eastern longitudes in the steppe transition zone (Güner, 2008). The elevation of the study area where the samples were collected was 880-1760 meters. It is very close to the intersection of three phytogeographic regions (Irano-Turanian, Mediterranean and Euro-Siberian). The area accommodates a wide range of forest vegetation that has quite different ecological requirements. It hosts plant species that can grow under both semi-arid and humid climate conditions due to the effect of varying topographic structures and local climate conditions, different habitats and plant communities. The characteristic plant communities of Türkmen Mountain include coniferous Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*), Scotch pine (*Pinus sylvestris*) and broad-leaved oriental beech (*Fagus orientalis*) forests. At lower elevations, there are oak trees (*Quercus cerris* var. *cerris*, *Q. pubescens*) from the secondary climax plant communities that were formed due to the destruction of black pine forests for many years. Oriental beech forests that are distributed in Turkey and Bulgaria are divided into 7 main groups while the 6th group is defined by the beech communities in the southern and western Anatolia under the effect of Mediterranean climate (Kavgacı et al., 2012). This group also covers the oriental beech forests in Türkmen Mountain.

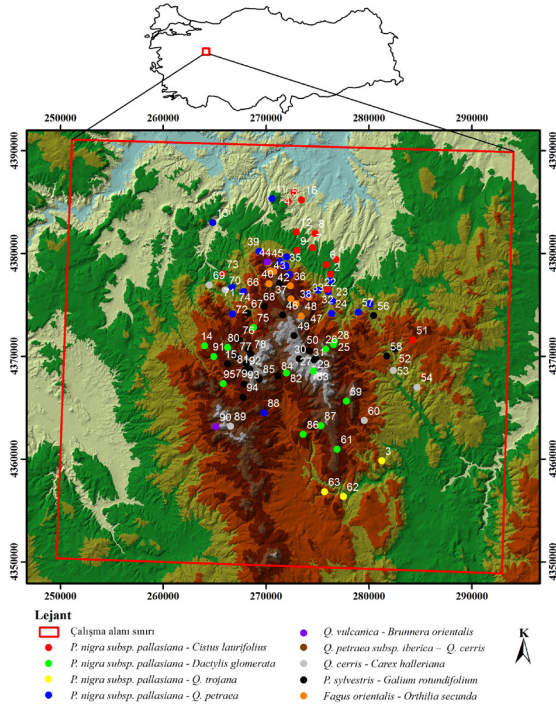


Figure 1. Distribution map of the sampling plots according to the plant groups in the study area
Şekil 1. Çalışma alanında bitki gruplarına göre örnek alanların dağılımı haritası

Total annual precipitation is 286 mm at Eskişehir Regional Station located at an elevation of 801 m and 565.5 mm at Kütahya station (969 m) according to the 1960-2015 data. The lowest precipitation is recorded in summer and fall. In summer, total precipitation is 44 mm in Eskişehir and 70.7 mm in Kütahya. According to the Emberger method (Akman and Daget, 1971; Akman, 1999), the Mediterranean bioclimatic type is usually observed in winter when it is usually very cold the semi-arid with low precipitation.

2.2. Data collection

The Braun-Blanquet method and scale (Braun-Blanquet, 1932; Akman et al., 2001) were used to identify plant communities and calculate species diversity in the forest vegetation. Türkmen Mountain was split into the grids of 100×100 m² on the map. The samples were collected from the plots in these grids. The number of sampling plots was determined in proportion to the areas of different plant communities on the ground. 2 sub-sampling plots were identified in each sampling plot (1 ha). The size of the sub-sampling plots was 400 m². Abundance-coverage values and habitat characteristics of vascular plants (elevation, aspect, inclination and slope position) in each of 190 sub-samp-

ling plots were recorded during the field survey in 2013. The coordinates of the sampling plots were recorded with GPS. Plant species that could not be identified in the field were collected and dried according to standard herbarium techniques (Yaltırık and Efe, 1996). The geological map with a scale of 1/500.000 obtained from the Directorate General of Mineral Research and Exploration was digitized and the bedrocks of the sampling plots on the map was taken into account.

Plant species were identified according to the references such as “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” and using stereo binocular microscope (Davis, 1965-1985; Davis et al., 1998; Güner et al., 2000; Duran and Ocak, 2005; Göktürk and Süm-bül, 2014).

2.3. Statistical analysis

The vegetation data were tabularised in Microsoft Office Excel worksheets, stored in the TURBOVEG database (Hennekens and Schaminée, 2001, Kavgacı et al., 2008) and imported to JUICE software (Tichý, 2002) after the necessary adjustments. The plant groups were differentiated using PC-ORD software through hierarchical clustering analysis (Mc Cune and Meffords, 2006). In this analysis, the distance of the logarithmically converted values was analyzed with Jaccard distance measure formulation and flexible beta (-0,25) group linkage method.

Of the independent variables, elevation (m), inclination (°) and slope position were included in the numerical analyses by assigning categorical values from 1 to 5 (1: baseline plain; 2: lower slope; 3: hill plain or ridge plain; 4: middle slope; 5: upper slopes and ridges). Aspect was determined in degrees and transformed to the radiation index (RI) (Moisen and Frescino, 2002; Aertsen et al., 2010).

The plant species values of the plant groups in the sampling plots and the bedrock data out of the environmental factors were arranged in the form of present / absent data and used in numerical analysis. The associations between the plant groups and bedrock were calculated using Pearson Chi-square test statistic in SPSS 24 package software which is non-parametrical (Özdamar, 2009). In order to determine the direction of the relations, the inter-specific correlation analysis (Poole, 1974) was used. At this stage, C_3 formulation was preferred because it was thought that it had a better result in terms of interpretation during the calculation of correlation coefficient (Özkan, 2002).

At the second stage, SPSS 24 was used and Wil-

coxon Rank Sum Test was applied to determine the relationships between vegetation groups (present / absent) and continuous and ordinal environmental variables (Özdamar, 2009).

Before calculating species diversity values of the plant groups and the sampling plots, the codes of the Braun-Blanquet scale were converted to values from 0 to 1 (r: 0.01; +: 0.02; 1: 0.04; 2: 0.15; 3: 0.375; 4: 0.625; 5: 0.875) (Fontaine et al., 2007). For each plant group, Shannon H (Wittaker, 1972; Rad et al., 2009, Özkan, 2016) and Simpson 1-D diversity indices (Simpson, 1949; Gülsoy and Özkan, 2008; Özkan, 2016) were used to determine alpha (α) diversity in Past 3 software (Hammer et al., 2001). To calculate the beta diversity, β_w formulation of Whittaker was used (Whittaker, 1972). The gamma (γ) diversity for each plant group was calculated directly as the number of species.

The α diversity values of the sampling plots were calculated separately for 95 sampling plots by taking the average of the sub-sampling plots (190). To calculate the differences in species diversity between the sampling plots, Whittaker's beta (β_w) diversity formulation was used (Whittaker, 1972; Gülsoy and Özkan, 2008; Özkan, 2016). Gamma diversity (γ) values are the sum of different species in a community; therefore, they were determined as the total number of individual species in the sub-sampling plots in 95 plots.

The regression trees method out of the multiple variable analysis methods in the DTREG software

was used to model the species diversity values of the sampling plots according to the environmental factors (Breiman et al., 1984).

3. Results

3.1. Flora and vegetation analysis

In the present study, 242 genera and 477 taxa under 59 families were identified. 67 taxa are endemic (endemism rate 14%). Distribution according to the phytogeographical regions of the plant taxa in the forest vegetation were as follows; Euro-Siberian elements 90, Mediterranean elements 53, Irano-Turanian elements 44, whereas the phytogeographical regions of 290 taxa were unknown.

With the clustering analysis, the forest vegetation of Türkmen Mountain was divided into 9 different plant groups (Group 1. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* - *Cistus laurifolius* (23 sub-sampling plots); Group 2. *P. nigra* subsp. *pallasiana* - *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* (28 sub-sampling plots); Group 3. *P. nigra* subsp. *pallasiana* - *Quercus trojana* (6 sub-sampling plots); Group 4. *P. nigra* subsp. *pallasiana* - *Quercus petraea* subsp. *iberica* (45 sub-sampling plots); Group 5. *Quercus vulcanica* - *Brunnera orientalis* (3 sub-sampling plots); Group 6. *Q. petraea* subsp. *iberica* - *Quercus cerris* (5 sub-sampling plots); Group 7. *Q. cerris* - *Carex halleriana* (10 sub-sampling plots); Group 8. *Pinus sylvestris* - *Galium rotundifolium* (53 sub-sampling plots); Group 9. *Fagus orientalis* - *Orhithia secunda* (17 sub-sampling plots)) (Figure2).

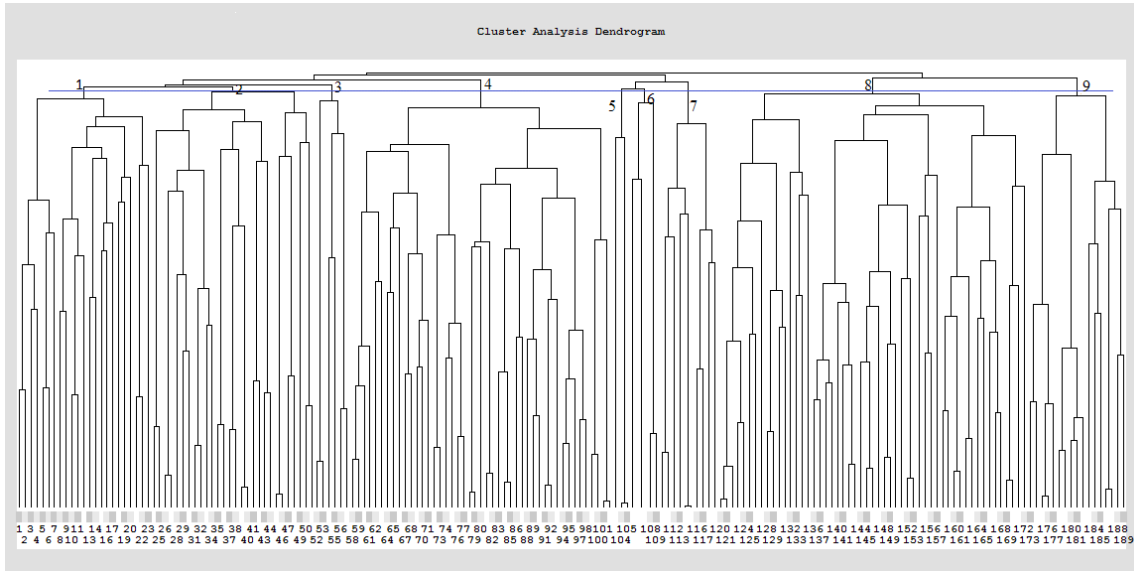


Figure 2. Cluster analysis according to Relative Euclidean formulation and Flexible Beta (-0.25) method
Şekil 2. Relative Euclidean formülü ve grup bağlantı yöntemlerinden Flexible Beta (-0,25) metodu ile yapılan kümeleme analizi

3.2. Relationships between plant groups and site area

According to the statistical analysis results the relationship between the plant communities and bedrocks, there were significant relationships at $P < 0,05$ level with all groups except Group 6 and Group 7 from plant groups and ophiolitic bedrocks (Table 1). Groups 1, 4 and 9 preferred pyroclastic bedrock, while Groups 2, 3 and 8 did not. Group 3 was not found on this bedrock while Groups 2 and 8 preferred it less. Groups 1 and 4 had a negative association with limestone while Groups 3 and 8 had a positive association with it. Metaflysh had a positive relationship with Groups 2 and 5 but a ne-

gative relationship with Group 4. Unaltered volcanite had a negative relationship with Group 4 while it had a positive relationship with Group 8. Basalt bedrock had a contrary relationship. The fact that the relationships were negative means that where there is one group, another group does not exist or exists in lower amounts, while positive relationship shows the contrary. There were statistically significant differences between the environmental factors and plant groups except Group 7 in terms of elevation, tree, shrub coverage, inclination and radiation index (RI) (Table 2). In this study, slope position was not found to be an effective variable in differentiating the plant groups.

Table 1. The results of Pearson Chi-square and the interspecific correlation analysis belong to the relationships between the plant communities (groups) and bedrock types in Türkmen Mountain
Tablo 1. Türkmen dağı bitki toplulukları (grupları) ile ana kaya tipleri arasındaki ilişkilere ait Pearson ki kare test istatistiği ve nitelikler arası ilişki analizi sonuçları

| Plant group | Bedrock | a | b | c | d | χ^2 | p | C3 |
|-------------|---------------------|-----|----|----|----|----------|-------|----------|
| Group1 | Pyroclastic | 103 | 64 | 3 | 20 | 19.39 | 0.000 | 0.38088 |
| | Limestone | 122 | 45 | 23 | 0 | 8.12 | 0.004 | -0.21222 |
| Group2 | Pyroclastic | 82 | 80 | 24 | 4 | 11.92 | 0.001 | -0.34966 |
| | Metaflysh | 149 | 13 | 17 | 11 | 21.14 | 0.000 | 0.21404 |
| Group3 | Pyroclastic | 100 | 84 | 6 | 0 | 4.91 | 0.027 | -0.11138 |
| | Limestone | 145 | 39 | 0 | 6 | 19.96 | 0.000 | 0.14308 |
| Group4 | Pyroclastic | 90 | 55 | 16 | 29 | 9.79 | 0.002 | 0.36000 |
| | Limestone | 103 | 42 | 42 | 3 | 9.45 | 0.002 | -0.31817 |
| | Unaltered Volcanite | 122 | 23 | 45 | 0 | 8.12 | 0.004 | -0.21222 |
| | Basalt | 143 | 2 | 34 | 11 | 28.66 | 0.000 | 0.24068 |
| Group5 | Metaflysh | 122 | 23 | 44 | 1 | 5.789 | 0.016 | -0.18147 |
| | Metaflysh | 165 | 22 | 1 | 2 | 8.06 | 0.005 | 0.04335 |
| Group8 | Pyroclastic | 64 | 73 | 42 | 11 | 16.40 | 0.000 | -0.50122 |
| | Limestone | 112 | 25 | 33 | 20 | 8.03 | 0.005 | 0.27227 |
| | Unaltered Volcanite | 132 | 5 | 35 | 18 | 33.00 | 0.000 | 0.36531 |
| | Basalt | 124 | 13 | 53 | 0 | 5.40 | 0.020 | -0.13967 |
| Group9 | Pyroclastic | 102 | 71 | 4 | 13 | 7.88 | 0.005 | 0.22111 |

a: number of sampling plots where neither of them (defined plant group and bedrock) exists; b: number of sampling plots of the other plant groups where only the defined bedrocks exists; c: number of sampling plots on the other bedrock/s where only the defined plant group exist; d: number of sampling plots where both exist

Elevation had a negative relationship with Groups 1 and 4 while it had a positive relationship with the Groups 2, 5, 8 and 9 that were located at higher elevations. Inclination was a negative significant indicator for Group 1 ($P < 0.001$) whereas it had a positive relationship with Group 6. RI had a positive relationship with Group 8 that was located at a higher elevation (sunny aspects), while it had a negative relationship with Group 9 (shady aspects). Tree coverage was a negative indicator for Group 1 ($P < 0.001$) and Group 3 ($P < 0.05$) and Anatolian black pine was the dominant plant of these groups. These groups are differentiated by their lower tree coverage rate than the other plant groups. The ove-

ral coverage rate of the shrub layer is a very important positive indicator for the differentiation of Group 1. Tree layer coverage is a very important positive indicator to differentiate the oriental beech (Group 9) that forms the shady forest community. General tree layer coverage rate is an important positive indicator to differentiate the Scotch pine plant group (Group 8). Compared to the other communities, they have higher tree coverage.

The shrub layer coverage had a very significant relationship with Group 8 ($P < 0.001$), while it had a less significant negative relationship with Group 2 ($p = 0.042$). Both groups had low shrub layer cove-

Table 2. Wilcoxon tests regarding the relationship between plant groups and environmental variables and present/absent data regarding the direction of differences
Tablo 2. Bitki grupları ile çevresel değişkenler arasındaki Wilcoxon testi ve farklılık yönünü belirleyen var/yok değerleri

| Plant group | Independent variables | Wilcoxon rank sum test | | | Present | | | Absent | | |
|-------------|-----------------------|------------------------|--------|-------|---------|-------|--------------|--------|------|--------------|
| | | W | Z | P | Min. | Max. | Mean | Min. | Max. | Mean |
| 1 | Elev.(m) | 469.0 | -6.987 | 0.000 | 935 | 1323 | 1046.4±103.3 | 985 | 1753 | 1384±172 |
| | Inc (°) | 1220.5 | -3.951 | 0.000 | 2 | 17 | 9.3±4.6 | 0 | 45 | 16±8 |
| | T.C.(%) | 1239.0 | -3.897 | 0.000 | 10 | 80 | 56±19 | 15 | 98 | 71±14 |
| | S.C.(%) | 14675.5 | -5.154 | 0.000 | 5 | 75 | 39±24.2 | 0 | 80 | 12.9±16.9 |
| 2 | Elev. | 14542.5 | -3.456 | 0.001 | 1300 | 1752 | 1461.2±105.5 | 935 | 1753 | 1322.8±204.3 |
| | S.C. | 2127.0 | -2.038 | 0.042 | 0 | 39 | 8±9.7 | 0 | 80 | 17.5±20.8 |
| 3 | T.C. | 306.50 | -2.023 | 0.043 | 43 | 70 | 59±12 | 10 | 98 | 70±15 |
| 4 | Elev. | 2617.5 | -5.213 | 0.000 | 985 | 1510 | 1219.1±110 | 935 | 1753 | 1381.7±204.7 |
| | S.C. | 12653.0 | -3.710 | 0.000 | 1.3 | 70 | 21.6±18.7 | 0 | 80 | 14.4±19.9 |
| 5 | Elev. | 17667.5 | -2.021 | 0.043 | 1530 | 1563 | 1550±17.6 | 935 | 1753 | 1339.9±198.7 |
| 6 | Inc. | 17380.5 | -2.368 | 0.018 | 12 | 45 | 29±14 | 0 | 37 | 14.6±7.2 |
| 8 | Elev. | 10763.0 | -6.826 | 0.000 | 1178 | 1753 | 1500.2±141.3 | 935 | 1752 | 1282.4±184.4 |
| | T.C. | 12170.5 | -2.702 | 0.007 | 30 | 90 | 74±12 | 10 | 98 | 68±16 |
| | S.C. | 3125.5 | -5.701 | 0.000 | 0 | 50 | 6.1±10.8 | 0 | 80 | 20±21.1 |
| | RI | 12232.5 | -2.504 | 0.012 | 0.002 | 1 | 0.511±0.331 | 0 | 1 | 0.388±0.331 |
| 9 | Elev. | 16010.5 | -2.362 | 0.018 | 1256 | 1585 | 1450.3±101.7 | 935 | 1753 | 1332.6±203.1 |
| | T.C. | 15342.0 | -5.483 | 0.000 | 65 | 98 | 88±9 | 10 | 90 | 68±14 |
| | RI | 1108.5 | -2.381 | 0.017 | 0 | 0.883 | 0.220±0.211 | 0 | 1 | 0.442±0.338 |

If the man value of those that are present is lower than the mean value of those that are absent, the relationship is negative, while it is positive if the mean value is higher, Elev: Elevation; Inc.: Inclination; T.C.: Overall tree layer coverage; S.C.: Overall shrub layer coverage

rage. Shrub layer coverage of Black Pine– Macedonian oak plant group (Group 4) was 21%, which is why it is a very important positive indicator for the differentiation of the group.

3.3. Species diversity of plant groups

Alpha, beta and gamma (α , β , γ) values, which are the species diversity indices of plant groups, are shown in Figure 3 (A, B, C, D). Simpson index had the maximum values with 0.91 in Group 3 and 0.72 in Group 4 in the communities dominated by black pine (Figure 3A). The lowest Simpson value (0.63) was found in Group 9 dominated by oriental beech. The Shannon indices values (Figure 3B) of the plant groups were nearly similar to Simpson indices values. Group 1 had the maximum gamma value (Figure 3C). This was followed by Group 2 and Group 8, which had different habitat conditions and a wide distribution area. From the black pine communities, Group 4 ranked the 4th with 174 species while it was one of the communities with the highest beta diversity (Figure 3D). Group 3 was distributed in a narrower area and had lower topographic heterogeneity. Group 4 was distributed in a wider area and had a higher topographic heterogeneity.

3.4. Plant species diversity in the forest vegetation of Türkmen Mountain

From the alpha diversity indices, Shannon and Simpson indices had a similar result in the top 10 values (Table 3). The 5 sampling plots with the highest alpha diversity (Shannon H, Simpson 1-D) were in Group 1 and Group 3. The plant communities with the highest gamma diversity were in Groups 1, 3 and 4. The highest B_w value (0.85) was found in the sampling plots that had plant groups in Group 4 and Group 5. The second highest B_w value (0.76) was found in the sampling plots with different plant groups (Group 4, Group 7).

3.5. Modelling of factors affecting species diversity

Here we report the results of the regression tree analysis conducted for the relationships between diversity indexes and environmental factors:

Gamma diversity: The proportion of variance explained was $R^2= 0.2678$ while its variables were inclination and tree coverage (Figure 4). In areas where the tree coverage was less than or equal to 66.25% and inclination was lower than or equal to 11.5°, gamma diversity had the highest value in the model with 66.5. The maximum value of the gam-

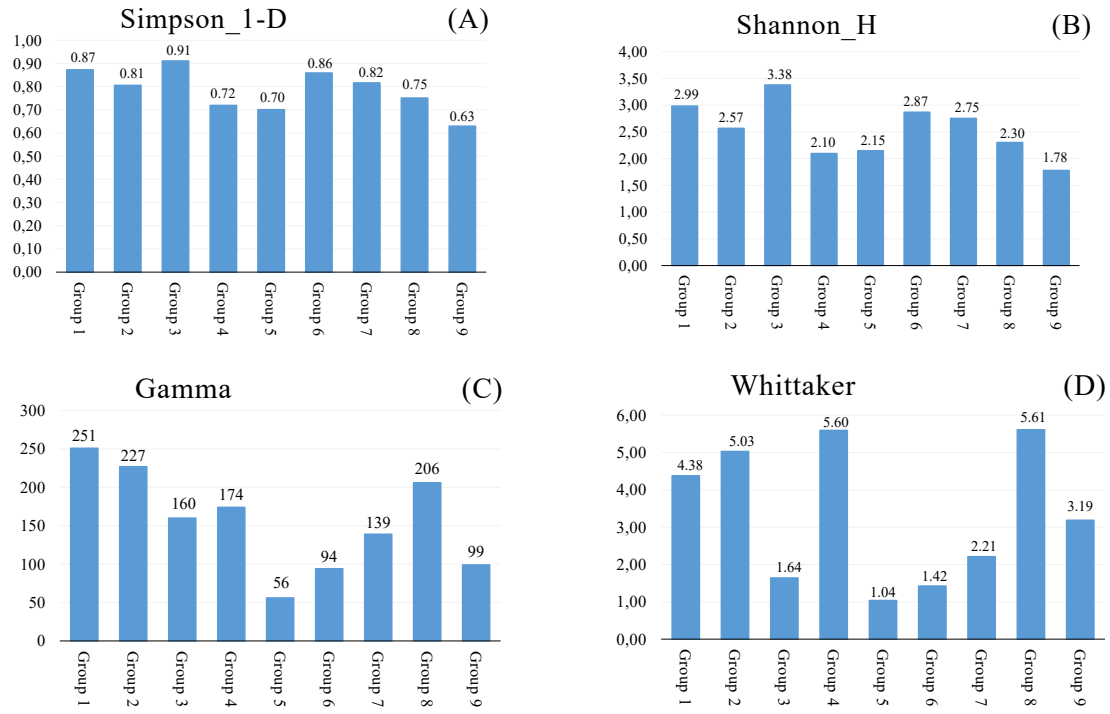


Figure 3 (A, B, C, D). Graphs of species diversity indices values of plant groups
Şekil 3 (A, B, C, D). Bitki gruplarının tür çeşitliliği indis değerlerine ilişkin grafikler

Table 3. Top 10 highest values of species diversity in each sampling plot
Tablo 3. Örnek alanlar için belirlenen tür çeşitlilik değerlerinin en yüksek ilk 10 değerleri

| Sub-sampling plots | Plant group | Simpson1-D | Shannon H | Whittaker | Gamma |
|--------------------|-----------------|------------|-----------|-----------|-------|
| 13-14 | Group 1 | 0.938 | 3.721 | 0.347 | 101 |
| 125-126 | Group 3 | 0.936 | 3.599 | 0.241 | 72 |
| 5-6 | Group 3 | 0.937 | 3.548 | 0.205 | 88 |
| 31-32 | Group 1 | 0.911 | 3.352 | 0.504 | 85 |
| 15-16 | Group 1 | 0.908 | 3.107 | 0.391 | 64 |
| 57-58 | Group 8 | 0.907 | 3.216 | 0.404 | 66 |
| 149-150 | Group 2 | 0.903 | 2.999 | 0.341 | 55 |
| 101-102 | Group 1 | 0.898 | 3.095 | 0.333 | 56 |
| 163-164 | Group 2 | 0.879 | 3.138 | 0.299 | 63 |
| 93-94 | Group 8-Group 6 | 0.878 | 3.069 | 0.505 | 73 |
| 17-18 | Group 1 | 0.874 | 2.956 | 0.495 | 68 |
| 41-42 | Group 1-Group 4 | 0.870 | 2.967 | 0.596 | 75 |
| 91-92 | Group 8 | 0.867 | 3.001 | 0.261 | 58 |
| 111-112 | Group 8 | 0.861 | 2.845 | 0.495 | 71 |
| 123-124 | Group 3 | 0.858 | 2.987 | 0.469 | 72 |
| 11-12 | Group 1 | 0.818 | 2.739 | 0.540 | 67 |
| 69-70 | Group 4 | 0.810 | 2.360 | 0.621 | 47 |
| 65-66 | Group 9 | 0.782 | 2.427 | 0.616 | 59 |
| 165-166 | Group 2-Group 8 | 0.753 | 2.302 | 0.710 | 53 |
| 151-152 | Group 8 | 0.702 | 2.107 | 0.625 | 39 |
| 107-108 | Group 7-Group 4 | 0.690 | 1.930 | 0.760 | 44 |
| 87-88 | Group 4-Group 5 | 0.679 | 2.131 | 0.846 | 48 |
| 103-104 | Group 8 | 0.679 | 1.739 | 0.600 | 28 |
| 45-46 | Group 4 | 0.654 | 1.806 | 0.632 | 31 |
| 35-36 | Group 4 | 0.620 | 1.700 | 0.619 | 34 |

ma indices of the sampling plots was 101, and the minimum value was 14.

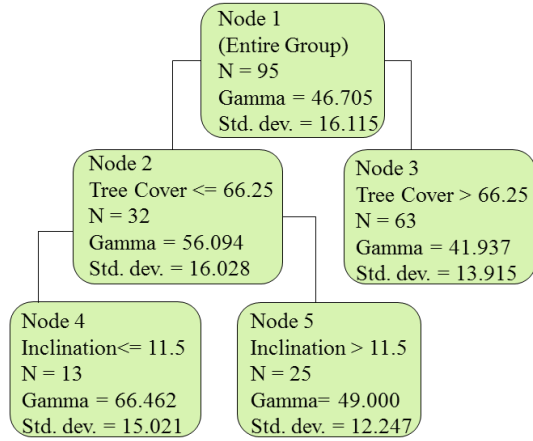


Figure 4. Regression tree model of gamma diversity
Şekil 4. Gama çeşitliliğine ait regresyon ağacı modeli

The model obtained by the regression tree analyses applied to the relationship between Shannon H values and environmental factors was explained by tree layer coverage, inclination, limestone and elevation (Figure 5). The explanation coefficient of the model was $R^2= 0.463$. In areas where the inclination was lower than 12.5° , tree layer coverage was lower than or equal to 63.75%, Shannon diversity (H) had the maximum value with 2.965. At the second stage, tree coverage was 63.75% - 81.25% in the model and the bedrock limestone was represented with H value of 2.62. Its' maximum and minimum values in the sampling plots were 3.7205 and 0.9057, respectively.

According to the regression tree analysis applied to the relationship between the Simpson 1-D index values and environmental variables, the proportion of variance explained of the model was $R^2= 0.3040$ (Figure 6). The maximum Simpson 1-D index value was 0.9383, while its minimum value was 0.3574 in the sampling plots. In areas where the tree layer coverage, which was the model's variable

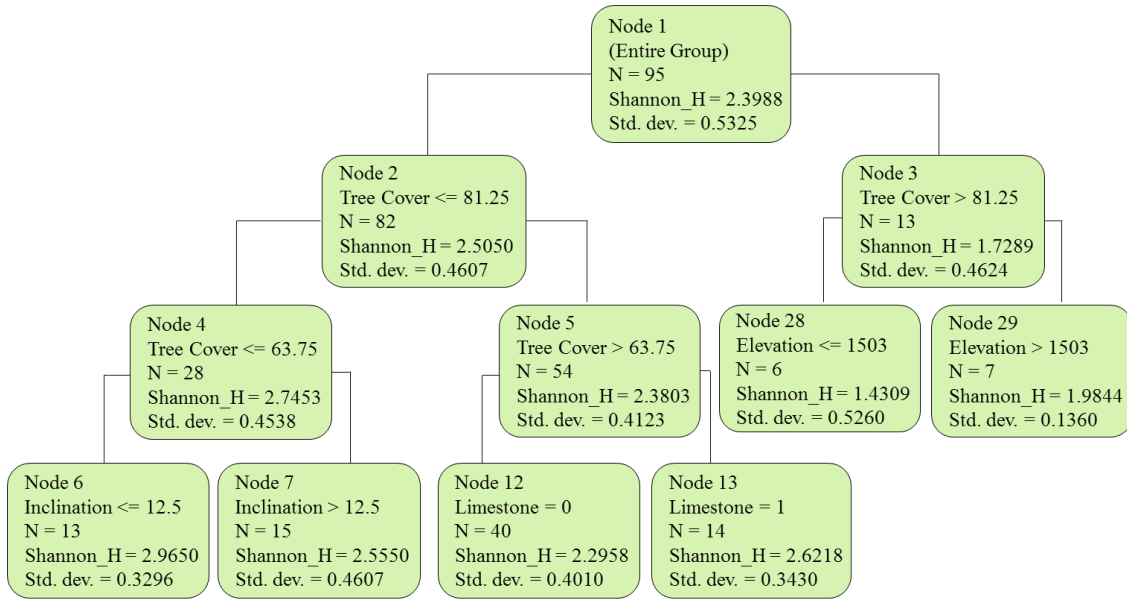


Figure 5. Regression tree model of Shannon H diversity
Şekil 5. Shannon H çeşitliliğine ait regresyon ağacı modeli

was lower than or equal to 81.25, Simpson index had the maximum value with 0.7913.

According to the regression tree analysis applied to the relationship between the Whittaker's beta diversity index (β_w) values (maximum: 0.84615; minimum: 0.11765) and environmental variables, the model's explanation coefficient was $R^2= 0.187$ which was very low (Figure 7).

In areas where the shrub layer coverage was greater than 19.25%, the beta value was the highest with 0.4725. The model with the second highest explained proportion was the one in which the shrub layer coverage was lower than or equal to 19.25% and the radiation index value was greater than 0.56 (sunny aspects between NW and SE).

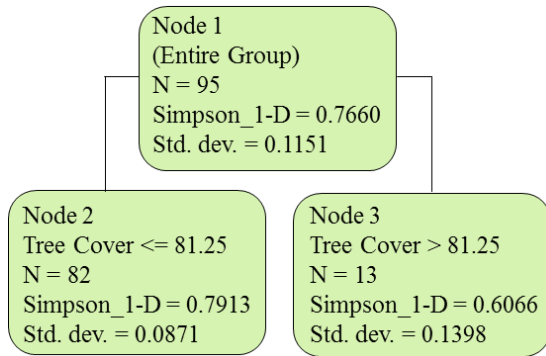


Figure 6. Regression tree model of Simpson 1-D index
Şekil 6. Simpson 1-D indisine ait regresyon ağacı modeli

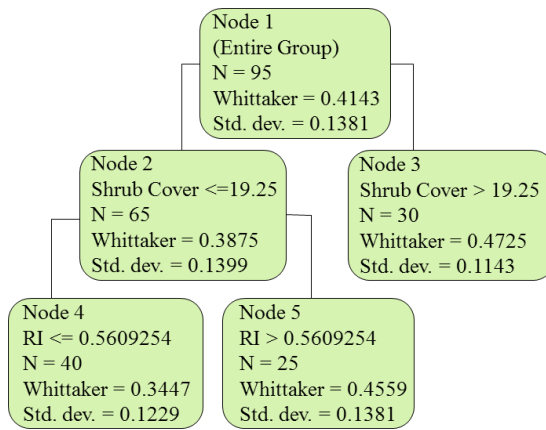


Figure 7. Regression tree model of Whittaker beta index
Şekil 7. Whittaker beta indisine ait regresyon ağacı modeli

4. Discussion and Conclusion

4.1. Plant groups and environmental factor

Türkmen Mountain is an important district consisting of different tree species and other plant taxa as well as numerous plant communities as a result of different habitats. It is surrounded by steppe, and the endemism rate of its forest vegetation is 14%. As a matter of fact, the endemism rate of Kalabak basin in the mountain alone is 13.9% (Ocak et al., 2008).

The numerical analyses applied to the relationships between plant groups and some environmental factors revealed that elevation, bedrock, shrub layer coverage, inclination, radiation index and tree layer coverage were the most important variables in differentiating plant groups. Slope position and ophiolitic bedrock did not play a significant role in differentiating the plant groups. Studies conducted in different regions found that elevation was the most

important factor in the distribution of plant communities (Poulos et al., 2007; Fontaine et al., 2007; Özkan and Kantarcı, 2008; Kavgaçı et al., 2010a; Kavgaçı et al., 2010b; Özkan and Negiz, 2011). Sultandağı in Çarıkсарaylar locality, the vegetation between the elevations from 1200 to 2000 meters was divided into three plant groups with clustering analysis and the most important variables were elevation and bedrock according to the correlation analysis performed with site factors (Şentürk et al., 2013). In our study, bedrock was found to be the most important variable after elevation.

4.2. Species diversity of the sampling plots and the modelling of factors affecting species diversity

To examine the results of the species diversity indices (alpha, beta and gamma) of 95 sampling with species diversity indices of plant groups were closely found each other.

The alpha diversity indices of the sampling plots had similar results to the plant groups (Table 3). Concerning the alpha diversity index values, it was found that the top 5 sampling plots with the highest value were in the Anatolian black pine communities with the highest alpha diversity values (Group 3 and Group 1). Similarly, the sampling plots with the highest gamma diversity were found to be in the Anatolian black pine communities (Groups 1, 3, 4). The sampling plots with the highest beta value matched with the groups with the highest beta value (Group 4 and Group 8). B_w values were found to be higher in the sampling plots with different plant communities.

Beta diversity was calculated as compared to two subplots which were selected in 1 hectare. Therefore, in this area, topographic heterogeneity was very low. As a result, beta diversity values were lower than the beta diversity values of the plant groups.

Beta diversity explains the differences in diversity between ecosystems or areas (Klinka, 1997). It is also known as the most important diversity component especially in studies on forest ecology, which may show the differences between habitats in an ecosystem (Negiz et al., 2015). Increasing differences between and number of communities in an area is associated with increased heterogeneity of that area (Gould and Walker, 1999). It is claimed that the species diversity on 19 islands on the Aegean Sea does not result from local differences but from the heterogeneity of communities (Sfenthourakis and Panitsa, 2012). In our study, area heterogeneity had a significant impact on B_w while it can be suggested that different plant groups affected the beta

diversity. As a matter of fact, B_w was found to be higher in the sampling areas where different plant groups existed together. The grass layer was also rich in the sampling plots that had tree and shrub layers consisting of different species. The beta diversity was also high in those plots. It can also be argued that different plant groups increased beta diversity from floristic perspective.

A comparison between the model's variables identified for the gamma, alpha and beta diversity and the factors that influenced the differentiation of the plant groups that had the highest diversity values (Groups 1, 3 and 4 and Group 8) revealed similar results. When all diversity indices and the regression tree models were assessed together, it was understood that the species diversity and richness were higher in the sampling plots with a tree layer coverage less than 66%, inclination lower than 12.5°, shrub layer coverage greater than 19, limestone presence and RI higher than 0.56. The structural complexity of stands should be included in the studies related to plant species diversity as an important parameter (Poulos et al., 2007). In fact, tree layer coverage and shrub layer coverage were the most important variables that influenced the species diversity in our study and the shrub layer and grass layer coverage and richness both increased as the tree layer coverage decreased. Increased heterogeneity of the forest upper layer also increases the forest lower layer's woody species richness (Pausas, 1994).

In a study conducted in the Çarıkсарайlar locality of the Beyşehir lake basin, it was found that alpha woody species diversity was higher on northern aspects, while tree and shrub layer species diversity was higher on the high mountainous areas (Özkan, 2006). In our study, the sampling plots and plant groups with maximum alpha and gamma diversity were located in areas with lower inclination and elevation.

4.3. Plant groups and species diversity

Türkmen Mountain has pure and mixed stands consisting of different species and varying topographic conditions. The plant communities with low beta diversity have a narrow distribution area in Türkmen Mountain. Beta and gamma diversity are lower in areas with fewer differences in habitat and plant species in plant communities represented by fewer sampling plots. Therefore, area heterogeneity is lower. The plant communities with higher beta diversity are distributed in wider areas; thus, they may have different habitat characteristics. This increases the beta diversity of plant groups.

Group 8 and Group 4 had the highest beta value. Group 8 that represented the Scotch pine forest community is distributed at an elevation of 1178 - 1700 meters on Türkmen Mountain and forms the uppermost community of the forest vegetation. It is found in different physiographic factors and productivity classes such as different elevations, inclinations and aspects (Güner, 2008). Elevation, shrub and tree layer coverage and radiation index were the important variables in differentiating Group 8. Group 4 was differentiated by lower elevation and higher shrub layer coverage. Both groups were distributed in a wide area. Such areas had a high topographic heterogeneity, which also increased the species richness. As a matter of fact, Group 8 ranked the 3rd and Group 4 ranked the 4th in terms of gamma diversity. However, these groups were not rich in alpha diversity. Similar results were reported in a study conducted on the islands between coastal areas of the Northeast America and Southeast Canada. The natural vascular species richness increased in direct proportion to the surface area and physiological factors had a significant impact on plant species richness (McMaster, 2005). In the study conducted in the islets in Greece, it was found that geographic variables had a significant effect on plant species diversity (Iliadoul et al., 2014). According to the regression tree model applied in a study in California, shrub species richness was found to be maximum at higher elevations with steep slope where topographic humidity index was low and the bedrock was on the surface (Moody and Meentemeyer, 2001). In another study conducted in Iran-Melah Gavan conservation zone, the highest species diversity was found in the climate zone at 1400-1500 m whereas the lowest species diversity was found in the climate zones at higher elevations (1800-2000 m) (Heydari and Mahdavi, 2009). In our study area, however, the forest community was distributed up to 1800 meters. The plots where the shrub layer coverage was greater than 19.25% in the regression tree model, those with shrub layer lower than or equal to 19.25% and with RI greater than 0.56 in the second model (sunny aspects between NW and SE) and plots with less shrub layer and higher RI in the third model were the best models for beta value. This is consistent with these results compared to the communities with the highest beta value. Group 8 had a low shrub layer coverage and preferred areas with higher RI value. The second maximum beta value was found in Group 4 that was differentiated with high shrub layer coverage, which was a very important indicator.

In a study conducted in Scotch pine forests, bedrocks with calcium carbonate (such as limestone) had much higher species diversity compared to those without

carbonate (such as granite, schist, sandstone) (Pausas and Carreras, 1995). In our study area, Group 8 that preferred limestone and unaltered volcanite ranked 3rd in terms of gamma species diversity as it had different habitat conditions and stand coverage. It had a lower alpha diversity value compared to the other plant groups. In a study conducted in Scotch pine forests of Türkmen Mountain, Shannon-Wiener diversity was found to be higher in areas with higher productivity (Güner et al., 2011). In our study, the index values of the alpha species diversity decreased with increased inclination, elevation and tree layer coverage. In fact, compared to the other plant communities, Group 8 and Group 9 had the highest average tree layer coverage (74%; 88%) and average elevation (1500; 1450 m). There was a negative relationship between these environmental variables (elevation and tree layer coverage) and species diversity while they had a positive impact in differentiating Group 8 and 9.

According to the alpha, beta and gamma diversity indexes calculated for each plant community, Simpson and Shannon alpha diversity indexes had similar results. However, Shannon index values were much higher and revealed the differences better; therefore, it can be suggested that this index explains the differences in species diversity between plant communities in a better way. Groups 9, 5, 4 and 8 had the lowest alpha diversity values and had higher tree layer coverage and higher elevation except Group 4. This finding shows that the alpha diversity decreased as shade and elevation increased. Group 3, Group 1, Group 6 and Group 7 had the highest alpha diversity, respectively. Group 3, 6 and 7 that were represented by a low number of sampling plots had similar habitat characteristics and higher alpha diversity since the presence and coverage of plant taxa in these groups were higher. Therefore, Group 3 ranked the 5th in gamma diversity (species richness) with 160 species in only 6 sampling plots whereas it had the highest alpha diversity value as the species had a higher coverage rate and frequency. In fact, Gimaret-Carpentier et al., (1998) reported that diversity indices reflected abundance which was the distribution of different species groups that compose a population and the theoretical explanation of Shannon (H') and Simpson (D) diversity indices was based on the relative frequency of the species in a population. The lowest alpha diversity was found in the plant group dominated by oriental beech (Group 9). In that plant group, the tree layer cover percentage was very high; therefore, there were fewer species in the herb layer while their coverage was lower. There were oriental beech shrubs trees that grew from shoots rather than different shrub species in

the Group 9. For that reason, Group 9 was found to have the lowest alpha diversity. In a study that took the number of species into account, the number of plant taxa contained in pure *Fagus orientalis* stands was about 30% lower compared to the ones in *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris* stands (Küçük, 1998). Although the number of species in Group 9 was not high, it ranked the 5th with its beta diversity of 3.19. This group was mixed with Scotch pine, Anatolian black pine and occasionally hornbeam, and so increased the beta value due to the presence of different species in the sampling plots. In a study conducted in deciduous forest communities, Rad et al. (2009) found that the species diversity of *Quercus-Carpinetum betulii*, and *Carpinetum-Fagetum* communities was significantly higher than that of *Rusco-Fagetum* and *Fagetum orientalis* communities and thus species diversity had an inverse relationship in the stands where dominated shadow-resistant climax species.

In conclusion, tree layer coverage, shrub layer coverage and inclination, respectively, were the most important factors that affected plant species diversity. Regression tree models showed that species diversity and richness were higher in areas where tree layer coverage was lower than and equal to 81% and inclination was lower than and equal to 12.5°, and shrub layer coverage was lower than 19.5%. It can be suggested that topographic heterogeneity, stand structure (coverage) and heterogeneity of plant communities had an impact on beta diversity. From the alpha diversity indices, the Shannon index better revealed the species diversity differences between the plant communities. When we assessed all diversity components (alpha, beta and gamma) according to the plant groups, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* – *Cistus laurifolius* (Group 1) was the common plant group that all three components were found to be the highest. It was understood that the factors affecting the differentiation of this group were the same as the significant variables in the regression tree model. The other plant groups with high species diversity were Group 2 (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* – *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*), Group 4 (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* – *Quercus petraea* subsp. *iberica*) and Group 8 (*Pinus sylvestris* – *Galium rotundifolium*). In conclusion, the variables in the model created for the sampling plots were similar to the variables that affected the differentiation of the vegetation. Furthermore, the sampling plots with the highest species indices values were similar to the plant groups that had the highest diversity indices values. In this context, the planning according to species diversity indices of plant groups will make efforts easier.

According to the findings of the study and the results of the analyses, the following points should be taken into consideration in planning the areas rich in species diversity on the basis of plant groups and sampling plots:

- Plant communities should be composed of different tree species,
- Tree and shrub layer coverage should not be too high,
- There should be different plant species on the bottom layers, especially the grass layer,
- There should be different plant communities or groups in the transition zones,
- Areas with different topographic structure should not be ignored.

Moreover, it was concluded that it would be appropriate to use the alpha, gamma and beta diversity indices all together according to the results of the studies.

Acknowledgement

This article was supported by the research project titled 'Relationships between Forest Vegetation, Plant Diversity and Some Environmental Factors in Türkmen Mountain' numbered 'ESK – 16 (6312) / 2013-2016' implemented by the Ministry of Forest and Water Affairs of the Republic of Turkey, Directorate General of Forestry, Forest Soil and Ecology Research Institute. We express our sincere thanks to Dr. Hugh Safford, who is the USDA-Forest Service's Pacific Southwest Region and also holds a research position in the Department of Environmental Science and Policy at the University of California-Davis, for the English correction of the text. The oral presentation "Relationships Between Forest Vegetation, Plant Diversity and Some Environmental Factors in Türkmen Mountain (Turkey)" was delivered at the International Conference on Science and Technology (ICONST 2018) and its abstract was accepted to be included in the abstract book.

References

Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Özkan, K., Muys, B., 2010. Performance of modelling techniques for the prediction of forest site index: a case study for pine and cedar in the Taurus mountains. XIII World Forestry Congress, 18 – 23 October 2009, Buenos Aires, Argentina.

Akman, Y., Daget, P. H., 1971. Quelques Aspects Synoptiques des Climats de la Turquie. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie* 5(3): 269-300.

Akman, Y., Barbéro, M., Quézel, P., 1979. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie Méditerranéenne. *Phytocoenologia* 5(2): 189-276.

Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık, Ankara.

Akman, Y., Ketenoğlu, O., Geven, F., 2001. *Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metodları*. Ankara.

Braun-Blanquet, J., 1932. *Plant Sociology* (Translated: Fuller, D. G. and Conard S. H. 1983). West Germany.

Breiman, L., Friedman, J., Olshen R., Stone, C.J., 1984. *Classification and Regression Trees*. Wadsworth, Belmont.

Brewer, S.W., Rejmánek, M., Webb, M.A.H., Fine, P.V.A., 2003. Relationships of phytogeography and diversity of tropical tree species with limestone topography in southern Belize. *Journal of Biogeography* 30(11): 1669–1688.

Chytrý, M., Danihelka J., Axmanová I., Božková, J., Hettnerbergerova, E., Li, C-F., Rozbrojová Z., Sekulová, L., Tichý, L., Vymazalová, M., Zeleny, D., 2010. Floristic diversity of an eastern Mediterranean dwarf shrubland: the importance of soil pH. *Journal of Vegetation Science* 21(6): 1125–1137.

Davis, P. H., 1965-1985. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburg University Press, Vol: 1-9, Edinburg.

Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K., 1998. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement 1)*. Edinburg University Press, Vol: 10, Edinburg.

Duran A., Ocak, A., 2005. *Hesperis turkmendaghensis* (sect. *Hesperis*) (Cruciferae/Brassicaceae), a new species from the Central Anatolia region, Turkey. *Botanical journal of the Linnean Society* 147(2): 239-247.

Ehrlich, P.R., 1991. Biodiversity studies: science and policy. *Science* 253(5021): 758-762.

Fontaine, M., Aerts, R., Özkan, K., Mert, A., Gülsoy, S., Süel, H., Waelkens, M., Muys, B., 2007. Elevation and exposition rather than soil types determine communities and site suitability in Mediterranean mountain forests of southern Anatolia, Turkey. *Forest Ecology and Management* 247((1-3): 18-25.

Gimaret-Carpentier, C., Pélissier, R., Pascal, J.P., Houllier, F., 1998. Sampling strategies for the assessment of tree species diversity. *Journal of Vegetation Science* 9(2): 161-172.

Gould, W.A., Walker, M.D., 1999. Plant communities and landscape diversity along a Canadian Arctic river. *Journal of Vegetation Science* 10(4): 537-548.

Göktürk, R.S., Sümbül, H., 2014. A taxonomic revision of the genus *Cephalaria* (Caprifoliaceae) in Turkey. *Turk Journal of Botany* 38(5): 927-968.





Gupta, A., Joshi, S.P., Manhas, R.K., 2008. Multivariate analysis of diversity and composition of weed communi-

- ties of wheat fields in Doon Valley, India, *Tropical Ecology* 49(2): 103-112.
- Gülsoy, S., Özkan, K., 2008. Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 1: 168-178.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C., 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement 2). Edinburg University Press, Vol: 11, Edinburg.
- Güner, Ş.T., 2008. Bozkıra Geçiş Bölgesindeki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L. ssp. *hamata* (Steven) Fomin.) Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 358, Müdürlük Yayın No: 3, 41 s., Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Özkan, K., Yücel, E., 2011. Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler: Türkmen Dağı örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 12(1): 1-6.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001. "Past: paleontological statistics software package for education and data analysis", *Palaeontologia Electronica*, 4(1).
- Hennekens, S.M., Schaminee, J.H.J., 2001. TURBO-VEG a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of vegetation science* 12(4): 589-591.
- Heydari, M., Mahdavi, A., 2009. Pattern of Plant Species Diversity in related to physiographic factors in Melah Gavan Protected Area, Iran. *Asian Journal of Biological Sciences* 2(1): 21-28.
- Iliadou, E., Panitsa, M., Raus, T., Dimopoulos, P., 2014. Flora and factors affecting species diversity in the islet groups of the protected "Natura 2000" sites of the Amvrakikos Gulf and Mesolongi Lagoon (Ionian area, Greece). *Willdenowia*, 44: 439-450.
- Işık, K., 1999. Çevre Sorunları Biyolojik Çeşitlilik ve Orman Gen Kaynaklarımız, TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 25, Doyuran Matbaası, İstanbul.
- Kareiva, P., 1993. No shortcuts in new maps. *Nature* 365: 292-293.
- Kavgacı, A., Carni, A., Silc, U., 2008. Bitki coşyolojisi çalışmalarında kullanılan sayısal metotlar ve bazı bilgisayar programları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2): 188-201.
- Kavgacı, A., Başaran, S., Başaran, M. A., 2010a. Cedar forest communities in Western Antalya (Taurus Mountains, Turkey). *Plant Biosystems* 144(2): 271-287.
- Kavgacı, A., Čarni, A., Tecimen, B., Özalp, G., 2010b. Diversity and ecological differentiation of oak forests in NW Thrace (Turkey). *Archives of Biological Science*, 62(3): 705-718.
- Kavgacı, A., Arslan M., Bingöl M.Ü., Erdoğan N., Čarni A., 2012. Classification and phytogeographical differentiation of oriental beech forests in Turkey and Bulgaria. *Biologia* 67(3): 461-473.
- Klinka, K., 1997. *Plant diversity in old-growth and second-growth stands in the coastal rainforests of British Columbia*. 1997. PhD Thesis. University of British Columbia.
- Küçük, M., 1998. Kürtün (Gümüşhane) Örümcek Ormanlarının Florası ve Saf Meşçere Tiplerinin Floristik Kompozisyonu. Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 5, Trabzon, 120 s.
- Mc Cune, B., Mefford, M.J., 2006. PC-ORD 5, Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon.
- McMaster, R.T., 2005. Factors influencing vascular plant diversity on 22 islands off the coast of eastern North America. *Journal of Biogeography* 32(3): 475-492.
- Moisen, G. G., Frescino, T. S., 2002. Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics. *Ecological Modelling* 157(2-3): 209-225.
- Moody, A., Meentemeyer, R. K., 2001. Environmental factors influencing spatial patterns of shrub diversity in chaparral, Santa Ynez Mountains, California. *Journal of Vegetation science* 12(1), 41-52.
- Negiz, M.G., Gülsoy, S., Özkan, K., 2015. Orman ekosistemlerinde tür çeşitlilik bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir arazi envanter yaklaşımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(2): 198-204.
- Ocak, A., Hüner, G., Ataşlar, E., 2008. The flora of Kalabak basin (Eskişehir, Turkey). *Turk Journal of Botany* 32(5):381-410.
- Özdamar, K., 2009. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, 7. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkan, K., 2002. Türler arası birlikteliğin interspesifik korelasyon analizi ile ölçümü. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2): 71-78.
- Özkan, K., 2006. Beyşehir Gölü Havzası Çarıkisaraylar yetiştirme ortamı yöreler grubunda fizyografik yetiştirme ortamı faktörleri ile ağaç ve çalı tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler analizi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1): 157-166.
- Özkan, K., Kantarcı, M.D., 2008. Beyşehir Gölü Havzası'nın orman yetiştirme ortamı alt bölgeleri ve yöreleri grupları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2): 123-135.
- Özkan K., 2010. Orman ekosistem çeşitliliği haritalama çalışmaları için ekolojik alan çeşitliliğinin belirlenmesi

- üzerine bir öneri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2): 136-148.
- Özkan, K., Negiz, G.M., 2011. Isparta Yukarıgökdede Yöresi'ndeki odunsu vejetasyonun hiyerarşik yöntemlerle sınıflandırılması ve haritalanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 12(1): 27-33.
- Özkan, K., 2016. Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri(Alfa, Beta ve Gama) Nasıl Ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 98, Isparta.
- Pausas, J.G., 1994. Species richness patterns in the understorey of Pyrenean *Pinus sylvestris* forest. *Journal of Vegetation Science* 5(4): 517-524.
- Pausas, J.G., Carreras, J., 1995. The effect of bedrock type, temperature and moisture on species richness of Pyrenean Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. *Vegetatio* 116(1): 85- 92.
- Pausas, J.G., Austin, M.P., 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science* 12(2): 153-166.
- Pausas, J.G., Carreras, J., Ferré, A., Font, X., 2003. Coarse-scale plant species richness in relation to environmental heterogeneity. *Journal of Vegetation Science* 14(5): 661-668.
- Poole, R.W., 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. McGrawHill, Inc., New York.
- Poulos, H.M., Taylor, A. H., Beaty, R.M., 2007. Environmental controls on dominance and diversity of woody plant species in a Madrean, Sky Island ecosystem, Arizona, USA. *Plant Ecology*, 193(1): 15-30.
- Pourmajidian, M. R., Kavian, H., 2017. Assessment of plant biological diversity and soil characteristics in the pure ash tree stand and in mixture with beech (a case study of Lavij-Noor, Iran). *Journal of Forest Science*, 63(10): 443-448.
- Prendergast, J.R., Quinn, R.M., Lawton, J.H., Eversham, B.C., Gibbons, D.W., 1993. Rare Species, the Coincidence of Diversity Hotspots and Conservation Strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Rad, J.E., Manthey, M., Mataji, A., 2009. Comprasion of Plant Species Diversity with Different Plant Communities in Decidious Forests. *International Journal of Environmental Science & Technology* 6(3): 389-394.
- Sfenthourakis, S., Panitsa M., 2012. From plots to islands: species diversity at different scales. *Journal of Biogeography* 39(4): 750–759.
- Simpson, E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- Şentürk, Ö., Ulsan, M.D., Eser, Y., Şenol, A., Özkan, K., 2013. Sultan Dağları-Çarıksaraylar Yöresi'nde vejetasyon ile yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. 3rd International Geography Symposium – GEOMED, Kemer-Antalya, s. 597-607.
- Tichý L., 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451–453.
- Yaltrık, F., Efe, A., 1996. Otsu Bitkiler Sistematiği. II. Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3940, Orman Fakültesi Yayın No: 10, 518 s., İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Whittaker, R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecogycal Monographs* 30(3): 279-338.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and Measurement of species diversity. *Taxon* 2: 213-251.
- Zohary, M., 1973. Geobotanical Foundatitons of the Middle East. Vol: 1-2, Gustav Fisher Verlag, Stuttgart.

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı meyve ağaçlarının odun anatomisi özellikleri ve kâğıt üretimi açısından değerlendirilmesi

Wood anatomy properties of some fruit trees in the Eastern Black Sea Region and their evaluation in terms of paper production

Elif TOPALOĞLU¹ 
Murat ÖZTÜRK² 
Derya USTAÖMER² 
Bedri SERDAR² 

¹ Giresun Üniversitesi Teknik Bilimler
Meslek Yüksekokulu, GİRESUN
² Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman
Fakültesi, TRABZON

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Elif TOPALOĞLU
elif.topaloglu@giresun.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

22.03.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

18.04.2019

Atf (To cite this article): TOPALOĞLU, E , ÖZTÜRK, M , USTAÖMER, D , SERDAR, B . (2019). Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen meyve ağaçları gövde odunlarının anatomik, morfolojik özellikleri ve kâğıt üretimi açısından değerlendirilmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 142-151.

DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.543568>



Creative Commons Atf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetişen *Diospyros lotus* L. (hırnık), *Olea europaea* L. (zeytin), *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (yenidünya) ağaçlarının gövde odunlarının anatomik özellikleri araştırılmış ve lif özelliklerinin kâğıt üretimi açısından uygunluğu değerlendirilmiştir. Hacim yoğunluk değeri, TS 2472'ye göre belirlenmiştir. Gövde odunlarının anatomik özelliklerine ait ölçüm ve sayımlar yapılmış ve üç kesite ait mikrofotografılar çekilmiştir. Lif özellikleri ve boyutları "Schultze" maserasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Hesaplanan hacim yoğunluk değerine göre zeytin ağacı gövde odununun ticari kâğıt hamuru odunları için istenen değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Dağınık traheli odunlara sahip olan üç meyve ağacının gövde odunlarının lif çeper kalınlığı ve lif uzunluğu değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte, zeytin ağacı daha geniş lif ve lümenlere sahiptir. Lif boyutlarına bağlı olarak hesaplanan oranların değerlendirilmesi sonucunda ise zeytin ağacı gövde odunu liflerinin ince çeperli esnek lifler sınıfında olduğu belirlenmiştir. Diğer iki meyve ağacının gövde odunu lifleriyle kıyaslandığında zeytin ağacı gövde odunu liflerinin kâğıt hamuru üretimi için daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Diospyros lotus*, *Olea europaea*, *Eriobotrya japonica*, anatomik ve morfolojik özellikler, kâğıt üretimi, odun

Abstract

In this study, the anatomical properties of the stem woods of *Diospyros lotus* L., *Olea europaea* L. and *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. trees grown in the Eastern Black Sea Region were investigated and the suitability of the fiber properties of these woods for paper production was evaluated. The volume density value was determined according to TS 2472. Measurements and inventories of the anatomical properties of the stem woods were performed and microphotographs of the three sections were taken. Fiber properties and dimensions were determined by "Schultze" maceration method. According to the calculated volume density value, it was determined that olive tree stem wood was among the desired values for commercial wood pulp. The fiber wall thickness and fiber length of the stem woods of the three fruit trees with diffuse-porous wood were close to each other and olive tree has wider fibers and lumens. As a result of the evaluation of the ratios calculated based on the fiber dimensions, it was determined that the olive tree stem wood fibers were in the thin-walled flexible fibers class. It was concluded that olive tree stem wood fibers are more suitable for the production of pulp compared to the stem wood fibers of the other two fruit trees.

Keywords: *Diospyros lotus*, *Olea europaea*, *Eriobotrya japonica*, anatomical and morphological properties, paper production, wood

1. Giriş

Türkiye, gerek coğrafi konumu gerekse elverişli iklim koşullarına sahip olması nedeniyle dünyadaki birçok meyve türünün ana vatanı arasında yer almaktadır (Gül ve Akpınar, 2006; Öztürk ve Serttaş, 2018). Meyve kültürü, Türkiye tarihinde önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye’de hemen hemen tümü yaprak döken, çoğunluğu subtropikal ve bazıları tropik olan 85’in üzerinde meyve türü yetiştirilmektedir. Yaprak döken meyve ağaçları tüm ülkede yayılış gösterirken subtropikal ve tropik meyve ağaçları ağırlıklı olarak kış mevsiminin ılık, yaz mevsiminin sıcak olduğu güney bölgelerinde yetiştirilmektedir (Ercişli, 2004). Türkiye İstatistik Kurumunun 2018 yılı verilerine göre Türkiye’nin toplam tarım alanı 37 milyon 817 bin hektar olup zeytin ağaçlarının kapladığı alan 864 bin hektardır. Elma, armut, muşmula, yenidünya, dut, nar, çilek, Trabzon hurması, keçiboynuzu, ahududu, böğürtlen ve yaban mersini üretimi yapılan başlıca meyve ağaçlarıdır (Anonim, 2019).

Ebenaceae familyası içerisinde yer alan *Diospyros lotus* L. 10-15 m’ye kadar boy yapabilen, kışın yaprağını döken, yuvarlak tepeli bir ağaçtır (Merev, 2003; Mamıkoğlu, 2017). Güner ve ark. (2012) tarafından hazırlanan Türkiye bitkileri listesinde *Diospyros lotus* türünün Türkçe karşılığı “hırnık” olarak belirtilmiş olup bu tür, Türkiye’de Güney Marmara bölümü, Karadeniz Bölgesi, Yukarı Fırat bölümü ve Adana bölümünde yayılış göstermektedir. *Diospyros* cinsinin bazı türlerinin yenilebilir meyveleri, yaprakları ve keresteleri ticari öneme sahiptir (Rauf ve ark., 2017). Ayrıca bazı türlerinin yoğunluğunun yüksek ve odununun sert olması nedeniyle yüksek kaliteli mobilya üretiminde, oymacılıkta, müzik aletleri üretiminde kullanıldığı ve ekstraktlarının tıbbi kullanımlar için araştırıldığı belirtilmektedir (Noda ve ark., 2002; Kiaei ve Bakhshi, 2014).

Oleaceae familyası içerisinde yer alan *Olea europaea* L. (zeytin), Akdeniz havzasında yetişen (Erşen-Bak, 2006; Mansour-Gueddes ve ark., 2018), herdem yeşil çalı ve ağaç şeklinde odunsu bir bitkidir (Merev, 2003). Aşırı soğuk şartlara karşı hassas olan, ılıman kış şartları ve aşırı sıcak olmayan normal nemli yaz şartlarında yetişmekte olan zeytin ağacı (Güney, 2008); kuraklık stresine dayanıklı, uzun ömürlü, yaprak dökmeyen ve yavaş büyüyen bir ağaçtır (Rhizopoulou, 2007). Zeytin ağacı; Türkiye’de Ege bölgesi kıyılarındaki vadi ve ovalar, Akdeniz kıyı şeridindeki alanlar ve Güney Marmara bölümü kıyılarında en geniş yayılış alanına sahip olmasının yanında Güneydoğu Anadolu Bölgesinin güney kesimlerinde, Karadeniz

kıyıları ile Yusufeli’nde de yetiştirilmektedir (Durmuş ve Yiğit, 2003). Zeytinyağı ve sofralık zeytin endüstrisi, büyük zeytin üreten ülkelerin tarım ve işleme sektörlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Tous ve Ferguson, 1996). Zeytin, Türkiye’de büyük ticari öneme sahiptir. Yağ ve sabun üretimi için kullanılmasının yanında yerel tüketim için de kullanılmaktadır (Ercişli, 2004).

Rosaceae familyası içerisinde yer alan *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (yenidünya); Çin, Japonya, Hindistan ve Akdeniz’in subtropikal bölgelerinde yetişen, yaprak dökmeyen küçük bir ağaçtır. Hem meyvesi hem de süs ağacı için yetiştirilmektedir (Tous ve Ferguson, 1996; Lin ve ark., 1999). Türkiye’de Akdeniz kıyı şeridinde meyve üretimi için yetiştirilmektedir (Mamıkoğlu, 2017). Ayrıca Balcı (2015) tarafından yapılan çalışmada subtropikal iklim özelliğine sahip Trabzon yöresinde de meyve üretimi için yetiştirildiği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra tıbbi değer açısından değerlendirildiğinde yenidünya yapraklarının cilt hastalıkları tedavisinde ve kan şekeri seviyesini düşürmek için (çoğunlukla diyabet hastaları tarafından) kullanıldığı belirtilmektedir (Lin ve ark., 1999; Habib-Ul-Hassan ve ark., 2015).

Meyve ağaçları ile ilgili günümüze kadar dünyada yapılmış başlıca çalışmalar şunlardır: Passialis ve Grigoriou (1999); elma, şeftali, armut, kayısı ve kiraz ağaçları dal odunlarının yoğunluk, anatomik ve kimyasal özelliklerini; Ververis ve ark. (2004), zeytin ağacı budama atıklarının lif boyutları ve kimyasal özelliklerini, Fuentes-Talavera ve ark. (2011) avokado dal odununun direnç özellikleri ve doğal dayanımını; Walia (2013), *Morus nigra*’nın fiziksel ve kimyasal özelliklerini; Mansour-Gueddes ve ark. (2018), zeytin ağacının yaprak, gövde ve köklerinin mineral analizini yaparak anatomik ve biyokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Türkiye’de de birçok Angiospermae türü (Alkan ve ark., 2003) ile birlikte meyve ağaçları odunlarının lif özellikleri ve kâğıt üretimine uygunluğu konularında birçok araştırma yapıldığı belirlenmiştir. Yaman ve Gençer (2005) kivi (Actinidia deliciosa) odunsu budama artıklarının, Tutuş ve ark. (2014) Trabzon hurmasının (*Diospyros kaki*), Gençer (2015) kivi ağacı budama atıklarının, Gençer ve Özgül (2015) fındık ağacının (*Corylus avellana* L.), Gençer ve Özgül (2016) fındık (*Corylus avellana* L.) ağacı budama artıklarının, Gençer ve Aksoy (2017) yabani kızılcık (*Cornus australis* L.) odununun, Gençer ve ark. (2018) kayısı ağacı (*Prunus armeniaca* L.) odununun lif boyutlarını belirleyerek kâğıt üretiminde değerlendirilebilme olanaklarını araştırmışlardır. Kâğıt endüstrisinde yakın geçmişte ortaya çıkan odun ham maddesi ihtiyacı bu endüstride

kâğıt hamuru üretiminde kullanılan ağaç türlerine alternatif olarak hızlı yetişen ağaç türleri ile diğer alternatif lif kaynaklarının kullanımını gündeme getirmiştir. Bilindiği üzere lif, kâğıdın ana yapısal unsurudur. Hamur liflerinin karakteristikleri oldukça önemli olup bu karakteristikler nihai kâğıt ürününün özelliklerini ve kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir (Lin ve ark., 2014). Kâğıtçılık açısından lif boyutlarının bilinmesi büyük önem taşımakta ve bu lif boyutlarıyla kâğıt hamuru özellikleri arasında bir ilişki bulunmaktadır (Kırcı, 2018).

Bu çalışmada; daha çok meyve ve yaprakları araştırma konusu olan, gövde odunu özellikleri konusunda fazla araştırma yapılmamış olan ve Türkiye’de yetişen üç meyve ağacının gövde odunlarının anatomik özellikleri ve lif boyutları belirlenmiştir. Belirlenen lif boyutları arasındaki ilişkilerden yararlanarak gövde odunu liflerinin kâğıt üretimi için uygun olup olmadığı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmaya konu olan *Diospyros lotus* ve *Olea europaea* ağaçları Artvin-Yusufeli’den, *Eriobotrya japonica* ağacı Trabzon-Arsin’den alınmıştır. Örnek ağaçların seçiminde düzgün gövde yapısı, normal dallanma, mantar ve böcek tahribatının olmaması gibi durumlara dikkat edilmiştir. Odunun anatomik özelliklerinin belirlenmesi için her bir ağacın göğüs yüksekliğinden (1,30 metre) odun diskleri kesilmiştir. Teğet, radyal ve boyuna yöndeki uzunlukları 20×20×30 mm olan hacim yoğunluk deneyi örnekleri, örnek ağaçların 1,30-2,30 metre arasındaki 1 metrelik gövde kısımlarından kesilen ve öz odun içermeyen kerestelerden hazırlanmıştır. Kesilen odun diskleri ve hacim yoğunluk deneyi örnekleri deneyler yapılmaya kadar 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarındaki klima odasında kondisyonlanmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Hacim yoğunluk değerinin belirlenmesi

Hacim yoğunluk değeri, TS 2472 (Anonim, 1976) esaslarına göre belirlenmiştir. Kurutma fırınında 103±2°C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulan örneklerin tam kuru ağırlıkları ±0,01 g duyarlıkta tartılmıştır. Laboratuvar koşullarında birkaç saat bekletilen örnekler, lif doygunluğu noktası rutubet değerini aşmıncaya kadar su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin teğet, radyal ve boyuna yöndeki boyutları ±0,01 mm duyarlıkta ölçülerek hacimleri hesaplanmış ve (1) nolu formül kullanılarak hacim yoğunluk değerleri

hesaplanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996).

$$R = \frac{W_0}{W_T} \quad (1)$$

Formülde; R: Hacim yoğunluk değeri (g/cm³), W₀: Tam kuru ağırlık (g), W_T: Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.2. Anatomik özelliklerin belirlenmesi

Laboratuvara getirilen odun disklerinden 1×1×1 cm büyüklüğünde küp şeklinde odun parçaları çıkarılmıştır. Daha kolay kesit alınabilmesi amacıyla odun parçaları saf su içerisinde kaynatılarak odun dokularında bulunan havanın dışarı çıkması ve yumuşaması sağlanmıştır. Kaynatılmış olan örnekler 1/1/1 oranında alkol/gliserin/saf su karışımı içerisinde kesit alınıncaya kadar bekletilmiştir. Bu karışımın içerisine bir miktar asit fenik ilave edilerek mantar etkisine karşı önlem alınmıştır (Merev, 1998; Gerçek, 2011). Kesit alma işlemine uygun hâle getirilmiş örneklerden “Reichert” kızaklı mikrotomu yardımı ile 15-20 mikron kalınlığında enine (transversal), boyuna ışınal (radyal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyel) olarak üç yönde kesitler alınmıştır. Elde edilen kesitler 5-10 dk süre ile sodyum hipokloritte soldurulmuş ve sonra saf su ile yıkanmıştır. Kesitlerin boyama işlemi gerçekleştirilmeden önce pH dengelemesi için ortama 1-2 damla asetik asit ilave edilerek 1-2 dakika bekletilmiş ve tekrar saf su ile yıkanmıştır. Bu işlemlerin ardından kesitler 5 dk. süre ile %50’lik safranin 0 içerisinde bekletilmiştir. Boyama işlemi tamamlandıktan sonra kesitler %50 alkol-su karışımı içerisine alınmıştır. Kesitler üzerinde standart hazırlık işlemleri yapılarak inceleme materyalleri gliserin jelatin içerisinde daimi preparatlar hâline getirilmiştir (Ives, 2001). Odun elemanlarının normal konumlarının dışında serbest olarak ölçülebilmesi amacıyla “Schultze” maserasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Normand, 1972).

2.2.3. Mikro fotoğrafların çekilmesi

Odun örneklerinden elde edilen daimi preparatlara ait mikro fotoğraflar, Olympus BX50 araştırma mikroskobuna bağlı dijital bir kamera yardımı ile çekilmiştir. Elde edilen fotoğraflar üzerinde odun elemanlarına ait trahe radyal çapı, trahe teğetsel çapı, özışını yükseklik ve genişliği ölçülmüş; 1 mm²deki trahe sayısı ve 1 mm’deki özışını sayısı belirlenmiştir. Maserasyonla serbest hâle getirilen odun elemanları üzerinde trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı ölçülmüştür. Ölçüm ve sayımlar, uluslararası odun anatomistleri birliği kurallarına

(Wheeler ve ark., 1989) uygun olarak BAB Bs-200ProPlus Görüntü İşleme ve Analiz Yazılımı (Bab, 2000) ile gerçekleştirilmiştir.

2.2.4. Lif boyut ilişkilerinin belirlenmesi

Lif boyutlarına ait elde edilen bulgulardan yararlanarak aşağıda belirtilen formüller (Tank ve ark., 1990; Kırcı, 2018) kullanılmış ve üç meyve ağacının kâğıt üretimine uygun olup olmadığı hakkında bilgiler edinilmiştir.

$$\text{Elastiklik oranı} = \text{Lümen çapı} \times 100 / \text{Lif genişliği} \quad (2)$$

$$\text{Runkel oranı} = \text{Lif çeper kalınlığı} \times 2 / \text{Lümen çapı} \quad (3)$$

$$\text{Keçeleşme oranı} = \text{Lif uzunluğu} / \text{Lif genişliği} \quad (4)$$

$$\text{Rijidite Katsayısı} = \text{Lif çeper kalınlığı} \times 100 / \text{Lif genişliği} \quad (5)$$

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Hacim yoğunluk değeri

Hacim yoğunluk değeri, bir metreküp odun içerisinde ne kadar selüloz veya mekanik odun hamuru bulunduğunu gösteren önemli bir değerdir (Berkel, 1970). Kâğıt endüstrisinde kullanılacak odunun hacim yoğunluk değerinin bilinmesi önemlidir. Bu değer, odunun tam kuru ağırlığının yaş hâlindeki hacmine bölünmesiyle belirlenir. Genellikle ticari kâğıt hamuru odunlarının hacim yoğunluk değerlerinin 0,30-0,60 g/cm³ arasında değişmekte olduğu bildirilmiştir (Bostancı, 1987). Bu çalışmada belirlenen hacim yoğunluk değerleri hırnık gövde odunu için 0,64 g/cm³, zeytin gövde odunu için 0,57 g/cm³ ve yenidünya gövde odunu için 0,63 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler içerisinde zeytin gövde odununun hacim yoğunluk değerinin ticari olarak istenen değerler arasında olduğu, hırnık ve yenidünya ağaçlarının ise nispeten bu değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Meyve ağaçları odunlarının hacim yoğunluk değeri konusunda daha önce yapılmış çalışmalarda, Gündüz ve ark. (2009) akdüt (*Morus alba* L.) için 0,53 g/cm³, Düzkale ve ark. (2015) zeytin ağacı (*Olea europaea*) için 0,69 g/cm³, Kesik ve ark. (2017) portakal ağacı (*Citrus X sinensis* (L.) için 0,60 g/cm³ değer belirlemiştir.

3.2. Odun anatomisi özellikleri

Üç meyve ağacının gövde odunlarının anatomik özelliklerine ait mikro fotoğraflar Şekil 1'de ve odun elemanlarına ait bulgular Tablo 1'de belirtilmiştir.

Mikroskobik ölçümler sonucunda elde edilen bulguları şu şekilde özetlemek mümkündür: *Olea europaea* (zeytin) odunu dağınık trahelidir ve yıllık halka sınırı belirgindir. Boyuna parانشim, paratraheal ve apotrahealdir (Şekil 1. a, b). Özışını parانشim hücreleri, yatık ve kare hücrelerden oluşan üniseri ve biseri heteroselüler özışını hücreleridir (Şekil 1 c, e). Perforasyon tablası basittir (Şekil 1. d). *Eriobotrya japonica* (yenidünya) odunu dağınık trahelidir ve yıllık halka sınırı belirgindir. Traheler, %90 oranında tek tek dağılmıştır. Boyuna parانشim, paratraheal ve apotrahealdir (Şekil 1. f, g). Trahelerde spiral kalınlaşma vardır. Boyuna parانشimde odacıklı kristaller vardır (Şekil 1. h, i). Özışını parانشim hücreleri, yatık ve dikine hücrelerden oluşan üniseri ve biseri heteroselüler özışınılarıdır (Şekil 1. h, j). *Diospyros lotus* (hırnık) odunu dağınık trahelidir. Traheler, radyal yönde ikili ve üçlü trahe grupları hâlinde dağılmıştır. Renkli depo maddeleri vardır. Boyuna parانشim hücreleri, apotraheal-kesik zincir ve paratraheal-dağınık şeklindedir (Şekil 1. k, l). Özışını parانشim hücreleri, yatık ve dikine hücrelerden oluşan üniseri ve biseri heteroselüler öz ışınlarıdır (Şekil 1. m, n o). Perforasyon tablası basittir (Şekil 1. n).

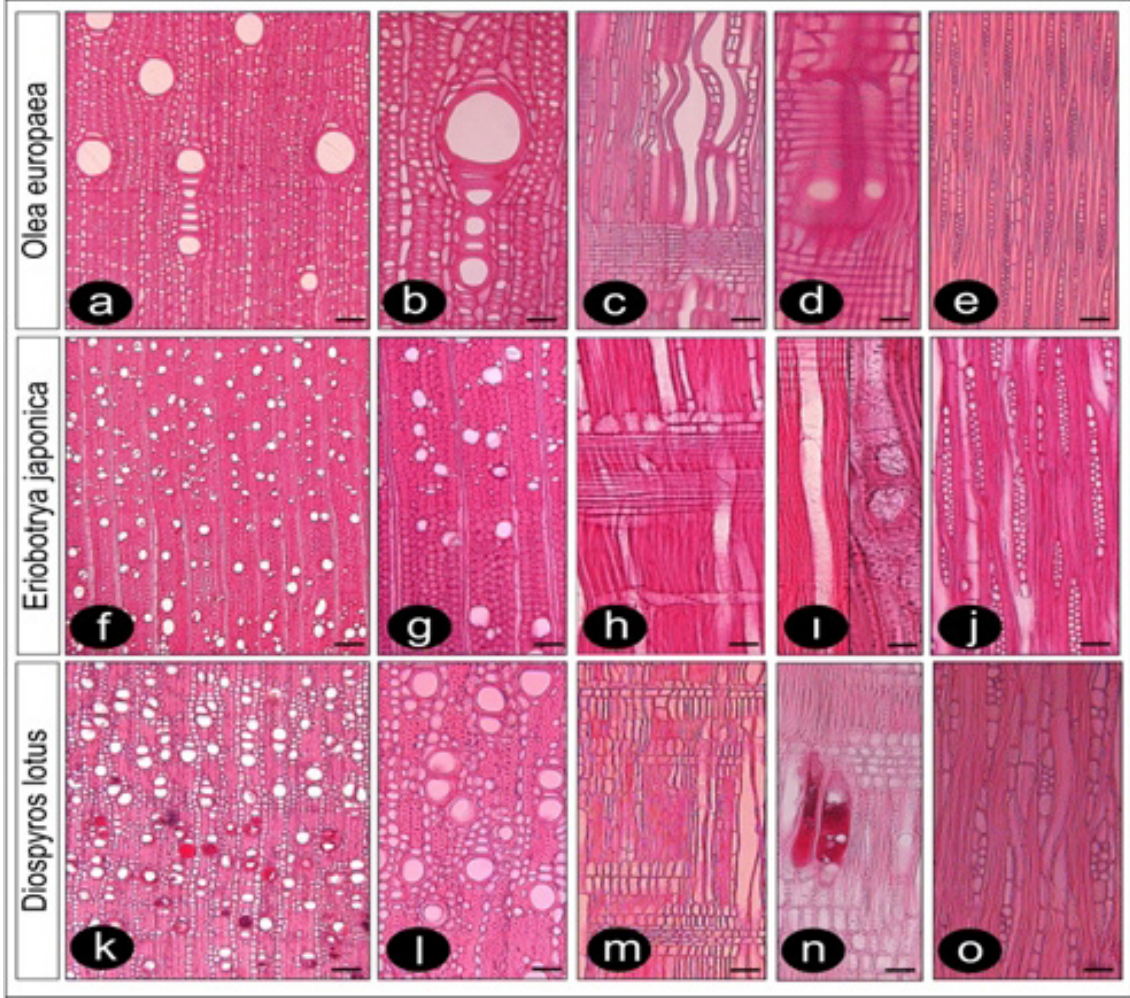
Tablo 1. Meyve ağaçları gövde odunlarının anatomik özellikleri

Table 1. Anatomical properties of fruit trees stem woods

| Anatomik Özellikler* | Ağaç Türü | | | |
|----------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------|
| | Zeytin (<i>Olea europaea</i>) | Yenidünya (<i>Eriobotrya japonica</i>) | Hırnık (<i>Diospyros lotus</i>) | |
| Traheler | THU (µm) | 398,97 (35,68)** | 595,19 (94,62) | 416,05 (48,88) |
| | TTÇ (µm) | 90,20 (32,54) | 27,85 (7,91) | 40,44 (4,78) |
| | TRÇ (µm) | 98,35 (46,61) | 34,90 (10,16) | 43,94 (8,77) |
| | TS (adet) | 8 (1,68) | 160 (20,53) | 25 (4,16) |
| Öz ışınları | ÖY (µm) | 333,31 (56,88) | 233,59 (55,76) | 246,69 (32,21) |
| | ÖG (µm) | 26,55 (5,33) | 16,47 (2,22) | 27,67 (4,22) |
| | ÖS (adet) | 10 (1,35) | 11 (1,11) | 13 (1,45) |

*THU: Trahe hücre uzunluğu, TTÇ: Trahe teğet çapı, TRÇ: Trahe radyal çapı, TS: 1 mm²'deki trahe sayısı, ÖY: Öz ışını yüksekliliği, ÖG: Öz ışını genişliği, ÖS: 1 mm'deki öz ışını sayısı
**Parantez içerisinde belirtilen değer, standart sapma değeridir.

Tablo 1'de görüldüğü üzere üç meyve ağacı içerisinde en uzun trahe hücrelerine sahip ağaç türü yenidünya, en kısa trahe hücrelerine sahip ağaç türü ise zeytindir. Bozkurt ve Erdin'e (2000) göre çeşitli



Şekil 1. *Olea europaea* L., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Diospyros lotus* L. taksonlarına ait anatomik özellikler; enine kesit (a, b, f, g, k, l), radyal kesit (c, d, h, i, m, n), teğet kesit (e, j, o), (---) ölçü skalası; 100µm (a, c, e, f, j, k, m), 50µm (b, d, g, h, l, n, o), 25µm (i)

Figure 1. Anatomical properties of *Olea europaea* L., *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., *Diospyros lotus* L. taxa; transverse section (a, b, f, g, k, l), radial section (c, d, h, i, m, n), tangential section (e, j, o), (---) measure scale; 100µm (a, c, e, f, j, k, m), 50µm (b, d, g, h, l, n, o), 25µm (i)

ağaç türlerinde trahe hücre uzunluklarının farklı olmasının nedeni çeşitli ağaçlarda kambiyumda iğimsi inisiyallerin değişik uzunlukta olmalarıdır. Erşen-Bak (2006), Türkiye'nin farklı yetişme yerlerindeki *Olea europaea* türünün ortalama trahe hücre uzunluğunu 368 µm olarak belirlemiştir. Bu değer, çalışmamızdaki *Olea europaea* türünün trahe hücre uzunluğuna (398,97 µm) yakın bir değerdir. Merav (2003), *Diospyros lotus* türünün trahe hücre uzunluğunun 96-418 µm arasında değiştiğini bildirmiştir. Çanakçıoğlu (2015), Trabzon'un üç farklı köyünde yetişen *Diospyros lotus* türünün ortalama trahe hücre uzunluğunu 237,8 µm olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, en geniş çaplı trahelerin zeytinde, dar çaplı trahelerin ise yenidünya ağacında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hırnik gövde odununun teğet ve radyal çaplarının

boyutlarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Bozkurt ve Erdin (2000) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre üç meyve ağacı, traheleri 51-100 µm arasında değişen "küçük traheli" ağaçlar sınıfında yer almaktadır. Çanakçıoğlu (2015), Trabzon'un üç farklı köyünde yetişen *Diospyros lotus* türünün ortalama trahe teğet çapını 79,70 µm ve radyal çapını ise 103,80 µm olarak belirlemiştir. Bu çalışmada, 1 mm²'deki trahe sayısı en çok yenedünyada, en az zeytinde belirlenmiştir. Bozkurt ve Erdin (2000) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre zeytin ağacı, 1 mm²'deki trahe sayısı 5-20 adet olan "az", yenedünya ağacı 1 mm²'deki trahe sayısı 100'den fazla olan "çok sayıda" ve hırnik ağacı 1 mm²'deki trahe sayısı 21-40 adet olan "orta derecede az" sınıflarında yer almaktadırlar. Çanakçıoğlu (2015), Trabzon'un üç farklı köyünde

yetişen *Diospyros lotus* türünün 1 mm²'deki trahe sayısını ortalama 9 olarak belirlemiştir. Tablo 1'de görüldüğü üzere üç meyve ağacı içerisinde en büyük özışını yüksekliği değeri (333,31 µm) *Olea europaea* türüne aittir. En geniş özışınları 27,67 µm olarak *Diospyros lotus* türünde belirlenmiş olup *Olea europaea* türünün özışını genişliği değeri (26,55 µm) bu değere yakındır. Üç meyve ağacının 1 mm'deki özışını sayılarının birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Erşen-Bak (2006), *Olea europaea* türü için 1 mm'deki özışını sayısını ortalama 13 olarak belirlemiştir. Erşen-Bak (2006) tarafından elde edilen sonucun bu çalışmada belirlenen *Olea europaea* türünün 1 mm'deki özışını sayısına (10 adet) yakın bir değerde olduğu Tablo 1'de görülmektedir. Yetiştigi bölgelerin ekolojik özelliklerine adaptasyon sağlayabilmek amacıyla odunun anatomik yapısını oluşturan hücrelerin boyutlarında farklılıklar meydana gelebilmektedir. Ekolojik odun anatomisi kapsamında incelenen bu konu gerek dünyada gerekse Türkiye'de birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Topaloğlu ve ark., 2014). Bu çalışmada her üç meyve ağacı

için belirlenen sonuçlar ile aynı ağaç türüne ait literatürden elde edilen sonuçlar arasındaki farklılığın nedeninin ağacın yetiştigi yerin ekolojik faktörlerinin odun özellikleri üzerindeki etkisi olduğu söylenebilir.

3.3. Lif boyutları ve lif-boyut ilişkileri

Araştırılan meyve ağaçları gövde odunlarının ve Türkiye'de yetişen meyve ağaçlarının lif özelliklerine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Lif uzunluğu kâğıt hamuru kalite özelliklerinin belirlenmesi açısından önemli bir parametredir. Lif uzunluğu artışı ile direnç özelliklerinde iyileşme görülürken çok uzun lifler olması durumunda ise formasyonla ilgili bozukluklar meydana gelmektedir (Kırcı, 2018). Tablo 2'den görüleceği üzere her üç meyve ağacı gövde odunu lif uzunlukları 900-1600 µm arasında yer almakta olup "orta uzunluktaki lifler" sınıfında yer almaktadır (Wheeler ve ark., 1989). Çalışmada elde edilen bulgular, literatürde belirtilen ve Türkiye'de yetişen meyve ağaçlarının lif özelliklerine ait bulgularla karşı-

Tablo 2. Araştırılan meyve ağaçları gövde odunlarının lif özellikleri ve literatür sonuçları ile karşılaştırılması
Table 2. The fiber properties of the stem woods of the investigated fruit trees and their comparison with the results of the previous studies

| Ağaç türü | Lif özellikleri | | | | Kaynaklar |
|---|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | Lif uzunluğu (mm) | Lif genişliği (µm) | Lif lümen genişliği (µm) | Lif çeper kalınlığı (µm) | |
| Zeytin (<i>Olea europaea</i>) | 1,11 | 25,12 | 14,36 | 5,38 | - |
| Yenidünya (<i>Eriobotrya japonica</i>) | 1,16 | 17 | 6,74 | 5,12 | - |
| Hırnık (<i>Diospyros lotus</i>) | 0,94 | 16,59 | 6,17 | 5,21 | - |
| Fındık (<i>Corylus avellana</i> L.) | 1,06 | 23,8 | 14,08 | 4,80 | Merev, 1998 |
| Adi ceviz (<i>Juglans regia</i>) | 1,46 | 22,82 | 13,22 | 4,80 | Alkan ve ark., 2003 |
| Kivi (<i>Actinidia deliciosa</i>) | 1,58 | 35,97 | 22,30 | 6,84 | Yaman ve Gencer, 2005 |
| Trabzon hurması (<i>Diospyros kaki</i>) | 1,10 | 26,20 | 14,27 | 5,98 | Tutuş ve ark., 2014 |
| Büyük meyveli Trabzon hurması (<i>Diospyros kaki</i> L.) | 0,72 | 15,10 | 7,49 | 3,80 | Çanakçıoğlu, 2015 |
| Küçük meyveli Trabzon hurması (<i>Diospyros lotus</i> L.) | 0,64 | 14,32 | 7,23 | 3,54 | Çanakçıoğlu, 2015 |
| Fındık (<i>Corylus avellana</i> L.) | 1,04 | 22,2 | 13,66 | 4,30 | Gençer ve Özgül, 2016 |
| Yabani kızılıcık (<i>Cornus australis</i> L.) | 1,17 | 16,20 | 11,52 | 6,70 | Gençer ve Aksoy, 2017 |
| Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i> L.) | 0,69 | 12,08 | 5,69 | 3,19 | Gençer ve ark., 2018 |

laştırılmıştır. Hırnık (*Diospyros lotus*) gövde odununun lif uzunluğu değeri, Çanakçıoğlu (2015) tarafından belirlenen değerlerden yüksek, Tutuş ve ark. (2014) tarafından belirlenen değere yakın bir değerde bulunmuştur. Ayrıca zeytin ve yenedünya ağaçları gövde odunlarının lif uzunlukları değerlerinin fındık ve yabani kızılılık ağaçlarının lif uzunlukları değerlerine yakın olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Bu çalışmada belirlenen morfolojik özelliklerden bir diğeri lif genişliğidir. Hırnık gövde odununun lif genişlik değerinin, Çanakçıoğlu (2015) tarafından belirlenen değerlerden yüksek olmasına rağmen Tutuş ve ark. (2014) tarafından belirlenen değerden düşük olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere ağaçların yetişme yeri koşulları (denizden yükseklik, bakı, toprak özellikleri, iklim vb.) oluşan odunsu hücrelerin özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmanın materyallerinden hırnık (*Diospyros lotus*), Artvin iline özgü bir tür iken Tutuş ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmanın materyali olan Trabzon hurması (*Diospyros kaki*) Kahramanmaraş iline özgü bir türdür. Bu çalışmada, hırnık ve yenedünya gövde odunu liflerinin lif genişliği ve lif lümen genişliği değerlerinin birbirine yakın değerlerde olduğu ve zeytin gövde odunu liflerine göre daha dar oldukları belirlenmiştir. Hücre çeper kalınlığı; tüm odun özelliklerini ve üretilen kâğıdın özelliklerini etkileyen, odun yoğunluğu ile kuvvetli ilişkisi olan önemli bir odun karakteristiğidir (Zobel ve Van Buijtenen, 1989). Lif çeper kalınlığı, liflerin bireysel sağlamlığını etkileyen

bir parametre olup çok ince çeperli liflerden üretilen kâğıtlar düşük yırtılma direnci gösterirken çok kalın çeperli lifler ise safiha oluşum aşamasında yeterince yassılaşamadıklarından hacimli ve direnç özellikleri daha düşük kâğıtlar verirler (Kırcı, 2018). Bu çalışmada hırnık, zeytin ve yenedünya ağaçları gövde odunlarının lif çeper kalınlıklarının birbirine yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Diospyros lotus* için belirlenen lif çeper kalınlığının Tutuş ve ark. (2014) tarafından *Diospyros kaki* için belirlenen değerden biraz düşük, Çanakçıoğlu (2015) tarafından *Diospyros kaki* ve *Diospyros lotus* için belirlenen değerlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ağaçların yetişme yerlerinin odunsu hücrelerin boyutları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Zeytin, yenedünya ve hırnık gövde odunu liflerinin lif boyutları arasındaki ilişkileri ifade eden oranlar ve literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılması Tablo 3'te belirtilmektedir.

Kâğıtçılık açısından yapılan değerlendirmelerde genellikle, lif boyutlarının belirlenmesinden ziyade bu boyutlara bağlı olarak hesaplanan bazı oranların kâğıt kalite özelliklerinin belirlenmesi açısından etkili bir faktör olduğu düşünülmektedir. Bu oranlardan bazıları; elastiklik oranı, runkel oranı, keçeleşme oranı ve rijidite katsayısıdır (Kırcı, 2018).

Liflerin bireysel esnekliği ve liflerin elde edildiği odunun özgül ağırlığı ile ilgili olan elastiklik oranı çok esnek lifler (75'ten büyük), esnek lifler (50-75 arası), rijit lifler (30-50 arası) ve çok ri-

Tablo 3. Meyve ağaçları gövde odunlarının lif boyutları arasındaki oranlar
Table 3. Proportions between fiber dimensions of fruit trees' stem woods

| Ağaç türü | Oranlar | | | | Kaynaklar |
|---|------------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| | Elastiklik oranı | Runkel oranı | Keçeleşme oranı | Rijidite katsayısı | |
| Zeytin (<i>Olea europaea</i>) | 57,07 | 0,78 | 44,76 | 21,46 | - |
| Yenedünya (<i>Eriobotrya japonica</i>) | 39,51 | 1,58 | 69,17 | 30,24 | - |
| Hırnık (<i>Diospyros lotus</i>) | 36,44 | 1,86 | 58,66 | 31,78 | - |
| Adi ceviz (<i>Juglans regia</i>) | 57,93 | 0,72 | 63,87 | 21,03 | Alkan ve ark., 2003 |
| Kivi (<i>Actinidia deliciosa</i>) | 61,99 | 0,61 | 44,03 | 19,00 | Yaman ve Gencer, 2005 |
| Trabzon hurması (<i>Diospyros kaki</i>) | 54,30 | 0,84 | 41,98 | 22,85 | Tutuş ve ark., 2014 |
| Yabani kızılılık (<i>Cornus australis</i> L.) | 51,88 | 1,16 | 52,84 | 30,18 | Gençer ve Aksoy, 2017 |
| Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i> L.) | 50,37 | 0,99 | 55,09 | 24,81 | Gençer ve ark., 2018 |

jit lifler (30'dan düşük) olmak üzere dört grupta değerlendirilmektedir (Kırcı, 2018). Buna göre; özellikle, elastiklik oranı 75'ten büyük olan lifler, odununun yoğunluğu düşük, ince çeperli, kolay yassılaşılabilen daha iyi bağlanma sağlayan yüzeylere sahip olan ve dolayısıyla iyi direnç özelliği veren lifler sınıfındadır (Göksel, 1986). Bu değerlendirmeye göre bu çalışmada araştırılan hırnık ve yenidoğya gövde odunları lifleri elastiklik oranı 30-50 arasında olan rijit lifler, zeytin gövde odunu lifleri ise elastiklik oranı 50-75 arasında olan esnek lifler grubunda yer almaktadır. Kâğıt hamuru üretiminde çok esnek ve esnek lifler tercih edildiği için (Kırcı, 2018) zeytin gövde odunu lifleri kullanımının kâğıt üretimine uygun olduğu söylenebilir. Hırnık ve yenidoğya gövde odunları lifleri, kâğıt hamuru üretimi için yeterli esnekliğe sahip olmadıkları için kâğıt üretimi yerine yine lifsel ham madde olarak lif levha ya da mukavva üretimi gibi diğer alanlarda değerlendirilebilir.

Runkel oranı, lifin kâğıt üretimi için uygunluğunun bir ölçüsüdür (Bolade-Mercy ve ark. 2017). Runkel oranına göre lifler; kalın çeperli lifler, orta kalın çeperli lifler ve ince çeperli lifler olmak üzere üç grupta değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre Runkel oranı 1'den küçük olan lifler, ince çeperli esnek lifler sınıfında yer almakta olup kâğıt üretimi sırasında daha kuvvetli lifler arası bağlantılara sahiptir (Kırcı, 2018). Ayrıca Bozkurt ve Erdin (1989), yapraklı ağaçların Runkel oranının 1'den küçük olması durumunda kâğıt yapımında tercih edildiklerini belirtmektedirler. Tablo 3'te görüldüğü gibi bu çalışmada, hırnık ve yenidoğya ağaçlarının gövde odunu liflerinin Runkel oranının 1'den büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin ağacı gövde odunu liflerinin Runkel oranı 1'den küçük olduğu ve ince çeperli esnek lifler sınıfında yer aldığı için kâğıt üretimine uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Lif uzunluğunun lif genişliğine oranlanması ile hesaplanan keçeleşme oranının yapraklı ağaç odunları için 70'in altında, çoğu iğne yapraklı ağaç odunları için ise 100'ün üzerinde olduğu bildirilmiştir. Keçeleşme oranının 70'ten düşük olması kâğıdın direnç özelliklerinin azalmaya başladığını göstermektedir (Bostancı, 1987; Kırcı, 2018). Üç meyve ağacı arasında yenidoğya ağacı gövde odunu liflerinin keçeleşme oranının (69,17) bu sınır değere çok yakın olduğu; hırnık ve zeytin ağaçları gövde odunu liflerinin keçeleşme oranlarının (44,76- 58,66) ise 70'in altında olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Rijidite katsayısı, lif çeper kalınlığı ile ilişkili olup (Gençer ve ark., 2018) bu değerin düşük olmasının üretilecek kâğıdın kopma ve patlama dirençlerini olumlu yönde etkilediği (Gürboy, 2007), yüksek

olmasının kâğıdın fiziksel direnç özelliklerini olumsuz etkilediği (Göksel, 1986; Alkan ve ark., 2003) belirtilmektedir. Bu çalışmada en düşük rijidite katsayısı (21,46) zeytin gövde odunundan en yüksek rijidite katsayısı (31,78) ise hırnık gövde odunundan elde edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Üç meyve ağacı gövde odunu için yapılan anatomik ve morfolojik değerlendirmeler ile şu sonuçlara ulaşılmıştır. Hırnık ve yenidoğya gövde odunlarının hacim yoğunluk değerleri birbirine çok yakın değerlerde iken zeytin gövde odununun hacim yoğunluk değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dağınık traheli odun, paratraheal ve apotraheal boyuna paranzim hücreleri, üniseri ve biseri heteroselüler özışını hücreleri her üç meyve ağacı gövde odunlarının ortak anatomik özellikleri arasında yer almaktadır. Diğer iki türden farklı olarak yenidoğya odununun trahelerinde spiral kalınlaşma ve boyuna paranzimlerinde odacıklı kristallere rastlanılmıştır. Trahe boyutlarındaki farklılığın zeytin ve yenidoğya ağaçları gövde odunları için oldukça belirgin olduğu ve yenidoğya gövde odununun 1 mm²'deki trahe sayısının hırnık ve zeytin ağaçlarından oldukça fazla olduğu belirlenmiştir. Üç meyve ağacının gövde odunlarının lif uzunluğu ve lif çeper kalınlıklarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu, zeytin ağacı gövde odunu liflerinin hırnık ve yenidoğya gövde odunu liflerine nazaran nispeten daha geniş lif ve lümenlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Kâğıt üretimine uygunluk açısından önemli bulunan oranlara bakıldığında; üç meyve ağacının gövde odunları içerisinde sadece zeytin ağacının gövde odunu liflerinin esnek lifler sınıfında yer aldığı ve Runkel oranının 1'den düşük olduğu belirlenmiştir. Zeytin odunu lifleri ince çeperli esnek lifler sınıfında olup bu değerler ile kâğıt üretimine daha uygun bulunmuştur. Üç meyve ağacı arasında hırnık ve zeytin ağaçları gövde odunu lifleri keçeleşme oranlarının ana değerinin 70'ten çok daha düşük olduğu; yenidoğya ağacı gövde odunu liflerinin keçeleşme oranının ise bu sınır değere oldukça yakın olduğu bulunmuştur. En yüksek rijidite katsayısı hırnık gövde odunundan en düşük rijidite katsayısı ise zeytin gövde odunundan elde edilmiştir. Genel olarak kâğıt üretimi açısından düşünüldüğünde, zeytin ağacı gövde odununun diğer meyve ağaçları gövde odununa kıyasla kâğıt hamuru üretimine daha uygun bir tür olduğu, hırnık ve yenidoğya gövde odununun lifsel ham madde olarak diğer alanlarda değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Alkan, Ç., Eroğlu, H., Yaman, B. 2003., Türkiye'deki Bazı Odunsu *Angiospermae* Taksonlarının Lif Morfolojileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 5(5), 102-108.
- Anonim, 1976. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyle İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistiksel Tablolara ve Dinamik Sorgulama. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Ziyaret tarihi: 14.03.2019).
- Bab, 2000. Bs200Pro Image System Software ISO 9001:2000
- Balcı, M. A., 2015. Trabzon İli Merkez İlçede Yetişen Yenidünya Genotiplerinin (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Pomolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1. Cilt, Kütüphane Matbaası, İstanbul.
- Bolade-Mercy, O., Joseph-Adeola, F., Amos-Olajide, O., Babatunde, A., James-Sunday, F., 2017. Evaluation Of Fiber Characteristics Of Ricinodendron Heudelotii (Baill, Pierre Ex Pax) For Pulp And Paper Making. *International Journal of Science and Technology*, Volume 6, No. 1, January.
- Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No:114/13, Trabzon.
- Bozkurt, A. Y., Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4263, Fakülte Yayın No: 466, İstanbul.
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 3944, Fakülte Yayın No: 436, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1989. Odunsu lifler ve tanımı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 39(4), 1-16.
- Çanakçıoğlu, D., 2015. *Diospyros lotus* L. (küçük meyveli Trabzon hurması) ile *Diospyros kaki* L. (büyük meyveli Trabzon hurması) Odunlarının Anatomik Yapıları. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Durmuş, E., Yiğit, A., 2003. Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (Fırat University Journal Of Social Science)*, 13(2), 23-54.
- Düzkal, G., Bektaş, İ., Tunç, H. H., Doğanlar, Y., 2015. Zeytin ağacı (*Olea europaea*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi* 10(2), 29-35.
- Ercişli, S., 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4), 419-435.
- Erşen-Bak, F., 2006. Türkiye'de Yetişen Oleaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Fuentes-Talavera, F. J., Silva-Guzmán, J. A., Rodríguez-Anda, R., Lomeli-Ramírez, M. G., Sanjuán-Dueñas, R., Richter, H. G., 2011. Strength properties and natural durability of Avocado (*Persea americana* Mill.) branch wood. *Madera y Bosques*, 17(1), 37-47.
- Gencer, A., 2015. The utilization of Kiwi (*Actinidia deliciosa*) pruning waste for kraft paper production and the effect of the bark on paper properties. *Drewno* 58(194) DOI: 10.12841/wood.1644-3985.084.08
- Gençer, A., Özgül, U., 2015. Yaygın fındık (*Corylus avellana* L.) odunundan soda yöntemi ile kâğıt hamuru üretim parametrelerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 16(2), 159-163.
- Gençer, A., Özgül, U., 2016. Utilization of common hazelnut (*Corylus avellana* L.) prunings for pulp production. *Drvna industrija* 67(2), 157-162.
- Gençer, A., Özgül, U., Onat, S. M., Gündüz, G., Yaman, B., Yazıcı, H., 2018. Chemical and morphological properties of apricot wood (*Prunus armeniaca* L.) and fruit endocarp. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20(2), 205-209.
- Gençer, A., Aksoy, H., 2017. Yabani kızılıncık (*Cornus australis* L.) odunundan kâğıt üretimi ve kabuğun kâğıt özelliklerine etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 18(2), 186-191.
- Gerçek, Z., 2011. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Egzotik Gymnospermae (Açık Tohumlular) Taksonlarının Odun Atlası, Trabzon, Türkiye, KTÜ Basımevi.
- Göksel, E., 1986. Pamuk saplarının selüloz ve kâğıt endüstrisinde kullanım olanakları üzerine araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt: 36, Sayı:1, 38-54.
- Gül, M., Akpınar, M. G., 2006. Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 15-27.
- Gündüz, G., Yıldırım, N., Şirin, G., Onat, S. M., 2009. Ak Dut Ağacının Anatomik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi* 5(1), 131-149.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T., (edlr), 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Güney, M., 2008. Artvin Demirkent Yöresinde Zeytin Verimi ve Toprak Özelliklerinin Yükseltiyeye Göre Değişimi. Yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.

- Gürboy, B., 2007. Kuzey Kıbrıs'ta Doğal Olarak Yetişen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Lif Morfolojisi. *Turkish Journal of Forestry* 2, 119-127.
- Habib-Ul-Hassan, W. M., Ahmad, N., Tariq, A., Khan, I., Akhtar, N., Jan, S., 2015. Indigenous uses of the plants of Malakand valley, district Dir (Lower), Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Pakistan Journal of Weed Science Research* 21(1), 83-99.
- Ives, E., 2001. A Guide to Wood Microtomy: Making Quality Microslides of Wood Sections, Ipswich, United Kingdom.
- Kesik, H. İ., Kaymakçı, A., Çağatay, K., Olgun, C., Tor, O., 2017. Physical, Chemical and Mechanical Properties of Orange (*Citrus X sinensis* (L.) Osbeck) Wood, Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu, 10-12 Nisan, Kastamonu-Turkey, s. 1627-1633.
- Kırcı, H., 2018. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları Serisi, Geliştirilmiş 6. Baskı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Kiaei, M., Bakhshi, R., 2014. Radial variations of wood different properties in *Diospyros lotus*. *Forest Systems*, 23(1), 171-177.
- Lin, B., He, B., Liu, Y., Ma, L., 2014. Correlation analysis for fiber characteristics and strength properties of softwood kraft pulps from different stages of a bleaching fiber line. *BioResources* 9(3), 5024-5033.
- Lin, S., Sharpe, R. H., Janick, J., 1999. Loquat: Botany and Horticulture. In: Jules Janick (Ed.), Horticultural Reviews, Volume 23, ISBN 0-471-25445-2, John Wiley & Sons, Inc., pp. 233-276.
- Mamıkoğlu, N. G., 2017. Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıkları, 7. Basım, Kırmızı Kedi Yayınevi, İstanbul.
- Mansour-Gueddes, S. B., Saidana, D., Cheraief, I., Dkhilali, M., Braham, M., 2018. Biochemical, mineral and anatomical characteristics of the olive tree cv. Chetoui growing in several Tunisian areas. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(2), 49-70. DOI: 10.24326/asphe.2018.2.5
- Merev, N., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, Trabzon, Türkiye, KTÜ Basımevi.
- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Noda, E., Aoki, T., Minato, K., 2002. Physical and chemical characteristics of the blackened portion of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*). *Journal of Wood Science*, 48(3), 245-249.
- Normand, D., 1972. "Manuel d'identification des bois commerciaux," Tome 1, Généralités, Nogent-sur-Marne, France: Gerdat-Cftf.
- Öztürk, A., Serttaş, S., 2018. Karadeniz Bölgesi Meyveciliğinin Mevcut Durumu ve Potansiyeli. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(4), 11-20.
- Passialis, C. N., Grigoriou, A. H., 1999. Technical properties of branch-wood of apple, peach, pear, apricot and cherry fruit trees. *Holz als Roh-und Werkstoff*; 57(1), 41-44.
- Rauf, A., Uddin, G., Patel, S., Khan, A., Halim, S. A., Bawazeer, S., Ahmad, K., Muhammad, N., Mubarak, M. S. 2017. Diospyros, an under-utilized, multi-purpose plant genus: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 91, 714-730.
- Rhizopoulou, S., 2007. *Olea europaea* L. A botanical contribution to culture. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 2(4), 382-387.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin lif ve kağıt teknolojisi yönünden incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40(1).
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L., 2014. Ekolojik Faktörlerin Odun Özelliklerine Etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancilık Dergisi* 10(1), 84-96.
- Tous, J., Ferguson, L., 1996. Mediterranean fruits. p. 416-430. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Özdemir, F., Yılmaz, U., 2014. Kahramanmaraş Koşullarında Yetişen Trabzon Hurma Ağacı (*Diospyros kaki*)'nin Kağıt Hamuru ve Kağıt Üretiminde Değerlendirilmesi, II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, 22-24.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santas, P., Santas, R., 2004. Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products*, 19(3), 245-254.
- Walia, Y. K., 2013. Chemical and physical analysis of *Morus nigra* (Black mulberry) for its pulpability. *Asian Journal of Advanced Basic Sciences* 1(1), 40-44.
- Wheeler, E. A., Baas, P., Gasson, P. E. (Eds), 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin n.s.*, 10(3), 219-332.
- Yaman, B., Gencer, A., 2005. Trabzon Koşullarında Yetiştirilen Kiwi Bitkisi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson)'nin Lif Morfolojisi. *Turkish Journal of Forestry* 2, 149-155.
- Zobel, B. J., Van Buijtenen, J. P., 1989. Wood Variation: Its Causes and Control. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Antalya ve Eğirdir orman fidanlıklarında bazı yabancı ot mücadele yöntemlerinin fidan gelişimi ve fidanlık maliyetlerine etkileri

Effects of some weed control methods on seedling growth and nursery costs at Antalya and Eğirdir forest nurseries

Ali KAVGACI¹
Ersin YILMAZ¹
Ufuk COŞGUN²
Serpil ERKAN¹
Abdurrahman ÇOBANOĞLU¹
Selma COŞGUN³
Melihat TERZİ⁴
Alime Küçük DİVRİK⁵
Ayşe YAZLIK⁶

¹ Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, ANTALYA

² Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, KARABÜK

³ Barış mah. Şehirkent sitesi, A Blok, 2/A, Safranbolu, KARABÜK

⁴ Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, ANTALYA

⁵ Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, ISPARTA

⁶ Düzce Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, DÜZCE

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Ali KAVGACI

alikavgaci1977@yahoo.com

Geliş tarihi (Received)

07.01.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

30.04.2019

Atıf (To cite this article): KAVGACI, A , YILMAZ, E , COŞGUN, U , ERKAN, S , ÇOBANOĞLU, A , COŞGUN, S , TERZİ, M , KÜÇÜK DİVRİK, A , YAZLIK, A . (2019). Antalya ve Eğirdir orman fidanlıklarında bazı yabancı ot kontrol yöntemlerinin fidan gelişimi ve fidanlık maliyetlerine etkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 152-166.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.509232>



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma ile Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidan üretim alanlarında sorun olan yabancı otlar ile mücadelede herbisit ve solarizasyon uygulamalarının fidan gelişimlerine, fidan yaşama oranlarına ve fidanlık maliyetlerine etkileri belirlenmiştir. Araştırma Eğirdir ve Antalya Orman Fidanlıklarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda üç farklı etken maddeye sahip herbisitler ve solarizasyon uygulamaları yer almıştır. Uygulamaların maliyet analizleri aynı fidanlıklarda uygulanan mekanik mücadele yöntemi ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Herbisit uygulamaları sonucunda yabancı otlarda kontrol sağlanmış olsa da uygulamaların Toros sediri ve kızılçam fidan gelişimi ve yaşam oranlarını düşürdüğü belirlenmiştir. Solarizasyon uygulaması ise yabancı otların örtme derecesini çok yüksek oranda etkilemezken, fidan gelişimi ve yaşama oranlarında artış tespit edilmiştir. Maliyet analizi sonucunda ise herbisit uygulamalarının fidanlık maliyetlerini azalttığı belirlenmiştir. Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde; orman fidanlıklarında yabancı otlardan kaynaklanan yüksek maliyet değerlerinin düşürülmesi için herbisit kullanımının ekonomik olacağı ancak bu aşamada fidan sayısı ve gelişimi üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı bir öneride bulunulamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle fidanlıklarda ruhsatlı herbisitlerin kullanımına yönelik araştırmalara devam edilmesi gereklidir.

Anahtar kelimeler: Fidanlık, herbisit, mücadele, maliyet, solarizasyon, yabancı ot.

Abstract

In this work, the effects of herbicides and solarization on weeds at Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) and Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) seedling beds were observed, their effects on seedling emergences and growths were measured and they were assessed in terms of nursery costs. The studies were realized at Eğirdir and Antalya Forest Nurseries. The applications were carried out with three different herbicides including different active substances and solarization. Cost analysis of these applications were done by comparing them with the costs of mechanical treatments. Although herbicides generally affected the occurrence and coverage of weeds, the results were negative in terms of seedling emergences and growths of Taurus cedar and Turkish red pine seedlings. Solarization did not affect the coverage of weeds significantly whereas an increase at seedling emergence and growth was determined. In terms of cost analysis, it was seen that herbicide applications decrease the nursery costs. For a general assessment, to reduce the nursery costs, herbicide applications would be more economic than mechanical applications but at this stage it would not be possible to suggest any herbicide due to their negative effects on seedling survival and growth. At this context, researches with licensed herbicides should be increased to see their positive effects on seedling emergence and growth.

Keywords: Nursery, herbicide, management, cost, solarization, weeds.

1. Giriş

Türkiye, 10.000'in üzerinde iletim demetli bitki ve yaklaşık %30 endemizm ile zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir (Güner ve ark., 2012). Bu zenginliğin korunması ve sürdürülebilirliği için en önemli habitatlardan biri olan orman ekosistemlerinin korunması ve süreklilik arz etmesi önemlidir. Türkiye yüz ölçümünün yaklaşık %28,6'sı (22.342.935 ha) ormanlarla kaplıdır ancak bu alanın büyük bölümü bozuk orman karakterindedir (Anonim, 2015). Bu durum dikkate alındığında orman alanlarının korunması, ormanların sürekliliği ve verimliliğinin artırılması için gerekli önlemlerin alınması ve ağaçlandırmaların devamlılığı gereklidir. Ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak fidanlar ise morfolojik ve fizyolojik olarak üstün kaliteli özelliklere sahip olmalıdır (Öztürk ve Deligöz, 2018). Ancak kaliteli fidan üretiminde pek çok unsur önemli rol oynar ve bu unsurları etkileyen en önemli etkenlerden biri de fidan üretim alanlarında karşılaşılan yabancı otlardır (Gökdemir, 1998; Coşgun ve ark., 2002; Öztürk ve Deligöz, 2018).

Tarım ve tarım dışı alanlarda yetişmesi istenilmeyen bitki türleri olarak bilinen yabancı otlar çevrelerindeki diğer bitkiler ile su, ışık ve besin maddesi yönünden rekabete girerek bitkisel gelişimi etkileyebilmektedirler. Bununla birlikte bu bitkiler hastalık ve zararlılara konukçuluk yaparak ikincil sorunlara neden olabilmekte, bitkisel üretim miktarlarını ciddi oranda azaltabilmekte, işçilik ve üretim maliyetleri bakımından da ciddi ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Gökdemir, 1998; Eşen ve Yıldız, 2000; Yazlık ve Tepe 2001; Eşen ve ark. 2005; Gündüz ve ark., 2006; Şanlı ve ark., 2009). Örneğin yabancı otların sadece tarım arazilerine verdiği zarar toplamının 125 milyon ton ürün kaybına neden olduğu ve bu kaybın 250 milyon insan için besin kaynağı oluşturabileceği bildirilmiştir (Anonim, 1994).

Yabancı otlar orman fidanlıklarındaki üretim çalışmalarında da problemlere neden olmaktadır (Gökdemir, 1998; Coşgun ve ark., 2002; Öztürk ve Deligöz, 2018). Fidan üretimi yapılan alanlarda yabancı otlar orman ağacı fidanlarına oranla 2-3 kat daha fazla su ve besin maddesi kullanmaktadır (Mathers, 1999). Türkiye'deki orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadele genellikle elle yolma, biçme, toprak işleme ve çapalama gibi kültürel ve mekanik yöntemler şeklinde gerçekleştirildiği ve bu çalışmalarda işçilik giderlerinin de %70'e varan oranlarda olduğu bildirilmektedir (Gökdemir, 1998, 2007; Coşgun ve ark., 2002). Ayrıca fidan üretimi yapan küçük işletmelerde harcanan iş gücünün %40 oranında yabancı otlarla mücadeleye

harca edildiği (Anonim, 1994) ve kalifiye işçi bulmadaki güçlükler sebebi ile yabancı otlarla mücadelede ilave zorluklar ortaya çıktığı vurgulanmaktadır (Coşgun ve ark., 2002). Bu durumlar dikkate alındığında, fidan üretim çalışmaları için yabancı otlarla mücadelenin ve mücadele yöntemlerinin çeşitliliği konusunda yapılacak çalışmaların gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Yabancı otlarla mücadelede pek çok yöntem (kültürel, fiziksel, mekanik, vb.) olmasına rağmen bu yöntemler arasında hızlı sonuç vermesi ve işçilik maliyetlerinin daha az olması sebebi ile en çok kullanılanları herbisitler (yabancı ot öldürücü ilaçlar) ile uygulanan kimyasal mücadeledir (Delen ve ark., 2005; Parlak, 2016). Herbisitler tarımsal üretim alanlarında, endüstriyel plantasyonlar ve fidanlıklar başta olmak üzere ormancılık uygulamalarında, park-bahçe düzenlemelerinde, yol kenarı bakımları, hava alanı ve tren yolları gibi alanlarda oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir (Cobb ve Reade, 2010; Günçan ve Karaca, 2018). Ancak herbisitlerin yoğun veya hatalı uygulamalarından kaynaklanan çevresel ve sosyoekonomik etkilerinin önüne geçebilmek için bilinçli kullanılması (örneğin etiket bilgilerinin dikkate alınması, ruhsatlı preparatların kullanılması, doğru kalibrasyon vb.) gerekmektedir (Dişbudak, 2008; Kegley ve ark., 2010; Yazlık ve Üremiş, 2017; Günçan ve Karaca, 2018). Öte yandan, kimyasal yapıları ve doğaya verdikleri zararlar nedeniyle doğal alanlarda kullanımları sakıncalı olup bu alanlarda kullanımlarından özenle kaçınmak gerekmektedir (Kegley ve ark., 2010; Boydak ve Çalışkan, 2014).

Yabancı otlarla mücadelede kullanılan bir diğer yöntem de solarizasyon uygulamasıdır (Arslan, 2011). Fiziksel mücadele yöntemleri arasında yer alan bu uygulamada, solarizasyon yapılacak alan toprak doygunluğuna kadar sulanmakta, toprak yüzeyi plastik bir kapama materyali yardımıyla kapatılmakta ve güneşin ısıtıcı etkisinden yararlanılmaktadır (Arslan, 2011). Özellikle tarımsal üretim alanlarında oldukça geniş kullanım alanlarına sahip (Asav ve Kadioğlu, 2009; Arslan, 2011) olan bu yöntem sayesinde toprakta oluşan yüksek sıcaklık, bitkilerle birlikte fungal patojen ve böcekler gibi zararlı diğer etmenlerin ortamdaki uzaklaşmasını sağlamaktadır. Herbisitlerin aksine doğal bir mücadele yöntemi olan bu uygulama ile faydalı mikroorganizma faaliyetinin arttığı ve bu etkinin iki yıl devam ettiği, ayrıca solarizasyon sonrası bitkilerin daha iyi gelişerek çiçeklenme sayısının arttığı bildirilmiştir (Katan'a (1988) atfen Moya ve Furukawa, 2000; Arslan, 2011). Ancak Türkiye'de orman fidanlıklarındaki üretim çalışmalarında solarizasyon uygulamasının kullanımına yönelik bir

çalışmaya rastlanmamıştır.

Yabancı otlar ile mücadelede bahsi geçen yöntemler bulunmasına rağmen Türkiye’de orman fidanlıklarında kültürel ve mekanik mücadeleye ek olarak uygulanabilecek yabancı ot mücadele yöntemleri konusunda bilgiler çok sınırlıdır. Buna ek olarak Türkiye’de orman fidanlıklarında sorun olan çok yıllık yabancı otlara yönelik ruhsatlı herbisit bulunmamaktadır (Günca ve Karaca, 2018). Ayrıca orman fidanlıklarında herbisit kullanımına yönelik standart ilaçlama deneme metodu da henüz oluşturulmamıştır.

Tüm bu durumları dikkate alarak planlanan çalışma ile Eğirdir Orman Fidanlığında Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Antalya Orman Fidanlığında kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ekim yastıklarında yabancı otlarla mücadelede; (i) farklı etken maddeli herbisitlerin ve solarizasyon uygulamasının fidan gelişimi ve yaşam oranlarına etkisini tespit etmek ve (ii) uygulamaların fidanlık maliyetleri açısından analizini yaparak orman fidanlıklarında yabancı otlarla mücadelede kullanılacak/önerilebilecek veriler elde etmek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Batı Akdeniz bölgesinde Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğü çıplak köklü sedir fidanı üretimi yapılan ekim yastıkları ile Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Antalya Orman Fidanlık Müdürlüğü çıplak köklü kızılçam fidanı üretimi yapılan ekim yastıklarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın temel materyallerini Toros sediri ve kızılçam türlerine ait tohumlar, herbisitler (Linuron, Metolachlor+Benoxacor ve Halosulfuron-methyl), siyah PVC polietilen örtü ve motorlu sırt pülverizatörü oluşturmuştur. Denemeler 20 m x 1,2 m yastıklarda (24 m²) tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim yastıklarının hazırlanması, kullanılan tohum miktarı ve ekimin yapılmasında her iki fidanlıkta uygulanan rutin uygulama takip edilmiştir.

Herbisit denemelerinde her bir herbisit için üç farklı doz kullanılmıştır. Buna göre dozlar herbisit etiketlerinde önerilen doz (1 doz), önerilen dozun yarısı (0,5 doz) ve önerilen dozun bir buçuk katı olacak şekilde belirlenmiştir. Denemelerde ayrıca herbisit uygulaması yapılmayan yastıklar da yer almış ve bu parseller kontrol olarak değerlendirilmiştir. Herbisitler Toros sediri ve kızılçam ekim yastıklarına; ekim öncesi (Metolachlor+Benoxacor-MetBen), ekim sonrası (Linuron, Metolachlor+Benoxacor ve Halosulfuron-methyl-HalMet) ve çıkış sonrası

(yabancı otlar 2-4 yaprak - Linuron ve Halosulfuron-methyl) olmak üzere üç dönemde uygulanmıştır. Herbisit uygulamaları her bir herbisit için belirtilen dönemlerde (ekim öncesi, ekim sonrası ve çıkış sonrası) bir kez yapılmıştır.

Yabancı ot tohumlarının yüksek sıcaklık uygulamasıyla (güneş enerjisi) kontrolünün sağlanması amacıyla ele alınan solarizasyon uygulamasında ise ekim yastıkları ekim öncesinde, yastıkların dinlenmeye bırakıldığı dönemde, toprak doygunluğuna kadar sulanmış, siyah PVC malzemeyle kaplanmış ve yastıklar belirli aralıklarla açılarak sulanmıştır. Bu uygulama sadece Antalya Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir.

Değerlendirmelerde yabancı otların örtme derecelerini belirlemek amacıyla her parselde beş adet olacak şekilde 1 m x 1,2 m (1,2 m²) büyüklüğünde örnek alan alınmış ve bu örnek alanlardaki ölçümler toplam yüz bölümden (12x10 cm) oluşan bir karelaj yardımıyla yapılmıştır. Bitkilerin örnek alandaki toplam örtme derecesi ve her bir bitkinin örtme derecesi bu karelaj sistemindeki toplam bulunma sayısının yüzde cinsinden ifadesi olarak tespit edilmiştir. Değerlendirmelerde ayrıca her bir uygulamadaki fidanların yaşama yüzdeleri (%) ve bu fidanların boy (cm) ve kök boğazı çapı (mm) gelişimlerine yönelik ölçümler, fidan sökümünden hemen önce yapılmıştır.

Çalışmada maliyetleri ortaya koymak amacıyla her bir uygulama için iş-zaman analizleri hesaplanmıştır. Fidanlıklara göre bitkiler farklılık gösterdiği için mekanik mücadeleye ait iş-zaman analizi her bir fidanlık için ayrı ayrı hesaplanmış, herbisit ve solarizasyona yönelik olarak ise tek bir iş-zaman analizi yapılmıştır.

Herbisit maliyet hesaplarında, kullanılan ekipman, ekipmanın hazırlığı, işçilik uygulama süreleri ve işçilik maliyetleri hesaplanmıştır. Solarizasyon işlemi ise ekim yastığının toprak doygunluğuna kadar sulanması, ardından PVC örtü ile kaplanması, PVC malzeme maliyeti ve alanın tesisinde işçilik süresi ve işçi sayısı değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Mekanik mücadele maliyetinde ise hesaplamalar, doğrudan malzeme giderleri ile ücret ve maaş kalemlerinden hareketle yapılmıştır.

Elde edilen verilerin analizi SPSS paket programı (IBM, 2016) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilere normallik testi uygulanmış ve normal dağılım göstermeyen verilere dönüşüm (logaritmik) uygulanmıştır. Uygulamalar arasında fark olup olmadığını belirlemek için varyans analizi (Anova testi) yapılmıştır. Fark olması durumunda farklı işlem gruplarını belirleyebilmek için Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında yapılan yabancı ot tespiti çalışmaları sonucunda Antalya Orman Fidanlığındaki kızılçam ekim yastıklarında 14 familyadan 22 bitki taksonu tespit edilmiştir (Tablo 1). En fazla takson sayısı sırasıyla Asteraceae (%23), Poaceae (%18) ve Brassicaceae (%9) familyalarında bulunurken bitkilerin %50'si diğer familyalardandır. Yabancı otların yaşam formları incelendiğinde ise %72 tek yıllık, %18 çok yıllık, %4 iki yıllık ve %4 çok yıllık form-

larına sahip oldukları anlaşılmıştır.

Eğirdir Orman Fidanlığı Toros sediri ekim yastıklarında ise 17 familyadan 32 bitki taksonu tespit edilmiştir (Tablo 2). Bu bitkilerin %13'ü Poaceae familyası bireylerinden oluşurken eşit sayıda takson barındıran Asteraceae, Brassicaceae, Fabaceae ve Polygonaceae familyalarına ait taksonların toplam oranı %37'dir. Yaşam formları incelendiğinde ise bitkilerin %75'inin tek yıllık, %19'unun çok yıllık ve %6'sının ise geofit olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Antalya Orman Fidanlığı kızılçam (*Pinus brutia*) ekim yastıklarında rastlanılan yabancı otlar
Table 1. Weeds on the Turkish red pine (*Pinus brutia*) sowing beds at Antalya Forest Nursery

| No | Biti adı | Familya | Yaşam Formu | No | Bitki adı | Familya | Yaşam Formu |
|----|-----------------------------------|----------------|-------------|----|---|----------------|-------------|
| 1 | <i>Amaranthus retroflexus</i> | Amaranthaceae | Tek yıllık | 12 | <i>Lamium amplexicaule</i> | Lamiaceae | Tek yıllık |
| 2 | <i>Anthemis pseudocotula</i> | Asteraceae | Tek yıllık | 13 | <i>Mercurialis annua</i> | Euphorbiaceae | Tek yıllık |
| 3 | <i>Calendula arvensis</i> | Asteraceae | Tek yıllık | 14 | <i>Poa annua</i> | Poaceae | Tek yıllık |
| 4 | <i>Calystegia sylvatica</i> | Convolvulaceae | Çok yıllık | 15 | <i>Polygonum aviculare</i> | Polygonaceae | Tek yıllık |
| 5 | <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Brassicaceae | Tek yıllık | 16 | <i>Portulaca oleracea</i> | Portulacaceae | Tek yıllık |
| 6 | <i>Chenopodium album</i> | Chenopodiaceae | Tek yıllık | 17 | <i>Psoralea bituminosa</i> | Fabaceae | Tek yıllık |
| 7 | <i>Cynodon dactylon</i> | Poaceae | Çok yıllık | 18 | <i>Raphanus raphanistrum</i> | Brassicaceae | Tek yıllık |
| 8 | <i>Cyperus rotundus</i> | Poaceae | Çok yıllık | 19 | <i>Senecio vulgaris</i> | Asteraceae | Tek yıllık |
| 9 | <i>Fumaria capreolata</i> | Papaveraceae | Tek yıllık | 20 | <i>Sonchus asper</i> | Asteraceae | Tek yıllık |
| 10 | <i>Heliotropium hirsutissimum</i> | Boraginaceae | Tek yıllık | 21 | <i>Sorghum halepense var. halepense</i> | Poaceae | Çok yıllık |
| 11 | <i>Lactuca serriola</i> | Asteraceae | İki yıllık | 22 | <i>Veronica sp.</i> | Plantaginaceae | Tek yıllık |

Tablo 2. Eğirdir Orman Fidanlığı Toros sediri (*Cedrus libani*) ekim yastıklarında rastlanılan yabancı otlar
Table 2. Weeds on the Taurus cedar (*Cedrus libani*) sowing beds at Eğirdir Forest Nursery

| No | Bitki adı | Familya | Yaşam Formu | No | Bitki adı | Familya | Yaşam Formu |
|----|-----------------------------------|------------------|-------------|----|--------------------------------|------------------|-------------|
| 1 | <i>Anagallis arvensis</i> | Primulaceae | Tek yıllık | 17 | <i>Onobrychis sp.</i> | Fabaceae | Tek yıllık |
| 2 | <i>Capsella bursa-pastoris</i> | Brassicaceae | Tek yıllık | 18 | <i>Onosma sp.</i> | Boraginaceae | Tek yıllık |
| 3 | <i>Cardaria draba</i> | Brassicaceae | Tek yıllık | 19 | <i>Papaver somniferum</i> | Papaveraceae | Tek yıllık |
| 4 | <i>Catapodium rigidum</i> | Poaceae | Tek yıllık | 20 | <i>Plantago lanceolata</i> | Plantaginaceae | Çok yıllık |
| 5 | <i>Chenopodium album</i> | Chenopodiaceae | Tek yıllık | 21 | <i>Poa annua</i> | Poaceae | Tek yıllık |
| 6 | <i>Cirsium arvense</i> | Asteraceae | Çok yıllık | 22 | <i>Polygonum lapathifolium</i> | Polygonaceae | Tek yıllık |
| 7 | <i>Convolvulus arvensis</i> | Convolvulaceae | Çok yıllık | 23 | <i>Rumex crispus</i> | Polygonaceae | Çok yıllık |
| 8 | <i>Cyperus rotundus</i> | Poaceae | Çok yıllık | 24 | <i>Rumex tuberosus</i> | Polygonaceae | Geofit |
| 9 | <i>Daucus guttatus</i> | Apiaceae | Tek yıllık | 25 | <i>Scrophularia sp.</i> | Scrophulariaceae | Tek yıllık |
| 10 | <i>Equisetum ramosissimum</i> | Equisetaceae | Çok yıllık | 26 | <i>Senecio vulgaris</i> | Asteraceae | Tek yıllık |
| 11 | <i>Euphorbia helioscopia</i> | Euphorbiaceae | Tek yıllık | 27 | <i>Setaria viridis</i> | Poaceae | Tek yıllık |
| 12 | <i>Fumaria capreolata</i> | Papaveraceae | Tek yıllık | 28 | <i>Sinapis arvensis</i> | Brassicaceae | Tek yıllık |
| 13 | <i>Heliotropium hirsutissimum</i> | Boraginaceae | Tek yıllık | 29 | <i>Sonchus asper</i> | Asteraceae | Tek yıllık |
| 14 | <i>Lamium amplexicaule</i> | Lamiaceae | Tek yıllık | 30 | <i>Trifolium nigrescens</i> | Fabaceae | Tek yıllık |
| 15 | <i>Linaria simplex</i> | Scrophulariaceae | Tek yıllık | 31 | <i>Veronica polita</i> | Plantaginaceae | Tek yıllık |
| 16 | <i>Medicago minima</i> | Fabaceae | Tek yıllık | 32 | <i>Vincetoxicum canescens</i> | Asclepiadaceae | Geofit |

Antalya ve Eğirdir Orman Fidanlığında kızılçam ve Toros sediri fidan üretim parsellerinde yapılan uygulamalar, uygulamaların iş-zaman analizleri ve maliyet hesaplamalarına ait sonuçlar ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

3.1. Antalya Orman Fidanlığı kızılçam (*Pinus brutia*) fidan üretim alanında herbisit ve solarizasyon uygulamaları

Herbisit ve solarizasyon uygulamalarıyla kontrol parsellerinde bulunduğu tespit edilen bitkilerin

ortalama örtme dereceleri Tablo 3'te sunulmuştur. Ekim yastıklarında en fazla oranda tespit edilen *Cyperus rotundus* türü tüm uygulama sahalarda görülürken bu türü sırasıyla *Fumaria capreolata*, *Portulaca oleraceae*, *Senecio vulgaris*, *Capsella bursa-pastoris* ve *Sonchus asper* izlemiştir.

Herbisit etken maddelerinin bitkilere farklı etkiler göstermesinin bir sonucu olarak, yabancı otların örtme dereceleri açısından uygulamalar arasında önemli farkların bulunduğu anlaşılmıştır (Tablo 4 - $p \leq 0,05$). Benzer şekilde uygulamalar arasında fidan sayıları açısından da istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 4 - $p \leq 0,05$). Herbisit uygulamasıyla birlikte fidan sayısının kontrol ve solarizasyon uygulamalarına oranla önemli derecede düştüğü görülmüştür ($p \leq 0,05$). Bu noktada uygulanan herbisit dozunun da fidan sayısı üzerinde etkili olduğu, doz arttıkça fidan sayısının düştüğü tespit edilmiştir.

Fidan boyu açısından değerlendirme yapıldığında ise uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli farkların bulunduğu görülmüştür (Tablo 4 - $p \leq 0,05$). Herbisit uygulamalarına ait değerler genel olarak solarizasyon ve kontrol uygulamalarının gerisinde kalmıştır. Yalnızca ekim sonrası Met-Ben uygulaması solarizasyon ile aynı grupta yer almıştır. Herbisitlerin uygulanan dozları itibarıyla da fidan boyları arasında önemli farkların olduğu, herbisit dozu arttıkça fidan boyunun düştüğü tespit edilmiştir.

Yabancı otların mücadele uygulamalarının fidanların kök boğazı çapı üzerindeki etkisi incelendiğinde de uygulamalar arasında önemli farkların bulunduğu görülmektedir (Tablo 4 - $p \leq 0,05$). Herbisit uygulamaları genel olarak düşük çap gelişimine neden olurken, solarizasyon uygulaması en yüksek çap gelişimin gerçekleştiği uygulama olarak belirginleşmektedir.

Tablo 3. Farklı uygulamalar itibarıyla ekim yastıklarındaki bitkiler ve ortalama örtme dereceleri (%) (Antalya Orman Fidanlığı, K: Kontrol ES: Ekim sonrası, ÇS: Çıkış Sonrası - Veriler yüzde cinsinden bitkilerin ortalama örtme derecesini vermektedir.)

Table 3. Weeds and their mean covers (%) on the sowing beds by different application (Antalya Forest Nursery, PS: Post-sowing, PE: Post-emergence- Values represent the mean percentages of plant covers)

| Uygulama | S | K | Metolachlor+Benoxacor | | | | | | Linuron | | | Halosulfuron-methyl | | |
|--|------|------|-----------------------|------|------|---------|-----|-----|---------|------|-----|---------------------|------|------|
| | | | EÖ - PreS | | | ES / PS | | | ES / PS | | | ÇS / PE | | |
| Doz | | | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 8 | 13,4 | 9,2 | 1,8 | 1,5 | 4,1 | 1,4 | 2,7 | 47,7 | 55,9 | 55 | 8,9 | 15 | 24 |
| <i>Fumaria capreolata</i> | 7 | 21,4 | 14,7 | 1,1 | 0,1 | 0,7 | 0 | 0,3 | 6,5 | 5,5 | 2,3 | 7,9 | 7,3 | 20,6 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | 52,4 | 57,4 | 27,3 | 6,3 | 2,2 | 3,1 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0 | 50 | 59 | 70 |
| <i>Senecio vulgaris</i> | 0,2 | 7,4 | 21,7 | 6,8 | 4,9 | 5,3 | 0,8 | 0,4 | 2,5 | 0,1 | 0 | 15,9 | 13,5 | 1,1 |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | 2,1 | 16,1 | 16,1 | 4,3 | 2,5 | 0,5 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,9 | 8,2 | 6,3 |
| <i>Sonchus asper</i> | 0,2 | 18 | 18,1 | 3,3 | 3,5 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0,5 | 0,5 | 12 | 9,1 | 4,1 |
| <i>Veronica sp.</i> | 0 | 1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 3,9 | 1,4 |
| <i>Sorghum halepense</i> var. <i>halepense</i> | 0 | 0 | 1,7 | 10,3 | 15,3 | 16,3 | 2,5 | 0,5 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | 0,6 | 4,6 | 6 | 4,3 | 0,1 | 3,8 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 1,1 | 0,3 |
| <i>Lamium amplexicaule</i> | 0 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,6 | 0,7 | 0,9 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | 0 | 0,1 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0,7 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 1,2 | 1,3 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> | 0,3 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 |
| <i>Heliotropium hirsutissimum</i> | 0 | 0 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Psoralea bituminosa</i> | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mercurialis annua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calendula arvensis</i> | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,3 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anthemis pseudocotula</i> | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Poa annua</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| <i>Polygonum aviculare</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 |
| <i>Calystegia sylvatica</i> | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lactuca serriola</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kızılçam fidan üretim alanında herbisit ve solarizasyon uygulamaları kapsamında ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir;

Ekim sonrası Metolachlor+Benoxacor uygulamasının yabancı otların örtme derecesi üzerinde en etkili uygulama olduğu tespit edilmiştir (yabancı otların örtme oranı: %14). Ancak bu uygulamanın yapıldı-

ğın yastıklardaki fidan sayıları m²'de ortalama 166 olarak elde edilmiştir. Bu değerler kontrol parsellerine oranla (metrede ortalama 309 fidan) önemli derecede düşüktür. Benzer şekilde fidan boyu itibarıyla da ekim sonrası Metolachlor+Benoxacor uygulama sahasındaki fidanların boylarının (ortalama 11,04 cm) kontrol parsellerindeki fidanlara göre (13,11 cm) düşük olduğu belirlenmiştir. Ekim sonrası Metolachlor+Benoxacor uygulama sahasındaki fidanların çap gelişimi (ortalama 2,12 mm) ise kontrol parsellerindeki fidanlar ile yakın değerlere (2,21 mm) sahiptir ve bu değerler arasındaki fark önemsizdir.

Yabancı otlara etkisi bakımından benzer özellikler gösteren ekim öncesi Metolachlor+Benoxacor (%44) ve ekim sonrası Linuron (%57) uygulamalarının 1m'deki fidan sayıları da (sırasıyla 102 ve 92 adet fidan) kontrole ve solarizasyona göre çok düşüktür. Her iki uygulamadaki fidanların boy (sırasıyla ortalama 7,16 ve 9,56 cm) değerleri de kontrole (ortalama 13,11 cm) göre düşüktür. Fidanların çap gelişimi bakımından ise ekim öncesi Metolachlor+Benoxacor uygulaması yapılan sahadaki fidanların çapları (2,03 mm) kontrole (2,21 mm) göre oldukça düşük olsa da ekim sonrası Linuron uygulanan fidanların çap gelişimi (2,29 mm) daha yüksektir.

Tablo 4. Herbisit ile solarizasyon ve kontrol uygulamalarının fidan sayısı, fidan boyu, kök boğazı çapı ve yabancı otların örtme dereceleri açısından karşılaştırılması (1, 2, 3 ve 4 rakamları Duncan testi sonucunda ortaya çıkan farklı grupları temsil etmektedir)

Table 4. Comparison of herbicide, solarisation and control treatments in terms of seedling amount, seedling height, root collar diameter and weed cover (1, 2, 3 and 4 represent different groups obtained through Duncan test)

| Fidan sayısı (adet) | | | | | |
|---|---|----------|----------|----------|----------|
| Uygulama | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Linuron ekim sonrası | 9 | 92,5556 | | | |
| MetBen ekim öncesi | 9 | 102,0444 | | | |
| Halmet çıkış sonrası | 9 | 116,5111 | | | |
| MetBen ekim sonrası | 9 | | 165,9778 | | |
| Kontrol | 9 | | | 309,4000 | |
| Solarizasyon | 9 | | | | 395,2667 |
| Sig. | | ,166 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fidan boyu (cm) | | | | | |
| Uygulama | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| MetBen ekim öncesi | 9 | 7,1621 | | | |
| HalMet çıkış sonrası | 9 | | 9,1330 | | |
| Linuron ekim sonrası | 9 | | 9,5627 | | |
| MetBen ekim sonrası | 9 | | | 11,0360 | |
| Solarizasyon | 9 | | | 11,3738 | |
| Kontrol | 9 | | | | 13,1140 |
| Sig. | | 1,000 | ,453 | ,554 | 1,000 |
| Kök boğazı çapı (mm) | | | | | |
| Uygulama | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| MetBen ekim öncesi | 9 | 2,0272 | | | |
| HalMet çıkış sonrası | 9 | 2,1002 | | | |
| MetBen ekim sonrası | 9 | 2,1218 | 2,1218 | | |
| Kontrol | 9 | 2,2149 | 2,2149 | | |
| Linuron ekim sonrası | 9 | | 2,2899 | | |
| Solarizasyon | 9 | | | 2,4854 | |
| Sig. | | ,052 | ,071 | 1,000 | |
| Yabancı otların örtme dereceleri (Veriye logaritmik transformasyon uygulanmıştır) | | | | | |
| Uygulama | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Kontrol | 9 | 0,9224 | | | |
| HalMet çıkış sonrası | 9 | 1,1903 | 1,1903 | | |
| Solarizasyon | 9 | | 1,2453 | | |
| Linuron ekim sonrası | 9 | | | 1,6280 | |
| MetBen ekim öncesi | 9 | | | 1,6620 | 1,6620 |
| MetBen ekim sonrası | 9 | | | | 1,9325 |
| Sig. | | ,067 | ,700 | ,812 | ,064 |

Çıkış sonrası Halosulfuron-methyl uygulamasının yabancı otların örtme derecesine etkisi ise diğer herbisitlere oranla oldukça düşüktür (yabancı otların örtme oranı: %79,49). Bu uygulamanın yapıldığı yastıklar fidan sayısı itibariyle kontrol parsellerinin oldukça gerisinde kalmıştır (sırasıyla metrede ortalama 116 ve 309 fidan). Bu fidanlar boy ve çap gelişimi açısından değerlendirildiğinde de (sırasıyla ortalama 9,13 cm ve 2,10 mm) kontrol ve solarizasyon parsellerindeki fidanların oldukça gerisinde (sırasıyla 13,11 cm ve 2,21 mm) kaldığı görülmektedir.

Solarizasyon uygulamasının yabancı otlar üzerindeki etkisi düşük olmuştur (Yabancı otların ortalama

örtme derecesi: %78,67). Bu oran her ne kadar çok yüksek olmasa da solarizasyon uygulaması yapılan yastıklardan elde edilen fidan sayısı 395 adet fidan/m ile en yüksek orana sahiptir. Bu sayı kontrol parsellerindeki fidan sayısından da fazladır ve iki uygulama arasındaki fidan sayısı itibariyle var olan bu fark istatistik açıdan önemlidir. Solarizasyon uygulamasındaki fidanlar boy gelişimi (11,37 cm) itibariyle kontrol parsellerindeki boy gelişiminin (13,11 cm) gerisinde olmakla birlikte, çap gelişimi itibariyle daha iyi gelişim göstermektedirler (sırasıyla 2,48 mm ve 2,21 mm - Tablo 4). Uygulamalar arasında var olan bu fark istatistik açıdan da önemlidir.

Tablo 5. Farklı uygulamalar itibariyle ekim yastıklarındaki bitkiler ve ortalama örtme dereceleri (%) (Eğirdir Orman Fidanlığı, K: Kontrol ES: Ekim sonrası, ÇS: Çıkış Sonrası - Veriler yüzde cinsinden bitkilerin ortalama örtme derecesini vermektedir.)

Table 5. Weeds and their mean covers (%) on the sowing beds by different application (Eğirdir Forest Nursery, PS: Post-sowing, PE: Post-emergence, - Values represent the mean percentages of plant covers)

| Uygulama | K | Linuron ES / PS | | | | | |
|-----------------------------------|------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Dozlar | | | | | |
| | | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 |
| <i>Lamium amplexicaule</i> | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1,1 | 0,3 | 0,3 |
| <i>Fumaria capreolata</i> | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |
| <i>Cirsium arvense</i> | 4,7 | 1,3 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0 | 0,1 |
| <i>Onobrychis sp.</i> | 17,3 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,9 | 0,1 | 0 |
| <i>Polygonum lapathifolium</i> | 0 | 0,3 | 0,1 | 0,6 | 0,8 | 0,1 | 0 |
| <i>Poa annua</i> | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0 |
| <i>Plantago lanceolata</i> | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 |
| <i>Senecio vulgaris</i> | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0,3 | 0 |
| <i>Chenopodium album</i> | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sinapis arvensis</i> | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 |
| <i>Catapodium rigidum</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 |
| <i>Papaver somniferum</i> | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0 |
| <i>Veronica polita</i> | 0 | 0,1 | 0 | 0,2 | 0,4 | 0 | 0 |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | 3,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rumex tuberosus</i> | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 |
| <i>Linaria simplex</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0,3 | 0,2 | 0 |
| <i>Heliotropium hirsutissimum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rumex crispus</i> | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Scrophularia sp.</i> | 9,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Onosma sp.</i> | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Vincetoxicum canescens</i> | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Setaria viridis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cardaria draba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Trifolium nigrescens</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Medicago minima</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Anagallis arvensis</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sonchus asper</i> | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Daucus guttatus</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Euphorbia helioscopia</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |
| <i>Equisetum ramosissimum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 |

3.2. Eğirdir Orman Fidanlığı Toros sediri (*Cedrus libani*) fidan üretim alanında herbisit uygulamaları

Farklı herbisit uygulamalarına bağlı olarak ekim yastıkları üzerinde bulunan bitkilerin ortalama örtme dereceleri Tablo 5'te sunulmuştur. Farklı uygulamalara göre ekim yastıkları üzerinde en fazla bulunan bitkiler ise sırasıyla *Lamium amplexicaule*, *Fumaria capreolata*, *Cirsium arvense* ve *Onobrychis* sp. türleri olmuştur.

Eğirdir orman fidanlığındaki ekim öncesi herbisit uygulamalarında, otlarda hemen hemen hiçbir çimlenme yaşanmazken Toros sedirinde de herhangi bir çimlenme gerçekleşmemiştir. Bu nedenle ekim öncesi dönemde kullanılan herbisit (Metolachlor+Benoxacor) sedir fidanlarında yüksek fitotoksite gösterdiği belirlenmiştir.

Herbisit uygulamalarının ekim yastıkları üzerindeki yabancı otların örtme dereceleri üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizine göre uygulamalar arasında önemli farkların bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 6 - $p \leq 0,05$). Benzer

şekilde fidan sayıları açısından da uygulamalar arasında önemli farklar bulunmaktadır (Tablo 6 - $p \leq 0,05$). Bu noktada uygulanan herbisit dozunun da fidan sayısı üzerinde etkili olduğu, doz artıkça fidan sayısının düştüğü tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan herbisit uygulamalarının fidan boyları üzerindeki etkisi açısından önemli farklarının bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 6 - $p \leq 0,05$). Uygulamalar kök boğazı çapı açısından değerlendirildiğinde de önemli farkların olduğu görülmüştür (Tablo 6 - $p \leq 0,05$).

Toros sediri fidan üretim alanında herbisit uygulamaları kapsamında ortaya çıkan sonuçlar şu şekildedir:

Yukarıda da belirtildiği üzere ekim öncesi herbisit uygulaması yabancı otların çimlenmesini etkilemiş fakat Toros sedirine yönelik herhangi bir çimlenme de gerçekleşmemiştir. Ekim sonrası ve çıkış sonrası herbisit uygulamaları da (Linuron), yabancı otlara etki bakımından olumlu sonuçlar ortaya koymuşlardır (sırasıyla %5,29; %4,56) ve kontrol parsellerine (%43,33) oranla önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. Herbisit uygulamalarının fidan sayısı, fidan boyu, kök boğazı çapı ve yabancı otların örtme dereceleri itibariyle karşılaştırılması.

Table 6. Comparison of herbicide treatments in terms of seedling amount, seedling height, root collar diameter and weed cover (1, 2, 3 and 4 represent different groups obtained through Duncan test)

| Fidan sayısı (adet) | | | |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| Uygulama | 1 | 2 | 3 |
| Linuron çıkış sonrası | 168,8444 | | |
| Linuron ekim sonrası | | 554,2444 | |
| Kontrol | | | 980,9333 |
| Sig. | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

| Fidan boyu (cm) | | |
|-----------------------|--------|---------|
| Uygulama | 1 | 2 |
| Linuron ekim sonrası | 7,5884 | |
| Linuron çıkış sonrası | 8,4952 | |
| Kontrol | | 10,8447 |
| Sig. | ,153 | 1,000 |

| Kök boğazı çapı (mm) | | | |
|-----------------------|---|--------|--------|
| Uygulama | N | 1 | 2 |
| Linuron ekim sonrası | 9 | 2,7242 | |
| Linuron çıkış sonrası | 9 | 2,8646 | 2,8646 |
| Kontrol | 9 | | 3,1202 |
| Sig. | | ,343 | ,094 |

| Uygulama | | |
|-----------------------|--------|---------|
| | 1 | 2 |
| Linuron çıkış sonrası | 4,5556 | |
| Linuron ekim sonrası | 5,2889 | |
| Kontrol | | 43,3333 |
| Sig. | ,387 | 1,000 |

Kontrol parsellerinde 1 m'lik yastıkta ortalama 981 fidan bulunurken çıkış sonrası herbisit (Linuron) uygulanan sahada bu sayı herbisit oluşturduğu fitotoksiteler nedeniyle ortalama 169 fidan olmuştur. Ancak ekim sonrası Linuron uygulaması yapılan yastıklarda fitotoksite oranı çok daha az olmuş ve 1 m'lik yastıkta ortalama 554 fidan elde edilmiştir. Fidan sayısı itibarıyla bu uygulama çıkış sonrası yapılan uygulamaya göre daha etkili olurken kontrol parsellerine oranla etkisi düşük kalmıştır (Tablo 6).

Herbisit uygulamalarının Toros sediri fidanlarının boyları üzerindeki etkisi olumsuz yönde olmuştur. Ekim sonrası ve çıkış sonrası herbisit uygulamalarında (Linuron) fidan boyları sırasıyla 7,59 cm ve 8,49 cm olurken bu değer kontrol parsellerinde 10,84 olmuştur ve herbisit uygulamalarıyla kontrol parselleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde kök boğazı çapı gelişimi açısından da herbisit uygulamalarıyla kontrol parselleri arasında önemli fark bulunurken ve ekim ve çıkış sonrası herbisit uygulamalarında (Linuron) kök boğazı çapı sırasıyla 2,72 mm ve 2,86 mm olurken kontrol parsellerinde bu değer 3,12 mm olmuştur. Yani herbisit uygulamaları kök boğazı çapını olumsuz etkilemiştir. Bununla birlikte çıkış sonrası Linuron uygulaması kontrol ile aynı grupta yer almıştır ve istatistiki açıdan aralarındaki fark önemsizdir (Tablo 6).

3.3. Yabancı otlarla mücadeleyle yönelik birim-zaman analizleri

Herbisit ve yalnızca Antalya Orman Fidanlığında uygulanan solarizasyon uygulamalarının birim zaman analizleri benzer olduğundan fidanlık ayrılmaksızın tek bir birim zaman analizi yapılmıştır. Ancak elle ot alma işlemi yabancı otlara göre farklılık göstereceğinden ve fidanlıklara göre yabancı otlar da farklılaştığından her bir fidanlık için ayrı birim zaman analizi yapılmıştır.

3.3.1. Elle ot alma birim zaman analizleri

Elle ot almada bir dekar alanda iki işçiyle ot alınması için gereken insan çalışma zamanı; i) faaliyet zamanı, ii) dinlenme zamanı payı (%), iii) dağılım zamanı payı (%) ve iv) hazırlık zamanı toplamından oluşmaktadır. Faaliyet zamanı, ana faaliyet zamanı ile yan faaliyet zamanının toplamından oluşmaktadır. Çalışma kapsamında 100 m² alanda iki işçiye elle ot alma işlemi yaptırılmış ve kronometreyle zaman ölçülerek ana faaliyet zamanı elde edilmiştir. Buna göre 1 da alanın elle ot alma ana faaliyet zamanı Eğirdir Orman Fidanlığı için 3.090 dakika ve Antalya Orman Fidanlığı için 2.941 dakika olarak belirlenmiştir. Elle ot alma iş-

leminin yan faaliyet zamanı bulunmadığından faaliyet zamanı ana faaliyet zamanına eşittir.

Elle ot alma işlemi kapsamında dikkate alınan dinlenme zamanı, Peter Steele ve Partners adlı kuruluşun karşılaştırmalı zorluk ve puan değiştirme çizelgelerinden yararlanılarak belirlenmiştir (Doğan'a (2015) atfen Erdem ve ark., 2017). Buna göre elle ot alma işlemi kapsamında dikkate alınan dinlenme zamanı payı Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Elle ot alma, ilaçlama (Pülverizatör) ve solarizasyon işlemlerinde dinlenme payı
Table 7. Resting times for different applications (Weeding by hand, pulverization and solarization)

| Zorluk türleri | | Elle ot alma | İlaçlama | Solarizasyon |
|----------------|---------------------------|--------------|----------|--------------|
| | Ortalama güç | 0 | 42 | 6 |
| A. | Duruş | 2 | 6 | 5 |
| Fiziksel | Titreşim | 1 | 2 | 5 |
| zorluklar | Kısa devre | 8 | 1 | 4 |
| | Kısıtlayıcı giysi | 7 | 8 | 7 |
| B. | Düşünsel yoğunluk | 3 | 1 | 3 |
| Ussal | Tekdüzelik | 0 | 2 | 1 |
| zorluklar | Göz yorgunluğu | 1 | 1 | 1 |
| | Gürültü | 0 | 2 | 1 |
| | Isı/Nem | 0 | 0 | 0 |
| | Havalandırma | 0 | 0 | 0 |
| C. | Buhar | 0 | 1 | 0 |
| Çalışma | Toz | 2 | 2 | 2 |
| koşulları | Kir | 1 | 1 | 1 |
| | Islaklık | 1 | 1 | 2 |
| | Toplam puan | 26 | 70 | 38 |
| | Dinlenme payı yüzdesi (%) | 14 | 37 | 18 |

Dağılım zamanı, kişisel ve nesnel dağılım zamanı olarak iki grupta değerlendirilmektedir (Erdem ve ark., 2017). Ancak elle ot alma işleminde nesnel dağılım zamanı ve hazırlık zamanı bulunmamaktadır. Kişisel dağılım zamanı ise su içme ve kişisel ihtiyaç zamanlarından oluşmaktadır (Tablo 8). Sigara kullanım zamanı, iş yerindeki iş güvenliği nedeniyle kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Çalışma amacına uygun olmayan telefon ve/veya arkadaşla görüşme zamanı ile çay içme zamanı dinlenme zamanı kapsamında değerlendirilmiş olup kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır.

Tüm bu bilgiler ışığında, Eğirdir Orman Fidanlığı için elle ot alma işleminde birim-zaman; $3577,29 \text{ dk./da.} (=3090 \text{ dk./da} + [3090 \text{ dk./da} \times (14/100)] + [3090 \text{ dk./da} \times (1,77/100)])$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer Antalya Orman Fidanlığı içinse $3404,80 \text{ dk./da.}'dır (=2941 \text{ dk./da} + [2941 \text{ dk./da} \times (14/100)] + [2941 \text{ dk./da} \times (1,77/100)])$.

Tablo 8. Elle ot alma işleminde dağılım zamanı
Table 8. Distribution time for weeding by hand

| Dağılım zamanı (gün) bileşenleri | Sıklık (adet) | Ort. Zaman | Toplam zaman |
|---|---------------|------------|--------------|
| Su içme zamanı | 5 | 0,5 dk | 2,50 dk |
| Kişisel ihtiyaç zamanı | 3 | 2,0 dk | 6,00 dk |
| Dağılım zamanı toplamı | | | 8,50 dk |
| Dağılım zamanının, günlük çalışma zamanı (480 dk) içindeki payı | | | %1,77 |

3.3.2. Herbisit uygulaması birim zamanı analizi

Herbisit uygulamasında kullanılan pülverizatör aletinin kullanımı işleminde 1 da alanda bir işçi ile uygulama için gerekli makine çalışma zamanı; (i) faaliyet zamanı, (ii) dinlenme zamanı payı (%), (iii) dağılım zamanı payı (%) ve (iv) hazırlık zamanı toplamından oluşmaktadır.

Faaliyet zamanı, ana faaliyet zamanı ile yan faaliyet zamanı toplamından oluşmaktadır. Çalışma kapsamında 100 m² alanda bir işçiyle pülverizatörle herbisit uygulaması işlemi yapılmış ve kronometreyle zaman ölçülerek ana faaliyet zamanı elde edilmiştir. Buna göre 1 da alanın pülverizatörle herbisit uygulaması ana faaliyet zamanı 48,33 dakika olarak belirlenmiştir. Pülverizatörle herbisit uygulaması işleminin yan faaliyet zamanı bulunmadığından faaliyet zamanı ana faaliyet zamanına eşittir.

Pülverizatörle herbisit uygulaması işlemi kapsamında dikkate alınacak dinlenme zamanı payı Tablo 7'de verilmiştir. Pülverizatörün dolu ağırlığı 26 kg (57 libre) olarak alınmış olup düşük yeğnilikte (bir gücün ya da bir etkinliğin gittikçe yükselme ya da alçalma durumlarından her biri, derecesi) ortalama güç payı katsayısı 42 olarak alınmıştır.

Pülverizatörle herbisit uygulaması işleminde kişisel dağılım zamanı su içme ve kişisel ihtiyaç zamanlarından oluşmaktadır. Nesnel dağılım zamanı kapsamında ise pülverizatöre yakıt ve yağ hazırlama ve koyma zamanı ile pülverizatöre ilaç hazırlama ve koyma zamanı dikkate alınmıştır (Tablo 9). Sigara içme zamanı, iş yeri güvenliği ile iş güvenliği nedeniyle kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Çalışma amacına uygun olmayan telefon ve/veya arkadaşla görüşme zamanı ile çay içme zamanı dinlenme zamanı kapsamında değerlendirilmiş olup kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Pülverizatörle herbisit uygulaması işleminin hazırlık zamanı bulunmamaktadır.

Bu bilgiler ışığında pülverizatörle herbisit uygulama

ması işleminin birim zamanı 51,05 dk./da (=48,33 dk./da + [48,33 dk./da x (5,63/100)]) olarak hesaplanmıştır. Bu aşamada makine çalışma zamanı yanında insan çalışma zamanı da hesaplanabilir. Bunun için insan çalışma zamanına dinlenme payını da eklemek gerekir. Buna göre insan çalışma birim zamanı 69,74 dk./da (=48,33 dk./da + [48,33 dk./da x (7,30/100)] + [48,33 dk./da x (37/100)]) olmaktadır.

3.3.3. Solarizasyon birim zamanı analizi

Solarizasyon işleminde 1 da alanda solarizasyon için gereken insan çalışma zamanı; (i) faaliyet zamanı, (ii) dinlenme zamanı payı (%), (iii) dağılım zamanı payı (%) ve (iv) hazırlık zamanı toplamından oluşmaktadır. Faaliyet zamanı, ana faaliyet zamanı ile yan faaliyet zamanı toplamından oluştuğundan ana faaliyet zamanını belirlemek için 100 m² büyüklüğündeki ekim yastığı toprak doygunluğuna kadar sulanmış, ardından 6 işçi ile ekim yastığı polietilen örtü (PVC) ile kaplanmış, polietilen torba kenarları toprak hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmış ve bu işlemler için kronometreyle zaman ölçümü yapılarak ana faaliyet zamanı elde edilmiştir. Buna göre 1 da alanın solarizasyon uygulaması ana faaliyet zamanı 353 dakika olarak belirlenmiştir. Solarizasyon işleminin yan faaliyet zamanı bulunmadığından faaliyet zamanı ana faaliyet zamanına eşittir.

Solarizasyon işlemi kapsamında dikkate alınan dinlenme zamanı payı Tablo 7'de gösterilmiştir. PVC örtünün ortalama ağırlığı 20 kg (44 libre) olarak alınmıştır. Bir işçi başına düşen örtü ağırlığının, kullanılan el aletleri ile birlikte 5 kg olduğu varsayılarak orta yeğnilikte ortalama güç payı katsayısı 6 olarak alınmıştır.

Dağılım zamanı, kişisel ve nesnel dağılım zamanı olarak iki grupta değerlendirilmektedir. Ancak solarizasyon işleminde nesnel dağılım zamanı bulunmamaktadır. Kişisel dağılım zamanı ise su içme ve kişisel ihtiyaç zamanlarından oluşmaktadır (Tablo 10). Sigara içme zamanı, iş yeri güvenliği ile iş güvenliği nedeniyle kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Çalışma amacına uygun olmayan telefon ve/veya arkadaşla görüşme zamanı ile çay içme zamanı dinlenme zamanı kapsamında değerlendirilmiş olup kişisel dağılım zamanı içinde dikkate alınmamıştır. Solarizasyon işleminin hazırlık zamanı bulunmamaktadır. Tüm bu bilgiler ışığında solarizasyon işleminde birim zaman 422,79 dk./da. (=353 dk./da + [353 dk./da x (18/100)]+[353 dk./da x (1,77/100)]) olarak hesap edilmiştir.

Tablo 9. Pülverizatörle herbisit uygulaması işleminde dağılım zamanı
Table 9. Distribution time for herbicide application by pulverization

| Dağılım zamanı bileşenleri | | Sıklık (adet) | Ort. zaman | Toplam zaman |
|---|---|---------------|------------|--------------|
| Kişisel dağılım zamanı | Su içme zamanı | 5 | 0,5 dk. | 2,50 dk. |
| | Kişisel ihtiyaç | 3 | 2,0 dk. | 6,00 dk. |
| Kişisel dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk.) içindeki % payı | | | | %1,77 |
| Nesnel dağılım zamanı | Pülverizatöre yakıt ve yağ hazırlayıp koyma | 2 | 1,0 dk. | 2,00 dk. |
| | Pülverizatöre ilaç hazırlama ve koyma | 5 | 5,0 dk. | 25,00 dk. |
| Nesnel dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk.) içindeki % payı | | | | %5,63 |
| Toplam dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk.) içindeki % payı | | | | %7,30 |

Tablo 10. Solarizasyon işleminde dağılım zamanı
Table 10. Distribution time for solarization

| Dağılım zamanı bileşenleri | Sıklık (adet) | Ort. zaman | Toplam zaman |
|---|---------------|------------|--------------|
| Su içme zamanı | 5 | 0,5 dk. | 2,50 dk. |
| Kişisel ihtiyaç zamanı | 3 | 2,0 dk. | 6,00 dk. |
| Dağılım zamanı toplamı | | | 8,50 dk. |
| Dağılım zamanının günlük çalışma zamanı (480 dk.) içindeki % payı | | | %1,77 |

3.3.4. Birim maliyetler

Elle ot alma, herbisitlerle ot mücadelesi ve solarizasyon işlemlerinin maliyetlerinde kullanılan aletlere ve iş gücüne ilişkin değerlendirmeler ve birim maliyetler Tablo 11'de sunulmaktadır. Hesaplamalarda masraflar saat başına hesaplanmış, dakika cinsinden belirlenmiş olan standart zamanlar 60'a bölünerek saate çevrilmiş ve birim maliyetler hesaplanmıştır.

Elle ot alma işleminde yılda iki adet kesim biçiminin eskitileceği ayrıca yılda iki takım diğer alet ve ekipmanların (koruyucu malzeme, kask, eldiven, dizlik vb.) kullanılacağı varsayılmıştır. İşçilik ücreti hesaplamalarında Anonim (2017) rayiç fiyatları kullanılmıştır. İşçi vasfı olarak bahçıvan ve fidan ustası ile pülverizatör operatörü alınmış, diğer malzeme ve ekipman fiyatlarında ise 2017 yılı rayiçleri dikkate alınmıştır. Pülverizatörün kullanım yoğunluğuna bağlı olarak saatte tükettiği ortalama 1,5 l/saat benzin; 0,075 l/saat yağ ve 0,312 l/saat kimyasal ilaç miktarları hesaplamalarda kullanılmıştır. Amortisman hesaplamalarında pülverizatör ve su dinamosunun ömrü 10 yıl alınmıştır. Bakım ve onarım giderleri için pülverizatör ve su dinamosunun yılda bir defa yapılacak bakımı dikkate alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre (Tablo 11) birim maliyetler elle ot alma işleminde Eğirdir Orman Fidanlığı için 1.145,866 TL/da ve Antalya Orman Fidanlığı için 1.089,195 TL/da olarak hesaplanmış-

tır. Pülverizatör kullanılarak uygulanan kimyasal ot mücadelesi işlemi için 104,134 TL/da ve solarizasyon işlemi için 1.912,165 TL/da hesaplanmıştır. Eğirdir ve Antalya Orman Fidanlığının her ikisi için de yılda ortalama 7 defa elle ot alımı gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bu fidanlıkların yıllık elle ot alma maliyetlerini bulabilmek için hesaplanan birim zaman maliyeti 7 ile çarpılmıştır. Buna göre elle ot alma yıllık maliyeti Eğirdir Orman Fidanlığında 8.021,062 TL/da iken Antalya Orman Fidanlığında 7.624,365 TL/da olarak belirlenmiştir.

Ayrıca çalışmada yapılan herbisit uygulama sayısı doğrultusunda birim maliyet analizi yapılmıştır. Buna göre herbisit uygulaması tek bir dönemde yapıldığından, uygulamadan belli bir süre sonra yastıklarda elle ot alma işlemine devam etmiştir. Dolayısıyla herbisit uygulanan yastıklardaki yıllık maliyeti hesaplarken yapılan bu elle ot alma işleminin maliyetlerinin de eklenmesi gerekmektedir. Her iki fidanlıkta yapılan gözlemlerde herbisit uygulamalarının yaklaşık iki ot alma süresi kadar yabancı otları yastıklardan uzak tuttuğu, bundan sonraki süreçte elle ot almanın gerekli olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kimyasal mücadelenin yıllık maliyetini hesaplarken 5 elle ot alma işlemi maliyeti de herbisit maliyetine eklenmiştir. Buna göre herbisitle yapılan mücadelenin yıllık maliyeti Eğirdir Orman Fidanlığında 5.833,464 TL/da iken Antalya Orman Fidanlığında 5.550,109 TL/da olarak hesaplanmıştır.

Tablo 11. Farklı işlemler için birim maliyetler (Hesaplamalar 2017 yılı rayiç fiyatlarına göre yapılmıştır)
Table 11. Unit costs for different applications (Calculations were done according to 2017 current prices)

| Maliyetin konusu | Açıklama | Birim maliyet (TL/da.) |
|---|---|---|
| Elle ot alma işlemi için (Eğirdir Orman Fidanlığı) | | |
| Direkt malzeme giderleri | | |
| Bıçak | [(2 adet x 12 TL)/960 sa.] = 0,025 TL/sa. | 3577,29 dk./da. x (0,025/60) = 1,491 TL/da. |
| Koruyucu malzeme | [(2 takım x 45 TL)/960 sa.] = 0,094 TL/saat | 3577,29 dk./da. x (0,094/60) = 5,604 TL/da |
| Ücret ve maaş giderler | | |
| İşçilik ücreti | 9,55 TL/sa. x 2 işçi = 19,10 TL/sa. | 3577,29 dk./da. x (19,10/60) = 1138,771 TL/da |
| | | Toplam 1145,866 TL/da. |
| Elle ot alma işlemi için (Antalya Orman Fidanlığı) | | |
| Direkt malzeme giderleri | | |
| Koruyucu malzeme | [(2 takım x 45 TL)/960 sa.] = 0,094 TL/sa. | 3404,80 dk./da x (0,094/60) = 5,334 TL/da |
| Ücret ve maaş giderleri | | |
| İşçilik ücreti | 9,55 TL/saat x 2 işçi = 19,10 TL/sa. | 3404,80 dk./da x (19,10/60) = 1083,861 TL/da. |
| | | Toplam 1089,195 TL/da. |
| Pülverizatörle ot mücadelesi işlemi için | | |
| Direkt malzeme giderleri | | |
| Yakıt ve yağ | (1,5 lt/saat benzin x 5,15 TL/l) + (0,075 l/sa. yağ x 15 TL/l) = 8,850 TL/sa. | 51,05 dk./da. x (8,850/60) = 7,530 TL/da |
| Kimyasal ilaç | 0,312 lt/sa. ilaç x 145 TL/l) = 45,240 TL/sa. | 51,05 dk./da x (45,240/60) = 38,492 TL/da. |
| Koruyucu malzeme | [(1 takım x 45 TL)/8 sa.] = 5,625 TL/sa. | 51,05 dk./da x (5,625/60) = 4,786 TL/da. |
| Ücret ve maaş giderleri | | |
| İşçilik ücreti | 9,55 TL/sa. x 1 işçi = 9,550 TL/sa. | 51,05 dk./da x (9,550/60) = 8,125 TL/da |
| Saatlik makine satın alma maliyeti | | |
| Pülverizatör | [(1 adet x 2250 TL)/(10 yıl x 8 sa.)] = 28,125 TL/sa. | 51,05 dk./da x (28,125/60) = 23,930 TL/da. |
| Bakım ve onarım giderleri | | |
| Pülverizatör bakım ve onarımı | [(1 defa x 200 TL)/8 sa.] = 25,000 TL/sa. | 51,05 dk./da. x (25,000/60) = 21,271 TL/da. |
| | | Toplam 104,134 TL/da. |
| Solarizasyon işlemi (Antalya Orman Fidanlığı) | | |
| Direkt malzeme giderleri | | |
| Polietilen örtü | 200 m ² örtü/sa. x 1 TL/m ²) = 200 TL/sa. | 422,79 dk./da x (200/60) = 1409,300 TL/da. |
| Koruyucu malzeme | [(6 takım x 45 TL)/48 saat] = 5,625 TL/sa. | 422,79 dk./da x (5,625/60) = 39,637 TL/da. |
| Ücret ve maaş giderleri | | |
| İşçilik ücreti | 9,55 TL/saat x 6 işçi = 57,300 TL/sa. | 422,79 dk./da. x (57,300/60) = 403,764 TL/da. |
| Sulama suyu elektrik gideri | | |
| Saatlik makine satın alma maliyeti | 1 defa x 0,88 sa./da. x 11 kw/sa. x 0,35 TL/kw = 3,388 TL/da. | |
| Su dinamosu | [(1 adet x 2320 TL)/(10 yıl x 48 sa.)] = 4,833 TL/sa. | 422,79 dk./da. x (4,833/60) = 34,056 TL/da. |
| Bakım ve onarım giderleri | | |
| Su dinamosu bakım ve onarımı | [(1 defa x 150 TL)/48 saat] = 3,125 TL/sa. | 422,79 dk./da x (3,125/60) = 22,020 TL/da. |

Üretim sezonu başında bir kez uygulanan solarizasyon uygulaması sonrasında da elle ot alma işlemi yapılmıştır. Antalya Orman Fidanlığında ise solarizasyon uygulaması yaklaşık iki ot alma süresi kadar yabancı otları yastıklardan uzak tutmuştur. Bu sebeple Antalya Orman Fidanlığında mücadelenin yıllık maliyetini hesaplarken 5 elle ot alma işlem maliyeti de solarizasyon maliyetine eklen-

miştir. Buna göre solarizasyon uygulamasının yıllık maliyeti 7.641,495 TL/da olarak hesaplanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Fidanlıklarda yabancı otlarla mücadelede herbisitlerin mekanik mücadeleye alternatif olarak kullanılabileceği, bu noktada herbisitlerin türünün, kullanım zamanının ve uygulama şeklinin önemli

olduğu konuyla ilgili kaynaklarda geniş bir şekilde yer almaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014; Ürgenç, 1998). Bununla birlikte herbisitlerin zehirli maddeler içermesinden dolayı kullanımlarında dikkatli olunması gerektiği, doğru dozda uygun herbisitlerin kullanılmasının önemli olduğu ve özellikle doğal alanlarda çevreye karşı zararlı etkilerinden dolayı zorunlu olmadıkça kullanılmamaları gerektiği bildirilmektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmada, Antalya Orman Fidanlığındaki herbisit uygulamasının yabancı otları etkilediği, elle ot alma işlemine oranla daha ekonomik olduğu ancak bu uygulamanın fidan sayısı ve gelişimi üzerinde olumsuz etkiler yaptığı görülmüştür. Bu nedenle Antalya Orman Fidanlığı için herhangi bir herbisit önerisinde bulunulamamaktadır.

Solarizasyon uygulaması ise yabancı otların örtme derecesini ortalama %78,67 oranında etkilebilmiştir. Bu oran yabancı otlara etki bakımından yüksek bir değer olmasa da, solarizasyon uygulaması yapılan yastıklardan elde edilen fidan sayısı 395 adet fidan/m ile en yüksek değere sahip olmuştur. Fidan sayısındaki bu durum kızılçam fidan üretim alanları için önerilen fidan sayısından da yüksektir. Nitekim Gültekin (2014) yedi sıra olarak hazırlanan kızılçam ekim yastıklarındaki fidan sayısının 250-300 olması gerektiğini bildirmektedir. Ayrıca fidanların boy ve kök boğazı ölçümlerinde solarizasyon uygulanan sahalardaki fidanlar, kontrole göre çok az daha kısa boylu ve daha kalın kök boğazı çapına sahiptir. Fidan kalitesi açısından fidan boyu ve kök boğazı çapının önemi, yapılan pek çok araştırmada vurgulanmış (Eler ve ark., 1990; Dirik, 1993; Semerci, 2002; Coşgun ve ark., 2008) ve bir fidanın arazideki yaşama yüzdesinin artması için düşük bir gövde/kök oranına sahip olması gerektiği bildirilmiştir (Çalışkan ve Boydak, 2015, 2017; Öztürk ve Deligöz, 2018). Bu durum dikkate alındığında solarizasyon uygulamasının Antalya Orman Fidanlığı için önerilebilir olduğu görülmektedir. Ancak çalışma kapsamında solarizasyon uygulamasının, maliyeti en yüksek olan uygulama olduğu tespit edilmiştir. Bu ise fidanlık çalışmalarındaki uygulanabilirliğini kısıtlayıcı bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak fidan maliyetini etkileyen unsurlardan biri olan işçi gücü sorununun son yıllarda Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) tarafından uygulanan "Toplum Yararına Çalışma Programı" kapsamında orman fidanlıkları için de azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle maliyetlerin düşürülebileceği esas alınarak solarizasyonun Antalya Orman Fidanlığında kullanımının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır. Ancak sıcaklık etkisiyle bitki çoğalma materyallerinin (tohum, rizom vb.) yok edilmesinde kullanılan solarizasyon uygu-

lama süresinin uygulamanın başarısını etkileyen temel unsurlardan biri olduğu (Asav ve Kadioğlu, 2009; Arslan, 2011) ve bu sebeple özellikle iklim özellikleri ve güneşli gün sayısı dikkate alındığında Antalya için solarizasyon uygulama yönteminde uygulama zamanının ve ayrıca solarizasyon gün sayısının önemli olduğu göz ardı edilmemelidir.

Eğirdir Orman Fidanlığında da herbisit uygulamaları yabancı otlar üzerinde etkili olmuş ve bu uygulamanın maliyetleri önemli ölçüde düşürdüğü görülmüştür. Ancak bu uygulamanın fidan sayısı ve gelişimi açısından durumu değerlendirildiğinde sadece ekim sonrası Linuron uygulanan yastıklarda yeterli miktarda (sedir ekim yastıklarında yaklaşık olarak 250-350 fidan yeterli olarak kabul edildiğinden - Gültekin, 2014) fidan elde edildiği, ancak bu fidanların da kontrol parsellerine oranla çok daha düşük boy ve çap gelişimlerine sahip oldukları görülmüştür. Bu nedenlerle Eğirdir Orman Fidanlığındaki Toros sediri fidan üretim alanları için herbisit uygulamasının şu aşamada önerilebilir nitelikte olmadığı anlaşılmıştır.

Görüldüğü üzere Antalya ve Eğirdir Orman Fidanlıklarında kullanılan herbisitler her ne kadar yabancı otları kontrol etmiş olsa da fidan gelişimlerinde fitotoksiteye neden olduğundan ilgili herbisitlerin kızılçam ve sedir fidan üretim alanlarında kullanımı önerilebilir nitelikte değildir. Bu durumun temel nedeni kullanılan herbisitlerin ilgili fidan türlerine ruhsatlı olmamasıdır. Ancak maliyet analizleri dikkate alındığında herbisit kullanımına ait sonuçlar fidan üretim alanlarında mevcut mücadele yöntemlerine göre (mekanik, kültürel) daha ekonomiktir. Bu sonuçlar fidan üretiminde türlere göre başarılı herbisitlerin belirlenmesi durumunda, ruhsatlı herbisit kullanımının ekonomik bir katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak Türkiye'de fidanlıklarda herbisit kullanımına yönelik yapılan diğer araştırmalarda da (Ata, 1978; Tolay ve ark., 1984; Gökdemir, 1998; Coşgun ve ark., 2002) vurgulandığı gibi herbisitlerin fidan sayıları ve gelişimi üzerinde ciddi etkileri olabilmektedir. Ayrıca fidanlıklarda herbisit kullanım alet ve ekipmanları konusunda da çalışmalar gereklidir. Örneğin Boza ve ark. (2017) tarafından geliştirilen ve umut verici sonuçlar içeren "Çekilebilir Tip Yastık İlaçlama Ekipmanı" gibi tasarımlar fidanlıklarda herbisit uygulamalarının daha uygun şekillerde yapılmasına olanak sağlayabileceği dikkate alınmalıdır.

Fidanlık çalışmalarında en önemli çıktı en yüksek sayıda ve kalitede fidan elde etmektir. Bu nedenle fidanlıklarda yapılacak her türlü çalışmanın bu amaca hizmet etmesi gerekmektedir. İlgili amaca olumsuz etki edecek uygulamalardan kaçınılmalıdır. Özellikle Türkiye için en hızlı gelişen iğne

yapraklı doğal türler arasında yer alan ve ayrıca klasik ve endüstriyel ağaçlandırmada Türkiye’de %40 ağaçlandırma oranı ile önde gelen türlerden biri olan kızılçamın (Boydak ve ark., 2006; Öztürk ve Deligöz, 2018) önemi göz önüne alındığında yapılacak ağaçlandırma çalışmaları için kaliteli fidan temininin önemi ortaya çıkmaktadır.

Kaliteli fidan temininde pek çok unsur içerisinde yer alan yabancı ot mücadelesinde fidan kalitesini etkilemeyecek mücadele yöntemi/yöntemleri uygulamaya daha bilinçli bir şekilde aktarılmasıdır. Bu nedenle öncelikle mücadelede entegre mücadele sistemi dikkate alınmalıdır. Nitekim tek bir mücadele yöntemi ile fidanlıklarda yabancı otların kontrolü yeterli olmayacaktır. Kimyasal mücadele için ise bu çalışmanın örnek olarak değerlendirilebilecek verilerinin de gösterdiği gibi ruhsatsız preparatlar farklı dönemlerde kullanılsa dahi hedef bitkilerde yüksek fitotoksite etkilerine sahip olacaktır. Herbisitler maliyetleri büyük oranda düşürdüğünden orman fidanlıklarında kullanımının daha bilinçli yapılabilmesi için fidan türüne göre ruhsatlandırılmış herbisitlerin kullanımına yönelik çalışmalar ele alınmalıdır. Ayrıca orman fidanlıklarında yabancı ot standart ilaç deneme metodu oluşturulması faydalı olacaktır. Son olarak fidanlıklarda yabancı otların mücadelesinde yabancı ot kontrolünün en iyi seviyede yapılmasına olanak sağlayacağı dikkate alınmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğüne (OGM) desteklenip Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen “Fidanlıklarda yabancı otlarla mücadele yöntemlerinin belirlenmesi ve kullanılan yöntemlerin fidanlık maliyetlerine katkılarının araştırılması (Eğirdir ve Antalya Orman Fidanlık Müdürlükleri Örneği)” başlıklı ve 19.1211/2014-2017 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın istatistik analizlerinin gerçekleştirilmesi aşamasındaki yardımlarından dolayı Karabük Üniversitesi Öğr. Üyesi Dr. Mural ALAN’a ve arazideki yardımlarından dolayı Eğirdir ve Antalya Orman Fidanlık Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Anonim, 1994. Weed management for developing countries. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Plant Production and Protection Paper 120, 384 s., Italy.

Anonim, 2015. Türkiye orman varlığı. Orman Genel Müdürlüğü yayını, 32 s. Ankara.

Anonim, 2017. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017 Yılı Yapı İşleri İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç ve Gereç Rayiç Listesi.

Asav, Ü., Kadioğlu, İ., 2009. Solarizasyon ve solarizasyonun tavuk gübresi ile kombinasyonunun bazı yabancı otlar ile buğdayın verim ve verim unsurlarına etkisi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 19-25

Ata, C., 1978. Fidanlıklarda otla mücadele, *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi* 1(1): 40-49.

Arslan, Z.F., 2011. Domates üretiminde sorun olan yabancı otlara karşı organik tarıma uygun bazı mücadele yöntemlerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 267 s., Adana.

Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM-Vak yayını, Ankara.

Boydak ve Çalışkan, 2014. Ağaçlandırma, OGEM-VAK yayını, Ankara.

Boza, Z. ve ark. 2017. Orman fidanlıkları için çekilebilir tip yastık ilaçlama ekipmanının tasarımı ve prototipinin yapılması. EGE Ormanlık Araştırma Enstitüsü 115.2112/2012-2016 no.lu Araştırma Projesi Sonuç Raporu.

Çalışkan, S., Boydak, M. 2015. Afforestation in arid and semi-arid regions. General Directorate of Combating Desertification and Erosion. Ankara.

Çalışkan, S., Boydak, M. 2017. Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41:317-330.

Cobb, A., Reade, J.P.H., 2010. Herbicides and plant physiology. Wiley-Blackwell, NewPort, UK

Coşgun, U., Erdem, M., Topak, R., Terzi, M., 2002. Bolu Orman Fidanlığında tarımda kullanılan herbisitlerin kullanılmasının ot mücadelesine fidan yaşama kabiliyetine ve fidanlık ekonomisine katkılarının incelenmesi, Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 8, Bolu

Coşgun, S., Şahin, M., Özkurt N., Parlak, S., 2008. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarında kalite sınıflarının belirlenmesi, Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 29, Antalya

Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A. 2005. Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, 3-7 Ocak 2005, s. 629-648

Dirik, H., 1993. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, A:43(2):51-57

Dişbudak, K., 2008. Avrupa Birliği’nde Tarım-Çevre ilişkisi ve Türkiye’nin uyumu. T.C. Tarım ve Köyüşleri

Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı. AB Uzmanlık Tezi 79 s.

Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E., 1990. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında kalite sınıflarının belirlenmesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 240, Ankara

Erdem, M., Arslan, A., Abbak, A. [...] Gençoğlu, F., Ural, M., Özalp, A., 2017. Kayın, meşe, göknar, sarıçam, karaçam ve kızılçamın üretim işlerinde birim zaman analizi. OGM Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, 232s, Bolu

Eşen, D., Yıldız, O., 2000. Otsu ve odunsu diri örtü mücadelesinin meşcerelerin gençleştirilmesi ve büyümesine etkileri. *Orman Mühendisleri Odası Dergisi*, 37: 28-32

Eşen, D., Yıldız, O., Sargıncı, M., Güneş, N., 2005. Ormancılıkta zararlı ot ilaçlarının kullanımı ve riskleri. *A.İ.B.Ü. Ormancılık Dergisi*, 1(2): 51-58

Gökdemir, Ş., 1998. Orman fidanlıklarında (Ordu, Hendek ve Devrek) belirlenen yabancı otlar ve kimyasal savaşmaları üzerine araştırmalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 143 s. Trabzon.

Gökdemir, Ş. 2007.Yabancı otlarla kimyasal mücadele ve etkileri. In: Yahyaoglu, Z. ve Genç, M. (eds.) Fidan Standardizasyonu, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, no 75, 217-242.

Gültekin, H.C., 2014. Önemli orman ağaçlarının fidan üretim teknikleri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Çeşitli Yayınları Serisi No: 26, İzmit.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural M., Babaç, MT. (edlr.) 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.

Güncan, A., Karaca, M., 2018. Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Basımevi. IV. Baskı s.. 186-189, Konya.

Gündüz, Ş., Kersting, U., Kahramanoğlu, İ., 2006. Turunçgil bahçelerindeki yabancı otlar ve entegre mücadele yöntemleri, Akdeniz İhracatçıları Birlikleri, Mersin.

IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Win-

dows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Kegley, S., Hill, B., Orme, S., Choi, A., 2010. Pesticide action network pesticide database. Pesticide Action Network, North America, San Francisco, CA, (Erişim tarihi: 04/10/2018, <http://www.pesticideinfo.org>)

Mathers, H., 1999. Weed control in nurseries, Part II. Department of Horticulture and Crop Science, Ohio State University

Moya, M., Furukawa, G. 2000. Use of solar energy (solarization) for weed control in greenhouse soil for ornamental crops, In: Proceedings of the 53. Conference on Use of Solar Energy, New Zealand Plant Protection, p.34-37, New Zealand.

Öztürk, N., Deligöz, A., 2018. Farklı tohum bahçelerine ait kızılçam (*Pinus brutia*) fidanlarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 924-931

Parlak, S., 2016. Kültüre alınan *Anacamptis sancta* parsellerinde yabancı otlarla mücadelede kimyasal ve mekanik yöntemlerin etkinliğinin belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 4: 126-133

Şanlı, A., Kaya, M., Kara, B., 2009. Nohut (*Cicer arietinum* L.) ta yabancı ot mücadele zamanları ile herbisit uygulamalarının verim ve bazı verim unsurlarının etkileri, *Anadolu Tarım Bilim Dergisi* 24(1): 13-20

Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 279, Ankara

Tolay, U., Ayberk, S., Sarıbaş, M. Zoralioğlu, T. 1984. Fidanlıkta yabancı otlarla mücadele. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Araştırma Sonuç Raporu, İzmit.

Ürgenç, S. 1998. Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları, no 3994/441, İstanbul.

Yazlık, A., Tepe, I., 2017. Van ve yöresinde elma ve armut bahçelerindeki yabancı otlar ve dağılımları üzerinde araştırmalar. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 4 (1): 11-20.

Türkiye'deki sahil çamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının değişimi

Changes in carbon concentration of tree components for maritime pine plantations in Turkey

Şükrü Teoman GÜNER¹

Cezmi ÖZEL¹

Mehmet TÜRKKAN²

Selda AKGÜL³

¹ Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

² Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANTALYA

³ Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİR

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Şükrü Teoman GÜNER
stguner@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

28.03.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

15.05.2019

Atıf (To cite this article): GÜNER, Ş., ÖZEL, C., TÜRKKAN, M., AKGÜL, S. (2019). Türkiye'deki sahilçamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının değişimi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 167-176.
DOI: 10.17568/ogmoad.546116



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma, Türkiye'deki sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerinin karbon oranlarını, toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranlarını ve ağırlıklı karbon oranı ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler ağaçlık çağında bulunan, yetiştirme ortamı özellikleri ve meşcere gelişimi bakımından farklılık gösteren toplam 69 alanda yapılmıştır. Örneklem alanlarının yetiştirme ortamı özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra her örneklem alanında meşcere üst boyunda bulunan bir ağaç kesilmiş ve kesilen ağaçtan ibre, dal, odun, kabuk ve kök örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında örneklem alanlarından alınan bitki örneklerinde karbon analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizi, Duncan testi ve korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Ağaç bileşenlerinin karbon oranları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0,001$). Karbon yoğunluğu en düşük kökte (%48,8), en yüksek ise kabukta (%53,9) bulunmuştur. Sahil çamı ağaçlandırmaları için ağırlıklı karbon oranı toprak üstü ağaç kütleleri için %51,9, toplam ağaç kütleleri için ise %51,4 olarak hesaplanmıştır. Toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranı bakımından coğrafik bölgeler (Marmara ve Karadeniz) arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($P < 0,05$).

Anahtar kelimeler: *Pinus pinaster*, yetiştirme ortamı özellikleri, ağaç bileşenleri, karbon yoğunlukları

Abstract

The aim of this study was to determine the carbon concentration of various components of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) plantations in Turkey, as well as the weighted carbon concentration of above-ground and total tree biomass, and to examine site-related differences in weighted carbon concentration. Samples were collected from 69 sampling plots at a mature stage with different site characteristics and stand growth, and site characteristics of the sample plots were determined. Then, an individual tree representing the top height in each sampling plot was cut, and needle, branch, wood, bark, and root samples were collected from the these trees. Carbon analysis on plant samples collected from the sampling plots was carried out in the laboratory. The data were evaluated by using variance analysis (ANOVA), Duncan's test, and correlation analyses. Statistically significant (at $P < 0,001$) differences were found between carbon concentrations of tree components. The lowest carbon concentration was in roots (48.8%), while the highest carbon concentration was in barks (53.9%). The weighted carbon concentration of maritime pine plantations was found to be 51.9% for the above-ground biomass while it was 51.4% for the total tree biomass. Statistically significant (at $P < 0,05$) differences by weighted carbon concentrations of total tree biomass were also found between the Marmara and the Black Sea Regions.

Keywords: *Pinus pinaster*, site properties, tree components, carbon concentration

1. Giriş

Küresel ısınmaya neden olan atmosferdeki sera gazlarından en önemlisi CO₂'dir. Atmosferdeki CO₂'nin azaltılmasındaki en etkili yollardan birisi de, önemli karbon yutak alanlarından birisi olan orman alanlarının artırılmasıdır. Yutak alan olarak orman alanlarındaki karbon bilançosunun izlenmesi ve gerekli hesaplamaların yapılabilmesi için ise başta orman tipi ve ağaç türü olmak üzere karbon bağlamada etkili faktörleri dikkate alarak gerekli değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Bu anlamda ormanlara ve ağaç türlerine göre karbon hesaplamaları, daha sağlıklı bir karbon envanteri için önem taşımaktadır (Lamlom ve Savidge, 2003; Malmsheimer ve ark., 2011). Ayrıca ağaç türlerine ait daha sağlıklı karbon hesabının yapılabilmesi için söz konusu türe ilişkin ağaç bileşenleri ve karbon oranları da hesaplanmalıdır.

Diğer yandan iklim değişikliğinin önlenmesine yönelik olarak uluslararası çabalar da gündeme gelmiş ve Kyoto protokolü ile dünyada 160'tan fazla ülke bir araya gelerek atmosfere yapılan karbon emisyonunu azaltmayı kararlaştırmışlardır (Colombo ve ark., 2005). Oluşturulan bu politikanın gereği olarak ülkelere ormanlık alanlardaki yıllık karbon envanterini yapma sorumluluğu verilmiştir. Envanter verilerinin ülkeler arasında karşılaştırılabilir olmasını sağlamak için de hesaplamaların nasıl yapılacağına ilişkin "tarım, ormancılık ve arazi kullanımı" kılavuzu (AFOLU-IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories for Agriculture, Forestry and Other Land Use) geliştirilmiştir (IPCC, 2006).

Bu kılavuz orman ekosistemlerindeki karbon stoklarının yıllık değişiminin nasıl hesaplanacağını ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. Kılavuz, orman ekosistemlerindeki karbon havuzlarını; yaşayan toprak altı ve toprak üstü biyokütle, ölü organik madde (ölü odun ve döküntü) ve organik toprak olarak üç sınıfa ayırmıştır. Ayrıca kılavuz söz konusu havuzlardaki hesaplamalarda kullanılmak üzere iklim kuşağı, orman tipi ve ağaç türleri itibarıyla bazı empirik katsayılar vermiş, ancak daha sağlıklı hesaplamalar için söz konusu katsayıların yerel düzeyde ağaç türleri itibarıyla yapılacak araştırmalar ile ortaya konulmasını önermiştir (IPCC, 2003; IPCC, 2006). Nitekim araştırmalar göstermiştir ki karbon havuzlarındaki karbon oranları çevre faktörlerine, ağaç türüne ve ağaç organlarına göre değişmektedir (Laiho ve Laine, 1997; Lamlom ve Savidge, 2003; Bert ve Danjon, 2006; Thomas ve Malczewski, 2007; Çömez, 2012).

Dünya üzerinde 109 türle temsil edilen *Pinus* cinsi Kuzey yarı kürede yayılış göstermektedir. Sahil

çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Güneybatı Avrupa'da, Batı Akdeniz'de ve Kuzeybatı Afrika'da doğal olarak bulunmaktadır (Kandemir ve Mataracı, 2018). Anadolu'da son Tersiyer döneminde nesli tükenen türlerden biridir (Kasaplıgil, 1977). Sahil çamının Türkiye'de 57.837 ha ağaçlandırması bulunmaktadır. Bu alanın 48.104 ha'sı (%83) Marmara Bölgesi'nde, 8.732 ha'sı (%15) Karadeniz Bölgesi'nde, 1.001 ha'sı ise (%2) Ege ve Akdeniz Bölgelerinde yer almaktadır (OGM, 2019). Sahil çamı hem ağaçlandırıldığı alan hem de endüstriyel plantasyon çalışmalarında öncelikli türlerden biri olması sebebiyle karbon hesaplamalarında üzerinde çalışılması gereken bir türdür. Türkiye'de Terkos kumulundaki (İstanbul) sahil çamı ağaçlandırmalarında toprak altı ve toprak üstü bitkisel kütle ile karbon oranları ve karbon stoklarının belirlenmesi konusunda yapılmış kapsamlı bir çalışma bulunmaktadır (Tolunay ve ark., 2017). Ancak çalışmamız, Türkiye'deki sahil çamı ağaçlandırmalarının neredeyse tamamını kapsamaması yönüyle Tolunay ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmadan ayrılmaktadır.

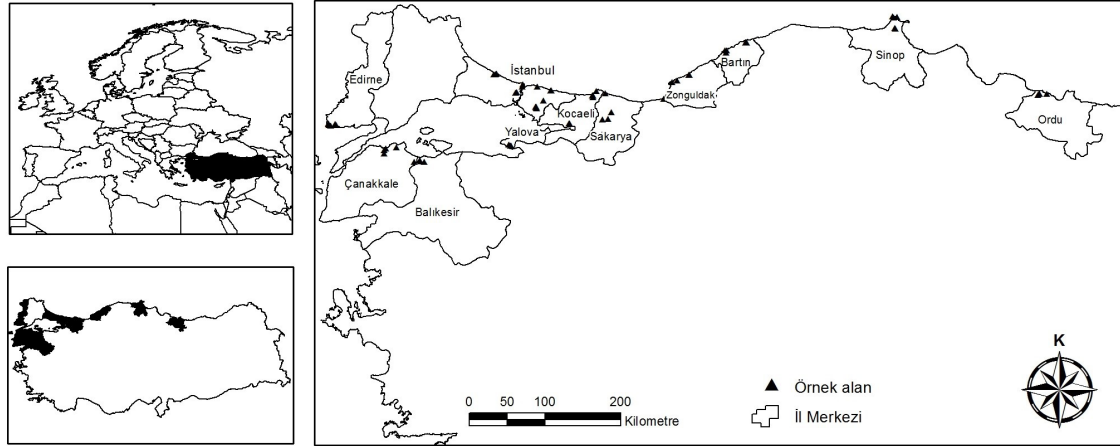
Bu araştırmanın amacı, sahil çamı ağaçlandırmalarında, ağaç bileşenlerine ait karbon oranları ile toprak üstü ağaç kütlesi ve toplam ağaç külesine ait ağırlıklı karbon oranlarını belirlemek ve bölgesel farklılıkların karbon oranları üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma Türkiye'deki sahil çamı ağaçlandırmalarının %98'lik kısmını oluşturan Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde yürütülmüştür (Şekil 1).

Marmara Bölgesi'nde bulunan örnekleme alanlarındaki yıllık ortalama sıcaklık 12,0-14,6°C, ortalama yüksek sıcaklık 26-30°C, ortalama düşük sıcaklık 0,5-3,0°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 3,9-6,6°C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 22-25°C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarları 538 mm (Lapseki) ile 1007 mm (Kandıra), en kurak ayın yağış miktarı 6,9 mm (Lapseki) ile 49 mm (Sakarya), haziran-eylül aylarındaki toplam yağış miktarı 57,7 mm (Lapseki) ile 235,8 mm (Kandıra) arasında değişmektedir. Karadeniz Bölgesi'nde bulunan örnekleme alanlarındaki yıllık ortalama sıcaklık 11,5-14,2°C, ortalama yüksek sıcaklık 24,0-28,2°C, ortalama düşük sıcaklık (-0,8)-(+4,2)°C, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 3,1-6,6°C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 20,4-23°C arasında değişmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarları 629 mm (Erfelek) ile 1355 mm (Zon-



Şekil 1. Araştırma alanlarının konumu
Figure 1. Location of the study area

guldak), en kurak ayın yağış miktarı 14,6 mm (Erfelek) ile 60,7 mm (Zonguldak), haziran-eylül aylarındaki toplam yağış miktarı 98,3 mm (Erfelek) ile 377,7 mm (Zonguldak) arasında değişmektedir. Örnekleme alanlarının biyoiklim sınıflarının belirlenmesinde Emberger Akdeniz İklim Sınıflaması kullanılmıştır (Akman, 1999). Buna göre örnekleme alanlarının çok yağışlı, yağışlı ve az yağışlı olmak üzere 3 farklı biyoiklim sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca Emberger metodunda kurak devrenin (S) tespiti için denklem (1) kullanılmıştır.

$$S=PE/ME \quad (1)$$

Denklemden, PE: yaz aylarındaki (haziran + temmuz + ağustos) toplam yağış miktarını, ME: yaz aylarının maksimum sıcaklık ortalamasını ifade etmektedir. S katsayısı küçüldükçe yaz kuraklığının şiddeti artmakta, büyüdüğü azalmaktadır.

Marmara Bölgesi'nde dağların kuzeye bakan alçak eteklerinde yalancı maki (pseudo-maki), kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanları, yüksek kesimlerinde göknar (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach) ormanları yer almaktadır. Vadi tabanlarında ve dağların güneye bakan alt yamaçlarında maki ve kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) topluluklarına, yüksek kesimlerde ise meşe (*Quercus* sp.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arn.) ormanlarına geçilir. Karadeniz kıyı kuşağı boyunca kayın, ıhlamur (*Tilia rubra* DC., *Tilia tomentosa* Moench), meşe, kızılğaç (*Alnus barbata* C.A.Mey., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), kestane, gürgen (*Carpinus orientalis* Mill.) gibi geniş yapraklı ormanlar yaygındır. Doğu Karadeniz Bölümünde çok nemli ılıman kıyı kuşağında kayın başta olmak üzere kızılğaç, kestane, ıhlamur

ve gürgenlerden oluşan ormanlar yer alır. Kayın ormanlarındaki önemli ağaç türleri ise ıhlamur, kestane, çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides* L.), karaağaç (*Ulmus campestris* L., *Ulmus montana* Stokes), sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), gürgendir (*Carpinus orientalis* Mill.). Orta Karadeniz Bölümünde Akkuş'un doğusunda ve Çarşamba'nın güneydoğusunda verimli kayın ormanlarına rastlanır. Batı Karadeniz Bölümünde Sinop'un batısı, özellikle Zindan-Çangal dağları silsilesinin etek kesimlerinde kızılçam, gürgen, defne (*Laurus nobilis* L.), kestane, ıhlamur, 600-1200 m'ler arasında kayın ormanları bulunur. Çaycuma çevresinde sapsız meşe, tüylü meşe (*Quercus pubescens* Willd.) ve Macar meşesi (*Quercus frainetto* Ten.) toplulukları görülür (Atalay, 2002).

1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritalarının İstanbul, Zonguldak, Sinop ve Samsun paftaları içerisinde kalan araştırma alanlarının Marmara Bölgesi'nde gnays, mikaşist, amfibolit, granit, granodiorit, kuvarslı diorit, diorit, gabro, diabloz, serpantin, bazalt, dolorit, andezit, spilit, porfirit, volkanik tuf, anglomera, breş ve trakit anakayalar, Karadeniz Bölgesi'nde ise karbonifer (kömürlü), andezit, spilit ve porfirit anakayalar üzerinde yer aldığı görülmüştür (MTA, 2019).

Araştırma alanlarında yaygın olarak bulunan toprak tipleri rendzina (Leptosols), kıyı kumulları (Arenosols), esmer orman toprağı (Cambisols) ve boz esmer orman toprağıdır (Luvisols) (IUSS Working Group WRB, 2015). Yine araştırma alanı içerisinde sahil çamı ağaçlandırmalarının kil, kum, kumlu kil, kumlu balçık, killi balçık, kumlu killi balçık, tozlu killi balçık ve balçık toprak türlerinde ve kireçsiz topraklarda yapılmış olduğu tespit edilmiştir.

2.2. Örneklemeye metodu

Örneklemeler 30 Mart - 6 Mayıs 2016 tarihleri arasında, bakı, yükselti, eğim, yamaç konumu ve meşcere gelişimi bakımından farklılık gösteren 69 alanda yapılmıştır. Bu alanların 48'i (%69,5) Marmara Bölgesi'nde, 21'i (%30,5) ise Karadeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Yine bu alanların %1,4'ü direklik (d_{1,3}=8-19,9 cm; 1 adet), %72,5'i ince ağaçlık (d_{1,3}=20-35,9 cm; 50 adet), %24,6'sı orta ağaçlık (d_{1,3}=36-51,9 cm; 17 adet), %1,4'ü kalın ağaçlık (d_{1,3} ≥ 52 cm; 1 adet) çağında bulunmaktadır. Örneklemeye alanları 20x20=400 m² büyüklüğünde alınmıştır. Örneklemeye alanlarının eğimi klizimetre, yükseltisi altimetre ile belirlenmiştir. Yamaç konumu, yamacın sırt çizgisi ile etek kısmı arasındaki yamaç uzunluğu 100 birim kabul edilmiş, yamaç üst kenarından olan ortalama uzaklık yamaç uzunluğunun yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Bakı, pusula ile belirlenmiş ve aşağıda verilen denklem (2) kullanılarak radyasyon indeksine dönüştürülmüştür (Moisen ve Frescino, 2002; Aertsen ve ark., 2010).

$$RI=[1-\cos((\pi/180)(Q-30))]/2 \quad (2)$$

Denklemden, RI: radyasyon indeksini, Q: örnek alanın kuzeye göre semt açısını ifade etmektedir.

Her örneklemeye alanında bir adet toprak çukuru açılmış ve açılan toprak çukurundaki kesitte 0-10, 10-30, 30-60 ve 60-100 cm derinlik kademelerinden hacim silindirleri ile toprak örnekleri alınmıştır.

Her örneklemeye alanında, meşcere üst boyunda bulunan üç ağaçta boy ölçümü yapılmış, boyu ölçülen üç ağaçtan aritmetik orta boya en yakın ağaç kesilmiş ve kesilen ağacın yaşı, göğüs çapı (cm) ve boyu (m) ölçülmüştür. Daha sonra elde edilen yaş ve boy değerleri ile Özcan (2003) tarafından sahil çamı ağaçlandırmaları için hazırlanan bonitet tablosu kullanılarak örneklemeye alanlarının 25 yaşındaki bonitet endeksi (BE₂₅) değerleri hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Örnek ağaçlara ait bazı özellikler
Table 1. Some properties of sample trees

| | Birim | Marmara Ort.±SS | Karadeniz Ort.±SS | Genel Ort.±SS |
|-------------------------|-------|-----------------|-------------------|---------------|
| Yaş | Yıl | 35±6 | 32±4 | 34±6 |
| Çap (d _{1,3}) | cm | 30,7±6,9 | 34,4±5,3 | 31,8±6,7 |
| Boy | m | 15,9±4,2 | 17,8±2,8 | 16,4±3,9 |
| BE ₂₅ | m | 12,4±2,7 | 14,9±2,4 | 13,2±2,8 |

BE: bonitet endeksi, Ort: ortalama, SS: standart sapma

İbre örnekleri kesilen ağaçların terminal sürgününden itibaren geriye doğru bir, iki ve üç

yaşlı sürgünler üzerinden eşit miktarda alınmış ve karıştırılmıştır. Dal örnekleri ağacın taç kısmının üst, orta ve alt kısımlarından alınarak karıştırılmıştır. Odun ve kabuk örnekleri için karma örnekler hazırlanmıştır. Bunun için ağacın gövdesi 2 m'lik bölümlere ayrılmış, bölümlerin dip ve uç kısımlarının iki yönlü olarak kabuklu ve kabuksuz çapları ölçülmüş ve ölçülen bölümlerin ortasından 3 cm kalınlığında diskler alınmıştır. Karma odun ve kabuk örnekleri, alındığı sekiyonun hacminin, ağacın hacmine oranı dikkate alınarak hazırlanmıştır. Kesilen ağaçların dip kısmından kazma ile bir kesit açılmış ve açılan kesitten çapları ≤5 cm olan kök örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler yıkanarak topraklarından arındırılmış ve diğer örneklerle birlikte laboratuvara taşınmıştır.

2.3. Laboratuvar analizleri

Araziden alınan bitki örnekleri (69 örnek alan × 5 bileşen = 345 örnek) laboratuvarında 65°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş ve ardından öğütülerek analize hazırlanmıştır. Ağaç bileşenlerine ait örneklerin karbon oranları LECO CNH TruSpec elementer analiz cihazında tayin edilmiştir.

Laboratuvarında hava kurusu hâle getirilen toprak örnekleri, kesikleri porselen havanda parçalanarak 2 mm gözeneğe sahip elekten geçirilmiş ve tartılmıştır. Eleğin üzerinde kalan taşın hacmi volümetrik olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinde rutubet 105°C'de, tanecik boyutuna göre sınıflandırması hidrometre yöntemiyle, organik karbon Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle (Carter and Gregorich, 2008), faydalanılabilir su kapasitesi basınç tablalı toprak nemi tayin cihazında (Çepel, 1985) belirlenmiştir.

2.4. Değerlendirme

Ağaç bileşenleri kütlelerinin, toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerine oranlarını belirlemek amacıyla, Tolunay ve ark. (2017) tarafından Çmcd meşcereleleri (d_{1,3}=20,0-51,9 cm) için belirlenen tek ağaç kütleleri kullanılmıştır. Hesaplama sonucunda, toprak üstü ağaç kütleleri için ibre, dal, odun ve kabuk kütle oranları sırasıyla 0,0451; 0,1778; 0,6762 ve 0,1009; toplam ağaç kütleleri için ibre, dal, odun, kabuk ve kök kütle oranları sırasıyla 0,0379; 0,1495; 0,5686; 0,0848 ve 0,1592 olarak bulunmuştur.

Toprak üstü ve toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranlarının belirlenmesinde denklem (3) kullanılmıştır (Erkan ve Güner, 2018).

$$wcc=\sum(ccc_i*cb_i)/100 \quad (3)$$

Denklemden; wcc, toprak üstü veya toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranını (%); ccc_i, kar-

bon yoğunluğunu (%); i^{th} , ağaç bileşenlerini; c_b , bileşenlere ait kütlelerin toprak üstü veya toplam ağaç kütlelerine oranını (%) ifade etmektedir.

Ağaç bileşenlerinin karbon yoğunlukları arasındaki farklılıklar ile toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranının coğrafik bölgelere göre değişimi varyans analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda istatistiksel farklılıkların belirlenmesi durumunda Duncan ortalamaları ayırma testi uygulanmıştır. Ayrıca toplam ağaç kütlelerine ait ağırlıklı karbon oranı ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlar $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Örnekleme alanlarının yetiştirme ortamı özellikleri

Örnekleme alanlarına ait bazı yetiştirme ortamı özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde Karadeniz Bölgesi'ndeki örnekleme alanlarının ortalama yükselti ve eğiminin Marmara Bölgesi'ndeki alanlardan daha fazla olduğu görülmektedir. Mutlak toprak derinliği, pedondaki toprak miktarı, iskelet hacmi ve kum miktarı da Marmara Bölgesi'ndeki alanlarda daha fazladır. İklim özellikleri bakımından değerlendirildiğinde ise Marmara Bölgesi'ndeki örnekleme alanlarında sıcaklıkların daha yüksek, kurak periyodun daha uzun olduğu, buna karşın Karadeniz Bölgesi'ndeki alanların yağış değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

3.2. Ağaç bileşenlerinin karbon yoğunlukları

Ağaç bileşenlerinin karbon oranlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'de, varyans analizi sonuçları ise Şekil 2'de verilmiştir. Ağaç bileşenlerinin karbon oranları arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar belirlenmiştir ($F=576,135$; $P<0,001$). En düşük karbon oranı kökte (%48,89), en yüksek oran ise kabukta (%53,92) bulunmuştur. Keza, sahil çamında yapılan çalışmalarda en düşük karbon yoğunluğu kökte, en yüksek yoğunluk ise kabukta bulunmuştur (Bert ve Danjon, 2006; Tolunay ve ark., 2017). Yine farklı ağaç türlerinden sarıçam (Çömez, 2012; Erkan ve Güner, 2018), karaçam (Güner ve Çömez, 2017), sedir (Karataş ve ark., 2017) ve Kazdağı göknarı (Güner, 2019) türlerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Karaçam ağaçlandırmalarında yapılan çalışmada, ağaç bileşenlerinden

kabuktaki karbon yoğunluğunun diğer bileşenlere göre daha yüksek bulunmasının lignin ve ekstraktif maddelerin kabuktaki fazlalığından kaynaklandığı bildirilmektedir (Güner ve Çömez, 2017). Çünkü ibreli türlerde, odunun lignin içeriği en çok %30 civarında olurken kabukta bu oran %55'e kadar çıkmaktadır. Ayrıca kabuğun ekstraktif madde içeriği odundan yaklaşık 3 kat daha fazla olabilmektedir (Dönmez ve Dönmez, 2013). Ancak Durkaya ve ark. (2015) tarafından kızılçam, sarıçam ve karaçamda yapılan çalışmada, ibre karbon oranları ağaç bileşenleri arasında en yüksek düzeyde bulunmuş ve sırasıyla 52,1, 52,6 ve 52,3 olarak belirlenmiştir. Yine Uludağ göknarı (Durkaya ve ark. 2013a) ve sedir (Durkaya ve ark. 2013b) türlerinde yapılan çalışmalarda, karbon yoğunluğu ibrede en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu durumun, araştırmalara konu türler yanında örnekleme alanları yapıldığı mevsimler, meşcere gelişim çağları ve yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sahil çamında kök karbon oranı, Terkos kumunda (İstanbul) %49,47 (Tolunay ve ark., 2017), güneybatı Avustralya'daki plantasyon alanlarında %48,1 (Ritson ve Sochacki, 2003), Fransa'nın güneybatısındaki doğal ormanlarda %51,74 (Bert ve Danjon, 2006) bulunmuştur. Karbon oranlarının yetiştirme ortamı özelliklerine (Erkan ve Güner, 2018; Güner, 2019) ve meşcere gelişim çağlarına (Çömez, 2012; Makineci ve ark., 2015; Güner ve Çömez, 2017; Karataş ve ark., 2017) göre önemli farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir. Sahil çamında ağaç bileşenlerinin karbon yoğunluklarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalarda (Tablo 4) kök karbon yoğunluğuna ait bu geniş varyasyonun (%48,1-51,74); örnekleme alanları yapıldığı mevsim, meşcere gelişim çağı, yetiştirme ortamı özellikleri ve ormanların tesisi arasındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Ağaç bileşenleri arasında en önemli karbon havuzu olan gövde odununun karbon yoğunluğu sahil çamı için %51,69 olarak bulunmuştur. Bu oran, Portekiz'de %46,5 (Viana ve ark., 2018), Avustralya'da %49,7 (Ritson ve Sochacki, 2003), İspanya'da %47,1 (Balboa-Murias ve ark., 2006) ve %46,97 (Álvarez-Álvarez ve ark., 2018), Fransa'da %53,32 (Bert ve Danjon, 2006) ve Türkiye'de yapılan çalışmada ise %50,66 (Tolunay ve ark., 2017) olarak bulunmuştur (Tablo 4). Kök bileşeninde olduğu gibi gövde odununda da yapılan çalışmalar arasında oldukça geniş bir varyasyon (%46,50-53,32) bulunmaktadır.

Bu çalışmada, dal ve ibre karbon oranları sırasıyla %51,65 ve 52,02 olarak belirlenmiştir. Aynı tür-

Tablo 2. Örnekleme alanlarına ait bazı yetiştirme ortamı özellikleri
Table 2. Some site characteristics of sample plots

| | Birim | Marmara Ort.±SS | Karadeniz Ort.±SS | Genel Ort.±SS |
|--|-------------------|--------------------|----------------------|------------------|
| <i>Fizyografik faktörler</i> | | | | |
| Yükselti | m | 140±117 | 236±115 | 170±124 |
| Eğim | % | 18,7±12,1 | 30,7±16,5 | 22,3±14,5 |
| Yamaç konumu | % | 35,6±22,7 | 23,7±20,9 | 31,9±22,7 |
| Radyasyon indeksi | | 0,441±0,360 | 0,657±0,345 | 0,507±0,367 |
| <i>Toprak özellikleri</i> | | | | |
| Mutlak derinlik | cm | 58,7±20,8 | 42,5±12,3 | 53,7±20,0 |
| Toprak miktarı ($\emptyset < 2$ mm) | kg/m ³ | 983±348 | 924±317 | 965±338 |
| İskelet hacmi | l/m ³ | 49,8±51,1 | 44,2±58,7 | 48,1±53,1 |
| Kum | kg/m ³ | 542±395 | 391±290 | 496±371 |
| Toz | kg/m ³ | 308±204 | 353±135 | 322±186 |
| Kil | kg/m ³ | 131±88 | 179±71 | 146±86 |
| Faydalanılabilir su kapasitesi | mm/m ³ | 72±37 | 99±27 | 81±36 |
| Organik karbon | g/m ³ | 5,2±2,9 | 7,3±2,2 | 5,9±2,9 |
| <i>İklim özellikleri</i> | | | | |
| Ortalama yıllık sıcaklık | °C | 13,6±0,6 | 12,6±0,8 | 13,3±0,8 |
| Ortalama yüksek sıcaklık | °C | 28,3±1,2 | 25,6±1,2 | 27,5±1,7 |
| Ortalama düşük sıcaklık | °C | 1,8±0,8 | 1,8±1,5 | 1,8±1,0 |
| En soğuk ayın ortalama sıcaklığı | °C | 5,1±0,7 | 4,8±1,1 | 5,1±2,8 |
| En sıcak ayın ortalama sıcaklığı | °C | 23,1±0,9 | 21,4±0,8 | 22,6±1,1 |
| S (Kuraklık indisi) | | 3,8±1,6 | 8,0±2,8 | 5,1±2,8 |
| Q (Yağış-sıcaklık emsali) | | 105,5±21,1 | 159,1±41,3 | 121,8±37,8 |
| Yıllık yağış | mm | 799±137 | 1075±246 | 883±217 |
| Yıllık ortalama bahar yağışı | mm | 162±24 | 193±39 | 172±32 |
| Yıllık ortalama yaz yağışı | mm | 107±46 | 204±68 | 137±70 |
| Yıllık ortalama bahar + yaz yağışı | mm | 270±64 | 397±106 | 309±98 |
| En kurak aydaki yağış miktarı | mm | 26±15 | 49±14 | 33±18 |
| Haziran-Eylül aylarındaki toplam yağış | mm | 153±64 | 295±89 | 197±98 |

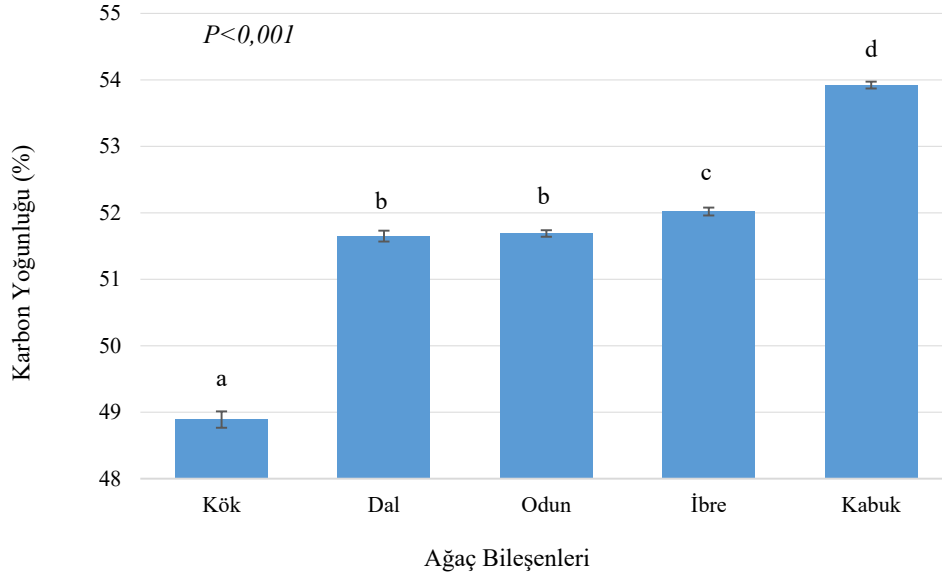
Tablo 3. Ağaç bileşenlerinin karbon yoğunluklarına (%) ait bazı istatistikler (n=69)
Table 3. Some statistics for carbon concentration (%) in tree components (n=69)

| Ağaç Bileşenleri | Ortalama | En düşük | En yüksek | Standart sapma |
|----------------------------------|----------|----------|-----------|----------------|
| Kök | 48,89 | 46,35 | 51,86 | 1,01 |
| Dal | 51,65 | 50,01 | 53,33 | 0,68 |
| Odun | 51,69 | 50,78 | 52,78 | 0,40 |
| İbre | 52,02 | 50,88 | 53,17 | 0,49 |
| Kabuk | 53,92 | 52,81 | 54,94 | 0,43 |
| Ağırlıklı ortalama (Toprak üstü) | 51,93 | | | |
| Ağırlıklı ortalama (Tüm ağaç) | 51,44 | | | |

de yapılan çalışmalarda, dal ve ibre karbon oranları ve %48,20 (Viana ve ark., 2018), Fransa'daki doğal ormanlarda %48,60 ve %53,46 ve %53,61 (Bert ve Danjon,

2006), Avustralya'daki plantasyon ormanlarında %50,6 ve %50,6 (Ritson ve Sochacki, 2003) ve Türkiye'deki Terkos kumulunda %50,84 ve %51,25 (Tolunay ve ark., 2017) olarak belirlenmiştir. Araş-

tırma bulgularımız Portekiz, Avustralya ve Terkos (İstanbul) kumulunda yapılan çalışmalardan daha yüksek, Fransa'da yapılan çalışmadan ise daha düşük düzeyde bulunmuştur (Tablo 4).



Şekil 2. Ağaç bileşenlerinin karbon yoğunluğu ortalamaları ve \pm standart hataları. Her bir bileşende aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı değildir
Figure 2. Mean carbon concentration of tree components and \pm standard errors. Mean values of each component represented by the same letters were not statistically different from one another at the level of $\alpha=0.05$

Tablo 4. Sahil çamında ağaç bileşenlerine ait karbon oranları (%), Ortalama
Table 4. Carbon concentration of tree components in maritime pine (%), Mean

| Ağaç bileşenleri | | | | | Ağırlıklı ortalama | | Kaynak |
|------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|----------|-------------------------------|
| Kök | Dal | Odun | İbre | Kabuk | Toprak üstü | Tüm ağaç | |
| 48,89 | 51,65 | 51,69 | 52,02 | 53,92 | 51,93 | 51,44 | Bu çalışmada |
| - | - | 46,97 | - | 50,38 | 47,77 | - | Álvarez-Álvarez ve ark., 2018 |
| - | 48,60 | 46,50 | 48,20 | - | - | - | Viana ve ark., 2018 |
| 49,47 | 50,84 | 50,66 | 51,25 | 51,98 | 50,90 | 50,64 | Tolunay ve ark., 2017 |
| 51,74 | 53,46 | 53,32 | 53,61 | 55,18 | 53,60 | 53,21 | Bert ve Danjon, 2006 |
| - | 50,5 | 47,1 | 49,7 | 50,8 | - | - | Balboa-Murias ve ark., 2006 |
| 48,1 | 50,6 | 49,7 | 50,6 | - | - | - | Ritson ve Sochacki, 2003 |

3.3. Ağırlıklı karbon yoğunluğu

Sahil çamı için ağırlıklı karbon oranı toprak üstü ağaç kütlesi için %51,93, toplam ağaç kütlesi için ise %51,44 olarak hesaplanmıştır (Bkz. Tablo 3). Toprak üstü ağaç kütlesi için ağırlıklı karbon oranı, İspanya'da %47,7 (Álvarez-Álvarez ve ark., 2018), Fransa'da %53,6 (Bert ve Danjon, 2006), Terkos kumulunda (İstanbul) %50,9 (Tolunay ve

ark., 2017) bulunmuştur. Toplam ağaç kütlesine ait ağırlıklı karbon oranı ise Fransa'da %53,2 (Bert ve Danjon, 2006), Terkos kumulunda (İstanbul) %50,6 (Tolunay ve ark., 2017) olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de yapılan iki çalışma arasındaki karbon yoğunluğuna ait %1,6'lık farkın ise yetişme ortamı özellikleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Türkiye’de farklı ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon oranı, doğal sarıçam ormanları için %51,96 (Tolunay, 2009), %52,46 (Çömez, 2012) ve %52,37 (Erkan ve Güner, 2018); Kazdağı göknarı ormanları için %52,15 (Güner, 2019); karaçam ağaçlandırmaları için %53,86 (Güner ve Çömez, 2017); Toros sediri ağaçlandırmaları için %51,27 (Karataş ve ark., 2017); fıstık çamı ağaçlandırmaları için ise %50,32 (Tolunay ve ark., 2017) olarak belirlenmiştir.

AFOLU (tarım, ormancılık ve arazi kullanımı) kılavuzu, karbon envanter raporlamalarında türlere özgü bir araştırma bulunmaması durumunda karbon yoğunluğunun ibrelili türler için %51 alınmasını önermektedir (IPCC, 2006). Diğer taraftan, gövde odunu dışındaki ağaç bileşenlerinin karbon yoğunlukları birçok ormancılık sektörü karbon bütçesi hesaplamalarında dikkate alınmamaktadır. Ancak, son zamanlardaki araştırmalara (Çömez, 2012; Güner ve Çömez, 2017) ek olarak bulgularımız ağaç bileşenlerinin karbon yoğunluklarının birbirinden oldukça farklı olduğunu göstermiştir. Bu anlamda ağaç bileşenlerinin ağırlıklı karbon yoğunlukları dikkate alınarak bulunan katsayılar daha hassas bir hesaplama sağlayacaktır.

3.4. Karbon yoğunluğu ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler

Toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon oranı Marmara (%51,38) ve Karadeniz (%51,55) bölgeleri arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir ($F=4,014$; $P<0,05$). Keza, Kazdağı göknarında yapılan çalışmada, toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon oranı Uludağ (%51,97) ve Ilgaz Dağı (%52,55) arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Güner, 2019). Araştırmacı, benzer iklim özelliklerine sahip olan bu iki yetiştirme ortamının, farklı anakaya ve dolayısıyla farklı toprak özelliklerine sahip olduğunu, karbon yoğunlukları arasındaki bölgesel farklılığın ise bu durumdan kaynaklanmış olabileceğini bildirmektedir. Bu çalışmada, ağırlıklı karbon yoğunluğu bakımından coğrafi bölgeler arasındaki farklılığın büyük ölçüde iklim özellikleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir.

Toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon yoğunluğu ile fizyografik faktörler arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu durum, Marmara ve Karadeniz bölgelerindeki sahil çamı ağaçlandırmalarının dar bir yükseltide ve peneplen bir arazi yapısı üzerinde yapılmış olması sebebiyle yükselti, baki, eğim ve yamaç konumu özelliklerinin baskın bir şekilde ortaya çıkamaması ile açıklanabilir. Keza, toprak özellikleri (mutlak derin-

lik, ince toprak miktarı, kum, toz ve kil miktarı, faydalanılabilir su kapasitesi, organik karbon) ile toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon yoğunluğu arasında da önemli ilişkiler belirlenmemiştir ($P>0,05$). Bunun temel sebebinin, araştırmanın çok geniş bir alanda yapılması ve bu alanın birçok yetiştirme ortamı alt bölge ve yörelerini kapsamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağırlıklı karbon yoğunluğu ile iklim özelliklerinden yıllık yağış miktarı, kurak devrenin kısılalığı (S değeri), yıllık ortalama yaz yağışı (haziran-ağustos) ve yıllık ortalama bahar+yaz yağışı (mart-ağustos) arasında önemli ($P<0,05$) pozitif, ortalama yüksek sıcaklık arasında ise önemli ($P<0,05$) negatif ilişkiler bulunmuştur. İklim özellikleri bakımından nemli ve kurak periyodun kısa sürdüğü alanlardaki karbon yoğunluğunun daha yüksek olduğu söylenebilir. Bu alanların aynı zamanda sahil çamının en iyi gelişim gösterdiği alanlar olduğu bildirilmektedir (Özel ve ark., 2018).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, sahil çamı ağaçlandırmalarında ağaç bileşenlerine ait karbon yoğunluklarının önemli farklılıklar gösterdiği ve %48,8 ile %53,9 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sahil çamı ağaçlandırmalarında toplam ağaç kütesine ait ağırlıklı karbon oranı Marmara Bölgesi için %51,38, Karadeniz Bölgesi için %51,55 olarak bulunmuş olup Türkiye’deki sahil çamı ağaçlandırmaları için hesaplamalarda ortalama %51,44 olarak kullanılabilir. Sonuç olarak daha güvenilir bir karbon envanteri yapılabilmesi için ağaç bileşenlerinin kütle oranlarını da dikkate alan ve gerek coğrafi bölgeler itibariyle gerekse tüm sahil çamı ağaçlandırmaları için ortaya konulan karbon oranlarının kullanılması önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü tarafından desteklenen “Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler [ESK-27(6319)]” isimli proje kapsamında araziden alınan örneklerle gerçekleştirilmiştir. Karbon analizlerini yapan Dr. Aydın ÇÖMEZ’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.

Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık Ltd.

Şti. Ankara.

Álvarez-Álvarez, P., Pizarro, C., Barrio-Anta, M., Cámara-Obregón, A., Bueno, J.L.M., Álvarez, A., Gutiérrez, I., Burslem, D.F.R.P., 2018. Evaluation of tree species for biomass energy production in Northwest Spain. *Forests* 9: 160.

Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basımevi, İzmir.

Balboa-Murias, M.A., Rodríguez-Soalleiro, R., Merino, A., Álvarez-González, J.G., 2006. Temporal variations and distribution of carbon stocks in aboveground biomass of radiata pine and maritime pine pure stands under different silvicultural alternatives. *Forest Ecology and Management* 237: 29–38.

Bert, D., Danjon, F., 2006. Carbon concentration variation in the roots, stem and crown of mature *Pinus pinaster* (Ait.). *Forest Ecology and Management* 222: 279-295.

Carter, M.R., Gregorich, E.G., 2008. Soil Sampling and Methods of Analysis. CRC Press, Boca Raton.

Colombo, S.J., Parker, W.C., Luckai, N., Dang, Q., Cai, T., 2005. The effects of forest management on carbon storage in Ontario's Forests, Climate Change Research Report (CCRR-03). Publication of Applied Research and Development Ontario Forest Research Institute, Ontario. http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/276922.pdf [Ziyaret tarihi: 15.06.2017]

Çepel, N., 1985. Toprak Fiziği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.

Çömez, A., 2012. Sündiken Dağları'ndaki (Eskişehir) Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Eskişehir.

Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkanları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 14: 156-162.

Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Karaburk, T., 2013a. Estimating above-ground biomass and carbon stock of individual trees in uneven-aged Uludağ fir stands. *Fresenius Environmental Bulletin* 22(2): 428-434.

Durkaya, B., Durkaya, A., Makineci, E., Ülküdür, M., 2013b. Estimation of above-ground biomass and sequestered carbon of Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.) in Antalya, Turkey. *iForest* 6: 278-284.

Durkaya, A., Durkaya, B., Makineci, E., Orhan, I., 2015. Aboveground biomass and carbon storage relationship of Turkish pines. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(11): 3573-3583.

Erkan, N., Güner, Ş.T., 2018. Determination of carbon concentration of tree components for Scotch pine forests in Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya) Region. *Forestist* 68(2): 87-92.

Güner, Ş.T., Çömez, A., 2017. Biomass equations and changes in carbon stock in afforested black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 26(3): 2368-2379.

Güner, Ş.T., 2019. Changes in carbon concentration of tree components for Kazdağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) forests. *Fresenius Environmental Bulletin* 28(1): 116-123.

IPCC. 2003. Good Practise Guidance For Land Use, Land-use Change and Forestry, In: IGES, Eds. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishy, T., Krug, T., Kruger, D., Pippatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F., IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html [Ziyaret tarihi: 17.02.2017].

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> [Ziyaret tarihi: 04.01.2016].

IUSS Working Group WRB, 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Kandemir, A., Mataracı, T., 2018. *Pinus* L. Şu Eserde: Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A.Ö. (Ed.) Resimli Türkiye Florası 2: 324-354. ANG Vakfı, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.

Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş.T., 2017. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi* 4(2): 107-120.

Kasaplıgil, B., 1977. Kızılcıhamam yakınındaki Güvem Köyü civarında bulunan son Tersiyer kozalaklı - yeşil yapraklı ormanı. *MTA Dergisi* 88: 94-102.

Lamlom, S.H., Savidge, R.A., 2003. A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* 25: 381–388.

Laiho, R., Laine, J., 1997. Tree stand biomass and carbon content in an age sequence of drained pine mires in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 93: 161-169.

Makineci, E., Ozdemir, E., Caliskan, S., Yilmaz, E., Kumbasli, M., Keten, A., Beskardes, V., Zengin, H., Yilmaz, H., 2015. Ecosystem carbon pools of coppice-originated oak forests at different development stages. *European Journal of Forest Research* 134(2): 319-333.

- Malmsheimer, R.W., Bowyer, J.L., Fried, J.S., Gee, E., Izlar, R.L., Miner, R.A., Munn, I.A., Oneil, E., Stewart, W.C., 2011. Managing Forests because Carbon Matters: Integrating Energy, Products, and Land Management Policy. *Journal of Forestry* 109: Supplement 1, 51 pp.
- Moisen, G.G., Frescino, T.S., 2002. Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics. *Ecological Modelling* 157: 209-225.
- MTA. 2019. 1:500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/500bas> [Ziyaret tarihi: 12.03.2019].
- OGM. 2019. Türkiye'deki Sahilçamı Ağaçlandırmaları. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'nın 05.04.2019 tarih ve 98851831-604.99-E.702649 sayılı yazısı. Ankara.
- Özel, C., Türkkkan, M., Akgül, S., Güner, Ş.T., 2018. Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarının Gelişimi ile Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Nu: ESK-27(6319)/2016-2018, 77 s., Eskişehir.
- Özcan, B.G., 2003. Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artım ve Büyüme. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, İzmit.
- Ritson, P., Sochacki, S., 2003. Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management* 175: 103-117.
- SPSS v.22.0®, 2015. SPSS 22.0 Guide to Data Analysis, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Tolunay, D., 2009. Carbon concentration of tree components, forest floor and understory in young *Pinus sylvestris* stands in north-western Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 394-402.
- Tolunay, D., Makineci, E., Şahin, A. Özturk, A.G., Pehlivan, S., Abdelkaim, M.A., 2017. İstanbul-Durusu Kumul Alanlarındaki Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ve Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Karbon Birikimi. TÜBİTAK TOVAG Proje Nu: 114O797, 148 s., İstanbul.
- Thomas, S.C., Malczewski, G., 2007. Wood carbon content of tree species in Eastern China: Interspecific variability and the importance of the volatile fraction. *Journal of Environmental Management* 85: 659-662.
- Viana, H.F.S., Rodrigues, A.M., Godina, R., Matias, J.C.O., Nunes, L.J.R., 2018. Evaluation of the physical, chemical and thermal properties of Portuguese maritime pine biomass. *Sustainability* 10: 2877.

Parçalı ormanların yönetim sorunlarının değerlendirilmesi: Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü örneği

Evaluation of management problems of fragmented forests: A case study on Trabzon Forest District Directorate

Nur DİKTAŞ BULUT¹

Cantürk GÜMÜŞ²

Uğur ER³

Mehmet Ali SAYIN³

Vildane GERÇEK¹

Hüseyin AYAZ²

Necati ÇOLAK⁴

¹ Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TRABZON

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, TRABZON

³ Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, TRABZON

⁴ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİR

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Nur DİKTAŞ BULUT

nurdiktasbulut@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

12.03.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

08.05.2019

Atf (To cite this article): DİKTAŞ BULUT, N , GÜMÜŞ, C , ER, U , SAYIN, M , GERÇEK, V , AYAZ, H , ÇOLAK, N . (2019). Parçalı ormanların yönetim sorunlarının değerlendirilmesi: Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü örneği. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 177-191.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.538684>



Creative Commons Atf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma ile Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü örneğinde parçalı ormanların yönetim sorunlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda orman kaynaklarını yönetenlerin uygulamada karşılaştıkları teknik ve sosyal sorunlar tespit edilmiş, orman kaynakları ile iç içe yaşayan orman köylüsünün orman kaynaklarını kullanma durumu, beklentileri ve önerileri değerlendirilmiştir. Parçalı ormanların yönetimiyle ilgili beş ana sorun belirlenmiştir. Bunlar; parçalı ormanların kadastrounun yapılmasındaki sorunlar, parçalı ormanların yönetimindeki sosyal sorunlar, parçalı ormanların planlanması aşamasındaki sorunlar, parçalı ormanlardaki ormanlık uygulamaları (koruma, ağaçlandırma, bakım, rehabilite vb.) açısından sorunlar ve parçalı ormanların korunmasındaki sorunlardır. Orman köylüsünün ormanlardan faydalanabilme noktasında beklentisi ise orman ürünlerine yönelik ihtiyaçlarının karşılanması (üretim amaçlı) olarak belirlenmiştir. Bu çalışma ile, parçalı ormanlara orman amenajman planı içerisinde farklı bir statü kazandırılarak, faydalanmanın yerel yönetimlere bırakılmasının uygun olabileceği değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ormanlardan faydalanma, orman köylüsü, parçalı ormanlar, yönetim sorunları, Trabzon

Abstract

In this study, it is aimed to determine the management problems of fragmented forests in Trabzon Forest District Directorate. The technical and social problems faced by the managers of the forest resources were determined with the study. Similarly, the situation, expectations, and suggestions of forest villagers living with forest resources were evaluated. Five main problems related to the management of fragmented forests have been identified. These problems are (i) the cadaster of fragmented forests, (ii) social problems, (iii) the planning of fragmented forests, (iv) forestry practices (conservation, reforestation, maintenance, rehabilitation, etc.) and (v) the protection of fragmented forests. The expectation of forest villagers was determined as providing their forest product needs (for producing). With this study, it was considered that the fragmented forests should be given a different status in the forest management plan and the utilization of these forests should be left to local administrations.

Keywords: Fragmented forests, forest villager, management issues, Trabzon, utilizing forests

1. Giriş

Küresel ölçekte olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışının bir sonucu olarak tarımsal alanların genişlemesi, otoyolların, tren yollarının yapılması, barajlar ve diğer yapay göletler, enerji tesisleri, iletim hatları, ülke veya parsel sınırlarının canlı geçişini engellemek amacıyla yapılan yapılar, toplu konutlar, madencilik tesisleri, dere ıslahı adı altında yapılan duvarlar gibi nedenlerle doğal alanlar giderek daha küçük parçalara bölünmektedir. Literatürde “habitat bölünmesi/parçalanması” olarak adlandırılan bu gelişmelerin birçok olumsuz sonucu ortaya çıkmaktadır (Deniz ve ark., 2006; Coşkun Hepcan, 2008; Williams ve Snyder, 2005).

Bilindiği gibi habitat; bir canlı türünün yaşadığı, saklandığı, aranınca bulunabildiği, kısaca yaşamsal etkinliklerini sürdürmesine uygun koşulların bulunduğu alanı ifade etmektedir (Odum ve Barrett, 2005). Habitat parçalanması, geniş ve yapay engellerle çevrili olmayan canlı yaşam alanlarının yok edilmesi veya daha küçük ve çevreden soyutlanmış kalıntılara dönüşme sürecidir (Wilcove ve ark., 1986). Habitat bölünmesinin başta biyolojik çeşitlilik olmak üzere (Sala ve ark., 2000; Fahrig, 2003; Foley ve ark., 2005) türlerin popülasyon büyüklüğünün azalması (Andren, 1994), bitki popülasyonlarının genetik kompozisyonunun değişimi (Young ve ark., 1996), canlıların başka habitatlara göç etmesi ve oralarda yaşayan yerli türler ile rekabete girmesi ve canlı türlerinin tamamen yok olması gibi birçok ekolojik soruna yol açtığı bilinmektedir.

Kuşkusuz bu gelişmeler tüm kürede olduğu gibi ülkemizde de etkilerini giderek daha yoğun biçimde ortaya çıkaran bir tehdit durumundadır. Ormanların daha küçük parçalara bölünmesi özellikle sahip olduğu sosyoekonomik yapının da etkisiyle dağınık bir yerleşim desenine sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde önemli bir sorun olarak görülmektedir.

Bu sorunlardan birisi de orman alanlarının yönetimi sorunudur. Habitat bölünmesinin ekolojik anlamda yol açtığı sorunlarla ilgili birçok çalışma ve makale vardır. Ancak çeşitli etkilerle küçük parçalara bölünen ormanlarda yürütülen ormancılık etkinlikleri de bundan etkilenmektedir. Bu çalışma ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nin hemen hemen tam merkezinde yer alan Trabzon yöresi örneği ile küçük parçalara ayrılan ormanlık alanların yönetilmesiyle ilgili sorunlar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışma bölgesinin coğrafi yapısıyla ilişkili olan kendine özgü dağınık yerleşim deseni ve geleneksel mülkiyet anlayışı sonucunda ormanların

içerisine yerleşilmiş; ormanlık alanlar ise, yerleşim yerleri, tarım alanları ve meralar arasına sıkışmıştır. Nüfusun artmasıyla birlikte daha fazla tarım alanına ihtiyaç duyulmasının doğal bir sonucu olarak öteden beri tahrip edilen ormanların bütünlüğü bozulmuş, bütünlük hâlindeki ormanlar sadece yerleşim yerlerine uzak alanlarda korunabilmiştir. Bölgede orman, tarım ve yerleşim alanları iç içe geçmiş ve bölgeye özgü bir yaşam tarzı oluşmuştur. Bu yapı içerisinde, orman kaynakları sürekli baskı altında kalmış ve parçalı duruma dönüşmüştür. Son yıllarda yoğunluk kazanan kadaströ çalışmalarını sonucunda da özellikle yerleşim yerleri ve tarım alanları çevresinde alansal olarak daha küçük ölçekte, rasyonel olarak yönetilmesi zorluklar içeren orman parçaları hukuksal bir kimlik kazanmış ve çoğunlukla devlet ormanı olarak tescil edilmiştir. Buna karşın hâlen bu ormanlardan yararlanma alışkanlıkları sürmekte, sorun hukuksal olarak çözülmüş görünse de sosyolojik olarak devam etmektedir. Bu tür ormanlar, yöre halkı tarafından kullanılmadığı gibi orman idarelerince işletilmesinde de sorunlar yaşanmaktadır. Benzer sahiplenmeler ve kayıt dışı geleneksel kullanımlar gelişmekte olan ülkelerde de görülmektedir (Yachkaschi, vd., 2008). Parçalı orman olarak ifade edilen bu ormanlardan mevcut yararlanma biçimi, orman kaynaklarını yönetme sorumluluğunda olanların ve yararlanma hakkı iddiasında bulunan veya bulunmayan orman köylülerinin bu ormanların yönetimiyle ilgili görüş ve yaklaşımlarının ortaya konması önem taşıyan bir konu hâline gelmiştir. Özellikle rasyonel orman işletmeciliği için parçalı ormanların yönetiminde karşılaşılan teknik ve sosyal sorunların boyutunun ortaya konulması, bölge ve dolayısıyla ülke ormancılığının gelişimi için önem taşımaktadır.

Ülkemizin ormancılık ilke ve hedefleri doğrultusunda bu çalışma ile Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki parçalı ormanların yönetim sorunlarının belirlenmesi amacıyla orman kaynaklarını yönetenlerin uygulamada karşılaştıkları teknik ve sosyal sorunlar tespit edilmiş, orman kaynakları ile iç içe yaşayan orman köylüsünün orman kaynaklarını kullanma durumu, beklentileri ve önerileri değerlendirilmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin sahil kesimi bandındaki ormanlarda yaşanan sorunlar, tarımsal yapı çeşitliliği nedeniyle nitelik olarak bölgenin tamamı için homojen bir özellik göstermemektedir. Bununla birlikte geliştirilecek çözüm önerilerinin değişiklik göstermeyeceği düşüncesinden hareketle, çalışmanın sadece belirli bir bölgede yoğunlaştırılması yeterli görülmüştür. Bu nedenle çalışma bölgesi olarak ulaşım kolaylığı, çalışma giderlerinin azaltılması, orman kadaströ çalışmalarının önemli ölçüde sonuçlan-

miş olması gibi nedenlerle, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü sorumluluk alanı seçilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tamamında görülen ormanların parçalılık durumu, pilot alan olarak seçilen Trabzon Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı beş orman işletme şefliğinin (Akçaabat, Düzköy, Şalpaazarı, Tonya ve Vakfikebir) sorumluluk alanında incelenmiştir. Çalışmada, Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü ve bağlı şefliklerinin resmi kayıtları, grup ve bireysel görüşmelerde kullanılan anket formları ve istatistik programları gibi materyallerden yararlanılmıştır.

2.1.1. Çalışma alanının tanıtımı

Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü, faaliyetlerine ilk olarak 20.09.1943 tarihinde Revir Amirliği olarak başlamıştır. Daha sonraki yıllarda Of, Sürmene, Çaykara ve Araklı ilçelerini de bünyesine alarak Sürmene Revir Amirliği adı altında hizmet vermiş; 1948 yılında ise Trabzon Orman İşletme

Müdürlüğü adı altında şekillenmiştir. 24.02.1951 tarihinde Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'nün (OBM) kurulması ile İşletme Müdürlüğü bu birim kapsamına girmiştir. 1967'de Sürmene ve Maçka Orman İşletme Müdürlüklerinden ayrılarak Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün bugünkü sınırları belirlenmiştir. Hâlen merkez ilçe, Akçaabat, Düzköy, Çarşıbaşı-Vakfikebir, Tonya, Şalpaazarı Beşikdüzü ilçelerini yönetim sınırları açısından kapsayacak şekilde hizmet vermektedir. Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı şeflikler; Akçaabat, Düzköy, Şalpaazarı, Tonya, Trabzon ve Vakfikebir Şeflikleridir. Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün doğusu Sürmene ve Maçka Orman İşletme Müdürlüğü; batısı Giresun Orman Bölge Müdürlüğü ve Tirebolu Orman İşletme Şefliği; kuzeyi Karadeniz; güneyi Torul ve Maçka Orman İşletme Müdürlükleridir (Anonim, 2016).

2.1.2. Orman varlığı

Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün genel alanı 133.243,5 hektardır (ha). 58.595,5 ha orman alanında 48.168 ha verimli, 10427,3 ha bozuk orman alanıdır. Ormanlık alanın genel alana oranı %44'tür (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma alanı orman varlığı*
Table 1. Forest asset in the area

| Şeflik adı | Verimli Orman Alanı (ha) | Bozuk orman alanı (ha) | Toplam orman alanı (ha) | Ormansız alan (ha) | Genel alan (ha) |
|------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Akçaabat | 11.783,40 | 1.393,00 | 13.176,40 | 19.150,90 | 32.327,30 |
| Düzköy | 6.919,30 | 1.894,20 | 8.813,50 | 10.070,20 | 18.883,70 |
| Şalpaazarı | 10.884,40 | 2.855,40 | 13.739,80 | 12.150,50 | 25.890,30 |
| Tonya | 10.297,80 | 2.291,80 | 12.589,60 | 8.057,90 | 20.647,50 |
| Merkez | 766,8 | 838,6 | 1.605,40 | 12.165,90 | 13.771,30 |
| Vakfikebir | 7.516,30 | 1.154,30 | 8.670,60 | 13.052,80 | 21.723,40 |
| Toplam | 48.168,00 | 10.427,30 | 58.595,30 | 74.648,20 | 133.243,50 |

*Trabzon OİM Resmi Kayıtları (Anonim, 2016)

2.1.3. 6831 sayılı Orman Yasası kapsamında 31. ve 32. madde köyleri

Trabzon İlinde 06/12/2012 tarih ve 28489 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 6360 sayılı Yasa ile aynı adla büyükşehir belediyesi kurulmuştur. Trabzon ilinde, Trabzon Belediyesinin mahalleleri merkez olmak üzere, Trabzon merkez ilçe sınırları içerisindeki köyler ile belediyelerden oluşan Ortahisar ilçesi ve aynı adla belediye kurulmuştur (Anonim, 2012). Çalışmada konunun daha iyi anlaşılması amacıyla "mahalle" yerine yine "köy" ismi kullanılmıştır. Büyükşehir ve imar durumu gibi mevzuat değişikliklerinde orman köylülerine

orman kanunu ile verilen haklar korunmaktadır.

Trabzon Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı şefliklerin yönetsel sınırları içinde kalan 6831 sayılı Orman Yasası'nın 31. ve 32. maddesi kapsamındaki köylerinin (mahallelerin) sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 2).

Çalışma alanında toplam 251 köy (mahalle) olup, bunların 76'sı 31. madde, 89'u 32. madde köyüdür.

2.2. Yöntem

Parçalı ormanların yönetsel sorunlarının belirlenmesi amacıyla çalışmada örnek olay araştırması

Tablo 2. 6831 sayılı Orman Yasası 31. ve 32. madde köyleri**
Table 2. The villages within the scope of Forest Law No. 6831 Articles 31 and 32

| Şefliği | 31. Madde köyü (adet) | 32. Madde köyü (adet) | Diğer köyler (adet) | Köy (mahalle) toplamı |
|------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Akçaabat | 33 | 28 | 12 | 73 |
| Düzköy | 14 | - | 12 | 26 |
| Şalpazarı | 20 | 23 | 21 | 64 |
| Tonya | 9 | 6 | 6 | 21 |
| Vakfikebir | - | 32 | 35 | 67 |
| Toplam | 76 | 89 | 86 | 251 |

**Trabzon OİM Resmi Kayıtları (Anonim, 2016)

yöntemi kullanılmıştır. Örnek olay araştırması yöntemi; “bir veya birkaç olayın derinlemesine incelenmesi (Bozgeyikli, 2013)” ya da “özel bir toplumsal grup hakkında belgelere dayalı bilgi toplama ve yorumlama (Arslanoğlu, 2016)” şeklinde tanımlanmaktadır.

Çalışmada örnek olay araştırması yöntemi üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- Grup (uzman) görüşmesi ve içerik analizi,
- Bireysel görüşme (ilgi grupları ve orman köylüsü anketi) ve
- Değerlendirilmedi.

2.2.1. Grup (Uzman) görüşmesi ve içerik analizi

2.2.1.1. Grup (Uzman) görüşmesi

Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün yönetsel sınırları içerisindeki parçalı ormanların yönetim sorunlarının belirlenmesi, konu ile ilgili genel bir değerlendirilme yapılması ve anket uygulamalarında yöneltilecek soruların içeriğinin belirlenmesi amacıyla grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir.

Grup görüşmesi; ormancılık araştırma enstitüsü müdürü (1), araştırma uzmanları (3), Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'nde görev yapan orman bölge müdür yardımcısı (2), şube müdürleri (6), işletme müdürleri (2), kadastro komisyon başkanları (3), amenajman heyet başkanları ve deneticisi (3), başmühendisler (4) ve işletme şefi (1) olmak üzere toplam 25 kişinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

Katılımcılara öncelikle araştırmanın kapsamı ve amacı ile ilgili bilgiler verilmiş ve Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki ormancılık faaliyetlerinde karşılaşılan teknik, sosyal ve yönetsel sorunlar üzerinde değerlendirmelerde bulunulmuştur. Grup görüşmesinde sağlanan bilgiler içerik analizi ile değerlendirilerek ilgi grubuna (OGM çalışanları)

ve orman köylüsüne yönelik anket formları hazırlanmıştır.

İçerik analizi

Grup görüşmesinde elde edilen veriler dört aşamada analiz edilmiştir.

- Verilerin kodlanması
- Temaların bulunması (tematik kodlama)
- Kodların ve temaların düzenlenmesi
- Bulguların tanımlanması ve değerlendirme

Grup görüşmesinde elde edilen ortak konular değerlendirilerek ormanların yönetim sorunlarıyla ilgili beş veri kodu oluşturulmuştur. Ortaya çıkan kodlarda benzerlik/farklılık gösteren konular sentezlenerek tematik bir kodlama yapılmış ve beş veri koduna ait dörderli tema seti oluşturulmuştur. Grup görüşmesinde elde edilen beş kod ve dörderli tema seti, anket uygulamalarında ve istatistiksel analizlerde kullanılmak üzere düzenlenerek tablo hâline getirilmiştir. Bulguların tanımlanması ve yorumlama aşamasında ise istatistiksel veriler elde edilmiş ve beş veri kodu ve dörderli veri setiyle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

2.2.2. Bireysel görüşme (İlgi grupları ve orman köylüsü anketi)

2.2.2.1. İlgi grubuna yönelik anketler

Parçalı ormanların yönetim sorunlarının belirlenmesi ve grup görüşmesinde elde edilen veri setlerinin önem sırasının ortaya konulması amacıyla orman mühendisleriyle anket uygulaması yapılmıştır. Hedef kitle olarak Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı orman işletme müdürliklerinde görev yapan işletme müdürleri, işletme şefleri, kadastro komisyon üyeleri, amenajman heyeti üyeleri ve mühendisler seçilmiştir. Örneklem büyüklüğü belirlenmemiş ve tam alan örnekleme yapılmış olup tüm hedef kitleyle anket uygulaması

yapılmıştır. Anketler açık ve kapalı uçlu soru tiplerinden oluşmaktadır. İlgili gruplarıyla toplam 66 anket uygulaması yapılmıştır.

2.2.2.2. Orman köylüsüne yönelik anketler

Çalışma alanındaki köylülerin ormanlardan yararlanma şeklini, karşılaştıkları sorunları ve beklentilerini belirlemek amacıyla anket uygulaması yapılmıştır. Anket uygulamasına başlamadan önce örneklem genişliğinin belirlenmesi önemlidir. Çok geniş bir örnekleme çalışmak para, zaman ve emek kaybına neden olabilir. Çok küçük bir örnekleme çalışıldığında ise, örneklemden yapılacak tahminler gerçeği ortaya koymayabilir (Çingir, 1994). Hedef kitle olarak Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün yönetsel sınırları içerisinde yaşayan orman köylüleri seçilmiştir. Uygulanacak anket sayısının belirlenmesinde aşağıdaki formül (1) kullanılmıştır (Daşdemir, 2016; Orhunbilge, 2000);

$$n \geq \frac{NxZ^2 ppxq}{Nx D^2 + Z^2 ppxq} \quad (1)$$

N: Toplum Büyüklüğü (243.321 kişi), Z: Güven Katsayısı (% 95'lik güven düzeyi için 1,96), p: Ölçülmek istenen büyüklüğün ana kütlede bulunma oranı (p=0,5), q: Ölçülmek istenen büyüklüğün ana kütlede bulunmama oranı (q=1-p) (q=0,5), D: Kabul edilen örnekleme hatası (D=0,05), n: Örnek büyüklüğü

$$n \geq \frac{243321 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5}{243321 \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5} \Rightarrow n \geq 384$$

kişiyle anket

Anketler açık ve kapalı uçlu soru tiplerinden oluşmaktadır. Çalışmada 387 orman köylüsüyle anket uygulaması yapılmıştır.

2.2.3. Değerlendirme

Anketlerin değerlendirilmesinde yüzde yöntemi, betimleyici istatistikler (aritmetik ortalama, standart sapma vb.) ve ki-kare testi (Daşdemir, 2016) kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. İçerik Analizi

3.1.1. Yönetim sorunlarının gruplandırılması

25 kişiden oluşan uzman grup ile yapılan görüşmede ormanların yönetimiyle ilgili birçok sorun gündeme gelmiştir. Grup görüşmesinde elde edilen

ortak konular değerlendirilerek parçalı ormanların yönetimiyle ilgili beş veri kodu oluşturulmuştur. Oluşturulan veri kodları;

Kad: Parçalı ormanların kadastro sununun yapılmasındaki sorunlar

Sos: Parçalı ormanların yönetimindeki sosyal sorunlar

Pln: Parçalı ormanların planlanması aşamasındaki sorunlar

Oru: Parçalı ormanlardaki ormancılık uygulamaları (koruma, ağaçlandırma, bakım, rehabilite vb.) açısından sorunlar

Kor: Parçalı ormanların korunmasındaki sorunlar şeklindedir.

3.1.2. Yönetim sorunlarına ait temalar

Grup görüşmesinde, ormanların yönetim sorunları belirlendikten sonra her bir sorun ayrı ayrı ele alınmıştır. Veri kodlarında benzerlik/farklılık gösteren konular sentezlenerek tematik bir kodlama yapılmış ve beş veri koduna ait dörderli tema seti oluşturulmuştur. Düzenlenen veri kodları ve tema seti aşağıdaki tablolarda (Tablo 3, 4, 5, 6, 7) verilmiştir.

3.2. Orman kaynakları yöneticilerinin yönetim sorunlarına yaklaşımları

Çalışmada “ilgi grubu” olarak adlandırılan orman mühendislerine yönelik toplam 66 kişiyle anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ankette katılımcıların grup görüşmesiyle belirlenen yönetim sorunlarına ilişkin veri setlerini değerlendirmeleri istenmiştir. Ayrıca kişisel ve mesleki özellikler ve ormanların yönetim sorunlarıyla ilgili çözüm önerileri belirlenmiştir.

3.2.1. Kişisel ve mesleki özellikler

İlgi grubuna yönelik anket uygulamasında, katılımcıların öncelikle cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, görevi ve meslekteki çalışma süresinin belirlenmesine çalışılmıştır.

İlgi grubundan ankete katılanların %93,9' u erkek, %6,1'i kadındır.

Ankete katılanların öğrenim düzeyi incelendiğinde; %87,9'unun lisans, %12,1'inin ise yüksek lisans derecesine sahip olduğu görülmüştür.

Ankete katılan ilgi grubunun Trabzon Orman Bölge Müdürlüğündeki görev dağılımı Tablo 8'de verilmiştir.

İlgi grubunun görev süreleri incelendiğinde,

Tablo 3. Parçalı ormanların kadastrounun yapılmasındaki sorunlar
Table 3. Problems in the cadastre of fragmented forests

| Veri adı | Veri kodu | Tema | Tematik kod |
|---|-----------|---|------------------|
| Parçalı ormanların kadastrounun yapılmasındaki sorunlar | Kad | 4785 sayılı Devletleştirme Yasası'nın halen yürürlükte olması nedeniyle, vatandaşa ait tapuların geçerliliğinin tartışmalı hale gelmesi | Kad ₁ |
| | | Vatandaşa ait tapuların vasıf, alan, sınır vb. bakımından fiili duruma uymaması ve dolayısıyla sahiplilik iddialarını destekleyebilecek geçerli bilgi ve belgelerin olmaması nedeniyle, parçalı ormanların devlet ormanı olarak tescil edilmesi | Kad ₂ |
| | | Mevzuat gereğince; orman kadastro komisyonlarının parçalı ormanları özel orman vasfı ile tespit edememesi | Kad ₃ |
| | | Orman kadastro komisyonlarınınca yapılan 2/B maddesi uygulamaları sonucunda ormanların daha parçalı hale gelmesi | Kad ₄ |

Tablo 4. Parçalı ormanların yönetimindeki sosyal sorunlar
Table 4. Social problems in the management of fragmented forests

| Veri adı | Veri kodu | Tema | Tematik kod |
|--|-----------|--|------------------|
| Parçalı ormanların yönetimindeki sosyal sorunlar | Sos | Kesinleşmiş orman kadastrouna rağmen parçalı ormanlar üzerindeki sahiplilik iddialarının devam etmesi | Sos ₁ |
| | | Bireysel ya da toplu olarak vatandaşların parçalı ormanlardan yapılacak ormancılık uygulamalarına (bakım, gençleştirme, rehabilitasyon, üretim vb.) engel olması | Sos ₂ |
| | | Mevzuatın değişeceği ve mülkiyetinin vatandaşa geçeceği beklentisiyle parçalı ormanların tahrip edilmesi | Sos ₃ |
| | | Yöreye özgü geleneksel orman ve ormancılık algısından dolayı parçalı ormanların orman köylüsü tarafından orman olarak algılanmaması | Sos ₄ |

Tablo 5. Parçalı ormanların planlanması aşamasındaki sorunlar
Table 5. Problems in the planning of fragmented forests

| Veri adı | Veri kodu | Tema | Tematik kod |
|--|-----------|---|------------------|
| Parçalı ormanların planlanması aşamasındaki sorunlar | Pln | Amenajman planlarının yapılması sürecinde, kadastro altlıklarının kullanılmamasından kaynaklanan sınır uyuşmazlıkları | Pln ₁ |
| | | Parçalı ormanların fonksiyonlarına ve işletme amaçlarına karar verilmesindeki zorluklar | Pln ₂ |
| | | Plan kararlarının yöre halkı ve diğer paydaşların katılımıyla alınmasındaki zorluklar | Pln ₃ |
| | | Parçalı ormanların envanterinin yapılmasındaki zorluklar | Pln ₄ |

Tablo 6. Parçalı ormanlardaki ormancılık uygulamaları açısından sorunlar
Table 6. Problems in forestry practices in fragmented forests

| Veri adı | Veri kodu | Tema | Tematik kod |
|---|-----------|---|------------------|
| Parçalı ormanlardaki ormancılık uygulamaları (koruma, ağaçlandırma, bakım, rehabilite vb.) açısından sorunlar | Oru | Parçalı ormanlarda bakım ve gençleştirme çalışmalarının yapılmasındaki zorluklar | Oru ₁ |
| | | Parçalı ormanların amenajman planlarında yıllık bakım uygulamalarına dâhil edilmemesi | Oru ₂ |
| | | Küçük alanlarda çalışmanın ekonomik olmayacağı düşüncesiyle, parçalı ormanların rehabilitasyon çalışmalarına dâhil edilmemesi | Oru ₃ |
| | | Parçalı ormanlara; devrik, kırık, böcek zararı gibi biyotik ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan olağanüstü durumlarda bakım yapılamaması | Oru ₄ |

Tablo 7. Parçalı ormanların korunmasındaki sorunlar
Table 7. Problems in the protection of fragmented forests

| Veri adı | Veri kodu | Tema | Tematik kod |
|--|-----------|---|------------------|
| Parçalı ormanların korunmasındaki sorunlar | Kor | Mera ve orman alanlarının iç içe olması nedeniyle parçalı ormanlar üzerindeki otlatma baskısı | Kor ₁ |
| | | Yasa dışı yollarla parçalı ormanlardan yakacak/yapacak odun ve odun dışı orman ürünlerinin elde edilmesi | Kor ₂ |
| | | Ormancılık çalışanlarının parçalı ormanları doğal hâline bırakarak koruma tedbirlerinde gösterebileceği zafiyet | Kor ₃ |
| | | Parçalı ormanlardaki habitat bölünmeleri nedeniyle biyolojik çeşitliliğin azalması | Kor ₄ |

Tablo 8. İlgi grubu görev dağılımı
Table 8. Titles of interest group

| Görevi | Adet | % | Görevi | Adet | % |
|------------------|------|------|-------------------|------|-----|
| İşletme Şefi | 24 | 36,4 | Kadastro Kom. Bşk | 4 | 6,1 |
| Başmühendis | 10 | 15,2 | Mühendis | 4 | 6,1 |
| Şube Müdürü | 9 | 13,6 | Müfettiş | 1 | 1,5 |
| İşletme Müd.Yrd. | 7 | 10,6 | Bölge Müdür Yrd. | 1 | 1,5 |
| İşletme Müdürü | 6 | 9,1 | | | |
| TOPLAM | | | | 66 | 100 |

Tablo 9. İlgi grubu görev süresi
Table 9. Task duration of interest group

| Görev süresi | Adet | % | Görev süresi | Adet | % |
|--------------|------|------|--------------|------|------|
| 1-5 yıl | 6 | 9,1 | 16-20 yıl | 8 | 12,1 |
| 6-10 yıl | 11 | 16,7 | ≥ 21 yıl | 36 | 54,5 |
| 11-15 yıl | 5 | 7,6 | Toplam | 66 | 100 |

%54,4'ünün 21 yıl ve üzeri, %16,7'sinin 6-10 yıl, %12,1'inin 16-20 yıl, %9,1'inin 1-5 yıl ve %7,6'sının 11-15 yıl arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 9).

3.2.2. Yönetim sorunlarının önem sırası

İlgi grubunun parçalı ormanların yönetim sorunlarının önem sırasının belirlenmesi amacıyla verdikleri puanlama tablosu aşağıda verilmektedir (Tablo 10). Oransal dağılımlar dikkate alındığında parçalı ormanların yönetim sorunları 2 gruba ayrılabilir:

1. Grup Sorunlar : Sos₁, Oru₁, Kad₁, Kad₂, Pln₁, Kor₂, Pln₂, Oru₂
2. Grup Sorunlar : Oru₄, Pln₄, Kad₃, Sos₃, Sos₄, Kor₁, Pln₃, Oru₃, Sos₂, Kor₃, Kor₄

İlgi grubunun "Parçalı ormanların yönetim sorunları ile ilgili çözüm önerileriniz nelerdir?" sorusuna verdiği cevapların gruplandırılmış oransal dağılımı Tablo 11'de verilmiştir.

İlgi grubuna yönelik olarak, cinsiyete göre par-

çalı ormanların yönetim sorunlarının önem sırasının değişip değişmediğine yönelik ki-kare testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda yalnızca "cinsiyet" ile "(Oru3)" arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmiştir (p=0,022<0,05; X²=9,679).

İlgi grubunun şu anki görevi ile parçalı ormanların yönetsel sorunlarının önem sırası arasında istatistiksel anlamda bir ilişki olup olmadığı ki-kare testi uygulanarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda "şu anki görevi" ile "Kor1" arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmiştir (p=0,019<0,05; X²=40,503).

İlgi grubunun meslekteki çalışma yılı ile parçalı ormanların yönetsel sorunlarının önem sırası arasında istatistiksel anlamda bir ilişki olup olmadığı da ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Buna göre "çalışma yılı" ile "Kor2" arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmiştir (p=0,024<0,05; X²=23,456).

Tablo 10. Devlet ormanı olarak tescil edilmiş parçalı ormanların yönetim sorunları
Table 10. Management problems of fragmented forests registered as state forests

| Sorunlar | Önem sırası | | | | | | | |
|------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| | Çok Önemli | | Önemli | | Önemsiz | | Çok Önemsiz | |
| | Sıklık (adet) | 1 (%) | Sıklık (adet) | 2 (%) | Sıklık (adet) | 3 (%) | Sıklık (adet) | 4 (%) |
| Kad ₁ | 26 | 39,4 | 25 | 37,9 | 8 | 12,1 | 7 | 10,6 |
| Kad ₂ | 23 | 34,8 | 23 | 34,8 | 17 | 25,8 | 3 | 4,5 |
| Kad ₃ | 9 | 13,6 | 13 | 19,7 | 32 | 48,5 | 12 | 18,2 |
| Kad ₄ | 8 | 12,1 | 5 | 7,6 | 9 | 13,6 | 44 | 66,7 |
| Toplam | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 |
| Sos ₁ | 35 | 53,0 | 22 | 33,3 | 3 | 4,5 | 6 | 9,1 |
| Sos ₂ | 9 | 13,6 | 21 | 31,8 | 24 | 36,4 | 12 | 18,2 |
| Sos ₃ | 13 | 19,7 | 9 | 13,6 | 16 | 24,2 | 28 | 42,4 |
| Sos ₄ | 9 | 13,6 | 14 | 21,2 | 23 | 34,8 | 20 | 30,3 |
| Toplam | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 |
| Pln ₁ | 26 | 39,4 | 19 | 28,8 | 16 | 24,2 | 5 | 7,6 |
| Pln ₂ | 10 | 15,2 | 29 | 43,9 | 17 | 25,8 | 10 | 15,2 |
| Pln ₃ | 15 | 22,7 | 11 | 16,7 | 20 | 30,3 | 20 | 30,3 |
| Pln ₄ | 15 | 22,7 | 7 | 10,6 | 13 | 19,7 | 31 | 47,0 |
| Toplam | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 |
| Oru ₁ | 38 | 57,6 | 14 | 21,2 | 10 | 15,2 | 4 | 6,1 |
| Oru ₂ | 11 | 16,7 | 26 | 39,4 | 18 | 27,3 | 11 | 16,7 |
| Oru ₃ | 12 | 18,2 | 17 | 25,8 | 23 | 34,8 | 14 | 21,2 |
| Oru ₄ | 5 | 7,6 | 9 | 13,6 | 15 | 22,7 | 37 | 56,1 |
| Toplam | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 |
| Kor ₁ | 11 | 16,7 | 14 | 21,2 | 20 | 30,3 | 21 | 31,8 |
| Kor ₂ | 22 | 33,3 | 18 | 27,3 | 16 | 24,2 | 10 | 15,2 |
| Kor ₃ | 11 | 16,7 | 21 | 31,8 | 21 | 31,8 | 13 | 19,7 |
| Kor ₄ | 22 | 33,3 | 13 | 19,7 | 9 | 13,6 | 22 | 33,3 |
| Toplam | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 | 66 | 100 |

3.3. Orman köylüsünün ormanlardan faydalanma durumu

Orman köylüsüne yönelik olarak toplam 387 anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ankete katılan orman köylüsünün demografik yapısının ortaya konulması amacıyla cinsiyet, yaş, meslek grubu, öğrenim durumu ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.

Ankete katılan orman köylülerinden %84,2' si erkek, %15,8'i kadındır.

Ankete katılan orman köylülerinin yaş ortalaması 47 olup en küçük katılımcı 18, en büyük katılımcı ise 80 yaşındadır.

Ankete katılanların öğrenim durumu incelendiğinde %8,3'ünün okur-yazar, %37'sinin ilkokul, %26,6'sının ortaokul, %24,3'ünün lise, %3,9'unun

üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir.

Ankete katılanların sosyal güvencesinin olup olmadığı incelendiğinde %52,5'inin sosyal güvence-si olduğu, %47,5'inin ise olmadığı belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki orman köylüsünün ana geçim kaynağı da incelenmiştir. Buna göre orman köylüsünün %30,5'i hayvancılık, %18,6'sı tarım ve %7,8'i orman işçiliği alanlarında çalışırken %15,5'i emekli, %10,9'u serbest meslek sahibi, %7'si işsiz, %3,6'sı kamu çalışanı (memur), %4,4'ü diğer ve %1,8'i kadrolu işçidir.

Ankete katılan orman köylüsünün orman idaresinden zati yakacak ve yapacak ihtiyacı alıp almama durumu incelenmiş olup katılımcıların %22'sinin yakacak, %6,5'inin yapacak ihtiyacı aldığı,

Tablo 11. İlgi grubunun parçalı ormanların yönetim sorunları ile ilgili çözüm önerileri
Table 11. Suggestions of the interest group on the management problems of fragmented forests

| Öneri | | Frekans | % |
|---|----------------------|---------|-----|
| Parçalı ormanları kullanım hakkı köy tüzel kişiliklerine verilmeli | | 15 | 25 |
| Parçalı ormanlardan orman köylüsüne, köy muhtarlıklarına ya da köy kooperatiflerine kontrollü kullanım/yararlanma hakkı verilmeli | Faydalanma (%46) | 5 | 8 |
| Parçalı ormanlar gerçek/tüzel kişiler ve vakıflar tarafından işletilmeli | | 5 | 8 |
| Parçalı ormanların korunması köy tüzel kişiliklerine verilmeli | | 3 | 5 |
| Parçalı ormanlar üretim fonksiyonu dışında rekreasyon ve estetik fonksiyon gibi değerleri dikkate alınarak işletilmeli | | 8 | 13 |
| Parçalı ormanlar yetişme ortamına göre fonksiyonel olarak planlanmalı | Teknik (%29) | 1 | 2 |
| Orman kadastro bitirilmeli | | 5 | 8 |
| Parçalı ormanların yönetimi katılımcı yaklaşım ile sağlanmalı | | 2 | 3 |
| Parçalı ormanlarda rehabilitasyon ve silvikültürel uygulamalar yapılmalı | | 2 | 3 |
| Parçalı ormanlar sahiplik iddiasında bulunan eski sahiplerine geri verilmeli | | 4 | 6 |
| Devlet ormanlarının %40'ı özelleştirilmeli | | 3 | 5 |
| 3 ha'dan küçük alanlar orman statüsü ile orman köylüsüne geri verilmeli | Mülkiyet/Özel (%17) | 1 | 2 |
| 10 ha'dan küçük alanlar 2/B maddesi kapsamında geri verilmeli | | 1 | 2 |
| Parçalı ormanların mülkiyeti vatandaşa verilmeli | | 1 | 2 |
| Kamulaştırmalarla parçalı ormanlar birleştirilerek orman bütünlüğü sağlanmalı | Mülkiyet/Devlet (%8) | 4 | 6 |
| Devlet ormanlarının sınırlarında kesinlikle daraltma yapılmamalı | | 1 | 2 |
| TOPLAM | | 61 | 100 |

Tablo 12. Zati ihtiyaç*** almama nedenleri
Table 12. Reasons for not providing personal support to forest villagers

| Nedeni | | Frekans | % |
|--|---------------|---------|-----|
| Orman idaresince verilmemesi | Yönetim (%44) | 93 | 42 |
| İhale ile verilmesi | | 5 | 2 |
| Pahalı olması ve ekonomik durumun yetersizliği | | 47 | 22 |
| Depo olmadığı için talebimizin reddedilmesi | Teknik (%27) | 7 | 3 |
| Nasıl başvuru yapacağımı bilmemem | | 5 | 2 |
| Orman köylüsü olmamamız | Yasal (%15) | 27 | 12 |
| Orman kadastro sununun geçmemesi | | 6 | 3 |
| Kendi arazimden karşılamam | Sosyal (%14) | 20 | 9 |
| İhtiyaç duymamam | | 10 | 5 |
| TOPLAM | | 220 | 100 |

***: 6831 sayılı Orman Kanununun 31, 32 ve 33'üncü maddeleri kapsamına giren hak sahiplerine verilecek zati ve müşterek yapacak ve yakacak ihtiyaçlar.

%71,6'sının ise ihtiyaç almadığı belirlenmiştir.

Orman idaresinden zati ihtiyaç almayan orman köylüsüne, ihtiyaç almama nedenleri açık uçlu soru formatında sorulmuş olup verilen cevapların gruplandırılmış listesi aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 12).

Ankete katılan orman köylüsü zati ihtiyaç almama

nedeni olarak %42 orman idaresini; %22 pahalı olma durumunu ve %12 orman köylüsü olmamayı göstermektedir.

Orman köylüsünün ana geçim kaynağı ile ihtiyaç alıp almama arasında istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmemiştir.

Ankete katılan orman köylülerinin ormanlardan

mantar, şifalı bitki, ot gibi odun dışı orman ürünü toplayıp toplamadıkları sorusuna cevap aranmış olup %62'si topladıklarını, %38'i ise toplamadıklarını ifade etmiştir.

Yukarıdaki soruya “evet” cevabını veren katılımcıların hangi amaçla ormanlardan odun dışı orman ürünü topladıkları belirlenmeye çalışılmış; %62,9'u aile içi kullanım, %29,6'sı hayvan yemi olarak ve %7,5'i pazarlamak için cevabını vermiştir.

Orman köylüsünün daha önceden kullanımında ya da sahipliğinde bulunan ancak orman kadastro çalışmaları sonucunda devlet ormanı olarak tespit/tescil edilen arazilerin olup olmadığını belirlemek için sorulan soruda katılımcıların %50,1'i evet, %49,9'u hayır cevabını vermiştir.

Orman köylüsünün kadastro sonucu devlet ormanı olarak tescil edilmiş arazisinin olup olmaması ile köy ormanlarından faydalanma durumu arasında istatistiksel anlamda bir ilişki olup olmadığı ki-kare testi uygulanarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda “kadastro sonucu devlet ormanı olarak tescil edilmiş arazinin olup olmaması” ile “köy ormanlarından faydalanma durumu” arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmiştir ($p=0.028<0.05$, $X^2=10.893$).

Orman köylüsünün ormanlardan faydalanma şekillerinin de belirlendiği çalışmada faydalanma şekilleri;

%30 ot-çalı topluyorum, %27 hayvan otlatıyorum, %19 faydalanmıyorum, %16 üretim olunca para ile satın alıyorum ve %8 meyve-mantar topluyorum olarak belirlenmiştir (Tablo13).

Tablo13. Ormanlardan faydalanma şekli
Table 13. The forms of forest utilization

| Faydalanma şekli | Frekans | % |
|---------------------------------|---------|------|
| Ot-çalı topluyorum | 191 | 30,0 |
| Hayvan otlatıyorum | 170 | 27,0 |
| Faydalanmıyorum | 117 | 19,0 |
| Üretim olunca para ile alıyorum | 100 | 16,0 |
| Meyve-mantar topluyorum | 52 | 8,0 |
| Toplam | 630 | 100 |

Orman köylüsünün ana geçim kaynağı ile ormanlardan faydalanma arasında istatistiksel anlamda bir ilişki olup olmadığı ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ana geçim kaynağı ile köy ormanlarından faydalanma arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel anlamda bir ilişki tespit edilmiştir ($p=0.004<0.05$, $X^2=57.451$).

Ormanlardan faydalanılması noktasında orman köylüsünün karşılaştığı sorunları belirlemek amacıyla katılımcılara açık uçlu soru yöneltilmiş, alınan cevapların gruplandırılmış listesi Tablo 14'de sunulmuştur.

Tablo14. Ormanlardan faydalanamama nedenleri
Table 14. The reasons for not being able to utilize the forest

| Faydalanamama nedeni | Frekans | % |
|--|--------------------|------------|
| Orman idaresince verilmemesi | 72 | 32,4 |
| Orman muhafaza memurları ve köy beğçilerinin tutumları | Yönetim (%59,3) | 32 14,4 |
| Dikili satışın (açık ihale ve tahsisli) olması | 28 | 12,5 |
| Yasal düzenlemeler ve bürokratik işlemlerin çokluğu | 25 | 11,3 |
| Orman kadastrosu ile ormanların devlet mülkiyetine geçmesi | Yasal (%23,5) | 18 8,1 |
| Orman köylüsü olmamak | 9 | 4,1 |
| Şikayet olması | Sosyal (%7,2) | 16 7,2 |
| Orman yolu olmadığı için | 16 | 7,2 |
| Yeterli otlatma alanının olmayışı | Teknik (%10) | 3 1,4 |
| Teleferik olmaması | 3 | 1,4 |
| TOPLAM | 222 | 100 |

Orman köylüsünün ormanlardan faydalanamama nedenleri arasında %32,4'ü orman idaresi vermiyor, %14,4'ü orman muhafaza memurları ve köy beğçilerinin tutumları, %12,6'sı dikili satışın olması, %11,3'ü yasal düzenlemeler ve bürokratik işlemlerin çokluğu seçenekleri yer almaktadır.

Ankete katılanlardan ormanlardan faydalanabilmeleri noktasında neler yapılması gerektiğiyle ilgili olarak önerilerde bulunmaları istenmiş, alınan cevapların gruplandırılmış listesi Tablo 15'de sunulmuştur.

Tablo 15. Ormanlardan faydalanabilme önerileri
Table 15. Suggestions for utilization of the forests

| Öneri | | Frekans | % |
|---|------------|------------|------------|
| Yakacak ve yapacak ihtiyacın verilmesi | | 61 | 19 |
| Olağanüstü kesimler ve zati ihtiyacın köylüye bedelsiz verilmesi | | 45 | 14 |
| Devlet ormanlarının kullanım hakkının köylüye verilmesi | | 18 | 5 |
| Dikili satış işlemlerinin kolaylaştırılması, her zaman ihale olmaması | | 23 | 7 |
| Bal ormanlarının kurulması | Faydalanma | 15 | 4 |
| Hayvancılık desteklenerek, otlama alanlarının düzenlenmesi | (%58) | 12 | 4 |
| Üretim işlerinde muhtarlara yetki verilmesi | | 6 | 2 |
| Köy halkı dışındaki kişilere üretim yaptırılmaması | | 2 | 1 |
| Köy ormanlarından baltalık ayrılması | | 3 | 1 |
| Üretim işleri köylüye yaptırılması | | 2 | 1 |
| Kadastro sonucu alınan orman alanlarının köylüye geri verilmesi | | 34 | 10 |
| Orman arazilerinin halka verilmesi | Mülkiyet | 25 | 8 |
| 6831/2B maddesinin uygulanarak arazilerin geri verilmesi | (%20) | 8 | 2 |
| Orman köylüsü olma | Yasal | 22 | 7 |
| Kz ve Ks'nin orman ağacı vasfından çıkarılması | (%10) | 9 | 3 |
| Orman yollarının yapılması | | 21 | 6 |
| Gençleştirme ve bakım çalışmalarının yapılması | Teknik | 12 | 4 |
| Köylüye eğitim verilmesi | (%12) | 6 | 2 |
| TOPLAM | | 324 | 100 |

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışma ile Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü örneğinde parçalı ormanların yönetim sorunları değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, orman kaynaklarını yönetenlerin uygulamada karşılaştıkları teknik ve sosyal sorunlar tespit edilmiş, orman kaynakları ile iç içe yaşayan orman köylüsünün orman kaynaklarını kullanma durumu, beklentileri ve önerileri değerlendirilmiştir.

Parçalı ormanların yönetim sorunlarıyla ilgili beş ana sorun belirlenmiştir. Bunlar; parçalı ormanların kadastro sunun yapılmasındaki sorunlar (Kad), parçalı ormanların yönetimindeki sosyal sorunlar (Sos), parçalı ormanların planlanmasındaki sorunlar (Pln), parçalı ormanlardaki ormancılık uygulamaları (koruma, ağaçlandırma, bakım, rehabilite vb.) açısından sorunlar (Oru) ve parçalı ormanların korunmasındaki sorunlardır (Kor). Bu beş ana sorun kendi içinde dörde ayrılmaktadır ve toplamda 20 soruna işaret etmektedir. Bu sorunlar oransal dağılımlarına göre 2 gruba ayrılmıştır:

1. Grup Sorunlar: Sos₁, Oru₁, Kad₁, Kad₂, Pln₁, Kor₂, Pln₂, Oru₂, Kor₄
2. Grup Sorunlar: Kad₄, Oru₄, Pln₄, Kad₃, Sos₃, Sos₄, Kor₁, Pln₃, Oru₃, Sos₂, Kor₃, Kor₄

1. grup sorunlar arasında, orman kaynaklarını yönetenler, orman vasfının ve mülkiyetinin belirlenmesini (Kad₁-Kad₂) parçalı ormanların yönetimiyle ilgili önemli bir sorun olarak görmektedirler. Bu duruma paralel olarak kesinleşmiş orman kadastro sununa rağmen parçalı ormanlar üzerinde sahiplilik iddialarının devam etmesi (Sos₁) sosyal sorunlar arasında önemli bir yere sahiptir. Ayaz (2004) ve Ayaz ve Alkan (2009) tarafından çalışılan bölgede yapılmış araştırmalarda da orman köylülerinin kadastro sunucu devlet ormanı olarak tescil edilmiş yerlerden yararlanmalarının sürdürdüğünü tespit etmişlerdir. Parçalı ormanların fonksiyonlarına ve işletme amaçlarına karar verilmesindeki zorluklar (Pln₂) ile bu ormanlarda yapılacak olan silvikültürel uygulamalarda karşılaşılan sorunlar (Oru₁-Oru₂), orman kaynaklarını yönetenler açısından önemli bulunmuştur. Bölgedeki parçalı ormanlarda planlı bir ormancılık yapılmasının mümkün olamayacağı yönünde görüş belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Ayaz ve Gümüş, 2016). Ormanların korunması noktasında, orman kaynaklarını yönetenler yasa dışı yollarla ormanlardan faydalanma konusunu önemli bir sorun olarak değerlendirmektedirler (Kor₂). Orman kaynaklarını yönetenler, habitat bölünmeleri nedeniyle biyolojik çeşitliliğin azalmasını (Kor₄) hem 1. grup hem de 2. grup sorun olarak değerlendirmektedirler. Orman

kaynaklarının planlanması aşamasında kadastro altlıklarının kullanılmamasından kaynaklanan sorunlar (Pln₁), parçalı ormanların yönetim sorunları arasında önemli görülmektedir.

2. grup sorunlar arasında, orman kadastro komisyonlarının parçalı ormanları özel orman vasfı ile tespit edememesi (Kad₃) ve 2/B madde uygulamaları ile ormanların daha parçalı hâle gelmesi (Kad₄) kadastro ile ilgili sorunların bir bölümünü oluşturmaktadır. Bireysel ya da toplu olarak vatandaşın parçalı ormanlardan yapılacak ormancılık uygulamalarına (bakım, gençleştirme, rehabilitasyon, üretim vb.) engel olması (Sos₂), mevzuatın değişeceği ve mülkiyetinin vatandaşa geçeceği beklentisiyle parçalı ormanların tahrip edilmesi (Sos₃), yöreye özgü geleneksel orman ve ormancılık algısından dolayı, parçalı ormanların orman köylüsü tarafından orman olarak algılanmaması (Sos₄) sorunları 2. grup sorunlar arasında değerlendirilmektedir. Plan kararlarının yöre halkı ve diğer paydaşların katılımıyla verilmesindeki zorluklar (Pln₃) ve parçalı ormanların envanterinin yapılmasındaki zorluklar (Pln₄), planlamayla ilgili 2. grup sorunları oluşturmaktadır. Ormancılık uygulamalarıyla ilgili 2. grup sorunlar; küçük alanlarda çalışmanın ekonomik olmayacağı düşüncesiyle, parçalı ormanların rehabilitasyon çalışmalarına dâhil edilmemesi (Oru₃), parçalı ormanlara; devrik, kırık, böcek zararı gibi biyotik ve abiyotik faktörlerden kaynaklanan olağanüstü durumlarda bakım yapılamaması (Oru₄) olmuştur. Ormancılık çalışanlarının parçalı ormanları doğal hâline bırakarak koruma tedbirlerinde gösterebileceği zafiyet (Kor₃), parçalı ormanlardaki habitat bölünmeleri nedeniyle biyolojik çeşitliliğin azalması (Kor₄) koruma açısından 2. grup sorunları oluşturmaktadır.

İlgi grubuna yönelik yapılan ankette, erkek katılımcıların, kadın katılımcılara göre “küçük alanlarda çalışmanın ekonomik olmayacağı düşüncesinden hareketle parçalı ormanların rehabilitasyon çalışmalarına dâhil edilmemesi” sorununu daha önemsiz buldukları söylenebilir.

İlgi grubunun şu anki görevi ile parçalı ormanların yönetsel sorunlarının önem sırası değerlendirildiğinde, şu anki görevi işletme şefi ve mühendis olanların “mera ve orman alanlarının iç içe olması nedeniyle parçalı ormanlar üzerinde otlama baskısının olması” sorununu daha önemsiz buldukları söylenebilir.

İlgi grubunun meslekteki çalışma yılı ile parçalı ormanların yönetsel sorunlarının önem sırası incelendiğinde, diğer çalışma yıllarına göre çalışma yılı 20 ve üzerinde olan katılımcıların “yasa dışı yollarla ormanlardan odun ve odun dışı orman

ürünlerinin elde edilmesi” sorununu daha önemli buldukları söylenebilir.

İlgi grubunda yer alan orman mühendisleri parçalı ormanların yönetimiyle ilgili olarak en deneyimli uzmanlardır. Bu ormanların nasıl ve hangi amaçlarla yönetilmesinin daha yararlı olacağını en iyi şekilde değerlendirebilecek birikime sahiptirler. Orman kaynaklarını yönetenlerin parçalı ormanların yönetim sorununu çözümü konusunda ilgi çekici önerilerde bulunmuşlardır. Öneriler genel olarak orman köylüsüne faydalanma hakkının verilmesi (%46); planlama, silvikültür, kadastro gibi teknik konular (%29), özel orman mülkiyeti (%17) ve devlet orman mülkiyeti (%8) şeklindedir. Burada ortaya çıkan en önemli nokta, orman kaynaklarını yönetenlerin parçalı ormanların yönetiminde devlet orman işletmeciliğini alternatif bir çözüm olarak görmemesidir. Kanaatimizce parçalı ormanların nasıl yönetilmesi gerektiği konusunda ormancı teknik personelinin yaptığı değerlendirmeler çok önemli olup dikkatle incelenmelidir.

İlgi grubunda yer alan orman kaynakları yöneticilerinin önemli bir bölümü (%46) parçalı ormanlar ile köy tüzel kişilikleri arasında ilişki kurmuştur. Mülkiyeti devlette kalmak üzere yararlanma hakkının muhtarlıklara / köy tüzel kişiliklerine / kooperatiflere / vakıflara bırakılmasını önermektedirler. Bu öneri, üzerinde dikkatle durulması gereken bir değerlendirmedir. Mülkiyetin devlette olması ya da olmaması bu bakımdan çok da önemli değildir. Bu nedenle yararlanma hakkı üzerinde yoğunlaşmak daha yararlı olacaktır. Bu çerçevede ülkemiz koşullarında orman kaynakları – köy tüzel kişilikleri ilişkileri ülkemiz geleneksel orman mülkiyeti ya da kullanımı ilişkileri açısından uygun görülmektedir. Nitekim orman kanununda da bu ilişkiler dikkate alınmış ve orman kaynakları yönetimiyle “köy tüzel kişilikleri ve kooperatifler” sıklıkla ilişkilendirilmiştir.

Öte yandan Gümüş ve ark. (1998) ile Diktaş (2003) tarafından yapılan araştırmalarda da köy tüzel kişiliklerinin orman kaynaklarını yönetmesiyle ilgili bazı güzel örneklerin varlığı ortaya konulmuştur.

İlgi grubu uzmanlarından 3’ü (%5) ormanların yüzde 40’ının özelleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu öneri çalışma konusu ile doğrudan ilgili olmadığı için değerlendirme dışında tutulmuştur. Bu çok farklı tartışmaları içerecek bir konudur. Ayrıca anayasaya göre olanaklı değildir. Anayasaya uygun olsa bile ülkemiz koşullarında yararlı sonuçlar vereceğini ortaya koyan somut veriler ya da araştırmalar da yoktur.

İlgi grubunda yer alan uzmanlardan 4’ü parçalı,

1'i 3 hektardan küçük, 1'i de 2/B kapsamında olmak üzere toplam 6'sı (%10) bu tip ormanların sahiplerine geri verilmesi gerektiği görüşünü öne sürmüştür. Oysa bu alanlar önceden de devlete ait olup bir şahıstan alınmamıştır. "Sahiplerine geri verilmelidir" önermesi uygun değildir. Bu alanların sahibi eskiden beri devlettir ve devletleştirilen alanlar olamazlar. Eskiden bir sahibi olsaydı 3 hektardan küçük olanlar Orman Kanunu'na (6831 s.y. 1. madde g bendi) göre orman sayılmazlardı. 3 hektardan büyük olanlar da diğer devlet ormanlarından bağımsız oldukları için 4785 sayılı Yasa ile devletleştirilmiş olsalar bile 5658 sayılı Yasa ile iade edilmiş olurlardı. Bu nedenle bu önerileri dikkate almak yanıltıcı olacaktır. Bu kapsamda ilgi grubunun sadece bir elamanı "parçalı ormanların mülkiyetinin köylülere verilmesini" önermektedir, denilebilir. Sonuçta bu ormanların eski sahibi yoktur. Bu nedenle eski sahiplerine iade edilmesi gibi bir değerlendirme yapılamaz. Buraların kişilere verilmesi de başta sosyal/sosyolojik, geleneksel orman mülkiyet anlayışı ya da anayasaya uygun olmamak gibi birçok nedenle çok olanaklı ya da rasyonel görülmemektedir. Ayrıca kişilere verilmesi durumunda bunun ulusal ormancılık politikası amaçlarına (ormanların korunması ve geliştirilmesi, orman köylülerinin kalkındırılması gibi) ulaşmak konusunda etkili olup olmayacağı somut bir biçimde ortaya konulmamıştır.

Ankete katılan orman köylülerinin %71,6'sı orman idaresinden zati yakacak ve yapacak ihtiyacı almamaktadırlar. Orman köylüsünün ihtiyaç alamama nedeni olarak çoğunlukla orman idaresinin vermesi ve yasal düzenlemeler, ekonomik olmaması ve orman köylüsü olunmamasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Orman idaresi, zati yakacak/yapacak ihtiyaç taleplerini orman deposu olmadığından tahsisli dikili satışla karşılama yoluna gitmektedir. Tahsisli satışlarda teminat yatırılması, bürokratik işlemlerin fazla olması, orman emvalinin ormandan çıkarılmasındaki zorluklar gibi nedenlerle orman köylüsünce tercih edilmemektedir. Nitekim benzer bir sonuç Alkan ve Şahin'in (2011) çalışmasında da belirlenmiş olup orman köylüsünün dikili satış uygulamasına bakış açısının %63,2 oranında olumsuz olduğu tespit edilmiştir.

Ankete katılan orman köylülerinin %62'si ormanlardan odun dışı orman ürünü toplamaktadır ve toplanan ürünlerin büyük çoğunluğu aile içinde tüketilmekte veya hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Pazarlama amacıyla mantar, şifalı bitki vb. toplayanların oranı ise çok düşük seviyededir.

Daha önceden kullanımında ya da sahipliğinde bulunan ancak orman kadastro çalışmaları sonucunda devlet ormanı olarak tespit/tescil edilmiş arazi-

leri olan orman köylüsünün oranı %50,1'dir. Devlet ormanı olarak tescil edilmiş arazisi olmayanların oranı ise %49,9'dur. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin tamamında 2002 yılında yapılmış bir çalışmada da kadastro sonucu devlet mülkü olarak tespit edilmiş arazisi bulunduğunu belirtenlerin oranı %49,7'dir (Ayaz, 2004). Devlet ormanı olarak tescil edilmiş arazisi olan orman köylüsünün, ormanlardan faydalanma konusunda devlet ormanı olarak tescil edilmiş arazisi olmayanlara göre daha aktif oldukları söylenebilir.

Orman köylülerinin ormanlardan faydalanma durumu değerlendirildiğinde, ana geçim kaynağı tarım, hayvancılık olan ve emekli maaşı olan orman köylüsünün ormanlardan odun dışı orman ürünü toplayarak ve hayvan otlatarak daha çok yararlandığı, memur ve kadrolu işçilerin ise daha az faydalandığı söylenebilir.

Ankete katılan orman köylüleri, ormanlardan faydalanamama nedenini yönetim kaynaklı (%59,3) görmektedir. Orman idaresinin, orman köylüsünün orman ürünlerine olan ihtiyacını tahsisli/açık artırmalı dikili ağaç satışı yöntemiyle karşılama yoluna gitmesi, orman köylüsü tarafından sorun olarak algılanmaktadır. Gerek zati ihtiyaç alımlarında gerek ormanlardan faydalanma noktasında "idare vermiyor" şeklinde bir algı söz konusudur.

Ankete katılan orman köylüsünün ormanlardan faydalanabilme önerisi, orman ürünlerine yönelik ihtiyaçlarının karşılanması (üretim amaçlı) şeklindedir.

Kadastro çalışmaları tamamlandıktan sonra, artık bölgedeki geleneksel mülkiyet anlayışı ve sahiplik iddiaları yerini bu ormanlardan faydalanmanın yasal yollarını bulma arayışına bırakmıştır. Nitekim parçalı ormanlardan, kaynağa zarar verilmenden yerel halkın yararlanmasına olanağının sağlanmasını öneren çalışmalar da bulunmaktadır (Ayaz ve Gümüş, 2016).

Orman kaynaklarını kullananlar da, bu kaynaklarla iç içe olanlar da artık orman köylülerine kullanım hakkının verilmesi amacıyla yasal düzenlemelerin yapılması konusunda hemfikirlerdir.

Ormanların giderek daha küçük parçalara bölünmesi Amerika Birleşik Devletleri'nde, özellikle de özel mülkiyetin daha yoğun olduğu Güzey bölümünde de önemli bir sorundur. Sharitz ve ark. (1992) tarafından yapılan bir çalışmada habitat parçalanması ile biyolojik çeşitliliğin korunması, su havzası ve su kalitesinin korunması ve bölgesel arazilerin değerlendirilmesi, orman ekosistemlerinin bütünlüğü ve ormanlarda verim düşüklüğünün oluşması gibi birçok sorunun ortaya çıktığına işaret edilmekte ve

orman ekosisteminin sürdürülebilirliğini sağlamak için ekolojik ilkelerle bütünleşik bir doğal kaynak yönetiminin gereği üzerinde durulmaktadır.

Bu çalışma ile parçalı ormanların yönetimi konusunda orman köylüleriyle birlikte hareket edilmesinin gerekli olduğu ortaya çıkmıştır. Köylerin sosyolojik yapısı da dikkate alınarak bu alanların, köylülerin ortak ihtiyaçlarının (ekonomik/ekolojik) karşılanmasında öncelikli olarak yönetilmesi gerekmektedir. Böylece küçük de olsa bu alanların yönetimi ülkemiz ekonomisine katkı sağlayabilecektir. Ayrıca köylülere moral etkisinin de olacağı düşünülebilir.

Bu çalışma ile elde edilen veri ve değerlendirmeler, parçalı ormanlara orman amenajman planı içerisinde farklı bir statü kazandırılarak faydalanmanın yerel yönetimlere bırakılmasının uygun olabileceğini göstermektedir. Aslında bu değerlendirme, orman köylülerinin bu türden ormanların yönetimine ve işletilmesine yönelik beklentileriyle de uyumludur.

Teşekkür

Bu makale Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesindeki "Ormanların Parçalılık Durumu ve Parçalı Ormanların Yönetim Sorunları (Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü Örneği)" adlı projenin, OGM Araştırma İhtisas Grupları toplantısında yayımlanması yönünde karar verilen proje sonuç raporunun bir bölümünü kapsamaktadır. Çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü personeline ve yöredeki orman köylülerine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Andren, H., 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review, *Oikos*, 71(3), 355-366.

Alkan, S., Şahin, H.A., 2011. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dikili satış uygulamaları konusunda ilgi gruplarının görüşleri, DKOAEEM, Yayın No: 34, T.Bülten No: 25, Trabzon.

Anonim, 2012. Resmi Gazete, Sayı:28489, Tarih: 06/12/2012, Ankara.

Anonim, 2016. Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü 2016 yılı çalışma programı, Trabzon.

Arslandoğlu, İ., 2016. Bilimsel yöntem ve araştırma teknikleri, 222 s., Ankara.

Ayaz, H., 2004. Türkiye ormancılığında 4785 sayılı Yasa'nın uygulanması ve sonuçları üzerine bir araştırma (Doğu Karadeniz Bölgesi örneği), KTÜ Fen Bilimleri

Enstitüsü, yayınlanmamış doktora tezi, 163 s., Trabzon.

Ayaz, H., Alkan, S., 2009. 5304 sayılı Yasa'ya göre yapılan orman kadastro uygulamalarının taraflarınca değerlendirilmesi, Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, bildiriler kitabı, 216-224, Isparta.

Ayaz, H., Gümüş, C., 2016. Türkiye'de orman mülkiyeti, yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri, Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, ISSN: 2458-7680, EISSN: 2458-9705, KTÜ Matbaası, 2(2), 212-236, Trabzon.

Bozgeyikli, H., 2013. Bilimsel araştırma yöntemleri, www.egitim.erciyes.edu.tr/hbozgeyikli/sunular/arsyon. Ppt. (Erişim tarihi: 08/06/2015)

Coşkun Hepcan, Ç., 2008. Doğa korumada sürdürülebilir bir yaklaşım, ekolojik ağların belirlenmesi ve planlanması: Çevre-Urla Yarımadası örneği, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.

Çingı, H., 1994. Örnekleme kuramı, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları Dizisi 20, Ankara.

Daşdemir, İ., 2016. Bilimsel araştırma yöntemleri, Nobel Akademik Yayıncılık ve Danışmanlık Tic.Ltd.Şti., Y.No: 1536, ISBN: 978-605-320-442-8, 201 s., Ankara.

Deniz, B., Küçükerbaş, E.V., Eşbah Tunçay, H., 2006. Peyzaj ekolojisine bakış, *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (2): 5-18.

Diktaş, N., 2003. Türkiye ormancılığında Baraklı modeli, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:B, 52-53(2), 125-138.

Fahrig L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34, 487-515.

Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K., 2005. Global consequences of land use, *Science*, v: 309, Issue: 5734, 570-574.

Gümüş, C., Ayaz, H., Batı, M., Hacıhasanoğlu, S., 1998. Türkiye'de köy ormancılığı uygulamaları, Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, Bildiri Kitabı, 68-77.

Odom, E.P., Barrett, G.V., 2005. Fundamentals of ecology. Thomson - Brooks/Cole. Belmont, Ca., 598 s.

Orhunbilge, A., N., 2000. Örnekleme yöntemleri ve hipotez testleri (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 2. Baskı, ISBN: 978-9758345045, Avcıol Basım ve Yayın, 420 s., İstanbul.

Sharitz, R.R., Boring, L.R., Van Lear, D.H., Pinder, J.E., 1992. Integrating ecological concepts with natural re-

-
- source management of Southern Forests, *Ecological Applications*, 2(3), 226-237.
- Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. & Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science*, 287, 1770–1774.
- Wilcove, D.S., McLellan, C.H., Dobson, A.P., 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone, *Conservation Biology*, 6, 237-256.
- Williams, J.C., Snyder, S.A., 2005. Restoring habitat corridors in fragmented landscapes using optimization and percolation models, *Environmental Modeling & Assessment*, 10(3), 239–250.
- Yachkaschi, A., Adeli K., Latif H., Mohammadi S.K., Seifollahian, M., 2008. Trends in forest ownership, forest resources tenure and institutional arrangements: Are they contributing to better forest management and poverty reduction? A case study from the Islamic Republic of Iran, Technical Report.
- Young, A., Boyle, T., Brown, T., 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants, *Trends in Ecology and Evolution*, 11(10), 413-418.

Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi

Determining the nutrient stocks in black pine plantation areas in Turkey

Dilek GÜNER¹
Kürşad ÖZKAN²

¹ Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, ISPARTA

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Dilek GÜNER
dilekguner@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

11.04.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

14.06.2019

Atıf (To cite this article): Güner, D., Özkan, K. (2019). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 192-207
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.552340>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma, karaçam ağaçlandırma alanlarındaki besin stoklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler verim sınıfı, gelişim çağı ve kapalılık bakımından farklılık gösteren toplam 46 alanda yapılmıştır. Laboratuvarında, araziden alınan toprak, ölü örtü, diri örtü ve ağaç bileşenlerine ait örneklerde N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri yapılmıştır. Ekosistemin farklı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının (% ppm) ve besin stoklarının (kg/ha) meşcere tiplerine göre değişimi varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları, genel olarak meşcere yaşına bağlı olarak azalmıştır. N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur. Makro besin elementleri ağaçlarda en fazla ibre ve kabukta depolanmaktadır. Karaçam ağaçlandırma alanlarında, S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c meşcerelerinde ($d_{1,3m}=20,0-35,9$ cm) ağaçlarda (58,9 kg/ha), Fe stoğu ise b ($d_{1,3m}=8,0-19,9$ cm) ve c meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Fe stoğunun önemli bileşeni olması sebebiyle ölü örtünün korunmasına önem verilmelidir. Besin kaybını en az düzeye indirmek amacıyla ekonomik değeri olmayan ibre, kuru dal, kabuk ve kökün ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir.

Anahtar Kelimeler: *Pinus nigra*, ekosistem, besin maddesi, aralama

Abstract

This study was carried out to determine nutrient stocks in black pine plantations. Samplings were done in 46 plots differing in yield class, development stages and canopy closure. N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn and Cu analyses were performed in soil, forest floor, ground cover and tree component samples. Changes in nutrient concentrations (% ppm) and stocks (kg/ha) data belonging to various ecosystem compartments were evaluated by using analysis of variance. Nutrient concentration in tree components decreased with stand age. The highest N, P, K, Mg, S, Zn and Mn concentrations were found in needle. The highest Na and Fe concentrations were measured in dead branch while dead wood and bark included the highest Ca concentration. It was concluded that macro nutrients were notably stored in needle and bark. Whereas a substantial part of total nutrient stock were found in soil, except for S and Fe. S stock were found the highest in trees in development stage c (dbh=20.0-35.9 cm, 58.9 kg/ha) while Fe stock in forest floor in development stage b (dbh=8.0-19.9 cm) and c. Forest floor should be retained in the forest because of the fact that it is a notable resource of Fe stock. Special care should be paid to leave the needles, dead branches, barks and roots following the logging to prevent loss of nutrients as much as possible.

Keywords: *Pinus nigra*, ecosystem, nutrient, thinning

1. Giriş

Türkiye'nin orman varlığı 22.342.935 hektar olup, bu alanın %19'unu (4.244.921 ha) karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasina* (Lamb.) Holmboe) oluşturmaktadır (OGM, 2015). Karaçam Türkiye'de 165-2150 metrelerde saf veya meşe, göknar, çam ve ardıç gibi cinslerle karışık olarak; Marmara, Karadeniz, Ege, Akdeniz, İç Anadolu Bölgeleri ile Yukarı Fırat Bölümü'nde bulunmaktadır (Kandemir ve Mataracı, 2018). Karaçam, stebe en çok sokulan türlerden olması, toprak istekleri bakımından kanaatkar olması, sıcak ve kurağa dayanıklı olduğu gibi kış soğuklarına da dayanıklı olması (Saatçioğlu, 1969) sebebiyle, ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan türlerden biri olmuştur.

Dolayısıyla karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde (toprak, ölü örtü, diri örtü, ibre, dal, gövde kabuğu, kök ve gövde odunu) depolanan besin stoklarının belirlenmesi ve bu stokların orman ekosistemine yapılacak müdahalelerden ne oranda etkileneceğinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Besin maddesi rezervlerindeki azalma, özellikle ikinci nesil ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz yönde etkileyip, orman ekosistemini zayıflatabileceği gibi, uzun vadede toprak karbonu stoğunu da etkileyebilecektir.

Ormanlardan çeşitli uygulamalar sonucu ağacın odunu, kabuğu, dalı, kökü ve hatta ibresi çıkartılmakta, ölü örtü de toplanmaktadır. Söz konusu uygulamaların orman ekosistemindeki mevcut besin stoklarına olan etkilerinin belirlenmesi, sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması bakımından oldukça önemlidir.

Günümüzde, enerji temininde, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir biyokütle (biyoenerji) kullanımı tercih edilmekte olup, bu amaçla ormanlardan sıklıkla faydalanılmaktadır. Avrupa topluluğunda, özellikle de Kuzey-Baltık ülkelerinde ormanlardan elde edilen yakıtın kullanımı, sürekli artmaktadır (EFC, 2010). Ayrıca biyokütlenin yenilenebilir olması, enerji sağlama güvenliğini de arttırmakta ve ithal edilen fosil yakıtlara olan bağımlılığı azalttığı için tercih edilmektedir. Ormanlar, enerji üretimi için önemli miktarda biyokütle yakıtı sağlayabilen rezervlere sahiptir (Kairiükstis ve Jaskelvičius, 2003). Ormanlardan biyoenerji amaçlı faydalanılması da orman ekosistemindeki besin stoklarını etkileyen uygulamalardır. Biyoenerji ve faydalanma amaçlı ormanlara yapılacak müdahaleler, ormanların devamlılığını tehlikeye atmamalıdır.

Farklı ülkelerdeki orman ekosistemlerinde besin stoklarının bütün bileşenleriyle (toprak altı ve

toprak üstü bitkisel kütle, ölü örtü, toprak) araştırıldığı birçok çalışma bulunmasına rağmen, Türkiye'de söz konusu bileşenlerin tamamını içeren çalışma sayısı sınırlıdır. Türkiye'deki çalışmalar daha çok, lokal alanlarda ve belirli bileşenlere yöneliktir (Irmak ve Çepel, 1969; Kantarcı, 1979; Kantarcı,1980; Dünder, 1989; Sevgi ve ark., 2001; Güner, 2006; Çepel ve ark., 1988; Tecimen ve ark., 2001; Tolunay, 2003; Tolunay, 2011). Bununla birlikte Isparta Orman Bölge Müdürlüğü doğal kızılçam ormanlarında gençlik, sıklık, aralama ve tensil çağındaki meşcerelerde kesim artıklarının meşcereden uzaklaştırılmasının bitki besin bütçesi üzerine olan etkilerinin belirlendiği bir çalışma da mevcuttur (Eker ve ark., 2013). Araştırmamız, Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarını temsil edebilecek geniş bir coğrafik alanda yürütülmesi ve ekosistemin bütün bileşenlerindeki (toprak, ölü örtü, diri örtü ve ağaçlar) besin stoklarını ele alarak değerlendirmesi bakımından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu çalışma karaçam ağaçlandırma alanlarında, i) ağaç bileşenlerinin (ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök) besin yoğunlukları arasındaki farklılıkları, ii) meşcere tiplerine göre toprak, ölü örtü, diri örtü, ağaç ve birim alanda depolanan besin stokları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, bakım ve gençleştirme çalışmaları için besin kaybını en aza düzeye indirecek önerilerde bulunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

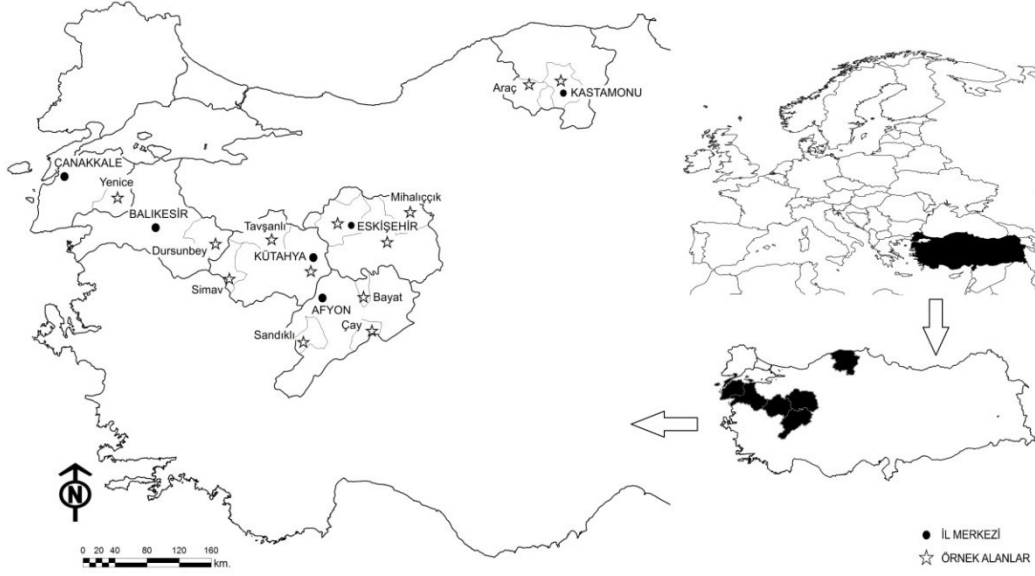
2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini, 46 adet örnek alandan alınan toprak, ölü örtü ve diri örtü örnekleri ile kesilen ağaçlardan elde edilen ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök örnekleri oluşturmaktadır.

2.1.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı Eskişehir, Afyonkarahisar, Kütahya, Kastamonu, Balıkesir ve Çanakkale il sınırları içerisinde (Şekil 1), 38°23'00" - 41°30'58" kuzey enlemleri ile 29°33'33" - 30°03'37" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin orman yetişme ortamı bölgelerinden 1-İç Anadolu Bölgesi, Batı İç Anadolu Yetiştirme Ortamı Bölgesi, 2- Marmara Bölgesi, Anadolu Bölümü, 3- Karadeniz Bölgesi, Batı Karadeniz Bölümü, 4- Ege Bölgesi, İç Ege Bölümü içerisinde kalmaktadır (Kantarcı, 2005).

1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nın Ankara, İzmir ve Sinop paftaları içerisinde kalan araştırma alanında dasit, riyolit, bazalt, andezit,



Şekil 1. Araştırma alanlarının konumu
Figure 1. Location of the research area

granit, volkanik tüf, aglomera, breş, kuvarsit, mi-kaşist, kireç taşı ve serpantin anakayalar sıklıkla bulunmaktadır (Pamir ve Erentöz, 1975). En yaygın toprak tipi esmer orman toprağı (Cambisols) ve solgun esmer orman toprağı (Luvisols)'dır (IUSS Working Group WRB, 2015).

İklim özelliklerinin değerlendirilmesinde ağaçlandırma alanlarına en yakın mesafede bulunan Kastamonu, Balıkesir, Dursunbey, Kütahya, Tavşanlı, Simav, Eskişehir, Mihaliççik, Sivrihisar, Emirdağı, Dinar ve Bolvadin meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu verileri araştırma alanına enterpole edilirken sıcaklık değerleri her 100 m'de 0,5 °C azaltılmış, yağış değeri ise her 100 m'de 54 mm artırılmıştır (Özyuvacı, 1999). Meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 8,9-14,5 °C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 13,6-19,9 °C, yıllık yağış ise 307,2-786,1 mm arasında değişmektedir. Araştırma alanında iklimin değişimi ve iklim tipleri yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama yüksek sıcaklık değerleri kullanılarak Erinç yöntemine göre incelenmiştir (Özyuvacı, 1999). Bu yöntemle araştırma alanlarının iklimi yarı kurak ile çok nemli arasında değişmektedir.

2.2. Yöntem

Araştırma yöntemi; arazi, laboratuvar ve değerlendirme olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Arazi çalışmaları

Araştırmanın arazi aşaması, Orman Toprak ve

Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü'nün "Karaçam ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi [ESK-10(6303)]" isimli araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise ESK-10(6303) numaralı araştırma projesi kapsamında araziden alınan toprak, ölü örtü, çalı ve ot bileşenlerinin toprak altı ve toprak üstü kısımları ile ağaç bileşenlerinden ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök örnekleri üzerinde çalışılmıştır.

Arazi örneklemede aşağıda sıralanan yöntemler kullanılmıştır (Güner ve Çömez, 2014). Örnekleme farklı yükselti, bakı, eğim ve yamaç konumu özelliklerine sahip, 6 meşcere tipinden (Çka, Çka3, Çkb2, Çkb3, Çkc2, Çkc3) ve her meşcere tipinden 7-8 adet olmak üzere, toplam 46 alandan yapılmıştır. Araştırma alanlarındaki meşcerelere ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir (Güner ve Çömez, 2014).

Örnek alanlar kare veya dikdörtgen şeklinde ve içerisine en az 15 adet fert girecek büyüklükte (10x10, 10x20 veya 20x20 m) alınmıştır. Her örnek alanın eğim, yükselti, bakı ve yamaç konumu özellikleri belirlenmiş, bir adet toprak çukuru açılmış, açılan toprak çukurundaki kesitte mineral toprak horizonları ayrılarak toprak tipi ve toprak özellikleri belirlenmiştir. Toprak ve yetiştirme ortamı arazide tanımlandıktan sonra, ayrılan toprak horizonlarından, hacim silindri ile bir litre hacminde toprak örnekleri alınmıştır.

Ölü örtü, örnek alanların 4 farklı kısmından ve 1/4 m² (50x50 cm) büyüklüğündeki alanlardan alınmıştır.

Tablo 1. Araştırma alanlarındaki meşcere özellikleri
Table 1. Some stand characteristic in the research area

| Meşcere Özellikleri | Meşcere Tipleri (Ort±SH) | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| | Çka | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 |
| Örnek alan adedi | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 |
| Çap (d ₀ -cm) | 5,1±1,0 | 9,3±0,9 | - | - | - | - |
| Çap (d _{1,3} -cm) | - | 4,6±0,7 | 15,7±1,4 | 15,0±1,1 | 26,4±1,2 | 25,2±1,4 |
| Boy (m) | 1,7±0,2 | 2,9±0,2 | 7,7±0,7 | 8,8±0,7 | 14,4±1,3 | 13,8±0,9 |
| Yaş | 9±1,2 | 12±1,7 | 37,3±2,4 | 37±3,4 | 47±3,8 | 42±1,6 |
| Kabuklu hacim (m ³ /ha) | - | 12,6±4,1 | 130,1±23,0 | 173,1±30,1 | 239,3±35,9 | 336,8±59,5 |
| Sıklık (adet/ha) | 1974±304 | 3052±302 | 1423±175 | 1772±122 | 613±103 | 998±267 |
| Göğüs yüzeyi (m ² /ha) | - | 5,8±1,6 | 27,7±3,6 | 32,7±3,9 | 33,0±4,3 | 46,2±8,0 |

d₀=dip çap (cm), d_{1,3}= göğüs yüksekliğindeki çap (cm), Ort: aritmetik ortalama, SH: standart hata, ha: hektar

Örnek alanlardaki diri örtünün çalı kısmı 4 m² (2x2 m) alanda, otsu kısım ise 1 m² (1x1 m) alanda kökleri ile birlikte sökülerek çıkartılmış ve kök boğazlarından kesilerek toprak üstü ve toprak altı kısımları ayrı ayrı tartılmıştır. Ayrıca diri örtünün örnek alanı kaplama oranı, hem çalı hem de ot için ayrı ayrı tahmin edilmiştir.

Örnek alanlarda tüm fertlerin çap ve boyları ölçülmüş, sağlıklı, tepesi ve dalları kırılmamış, baskı altında kalmamış bir fert kesilmiştir. Kesilen ağacın boyu, cm hassasiyetinde ölçülmüş, dip kütükte yıllık halkalardan yaş sayımı yapılmıştır. Daha sonra kesilen ağacın dalları temizlenip, gövde 2 m'lik bölümlere ayrılarak, ağırlıkları tartılmış ve nem içeriklerini belirlemek amacıyla her seksiyonun ortasından 5 cm kalınlığında diskler alınmıştır. İbre, dallardan ayrıldıktan sonra kümele-nip; ibre, kuru dal ve canlı dal ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır.

Örnek alanlardan kesilen her ferdin kökü kazma, balta, motorlu testere ve calaskar yardımıyla sökülerek; çapı < 1 cm, 1-4 cm ve > 4 cm olmak üzere üç gruba ayrılıp, taş ve topraklarından arındırıldıktan sonra tartılmıştır. Kökler nem ve besin içeriklerinin farklı olması sebebiyle çap gruplarına ayrılarak tartılmıştır (Ranger ve Gelhaye, 2001; Major ve ark., 2012).

Laboratuvarda fırın kuru ağırlık ve besin içeriklerini belirlemek için kök (çapı <1 cm, 1-4 cm, >4 cm), gövde (5 cm kalınlığındaki diskler), dal (kuru ve canlı), ibre ve diri örtüden (çalı ve ot) alt örnekler alınarak arazide taze ağırlıkları belirlenmiştir.

2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Araziden alınan alt örnekler laboratuvarda etüvle-re alınarak 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp, nem içerikleri belirlenmiş ve ağaç bileşenlerinin kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Kabuk miktarının hesaplanması için, gövdeden alınan disklerin kabuklu kuru ağırlığı tartıldıktan

sonra, kabuklar soyularak disklerin kabuksuz ağırlıkları tekrar tartılarak, aradaki farktan kabuk kuru ağırlığı bulunmuştur. Kabuk ağırlığı/kabuklu disk ağırlığı oranından kabuk oranı hesaplanmıştır. Ölü örtü örneklerinin tamamı 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılmış ve birim alandaki miktarı bulunmuştur. Daha sonra öğütülen bu örnekler analize hazırlanmıştır. Ancak odun, kabuk ve kök örneklerinde her ağaç için karma örnekler hazırlanarak analize alınmıştır. Karma örnekler, alındığı seksiyonun kuru kütlelerinin, ağacın o bileşene ait toplam kuru kütlelerine oranı dikkate alınarak hazırlanmıştır.

İbre, kuru dal, canlı dal, odun, kabuk, kök, çalı, ot ve ölü örtü örneklerinde, N Kjeldahl metoduna göre FOSS 8400 cihazında tayin edilmiştir (Foss Tecator, 2014). Nitrik-perklorik asit ile yaş yakılan bitki örneklerinde; P vanadamolibdofosforik sarı renk, S türbidimetrik yöntemle Shimadzu UV-1800 spektrofotometre cihazında; Na ve K Jenway PFP 7 flame photometer cihazında; Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ise Shimadzu 6601-F atomic absorption spectrometer cihazında tayin edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Araziden alınan toprak örnekleri hava kuru hale geldikten sonra öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tartılmıştır. Öğütülen ince toprakların bir kısmı 105 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp, nem içerikleri belirlenmiştir. Geri kalan toprak örneklerinde toplam N Kjeldahl metoduna göre (Foss Tecator, 2014), alınabilir P asit reaksiyonlu topraklarda modifiye Bray ve Kurtz No.1 metoduna göre (TSE, 1990a), alkalen reaksiyonlu topraklarda Olsen ve ark. metoduna göre (TSE, 1990b), ekstrakte edilebilir K (TSE, 1990c), değişebilir Na, Ca, Mg, Fe ve Mn amonyum asetat metoduna göre, yarayışlı Cu ve Zn çift asit (HCl+H₂SO₄) metoduna göre, ekstrakte edilebilir S türbidimetrik metoda (Kacar, 1994) göre tayin edilmiştir.

2.2.3. Değerlendirme

Ağaçlarda depolanan besin maddesi stoğu belirlenirken, analiz sonucu elde edilen % (100 g kuru maddedeki miktar) veya ppm (mg/kg) besin elementleri miktarı, ESK-10(6303) numaralı araştırma projesi kapsamında tespit edilen örnek alanlardaki ağaç bileşenlerinin (ibre, kuru dal, canlı dal, odun, kabuk, kök) kuru kütlesi ile çarpılmak suretiyle hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ile, hektara çevirme katsayısı kullanılarak bir hektar alandaki besin maddesi miktarı bulunmuştur. Yine ölü örtü ve diri örtünün örnek alanlardaki kuru kütlesi ile analiz sonucu bulunan besin yoğunlukları (% veya ppm) çarpılarak örnek alandaki miktarı bulunmuş, daha sonra bu değerler, hektara dönüştürülmüştür. Besin elementlerinin topraktaki yoğunluğu (% veya ppm) ait olduğu horizonun ince toprak miktarı ile çarpılarak horizonlardaki besin elementi miktarı bulunmuş, horizonlardaki besin elementi miktarlarının toplanmasıyla da 1 m derinlik ve 1 m² alandaki (pedon) besin elementi miktarı hesaplanmıştır. Bu değer de 10000 ile çarpılmak suretiyle örnek alanların hektardaki besin elementi değerleri elde edilmiştir. Ağaçlarda, diri örtüde, ölü örtüde ve toprakta depolanan besin elementi miktarları toplanarak, örnek alanların bir hektardaki toplam besin elementi stoğu bulunmuştur.

Meşcere tiplerine göre ekosistemde ve ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin elementi miktarları arasındaki farklılıklar varyans analizi ile incelenmiştir. Varyans analizlerinden önce veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine açısız dönüşüm ($\text{ArcSin}\sqrt{x}$), karekök (\sqrt{x}) dönüşümü ve logaritma ($\log x$) dönüşümü uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0,05$) farklılıklar bulunması durumunda Duncan testi uygulanarak homojen (benzer) gruplar oluşturulmuştur. Sonuçlar $\alpha = 0,05$ düzeyinde istatistiki olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015).

3. Bulgular

3.1. Besin yoğunluklarına ait bulgular

3.1.1. Ağaç bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 2'de verilmiştir. İbre ve gövde odunundaki N yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında önemli ($p<0,05$) farklılıklar belirlenmiştir. İbredeki N yoğunluğu a meşcerelerinde en az, c meşcerelerinde ise en fazla

bulunmuştur. Gövde odunundaki N yoğunluğu ise ibredeki N yoğunluğunun tersine a meşcerelerinde en yüksek, c meşcerelerinde ise en az düzeydedir. Kuru dal, canlı dal, kabuk ve kökteki azot yoğunluğu ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

İbre, gövde odunu ve kabuktaki P yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) farklılıklar bulunmuştur. İbrelerdeki P yoğunluğu a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artış gösterirken, gövde odunu ve kabuktaki P yoğunlukları a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru azalış göstermiştir. Bir başka ifade ile meşcereler yaşlandıkça, ibrelerdeki P içeriği artarken, gövde odunu ve kabuktaki P içeriği azalmıştır.

Gövde odunu ve kabuktaki K yoğunluğu meşcere tiplerine göre anlamlı farklılıklar ($p<0,05$) göstermiş olup, a meşcerelerinde en yüksek seviyede bulunmuştur. İbre, kuru dal, canlı dal ve kök K yoğunluğu ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kuru dal ve canlı dal Ca yoğunluğu, meşcere tiplerine göre önemli ($p<0,05$) farklılıklar göstermiş, aynı gelişim çağında kapalılık arttıkça Ca yoğunluğu azalmıştır. İbre, gövde, kabuk ve kök Ca yoğunlukları bakımından ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$).

İbre ve kabuktaki Mg yoğunluğu, meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek ibre Mg yoğunluğu b meşcerelerinde, kabuk Mg yoğunluğu ise a meşcerelerinde bulunmuştur. Kuru dal, canlı dal, gövde ve kök Mg yoğunlukları ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kabuk S yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Kabuktaki S yoğunluğu, a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru azalmaktadır. Aynı gelişim çağlarında kapalılığın artmasına bağlı olarak kükürt yoğunluğu da artmıştır. Kabuk dışındaki ağaç bileşenlerinin S yoğunlukları ise meşcere tiplerine göre önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Meşcere tipleri arasında kökteki Fe yoğunluğu bakımından önemli bir farklılık ($p<0,05$) belirlenmiş olup, en fazla a meşcerelerinde bulunmuştur. Kabuktaki Zn yoğunluğu meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Zn yoğunluğu a meşcerelerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. İbre, kuru dal, canlı dal, gövde ve kök

Tablo 2. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi
Table 2. Change in nutrient concentrations of tree component according to stand types

| Ağaç Bileşenleri | Meşcere Tipleri (Ort±SH) | | | | | | F Oranı | P | |
|------------------|--------------------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------|--------|
| | Çka | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 | | | |
| N (%) | İbre | 0,90±0,06ab | 0,75±0,04a | 0,90±0,03ab | 0,95±0,05bc | 0,94±0,06bc | 1,09±0,05c | 4,437 | <0,01 |
| | Kuru dal | | | 0,23±0,03a | 0,18±0,02a | 0,17±0,02a | 0,20±0,02a | 1,220 | >0,05 |
| | Canlı dal | 0,29±0,02a | 0,21±0,01a | 0,29±0,05a | 0,22±0,02a | 0,20±0,01a | 0,24±0,02a | 1,849 | >0,05 |
| | Gövde | 0,17±0,01d | 0,12±0,01c | 0,13±0,03bc | 0,09±0,003ab | 0,07±0,003a | 0,08±0,002a | 9,441 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,59±0,03a | 0,44±0,02a | 0,31±0,09a | 0,23±0,02a | 0,20±0,005a | 0,21±0,01a | 1,732 | >0,05 |
| | Kök | 0,22±0,01a | 0,21±0,01a | 0,22±0,09a | 0,20±0,05a | 0,13±0,01a | 0,14±0,01a | 1,505 | >0,05 |
| P (ppm) | İbre | 734±58a | 773±49b | 876±56ab | 839±34ab | 990±66bc | 1088±75c | 5,332 | <0,01 |
| | Kuru dal | | | 113±19a | 75±9a | 112±19a | 95±4a | 1,596 | >0,05 |
| | Canlı dal | 276±40a | 244±35a | 262±31a | 233±27a | 259±40a | 287±38a | 0,324 | >0,05 |
| | Gövde | 146±32c | 96±15bc | 52±3a | 52±7a | 69±5ab | 56±6a | 5,370 | <0,01 |
| | Kabuk | 580±36b | 461±34b | 183±15a | 177±13a | 174±29a | 173±16a | 36,958 | <0,001 |
| | Kök | 253±20a | 265±43a | 192±18a | 209±18a | 296±48a | 329±42a | 2,318 | >0,05 |
| K (ppm) | İbre | 4144±452a | 4314±301a | 4826±805a | 4448±835a | 5965±578a | 5718±721a | 1,312 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 818±79a | 496±56a | 625±50a | 744±160a | 2,050 | >0,05 |
| | Canlı dal | 1646±186a | 1344±105a | 1958±224a | 1959±275a | 1755±215a | 2368±284a | 2,420 | >0,05 |
| | Gövde | 1460±211b | 1001±155a | 814±116a | 688±98a | 675±101a | 871±118a | 4,234 | <0,01 |
| | Kabuk | 2574±305b | 2228±211b | 1192±121a | 1288±178a | 1171±156a | 1283±251a | 8,220 | <0,001 |
| | Kök | 1788±169a | 1725±139a | 1668±143a | 1856±245a | 1837±206a | 2101±189a | 0,680 | >0,05 |
| Ca (ppm) | İbre | 2783±263a | 4356±714a | 3536±484a | 3545±374a | 3007±516a | 2750±113a | 1,816 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 6282±471ab | 5212±792a | 7271±598b | 5007±406a | 3,062 | <0,05 |
| | Canlı dal | 3095±623a | 2915±351a | 4991±346b | 3916±372ab | 4820±784b | 4089±380ab | 3,098 | <0,05 |
| | Gövde | 1190±132a | 1213±132a | 1453±141a | 1503±85a | 1446±179a | 1385±148a | 0,904 | >0,05 |
| | Kabuk | 3775±368a | 4516±766a | 5783±865a | 5507±480a | 4924±736a | 4913±514a | 1,173 | >0,05 |
| | Kök | 1453±187a | 1506±167a | 1653±189a | 1531±159a | 1730±268a | 1688±265a | 0,265 | >0,05 |
| Mg (ppm) | İbre | 1100±99a | 1071±98a | 1360±118ab | 1579±193b | 996±67a | 1157±132a | 2,956 | <0,05 |
| | Kuru dal | | | 661±55a | 588±93a | 539±63a | 537±56a | 0,708 | >0,05 |
| | Canlı dal | 636±49a | 437±69a | 378±119a | 671±82a | 599±55a | 668±43a | 1,511 | >0,05 |
| | Gövde | 461±43a | 296±44a | 370±52a | 375±68a | 336±55a | 376±34a | 1,100 | >0,05 |
| | Kabuk | 1053±43c | 848±110b | 411±31a | 499±34a | 413±47a | 420±45a | 20,399 | <0,001 |
| | Kök | 525±67a | 360±47a | 531±85a | 518±116a | 506±76a | 423±30a | 0,858 | >0,05 |
| S (ppm) | İbre | 898±26a | 841±58a | 894±75a | 989±84a | 1093±106a | 1074±49a | 2,115 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 451±90a | 472±89a | 381±71a | 444±106a | 0,171 | >0,05 |
| | Canlı dal | 357±43a | 366±49a | 387±40a | 250±60a | 313±95a | 315±62a | 0,682 | >0,05 |
| | Gövde | 234±45a | 250±39a | 129±54a | 124±36a | 156±64a | 97±41a | 1,757 | >0,05 |
| | Kabuk | 569±80b | 592±57b | 408±58ab | 454±53ab | 302±57a | 336±51a | 3,855 | <0,01 |
| | Kök | 480±84a | 598±72a | 440±54a | 451±45a | 465±92a | 411±66a | 2,318 | >0,05 |
| Na (ppm) | İbre | 65±8a | 76±10a | 81±8a | 76±8a | 55±2a | 79±14a | 1,356 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 84±5a | 84±6a | 70±5a | 92±13a | 1,051 | >0,05 |
| | Canlı dal | 56±4a | 69±17a | 63±5a | 67±5a | 57±2a | 73±11a | 0,463 | >0,05 |
| | Gövde | 49±2a | 50±3a | 55±5a | 61±6a | 50±4a | 62±7a | 1,022 | >0,05 |
| | Kabuk | 75±4a | 72±10a | 69±5a | 84±6a | 61±4a | 65±4a | 1,732 | >0,05 |
| | Kök | 87±12a | 66±7a | 71±8a | 76±7a | 63±7a | 67±4a | 1,047 | >0,05 |
| Fe (ppm) | İbre | 122±7a | 137±13a | 147±5a | 143±8a | 134±7a | 147±9a | 1,083 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 239±33a | 205±23a | 282±48a | 265±28a | 0,987 | >0,05 |
| | Canlı dal | 163±13a | 166±37a | 136±14a | 133±19a | 138±10a | 168±20a | 0,598 | >0,05 |
| | Gövde | 107±21a | 79±17a | 49±9a | 76±21a | 110±27a | 68±10a | 1,515 | >0,05 |
| | Kabuk | 221±23a | 163±18a | 147±19a | 173±35a | 136±15a | 120±9a | 2,440 | >0,05 |
| | Kök | 217±26b | 217±21b | 130±15a | 171±25ab | 147±24a | 119±17a | 3,740 | <0,01 |
| Zn (ppm) | İbre | 31±4a | 44±5a | 48±6a | 40±3a | 44±3a | 50±6a | 1,465 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 40±5a | 27±2a | 32±1a | 32±2a | 2,632 | >0,05 |
| | Canlı dal | 41±7a | 33±4a | 34±2a | 27±1a | 32±3a | 34±1a | 1,452 | >0,05 |
| | Gövde | 34±8a | 20±2a | 26±8a | 23±3a | 24±8a | 17±1a | 1,077 | >0,05 |
| | Kabuk | 56±7c | 38±2b | 28±2ab | 30±2ab | 31±5ab | 25±1a | 7,959 | <0,001 |
| | Kök | 24±5a | 25±6a | 23±3a | 19±1a | 20±2a | 23±2a | 0,297 | >0,05 |
| Mn (ppm) | İbre | 89±20a | 224±79a | 171±46a | 123±26a | 172±32a | 112±40a | 1,144 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 85±8a | 66±11a | 81±15a | 48±10a | 2,096 | >0,05 |
| | Canlı dal | 37±5a | 70±15a | 72±16a | 59±9a | 76±13a | 56±17a | 1,062 | >0,05 |
| | Gövde | 34±4a | 42±6a | 42±6a | 35±4a | 40±4a | 31±5a | 0,713 | >0,05 |
| | Kabuk | 35±8a | 82±22a | 48±12a | 51±8a | 40±5a | 32±4a | 1,526 | >0,05 |
| | Kök | 25±6a | 43±9a | 37±9a | 43±6a | 37±6a | 36±9a | 0,596 | >0,05 |
| Cu (ppm) | İbre | 30±3a | 29±3a | 31±3a | 27±1a | 29±3a | 28±2a | 0,202 | >0,05 |
| | Kuru dal | | | 29±2a | 26±1a | 29±3a | 27±2a | 0,358 | >0,05 |
| | Canlı dal | 31±3a | 26±3a | 29±2a | 27±1a | 29±3a | 27±2a | 0,370 | >0,05 |
| | Gövde | 31±3a | 25±3a | 28±2a | 26±1a | 28±4a | 27±2a | 0,488 | >0,05 |
| | Kabuk | 33±3a | 27±3a | 28±1a | 28±1a | 29±3a | 29±2a | 0,512 | >0,05 |
| | Kök | 31±3a | 25±3a | 27±1a | 26±1a | 29±3a | 27±2a | 0,530 | >0,05 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Zn yoğunlukları bakımından ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Ağaç bileşenlerinin Na, Mn ve Cu yoğunlukları bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Genel olarak değerlendirildiğinde N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur. En düşük N, P, Mg, S, Na ve Fe yoğunluğu gövdede, K yoğunluğu kuru dalda, Ca, Zn ve Mn yoğunluğu ise gövde ve kökte tespit edilmiştir.

3.1.2. Çalı bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Çalı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının çalı türlerine göre değişimi Tablo 3'de görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde, çalıların toprak üstü kütlesindeki N ve Zn yoğunluğu $p<0,001$, P, K ve Ca yoğunluğu $p<0,01$, Mg, S ve Fe yoğunluğu ise $p<0,05$ önem düzeyinde çalı türleri arasında farklılıklar göstermiştir. Toprak üstü kütledeki Na, Mn ve Cu yoğunluğu bakımından çalı türleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Toprak üstü kütledeki N, P, K, Mg, S ve Zn yoğunluğu laden türünde, Fe yoğunluğu ardıç ve laden türlerinde, Ca yoğunluğu ise ardıç ve meşe türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Çalıların toprak altı kütlesindeki Mn yoğunluğu $p<0,001$, P,

S ve Zn yoğunluğu $p<0,01$, N ve K yoğunluğu ise $p<0,05$ önem düzeyinde çalı türleri arasında farklılıklar göstermiştir. Toprak altı bitkisel kütledeki Ca, Mg, Na, Fe ve Cu yoğunluğu bakımından ise çalı türleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Çalıların toprak altı kütlesindeki N, P, Zn ve Mn yoğunluğu laden türünde, K ve S yoğunluğu meşe ve laden türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur.

3.1.3. Ot bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Ot bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 4'de verilmiştir. Ot türü ayrımına gidilmeden yapılan değerlendirme sonucunda, toprak üstü ve toprak altı kütledeki N, P, K, Mg, S, Fe, Zn ve Mn yoğunlukları meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Toprak üstü kütledeki Cu yoğunluğu meşcere tiplerine göre, önemli düzeyde farklılık göstermiş olup ($p<0,05$), en yüksek Çkc3 meşcerelerinde bulunmuştur. Toprak altı kütledeki Ca ve Na yoğunluğu $p<0,05$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında farklılık göstermiş olup, en fazla Ca ve Na yoğunluğu Çkc3 meşcerelerinde bulunmuştur.

3.1.4. Ölü örtünün besin yoğunluklarına ait bulgular

Ölü örtüye ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 5'da görülmektedir. Ölü

Tablo 3. Çalı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının türlere göre değişimi
Table 3. Change in nutrient concentrations of shrub components according to species

| | Çalı Bileşenleri | Çalı Türleri (Ort±SH) | | | F Oranı | p |
|----------|------------------|-----------------------|-------------|------------|---------|--------|
| | | Meşe | Ardıç | Laden | | |
| N (%) | Toprak üstü | 0,49±0,03a | 0,42±0,03a | 0,64±0,04b | 9,598 | <0,001 |
| | Toprak altı | 0,43±0,04a | 0,27±0,03a | 0,51±0,07b | 4,811 | <0,05 |
| P (ppm) | Toprak üstü | 467±36a | 466±29a | 902±117b | 8,457 | <0,01 |
| | Toprak altı | 472±66ab | 324±27a | 620±85b | 5,582 | <0,01 |
| K (ppm) | Toprak üstü | 2662±443a | 2629±219a | 4490±428b | 8,535 | <0,01 |
| | Toprak altı | 2976±446b | 2021±191a | 3263±448b | 3,585 | <0,05 |
| Ca (ppm) | Toprak üstü | 14548±2654b | 18464±2219b | 7380±900a | 8,539 | <0,01 |
| | Toprak altı | 10889±1988a | 8987±746a | 7576±1538a | 1,254 | >0,05 |
| Mg (ppm) | Toprak üstü | 1035±132ab | 861±104a | 1214±72b | 3,155 | <0,05 |
| | Toprak altı | 902±122a | 910±140a | 945±130a | 0,030 | >0,05 |
| S (ppm) | Toprak üstü | 519±49a | 511±54a | 740±66b | 5,129 | <0,05 |
| | Toprak altı | 558±79b | 286±37a | 497±64b | 5,574 | <0,01 |
| Na (ppm) | Toprak üstü | 87±8a | 87±6a | 128±19a | 2,498 | >0,05 |
| | Toprak altı | 104±15a | 87±6a | 139±21a | 3,222 | >0,05 |
| Fe (ppm) | Toprak üstü | 170±31a | 285±26b | 311±48b | 3,714 | <0,05 |
| | Toprak altı | 442±68a | 516±60a | 509±57a | 0,401 | >0,05 |
| Zn (ppm) | Toprak üstü | 30±7a | 20±1a | 51±5b | 14,270 | <0,001 |
| | Toprak altı | 28±12a | 20±4a | 41±4b | 8,624 | <0,01 |
| Mn (ppm) | Toprak üstü | 98±24a | 75±9a | 117±16a | 1,626 | >0,05 |
| | Toprak altı | 48±10a | 47±6a | 105±11b | 11,638 | <0,001 |
| Cu (ppm) | Toprak üstü | 31±1a | 29±1a | 35±2a | 1,756 | >0,05 |
| | Toprak altı | 31±1a | 31±1a | 34±2a | 0,760 | >0,05 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ($p>0,05$) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 4. Ot bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi
Table 4. Change in nutrient concentrations of herbaceous cover components according to stand types

| Ot Bileşenleri | Meşcere Tipleri (Ort±SH) | | | | | | F Oranı | P |
|----------------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|-------|
| | Çka | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 | | |
| N (%) | 1,13±0,14a | 1,17±0,13a | 1,63±0,21a | 1,16±0,21a | 1,55±0,39a | 1,25±0,15a | 1,041 | >0,05 |
| Toprak üstü | 1,13±0,14a | 1,17±0,13a | 1,63±0,21a | 1,16±0,21a | 1,55±0,39a | 1,25±0,15a | 1,041 | >0,05 |
| Toprak altı | 0,82±0,09a | 0,77±0,05a | 1,10±0,12a | 0,76±0,10a | 0,91±0,15a | 1,01±0,13a | 1,706 | >0,05 |
| P (ppm) | 918±180a | 1306±294a | 1784±277a | 1426±258a | 2257±772a | 1175±245a | 1,083 | >0,05 |
| Toprak üstü | 918±180a | 1306±294a | 1784±277a | 1426±258a | 2257±772a | 1175±245a | 1,083 | >0,05 |
| Toprak altı | 572±103a | 715±78a | 790±89a | 812±127a | 917±104a | 763±72a | 1,117 | >0,05 |
| K (ppm) | 6812±1270a | 9263±2185a | 9955±1609a | 8790±2756a | 14157±4550a | 6340±1007a | 1,017 | >0,05 |
| Toprak üstü | 6812±1270a | 9263±2185a | 9955±1609a | 8790±2756a | 14157±4550a | 6340±1007a | 1,017 | >0,05 |
| Toprak altı | 3863±840a | 4482±434a | 4430±914a | 5067±1317a | 4386±875a | 3482±406a | 0,314 | >0,05 |
| Ca (ppm) | 11850±3556a | 5943±1242a | 7065±1683a | 7016±1590a | 9881±2587a | 9781±3750a | 0,940 | >0,05 |
| Toprak üstü | 11850±3556a | 5943±1242a | 7065±1683a | 7016±1590a | 9881±2587a | 9781±3750a | 0,940 | >0,05 |
| Toprak altı | 10397±3022a | 11673±6122a | 15571±3118a | 17905±4767a | 6871±2255a | 34276±8946b | 2,659 | <0,05 |
| Mg (ppm) | 3260±507a | 1886±314a | 2572±519a | 2654±535a | 2413±499a | 2694±1174a | 0,697 | >0,05 |
| Toprak üstü | 3260±507a | 1886±314a | 2572±519a | 2654±535a | 2413±499a | 2694±1174a | 0,697 | >0,05 |
| Toprak altı | 3675±696a | 2411±565a | 3839±797a | 3781±632a | 2599±678a | 3835±940a | 0,872 | >0,05 |
| S (ppm) | 1369±167a | 1249±164a | 1483±291a | 1258±192a | 1424±294a | 1421±202a | 0,205 | >0,05 |
| Toprak üstü | 1369±167a | 1249±164a | 1483±291a | 1258±192a | 1424±294a | 1421±202a | 0,205 | >0,05 |
| Toprak altı | 1304±177a | 1205±65a | 1402±141a | 1324±148a | 1179±263a | 1291±99a | 0,259 | >0,05 |
| Na (ppm) | 201±28a | 264±77a | 243±34a | 216±25a | 226±44a | 272±26a | 0,352 | >0,05 |
| Toprak üstü | 201±28a | 264±77a | 243±34a | 216±25a | 226±44a | 272±26a | 0,352 | >0,05 |
| Toprak altı | 200±49a | 234±13a | 284±28ab | 323±33ab | 200±56a | 360±48b | 2,700 | <0,05 |
| Fe (ppm) | 3482±584a | 2116±243a | 2369±473a | 2491±675a | 2224±439a | 2364±797a | 0,832 | >0,05 |
| Toprak üstü | 3482±584a | 2116±243a | 2369±473a | 2491±675a | 2224±439a | 2364±797a | 0,832 | >0,05 |
| Toprak altı | 5470±1098a | 3937±440a | 4896±442a | 4867±733a | 4727±1580a | 4996±1661a | 0,320 | >0,05 |
| Zn (ppm) | 68±11a | 65±7a | 79±3a | 68±10a | 87±10a | 82±10a | 0,714 | >0,05 |
| Toprak üstü | 68±11a | 65±7a | 79±3a | 68±10a | 87±10a | 82±10a | 0,714 | >0,05 |
| Toprak altı | 73±16a | 82±6a | 75±10a | 62±7a | 82±17a | 74±11a | 0,453 | >0,05 |
| Mn (ppm) | 231±84a | 142±36a | 192±42a | 193±44a | 149±21a | 165±49a | 0,372 | >0,05 |
| Toprak üstü | 231±84a | 142±36a | 192±42a | 193±44a | 149±21a | 165±49a | 0,372 | >0,05 |
| Toprak altı | 323±98a | 314±67a | 365±84a | 338±52a | 286±46a | 265±54a | 0,179 | >0,05 |
| Cu (ppm) | 23±1a | 20±1a | 19±0,4a | 17±0,9a | 22±1a | 30±4b | 5,986 | <0,01 |
| Toprak üstü | 23±1a | 20±1a | 19±0,4a | 17±0,9a | 22±1a | 30±4b | 5,986 | <0,01 |
| Toprak altı | 24±3a | 25±5a | 26±3a | 23±2a | 22±2a | 36±5a | 0,975 | >0,05 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

örtüye ait K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn ve Cu yoğunlukları bakımından meşcere tipleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Buna karşılık ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluğu meşcere tipleri arasında önemli (p<0,05) farklılık göstermiş ve en az Çka3 meşcerelerinde bulunmuştur.

3.1.5. Toprak horizonlarının besin yoğunluklarına ait bulgular

Besin yoğunluklarının horizonlara göre değişimi Tablo 6'de verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, besin elementlerinden N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu toprak derinliği-

ne bağlı olarak azalırken, Ca, Na ve Fe yoğunluğu artış göstermiştir. Cu yoğunluğu ise esmer orman

topraklarında (Cambisol) toprak derinliğine bağlı olarak azalış gösterirken, solgun esmer orman topraklarında (Luvisol) artış göstermiştir.

3.2. Besin stoklarına ait bulgular

3.2.1. Ağaç bileşenlerinin besin stoklarına ait bulgular

Ağaç bileşenlerine ait besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 7'de verilmiştir. Genel olarak ibre, kuru dal, canlı dal, gövde, kabuk ve

Tablo 5. Ölü örtü besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi
Table 5. Change in nutrient concentrations of forest floor according to stand types

| Besin Elementleri | Meşcere Tipleri (Ort±SH) | | | | | F Oranı | P |
|-------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|--------|
| | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 | | |
| N (%) | 0,59±0,03 a | 0,80±0,03 b | 0,82±0,03 b | 0,73±0,04 b | 0,72±0,06 b | 4,277 | <0,01 |
| P (ppm) | 344±40 a | 563±28 b | 506±29 b | 548±40 b | 600±14 b | 10,239 | <0,001 |
| K (ppm) | 1522±149 a | 2320±423 a | 1778±219 a | 2429±458 a | 2783±404 a | 2,191 | >0,05 |
| Ca (ppm) | 20790±3479 a | 19528±3728 a | 17788±2056 a | 15890±1501 a | 21559±3178 a | 0,571 | >0,05 |
| Mg (ppm) | 1486±292 a | 2065±321 a | 2297±353 a | 1921±312 a | 2738±373 a | 1,963 | >0,05 |
| S (ppm) | 1031±54 a | 1368±92 b | 1333±78 b | 1377±107 b | 1557±95 b | 4,936 | <0,01 |
| Na (ppm) | 156±16 a | 250±56 a | 226±32 a | 179±23 a | 209±36 a | 1,082 | >0,05 |
| Fe (ppm) | 2725±383 a | 4491±653 abc | 3751±409 ab | 4746±840 bc | 5865±770 c | 3,543 | <0,05 |
| Zn (ppm) | 73±10 a | 73±7 a | 61±2 a | 68±4 a | 68±4 a | 0,546 | >0,05 |
| Mn (ppm) | 425±89 a | 374±76 a | 292±46 a | 363±39 a | 346±52 a | 0,562 | >0,05 |
| Cu (ppm) | 34±1 a | 38±2 a | 36±1 a | 37±1 a | 38±1 a | 1,502 | >0,05 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 6. Toprağa ait besin yoğunluklarının horizonlara göre değişimi
Table 6. Change in nutrient concentrations of soil according to horizons

| Esmer Orman Toprakları (Cambisols) | | | | | |
|--|-------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| Toprak Özellikleri | Mineral Toprak Horizonları (Ort±SH) | | | | |
| | Ah | Bv | BC | Cv | |
| N (%) | 0,23±0,02 | 0,14±0,01 | 0,08±0,008 | 0,06±0,004 | |
| P (ppm) | 13,3±2,6 | 8,3±1,2 | 6,0±1,0 | 4,7±0,5 | |
| K (ppm) | 485±53 | 316±33 | 222±29 | 193±29 | |
| Ca (ppm) | 3804±500 | 4216±452 | 4346±458 | 4197±467 | |
| Mg (ppm) | 917±207 | 785±172 | 761±180 | 770±169 | |
| S (ppm) | 11,7±2,0 | 7,4±0,8 | 6,4±0,5 | 7,0±0,8 | |
| Na (ppm) | 17,3±3,5 | 19,7±1,6 | 27,3±4,5 | 67,7±24,2 | |
| Fe (ppm) | 2,5±0,7 | 3,2±0,5 | 3,2±0,5 | 3,3±0,6 | |
| Zn (ppm) | 1,9±0,7 | 1,2±0,2 | 1,0±0,1 | 1,0±1,1 | |
| Mn (ppm) | 28,3±7,4 | 32,1±6,6 | 19,3±5,1 | 14,2±3,7 | |
| Cu (ppm) | 1,4±0,2 | 1,4±0,1 | 1,3±0,1 | 1,3±0,2 | |
| Solgun Esmer Orman Toprakları (Luvisols) | | | | | |
| Toprak Özellikleri | Mineral Toprak Horizonları (Ort±SH) | | | | |
| | Ah | Ael | Bst | BC | Cv |
| N (%) | 0,26±0,02 | 0,15±0,01 | 0,11±0,01 | 0,08±0,008 | 0,07±0,005 |
| P (ppm) | 17,9±2,1 | 11,9±2,0 | 8,0±1,4 | 6,4±1,0 | 5,0±0,7 |
| K (ppm) | 237±35 | 184±21 | 166±19 | 157±18 | 134±15 |
| Ca (ppm) | 1707±340 | 1526±215 | 1488±235 | 1671±273 | 1808±307 |
| Mg (ppm) | 208±24 | 220±18 | 205±19 | 216±20 | 241±26 |
| S (ppm) | 12,3±2,0 | 6,5±0,6 | 5,0±0,4 | 4,0±0,4 | 5,1±0,8 |
| Na (ppm) | 14,8±1,4 | 17,5±1,8 | 18,2±1,5 | 21,7±2,3 | 47,0±23,1 |
| Fe (ppm) | 3,0±0,3 | 3,2±0,3 | 3,1±0,3 | 3,1±0,3 | 3,2±0,3 |
| Zn (ppm) | 5,1±0,8 | 2,3±0,3 | 1,7±0,2 | 1,6±0,2 | 1,3±0,1 |
| Mn (ppm) | 50,4±5,8 | 50,8±5,1 | 43,3±4,9 | 33,4±4,6 | 30,3±5,8 |
| Cu (ppm) | 1,5±0,1 | 1,9±0,1 | 2,0±0,1 | 2,1±0,2 | 2,1±0,2 |

Ort: aritmetik ortalama, SH: standart hata

kökteki N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu yoğunluğu meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) farklılıklar göstermiştir. Sadece kuru daldaki Mg, S ve Mn yoğunluğu ile ibredeki Mn yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,05$). Genel olarak değerlendirildiğinde, besin stokları Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru artmış ve en yüksek besin stokları Çkc3 meşcerelerinde bulunmuştur. Birim alandaki N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede en fazla bulunmuştur.

3.2.2. Ekosistemin farklı bileşenlerinin besin stoklarına ait bulgular

Karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 8'da verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde, ağaçlarda depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu $p<0,001$, Mn stoğu ise $p<0,01$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere kapallılığının ve gelişim çağına artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çkc3 meşcerelerinde tespit edilmiştir.

Çalılarda depolanan besin stokları bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık bulunama-

mıştır ($p>0,05$). Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Fe, Mn ve Cu stoğu $p<0,01$, Na ve Zn stoğu $p<0,05$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir. Otlarda depolanan Ca stoğu bakımından ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,05$). Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu a meşcerelerinde yüksek, b ve c meşcerelerinde ise daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Ölü örtüde depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0,001$) farklılıklar bulunmuş olup, ölü örtüde depolanan besin stokları a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artmıştır.

Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı farklılıklar ($p<0,05$) belirlenirken, N, P, K, Mg, S, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir.

Ekosistemde depolanan P, Ca, S, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$); N, K, Mg, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur.

Tablo 7. Ağaç bileşenlerine ait besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi (kg/ha)
Table 7. Change in nutrient stocks of tree components according to stand types (kg/ha)

| Ağaç Bileşenleri | Meşcere Tipleri (Ort±SH) | | | | | | F Oranı | P | |
|------------------|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------|--------|
| | Çka | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 | | | |
| N | İbre | 19,0±8,0a | 67,4±11,4ab | 86,2±11,1b | 106,1±15,2b | 117,7±18,4b | 185,5±28,8c | 10,274 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 9,6±2,0ab | 8,5±1,1a | 8,8±1,4ab | 14,2±3,2b | 10,320 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,8±0,1a | 1,3±0,1a | 40,8±6,3b | 36,8±4,0b | 54,4±12,4bc | 74,8±11,4c | 15,441 | <0,001 |
| | Gövde | 1,2±0,5a | 6,0±1,1a | 52,3±8,1b | 55,1±7,6b | 63,5±12,2b | 90,9±15,4c | 13,799 | <0,001 |
| | Kabuk | 1,7±0,6a | 7,3±1,0a | 24,9±4,1b | 28,1±4,2b | 25,5±3,5b | 39,7±8,9b | 8,640 | <0,001 |
| P | Kök | 1,7±0,6a | 8,1±1,6a | 35,7±9,3b | 43,1±10,2b | 28,9±4,6b | 41,9±6,7b | 6,581 | <0,001 |
| | İbre | 1,50±0,65a | 6,82±1,11b | 8,4±1,2b | 9,1±1,1b | 12,2±1,6b | 18,7±3,4c | 9,784 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 0,5±0,1ab | 0,3±0,04a | 0,5±0,1ab | 0,6±0,09b | 11,246 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,08±0,02a | 0,15±0,02a | 3,9±0,7b | 3,7±0,4b | 7,5±2,2c | 8,5±1,3c | 10,685 | <0,001 |
| | Gövde | 0,09±0,05a | 0,45±0,11a | 2,3±0,3ab | 3,3±0,8bc | 5,5±0,9cd | 6,7±1,9d | 7,438 | <0,001 |
| K | Kabuk | 0,16±0,07a | 0,77±0,13ab | 1,6±0,2bc | 2,2±0,3cd | 2,1±0,4cd | 3,4±0,9d | 6,394 | <0,001 |
| | Kök | 0,19±0,07a | 0,93±0,16ab | 3,7±0,7bc | 4,6±0,8c | 6,1±1,1c | 9,8±2,0d | 10,603 | <0,001 |
| | İbre | 7,2±2,2a | 37,0±5,7b | 47,8±9,8b | 49,1±11,2bc | 77,5±15,8bc | 100,1±21,2c | 16,262 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 3,2±0,5a | 2,2±0,3a | 3,3±0,6a | 5,4±1,4b | 8,702 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,4±0,1a | 0,8±0,1a | 29,9±5,1b | 32,9±6,5b | 51,0±14,4bc | 80,1±20,7c | 21,307 | <0,001 |
| Ca | Gövde | 0,8±0,3a | 4,5±1,0b | 40,3±8,7c | 46,2±11,8c | 54,9±12,4c | 108,1±31,2c | 40,222 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,6±0,2a | 3,8±0,8b | 11,2±1,7c | 16,6±3,9c | 15,8±3,6c | 28,3±10,7c | 26,597 | <0,001 |
| | Kök | 1,2±0,3a | 6,4±1,0a | 32,2±5,7b | 41,3±8,9bc | 41,3±8,4bc | 65,3±16,2c | 7,325 | <0,001 |
| | İbre | 5,8±2,6a | 41,6±13,9b | 30,4±2,8ab | 40,0±6,9b | 38,6±10,3b | 47,7±9,3b | 2,710 | <0,05 |
| | Kuru dal | | | 24,8±3,8ab | 23,2±3,6a | 38,6±6,7b | 36,5±7,9ab | 12,464 | <0,001 |
| Mg | Canlı dal | 0,9±0,3a | 1,9±0,5a | 70,6±8,1b | 65,7±10,0b | 137,6±37,8c | 136,9±29,7c | 9,301 | <0,001 |
| | Gövde | 0,7±0,2a | 7,2±2,3a | 64,0±9,4ab | 95,4±17,0bc | 118,6±30,6bc | 159,3±38,4c | 8,352 | <0,001 |
| | Kabuk | 1,2±0,5a | 9,7±3,6a | 60,4±15,2b | 70,1±11,4b | 67,3±18,0b | 99,2±29,1b | 5,355 | <0,01 |
| | Kök | 1,1±0,4a | 6,0±1,6a | 30,2±5,0b | 33,8±5,0b | 37,4±9,2b | 46,9±9,0b | 9,043 | <0,001 |
| | İbre | 2,31±0,93a | 10,22±2,55b | 12,2±1,1bc | 17,5±3,1c | 12,2±1,6bc | 18,5±2,6c | 6,566 | <0,001 |
| S | Kuru dal | | | 2,6±0,3a | 2,6±0,4a | 2,8±0,4a | 3,5±0,5a | 14,827 | >0,05 |
| | Canlı dal | 0,18±0,03a | 0,28±0,05a | 10,3±2,0b | 11,1±1,9b | 16,2±3,6bc | 20,8±3,0c | 13,947 | <0,001 |
| | Gövde | 0,37±0,20a | 1,70±0,55a | 19,4±4,5b | 25,5±7,3b | 25,2±3,7b | 42,2±9,1c | 8,269 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,30±0,11a | 1,63±0,45ab | 3,9±0,6bc | 6,4±1,1cd | 5,1±0,7c | 8,1±1,7d | 8,805 | <0,001 |
| | Kök | 0,42±0,15a | 1,52±0,42a | 9,8±1,8b | 11,3±2,7b | 11,0±1,9b | 11,8±1,6b | 8,975 | <0,001 |
| Na | İbre | 1,68±0,55a | 7,39±1,32b | 8,6±1,3bc | 11,2±2,2bc | 13,1±1,8cd | 17,6±2,4d | 8,910 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 1,8±0,5a | 2,1±0,4a | 2,0±0,4a | 2,7±0,7a | 6,280 | >0,05 |
| | Canlı dal | 0,09±0,01a | 0,24±0,05a | 5,7±0,9bc | 3,8±0,7b | 9,5±4,7bc | 8,7±1,3c | 14,786 | <0,001 |
| | Gövde | 0,09±0,02a | 1,16±0,29b | 7,2±3,9c | 6,6±1,8c | 12,2±5,9c | 11,8±5,6c | 13,286 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,13±0,03a | 1,07±0,26a | 3,9±0,8b | 5,2±0,6b | 3,9±1,0b | 6,3±1,5b | 7,276 | <0,001 |
| Fe | Kök | 0,28±0,08a | 2,36±0,55a | 8,7±1,9b | 10,0±1,7b | 10,1±2,5b | 11,7±2,4b | 6,681 | <0,001 |
| | İbre | 0,11±0,03a | 0,62±0,08b | 0,73±0,08b | 0,81±0,11b | 0,70±0,12b | 1,32±0,26c | 7,346 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 0,33±0,05a | 0,38±0,05a | 0,36±0,05a | 0,65±0,12b | 14,287 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,01±0,002a | 0,04±0,007a | 0,91±0,12b | 1,13±0,17b | 1,51±0,25b | 2,35±0,46c | 14,001 | <0,001 |
| | Gövde | 0,03±0,01a | 0,26±0,06a | 2,57±0,46b | 3,79±0,69b | 3,84±0,52b | 6,73±1,28c | 13,604 | <0,001 |
| Zn | Kabuk | 0,02±0,01a | 0,12±0,02a | 0,63±0,08b | 1,06±0,16cd | 0,77±0,10bc | 1,15±0,20d | 14,257 | <0,001 |
| | Kök | 0,06±0,03a | 0,23±0,04a | 1,33±0,22b | 1,65±0,23b | 1,38±0,26b | 2,07±0,48b | 8,717 | <0,001 |
| | İbre | 0,21±0,06a | 1,31±0,33b | 1,39±0,17b | 1,56±0,18b | 1,68±0,25b | 2,54±0,44c | 6,936 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 0,99±0,19a | 0,95±0,17a | 1,43±0,29ab | 2,00±0,59b | 6,983 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,04±0,005a | 0,09±0,01a | 2,01±0,32b | 2,29±0,51b | 3,48±0,46b | 5,45±0,99c | 15,501 | <0,001 |
| Mn | Gövde | 0,06±0,02a | 0,44±0,13a | 2,64±0,65b | 5,70±2,42bc | 8,70±3,29c | 7,43±1,74c | 10,974 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,06±0,02a | 0,30±0,07ab | 1,38±0,25bc | 2,35±0,72c | 1,67±0,26c | 2,27±0,45c | 5,993 | <0,001 |
| | Kök | 0,17±0,06a | 0,81±0,14a | 2,44±0,40b | 3,65±0,60b | 3,12±0,67b | 3,31±0,67b | 8,146 | <0,001 |
| | İbre | 0,06±0,02a | 0,42±0,13b | 0,48±0,10b | 0,45±0,08b | 0,58±0,11bc | 0,84±0,17c | 4,486 | <0,01 |
| | Kuru dal | | | 0,16±0,03ab | 0,12±0,02a | 0,16±0,02ab | 0,21±0,02b | 14,013 | <0,001 |
| Cu | Canlı dal | 0,01±0,003a | 0,02±0,005a | 0,50±0,06b | 0,47±0,06b | 0,93±0,26c | 1,04±0,14c | 12,273 | <0,001 |
| | Gövde | 0,02±0,008a | 0,09±0,01a | 1,29±0,52ab | 1,54±0,41ab | 2,33±1,22b | 1,88±0,31b | 2,820 | <0,05 |
| | Kabuk | 0,01±0,007a | 0,06±0,01ab | 0,26±0,04bc | 0,39±0,07c | 0,42±0,13c | 0,46±0,08c | 6,508 | <0,001 |
| | Kök | 0,01±0,006a | 0,10±0,03a | 0,43±0,07b | 0,42±0,05b | 0,44±0,09b | 0,66±0,11c | 10,439 | <0,001 |
| | İbre | 0,22±0,13a | 1,52±0,39a | 1,87±0,59a | 1,24±0,22a | 2,23±0,54a | 2,06±0,85a | 1,789 | >0,05 |
| P | Kuru dal | | | 0,35±0,08a | 0,26±0,02a | 0,42±0,09a | 0,34±0,09a | 7,810 | >0,05 |
| | Canlı dal | 0,01±0,002a | 0,04±0,008a | 1,27±0,38b | 0,91±0,10b | 2,21±0,63b | 1,93±0,78b | 11,589 | <0,001 |
| | Gövde | 0,02±0,013a | 0,18±0,02a | 2,30±0,62b | 2,04±0,24b | 3,27±0,72b | 3,60±0,93b | 7,158 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,01±0,006a | 0,10±0,02a | 0,57±0,20b | 0,58±0,07b | 0,53±0,12b | 0,58±0,13b | 4,906 | <0,01 |
| | Kök | 0,017±0,006a | 0,13±0,02a | 0,82±0,27b | 0,88±0,09b | 0,82±0,19b | 1,02±0,32b | 4,443 | <0,01 |
| Cu | İbre | 0,06±0,02a | 0,27±0,06b | 0,30±0,06bc | 0,29±0,03bc | 0,36±0,04bc | 0,45±0,05c | 5,982 | <0,001 |
| | Kuru dal | | | 0,12±0,02a | 0,12±0,01a | 0,14±0,01ab | 0,18±0,02b | 19,458 | <0,001 |
| | Canlı dal | 0,008±0,001a | 0,01±0,002a | 0,44±0,08b | 0,45±0,05b | 0,77±0,15c | 0,83±0,11c | 16,142 | <0,001 |
| | Gövde | 0,03±0,01a | 0,13±0,03a | 1,39±0,30b | 1,67±0,26b | 2,18±0,34bc | 2,81±0,40c | 15,949 | <0,001 |
| | Kabuk | 0,01±0,005a | 0,05±0,01a | 0,28±0,05b | 0,35±0,05b | 0,37±0,05bc | 0,50±0,07c | 15,067 | <0,001 |
| Cu | Kök | 0,03±0,01a | 0,10±0,02a | 0,53±0,09b | 0,58±0,06bc | 0,59±0,07bc | 0,76±0,09c | 16,706 | <0,001 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 8. Ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi (kg/ha)
Table 8. Change in nutrient stocks stored in different components of ecosystem according to stand types (kg/ha)

| Bileşenler | Meşcere tipleri (Ort.(%)) | | | | | | F Oranı | P | |
|------------|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-------|--------|
| | Çka | Çka3 | Çkb2 | Çkb3 | Çkc2 | Çkc3 | | | |
| N | Ağaç | 24,5(0,25) a | 90,1(1,0) a | 249,8(2,7) b | 277,9(3,30) b | 299,2(3,40) b | 447,1(5,50) c | 13,93 | <0,001 |
| | Çalı | 1,5 (0,01) a | 16,7(0,18) a | 3,3(0,03) a | 5,7(0,07) a | 7,2(0,08) a | 1,3(0,01) a | 0,68 | >0,05 |
| | Ot | 21,1(0,22) c | 18,8(0,21) bc | 3,2(0,03) a | 4,1(0,05) ab | 7,6(0,09) a | 5,6(0,07) a | 3,85 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 23,6(0,26) a | 118,7(1,27) b | 156,6(1,86) b | 139,5(1,59) b | 188,0(2,31) b | 8,98 | <0,001 |
| | Toprak | 9604(99,5) a | 8855(98,3) a | 8941(96,0) a | 7986(94,72) a | 8326(94,83) a | 7489(92,10) a | 0,33 | >0,05 |
| | Toplam | 9651(100) a | 9004(100) a | 9316(100) a | 8431(100) a | 8780(100) a | 8131(100) a | 0,18 | >0,05 |
| P | Ağaç | 2,0(3,72) a | 9,1(11,76) ab | 20,7(25,27) bc | 23,5(29,34) c | 34,2(36,23) c | 47,9(31,16) d | 12,15 | <0,001 |
| | Çalı | 0,1(0,18) a | 1,7(2,20) a | 0,4(0,49) a | 0,8(1,00) a | 1,0(1,06) a | 0,1(0,06) a | 1,18 | >0,05 |
| | Ot | 1,7(3,16) b | 1,7(2,20) b | 0,2(0,24) a | 0,4(0,50) a | 0,8(0,85) a | 0,4(0,26) a | 3,92 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 1,3(1,68) a | 8,5(10,38) b | 9,8(12,23) b | 10,2(10,80) b | 15,2(9,89) c | 11,90 | <0,001 |
| | Toprak | 49,8(92,74) a | 63,4(81,91) a | 51,9(63,37) a | 45,4(56,68) a | 48,4(51,27) a | 89,8(58,42) a | 1,71 | >0,05 |
| | Toplam | 53,7(100) a | 77,4(100) a | 81,9(100) a | 80,1(100) a | 94,4(100) a | 153,7(100) b | 5,96 | <0,001 |
| K | Ağaç | 10,4(0,44) a | 52,8(2,64) ab | 164,9(9,86) bc | 188,5(8,33) bc | 244,0(13,97) c | 387,6(20,88) d | 7,44 | <0,001 |
| | Çalı | 0,7(0,03) a | 11,7(0,58) a | 2,2(0,13) a | 4,2(0,18) a | 13,1(0,75) a | 0,9(0,05) a | 0,85 | >0,05 |
| | Ot | 12,3(0,52) b | 10,7(0,53) b | 1,4(0,08) a | 2,0(0,09) a | 3,0(0,17) a | 2,4(0,13) a | 5,02 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 6,2(0,31) a | 36,9(2,2) b | 37,4(1,65) b | 46,6(2,67) b | 69,7(3,75) c | 6,56 | <0,001 |
| | Toprak | 2323(98,98) a | 1921(95,91) a | 1467(87,69) a | 2031(89,75) a | 1440(82,47) a | 1396(75,21) a | 1,02 | >0,05 |
| | Toplam | 2347(100) a | 2003(100) a | 1673(100) a | 2263(100) a | 1746(100) a | 1856(100) a | 0,56 | >0,05 |
| Ca | Ağaç | 9,8(0,02) a | 66,6(0,20) a | 280,8(1,58) b | 328,4(1,22) bc | 438,3(3,38) bc | 526,6(2,77) c | 8,44 | <0,001 |
| | Çalı | 3,2(0,007) a | 14,4(0,04) a | 6,3(0,03) a | 22,0(0,08) a | 7,3(0,06) a | 3,6(0,068) a | 0,46 | >0,05 |
| | Ot | 26,5(0,06) a | 38,4(0,11) a | 3,3(0,02) a | 11,1(0,04) a | 8,4(0,06) a | 11,1(0,06) a | 2,08 | >0,05 |
| | Ölü örtü | - | 98,2(0,29) a | 279,6(1,58) b | 335,9(1,25) b | 287,1(2,21) b | 515,4(2,71) c | 11,05 | <0,001 |
| | Toprak | 44170(99,91) c | 33538(99,36) bc | 17148(96,78) ab | 26152(97,40) abc | 12218(94,28) a | 17975 (94,45) ab | 3,48 | <0,05 |
| | Toplam | 44209(100) c | 33755(100) bc | 17118(100) ab | 26850(100) abc | 12959(100) a | 19032(100) ab | 3,27 | <0,05 |
| Mg | Ağaç | 3,6(0,12) a | 15,3(0,50) a | 58,4(1,05) b | 74,7(1,02) bc | 72,8(3,96) bc | 105,2(3,08) c | 11,10 | <0,001 |
| | Çalı | 0,2(0,01) a | 3,1(0,10) a | 0,5(0,01) a | 1,0(0,01) a | 1,5(0,08) a | 0,3(0,01) a | 0,56 | >0,05 |
| | Ot | 8,1(0,26) c | 6,0(0,20) bc | 1,1(0,02) a | 1,5(0,02) ab | 2,7(0,15) ab | 1,5(0,04) ab | 3,92 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 7,0(0,23) ab | 28,8(0,52) bc | 46,6(0,64) cd | 35,3(1,92) c | 68,8(2,01) d | 10,53 | <0,001 |
| | Toprak | 3074(99,61) a | 3017(98,98) a | 5474(98,40) a | 7203(98,31) a | 1726(93,90) a | 3239(94,85) a | 0,63 | >0,05 |
| | Toplam | 3086(100) a | 3048(100) a | 5563(100) a | 7327(100) a | 1838(100) a | 3415(100) a | 0,60 | >0,05 |
| S | Ağaç | 2,3(3,38) a | 12,2(15,36) a | 36,2(32,58) b | 39,2(34,50) b | 51,0(43,59) b | 58,9(38,65) b | 7,34 | <0,001 |
| | Çalı | 0,2(0,29) a | 2,2(2,77) a | 0,3(0,27) a | 0,7(0,62) a | 0,7(0,60) a | 0,1(0,06) a | 0,96 | >0,05 |
| | Ot | 3,8(5,58) b | 2,6(3,27) b | 0,4(0,36) a | 0,6(0,53) a | 1,3(1,11) a | 0,7(0,46) a | 4,45 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 4,3(5,41) a | 20,3(18,27) b | 24,9(21,92) b | 25,3(21,62) b | 40,0(26,25) c | 13,29 | <0,001 |
| | Toprak | 61,7(90,60) a | 57,9(72,92) a | 53,7(48,33) a | 48,1(42,34) a | 38,4(32,82) a | 52,5(34,45) a | 0,69 | >0,05 |
| | Toplam | 68,1(100) a | 79,4(100) ab | 111,1(100) b | 113,6(100) b | 117,0(100) bc | 152,4(100) c | 5,46 | <0,01 |
| Na | Ağaç | 0,26(0,06) a | 1,29(0,20) a | 6,53(2,85) b | 8,85(4,51) b | 8,57(5,29) b | 14,29(9,10) c | 15,37 | <0,001 |
| | Çalı | 0,02(0,005) a | 0,65(0,10) a | 0,07(0,03) a | 0,15(0,08) a | 0,12(0,07) a | 0,05(0,03) a | 1,75 | >0,05 |
| | Ot | 0,57(0,13) c | 0,50(0,08) bc | 0,08(0,03) a | 0,17(0,09) ab | 0,24(0,15) ab | 0,15(0,09) ab | 2,93 | <0,05 |
| | Ölü örtü | - | 0,62(0,10) a | 3,82(1,67) b | 4,37(2,23) b | 3,31(2,04) b | 5,30(3,37) b | 6,04 | <0,001 |
| | Toprak | 433(99,8) bc | 637(99,53) c | 219(95,63) ab | 183(93,37) ab | 150(92,59) ab | 137(87,26) a | 3,81 | <0,01 |
| | Toplam | 434(100) ab | 640(100) b | 229(100) ab | 196(100) a | 162(100) a | 157(100) a | 3,21 | <0,05 |
| Fe | Ağaç | 0,56(0,98) a | 2,98(3,80) ab | 10,87(10,90) bc | 16,52(15,49) cd | 20,11(14,03) d | 23,03(12,13) d | 10,00 | <0,001 |
| | Çalı | 0,12(0,21) a | 1,20(1,53) a | 0,14(0,14) a | 0,68(0,64) a | 0,36(0,25) a | 0,13(0,07) a | 0,92 | >0,05 |
| | Ot | 13,26(23,32) c | 8,33(10,63) bc | 1,30(1,30) a | 2,30(2,16) ab | 5,81(4,05) a | 1,61(0,85) a | 4,24 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 10,60(13,53) a | 68,87(69,06) b | 72,79(68,24) b | 88,64(61,86) b | 148,82(78,41) c | 9,83 | <0,001 |
| | Toprak | 42,90(75,46) b | 55,23(70,49) b | 18,52(18,57) a | 14,35(13,45) a | 28,36(19,79) a | 16,19(8,53) a | 13,08 | <0,001 |
| | Toplam | 56,85(100) a | 78,35(100) a | 99,72(100) ab | 106,66(100) ab | 143,29(100) bc | 189,80(100) c | 7,19 | <0,001 |
| Zn | Ağaç | 0,13(1,01) a | 0,71(3,61) ab | 3,14(19,89) bc | 3,42(24,46) c | 4,88(26,38) c | 5,11(27,19) c | 5,70 | <0,001 |
| | Çalı | 0,01(0,08) a | 0,17(0,86) a | 0,01(0,06) a | 0,02(0,14) a | 0,05(0,27) a | 0,01(0,05) a | 1,84 | >0,05 |
| | Ot | 0,20(1,56) b | 0,17(0,86) b | 0,02(0,13) a | 0,03(0,21) a | 0,08(0,43) ab | 0,03(0,16) a | 3,11 | <0,05 |
| | Ölü örtü | - | 0,20(1,02) a | 1,13(7,16) b | 1,14(8,15) b | 1,25(6,76) bc | 1,79(9,53) c | 11,00 | <0,001 |
| | Toprak | 12,47(97,19) a | 18,37(93,49) a | 11,47(72,64) a | 9,35(66,88) a | 12,22(66,05) a | 11,84(63,01) a | 1,10 | >0,05 |
| | Toplam | 12,83(100) a | 19,65(100) a | 15,79(100) a | 13,98(100) a | 18,50(100) a | 18,79(100) a | 0,76 | >0,05 |
| Mn | Ağaç | 0,29(0,12) a | 1,99(0,50) ab | 7,20(2,59) bc | 5,94(2,75) bc | 9,50(2,88) c | 9,55(4,64) c | 4,40 | <0,01 |
| | Çalı | 0,02(0,008) a | 0,53(0,13) a | 0,06(0,02) a | 0,14(0,06) a | 0,05(0,01) a | 0,01(0,005) a | 1,49 | >0,05 |
| | Ot | 0,78(0,31) b | 0,59(0,15) b | 0,08(0,03) a | 0,12(0,05) a | 0,28(0,08) a | 0,11(0,05) a | 4,11 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 1,11(0,28) a | 6,08(2,19) b | 5,13(2,37) b | 6,95(2,11) b | 8,33(4,05) b | 6,15 | <0,001 |
| | Toprak | 247,1(99,60) a | 396,8(98,93) a | 264,3(95,14) a | 204,9(94,73) a | 312,6(94,90) a | 187,7(91,25) a | 1,03 | >0,05 |
| | Toplam | 248,1(100) a | 401,1(100) a | 277,8(100) a | 216,3(100) a | 329,4(100) a | 205,7(100) a | 0,92 | >0,05 |
| Cu | Ağaç | 0,15(1,64) a | 0,57(2,33) a | 3,08(16,29) b | 3,48(16,74) b | 4,43(22,78) bc | 5,56(25,01) c | 15,75 | <0,001 |
| | Çalı | 0,009(0,10) a | 0,08(0,33) a | 0,02(0,10) a | 0,04(0,19) a | 0,04(0,20) a | 0,008(0,036) a | 1,05 | >0,05 |
| | Ot | 0,06(0,66) c | 0,05(0,20) bc | 0,007(0,04) a | 0,01(0,05) ab | 0,02(0,10) ab | 0,01(0,04) ab | 3,58 | <0,01 |
| | Ölü örtü | - | 0,13(0,53) a | 0,57(3,01) b | 0,68(3,27) bc | 0,68(3,50) bc | 0,97(4,36) c | 13,90 | <0,001 |
| | Toprak | 8,91(97,48) a | 23,59(96,52) a | 15,22(80,49) a | 16,57(79,70) a | 14,27(73,37) a | 15,67(70,49) a | 2,35 | >0,05 |
| | Toplam | 9,14(100) a | 24,44(100) a | 18,91(100) a | 20,79(100) a | 19,45(100) a | 22,23(100) a | 2,02 | >0,05 |

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Ekosistemdeki P, S ve Fe stoğu Çkc3 meşcerelerinde, Ca ve Na stoğu ise Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Ekosistemde S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c2 ve c3 meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b2, b3, c2 ve c3 meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeydedir.

4. Tartışma

Bu çalışmada, ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. İbrelerdeki N ve P yoğunluğu meşcere yaşına (meşcere gelişim çağına) bağlı olarak artarken; gövde odunundaki N, P ve K, kabuktaki P, K, S ve Zn, kökteki Fe meşcere yaşına bağlı olarak azalış göstermiştir. Amerika'da *Tectona grandis* L. f. ağaçlandırmalarında yapılan çalışmada, farklı ağaç bileşenlerine ait N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn ve B yoğunluklarının yaşa bağlı değişimi incelenmiştir (Fernandez-Moya ve ark., 2013). Bu çalışmaya göre, yapraklardaki Mg yoğunluğu meşcere yaşına bağlı olarak artarken; yapraklardaki N, daldaki N, K, Mg, Zn ve Cu, gövde odunundaki N, K ve Mg, kabuktaki N, K, S, Fe ve Mn yoğunluğu meşcere yaşına bağlı olarak azalış göstermiştir.

Araştırmamızda ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere yaşına bağlı olarak azalırken, ibrelerdeki N ve P yoğunluğu artmıştır. Türkiye ormanlarında yapılan araştırmaların derlendiği bir çalışmada, karaçam ibrelerindeki besin yoğunlukları N % 0,75-2,34, P % 0,02-0,26, K % 0,14-1,55, Ca % 0,09-0,95, S % 0,09-0,13, % Mg 0,06-0,31, Na 33-270 ppm, Fe 45,1-299,9 ppm, Mn 3,8-137,2 ppm olarak belirlenmiştir (Sevgi ve ark., 2001). İbrelerdeki besin yoğunluklarına ait bulgularımız Sevgi ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Besin elementi yoğunlukları bakımından ağaç bileşenleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeydedir. Farklı ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Hart ve ark., 2003; Balboa-Murias ve ark., 2006; Armolaitis ve ark., 2013; Fernandez-Moya ve ark., 2013; Zhao ve ark., 2014; Novák ve ark., 2017). Araştırma bulgularımızdan farklı olarak, *Pinus taeda* türünde Ca en fazla ibrede (Zhao ve ark., 2014), *Quercus robur* türünde Fe en fazla yaprakta (Balboa-Murias ve ark., 2006), *Nothofagus* türünde P ve K en fazla sürgünlerde (Hart ve ark., 2003) bulunmuştur. Bu durumun ağaç türleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karaçam ağaçlandırma alanlarında çalı olarak meşe, ardıç ve laden türleri bulunmaktadır. Bu türlerin toprak üstü kütlelerine ait N, P, K, Ca, Mg, S, Fe ve Zn yoğunluğu ve toprak altı kütlelerine ait N, P, K, Mn, S ve Zn yoğunluğu bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Besin yoğunlukları arasındaki bu farklılıklar, türler arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Toprak üstü kütledeki N, P, K, Mg, S ve Zn yoğunluğu laden türünde, Fe yoğunluğu ardıç ve laden türlerinde, Ca yoğunluğu ise meşe ve ardıç türlerinde en yüksek düzeydedir. Toprak altı kütledeki N, P, Zn ve Mn yoğunluğu laden türünde, K ve S yoğunluğu meşe ve laden türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluğu meşcere tipleri arasında önemli farklılık göstermiş ve a3 meşcerelerindeki besin yoğunluğu b ve c meşcerelerine göre daha düşük düzeyde bulunmuştur. Ölü örtüdeki besin yoğunluklarına ait bu bulgular, ibrelerdeki besin yoğunlukları ile benzerlik göstermektedir. Ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluklarının meşcere yaşına bağlı olarak artmasının ibre dökümünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tecimen ve ark. (2001), karaçam ağaçlandırma alanları için ölü örtünün N, P, K, Ca ve Mg yoğunluğunu sırasıyla % 0,83, 0,03, 0,19, 1,21 ve 0,28 olarak belirlemiştir. Ölü örtüye ilişkin bulgularımız, Tecimen ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Ağaç bileşenlerine ait besin stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaç bileşenlerine ait besin stokları genel olarak a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artmış ve Çkc3 meşcerelerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu durum, yaşın artmasına bağlı olarak kütlelerin artmasından kaynaklanmıştır. Benzer şekilde, sarıçamda yapılan çalışmada yaşa bağlı olarak ağaçlardaki besin stoklarının arttığı ortaya konulmuştur (Novák ve ark., 2017).

Birim alandaki N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu ağaç bileşenleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. En fazla N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede bulunmuştur. Ağaçlarda depolanan makro besin elementlerinin ağaç bileşenlerine göre dağılımına bakıldığında en fazla ibre, gövde ve kabukta depolandığı görülmektedir. Dolayısıyla, bakım ve gençleştirme çalışmalarından sonra ibre ve kabukların ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir. Keza, kızılçamda yapılan çalışmada, özellikle tensil çağındaki meşcerelerde kabuk biyokütlesinde yüksek miktarda Ca'un depolandığı bildirilmektedir (Eker ve ark., 2013). Yine sarıçamda yapılan bir çalışmada, ormanlarda

kesim yapılması durumunda ağaçların dal, kabuk ve özellikle ibrelerinin ormanda bırakılmasının ormanın beslenmesi açısından son derece önemli olduğu belirtilmektedir (Tolunay, 2011). Ormana yapılan müdahaleler sonucunda ölü örtüye katılan artıklar, toprakta biriken besin elementlerinin ve besin döngüsünün temel kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bu sebeple, toprak verimliliğinin ve orman ekosisteminin ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından ölü örtünün korunmasına önem verilmelidir (Güner ve Makineci, 2017). Yine, ölü örtünün bitki besin elementleri döngüsünün en önemli havuzu olduğu ve bu sebeple korunması gerektiği bildirilmektedir (Sargıncı, 2014).

Karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde (ağaç, çalı, ot, ölü örtü ve toprak) depolanan besin stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere kapalılığının ve gelişim çağının artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çkc3 meşcerelerinde tespit edilmiştir. Bu durum beklenen bir olgudur. Çünkü besin stokları üzerinde, kütlenin etkisi, besin elementi yoğunluğundan daha fazla olmaktadır. Çalışmamızda, toplam ağaç kütlesi Çka meşcerelerinde 4,1 t/ha iken bu değer Çkc3 meşcerelerinde 212,5 t/ha'ya ulaşmaktadır (Güner ve Çömez, 2014). Dolayısıyla kütle üzerindeki 52 katlık artış, besin stokları üzerinde de artışa sebep olmuştur. Konu ile ilgili olarak sarıçam'da yapılan bir çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmış ve topraküstü biyoküttele depolanan besin stokları, yaşa bağlı olarak artış göstermiştir (Armolaits ve ark., 2013).

Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek, Çkc3 meşcerelerinde ise en düşük düzeyde bulunmuştur. Çünkü Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru ağaç kütlesindeki artışa paralel olarak kütle azalışı göstermiştir. Bu durum, ışık yetersizliği sebebiyle kapalı meşcereler altındaki ot türlerinin daha az bulunmasından kaynaklanmıştır (Güner ve Çömez, 2014).

Ölü örtüde depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ölü örtüde depolanan besin stokları Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru artmıştır. Ölü örtü ile ilgili elde edilen bulgunun, canlı bitkisel kütle ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zira canlı bitkisel kütledeki artışa bağlı olarak ölü örtü kütlesinin, dolayısıyla besin stoklarının artması beklenen bir olgudur. Keza, Clark ve ark. (2001) tropikal orman-

larda, toprak üstü ağaç kütlesi ile yıllık dökülme miktarı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu bildirmektedir. Yine kızılçam ormanlarında, meşcere göğüs yüzeyi ile dökülme miktarı arasında önemli ilişkiler ($R^2=0,7583$) bulunmuştur (Erkan ve ark., 2018). Doğal sarıçam ormanlarında, meşcere göğüs yüzeyi ve bonitet endeksi ile dökülme miktarı arasında pozitif ilişkiler bulunmuş ve bu iki değişken dökülme miktarını % 66,6 oranında açıklamıştır (Çömez ve ark., 2019).

Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli bulunurken N, P, K, Mg, S, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise önemsiz bulunmuştur. Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Her ne kadar Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar bulunmuş olsa da, bu farklılıkların meşcere tiplerinin etkisi altında oluştuğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü bu çalışma, çok geniş bir coğrafya üzerinde yürütülmüş olup, topraklar farklı anakaya ve iklim özellikleri altında oluşmuş ve gelişmiştir. Örnek alanlardaki toprakları oluşturan anakayalar ile toprakların derinlik, taşlılık ve hacim ağırlığı özellikleri birbirlerinden oldukça farklılık göstermektedir.

Ekosistemde depolanan P, Ca, S, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli; N, K, Mg, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise önemsiz bulunmuştur. Ekosistemdeki P, S ve Fe stoğu Çkc3 meşcerelerinde, Ca ve Na stoğu ise Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Ekosistemde S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Keza, Hart ve ark. (2003) tarafından *Nothofagus* türünde yapılan çalışmada, toprağın 60 cm derinliği için N, P, K, Mg ve Ca stoğu sırasıyla 2400, 439,5, 37200, 13000 ve 12800 kg/ha olup, bu stokların ekosistemdeki toplam besin stoklarına oranı sırasıyla % 72, 62, 98, 99 ve 88 olarak bulunmuştur. Kükürt stoğu c2 ve c3 meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b2, b3, c2 ve c3 meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeydedir. Benzer şekilde, *Quercus robur* türünde yapılan çalışmada, ölü örtü Fe stoğu (652,5 kg/ha), ekosistemdeki demir stoğunun % 56,6'sını oluşturmuştur (Balboa-Murias ve ark., 2006). Dolayısıyla, ölü örtünün, ekosistemdeki demir stoğunun en önemli kısmını oluşturduğu söylenebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere yaşına (meşcere gelişim çağına) bağlı olarak azalırken, ibrelerdeki N ve P yoğunluğu artış göstermiştir.
2. Besin elementi yoğunlukları ağaç bileşenleri arasında anlamlı farklılıklar göstermiş, N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur.
3. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere gelişim çağına ve kapalılığının artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çk3 meşcerelerinde tespit edilmiştir.
4. Ağaçlarda birim alandaki N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede en fazla bulunmuştur. Makro besin elementleri ağaçlarda en fazla ibre, gövde ve kabukta depolanmaktadır. Bu sebeple, bakım ve gençleştirme çalışmalarından sonra besin kaybını en az düzeye indirmek amacıyla ibre ve kabukların ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir. Özellikle dikili satış uygulamalarında, emvalin kabuklu olarak ormandan çıkartılmasına izin verilmemelidir.
5. Karaçam ağaçlandırma alanlarında, S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b ve c meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Ölü örtü, gerek besin döngüsünün gerekse ekosistemdeki Fe stoğunun en önemli bileşenidir. Bu sebeple korunmasına önem verilmelidir.
6. Karaçam ağaçlandırmalarının biyoenerji olarak değerlendirilmesi düşünüldüğünde, meşcere tiplerine göre değişmekle birlikte, Çk3 meşcerelerinde tüm ağaç hasadı yapılması durumunda, ekosistemdeki N % 5,5, P % 31,1, K % 20,8, Ca % 2,7, Mg % 3,0, S % 38,6, Na % 9,1, Fe % 12,1, Zn % 27,1, Mn % 4,6 ve Cu % 25,0 oranında azalacaktır. Eksilen besin maddesi stoklarının 2. ve 3. nesil ağaçlandırmaları ne yönde etkileyeceğinin araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN'ın danışmanlığında Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan yüksek lisans tezinin bir

bölümü olup, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü tarafından "Karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi [ESK-28(6320)]" isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Armolaitis, K., Varnagiryte- Kabasinskiene, I., Stupak, I., Kukkola, M., Miksys, V., Wojcik, J., 2013. Carbon and nutrients of Scots pine stands on sandy soils in Lithuania in relation to bioenergy sustainability. *Biomass and Bioenergy* 54: 250-259. doi:10.1016/j.biombioe.2013.03.034

Balboa-Murias, M.A., Rojo, A., Álvarez, J.G., Merino, A., 2006. Carbon and nutrient stocks in mature *Quercus robur* L. stands in NW Spain. *Annals of Forest Science* 63: 557-565. doi:10.1051/forest:2006038

Clark, D.A., Brown, S., Kicklighter, D.W., Chambers, J.Q., Thomlinson, J.R., Ni, J., Holland, E.A. 2001. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. *Ecol App.* 11: 371–384. doi:10.1890/1051-0761(2001)011[0371:NPPITF]2.0.CO;2

Çepel, N., DüNDAR M., Özdemir T., Neyişçi, T., 1988. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ekosistemlerinde İğne Yaprak Dökümü ve Bu Yolla Toprağa Geri Verilen Besin Maddeleri Miktarları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 20 s, Ankara.

Çömez, A., Tolunay, D., Güner, Ş.T., 2019. Litterfall and the effects of thinning and seed cutting on carbon input into the soil in Scots pine stands in Turkey. *European Journal of Forest Research* 138: 1-14. https://doi.org/10.1007/s10342-018-1148-6

DüNDAR, M., 1989. Bolu-Aladağ Mıntıkasında Saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ormanlarının Beslenme-Büyüme İlişkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A39(1): 80-89.

EFC, 2010. Wood Energy For Europe: Status and Outlook. European Forestry Commission 35th Session, Lisbon, Portugal. EFC/2010/2.3 Available from, <http://www.fao.org/docrep/meeting/018/k7431e.pdf>; 27-30 April 2010 [Ziyaret Tarihi: 12.01.13]

Eker, M., Acar, H.H., Özçelik, R., Alkan, H., Gürlevik, N., Çoban, H.O., Korkmaz, M., Yılmaztürk, A., 2013. Ormancılıkta Hasat Artıklarının Tedarik Edilebilirliğinin Araştırılması. TÜBİTAK-TOVAG 110O435 Numaralı Proje Sonuç Raporu, 435 s., Isparta.

Erkan, N., Çömez, A., Aydın, A.C., Denli, O., Erkan, S., 2018. Litterfall in relation to stand parameters and climatic factors in *Pinus brutia* forests in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(4): 338-346. doi: 10.1080/02827581.2017.1406135

Fernandez-Moya, J., Murillo, R., Portuguez, E., Fallas,

- J.L., Rios, V., Kotmann, F., Verjans, J.M., Mata, R., Alvarado, A., 2013. Nutrient concentration age dynamics of teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations in Central America. *Forest Systems* 22(1): 123-133. doi:10.5424/fs/2013221-03386
- Foss Tecator 2014. Numune Hazırlama/yakma işlemi. Application Note.
- Güner, Ş.T., 2006. Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (*Pinus sylvestris* ssp. *hamata*) Ormanlarının Yükseltiye Bağlı Büyüme Beslenme İlişkilerinin Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 298s, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., 2014. Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu: ESK-10(6303), 46s, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Makineci, E., 2017. Determination of annual organic carbon sequestration in soil and forest floor of Scots pine forests on The Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 67(2): 109-115. doi:10.17099/jffiu.199494
- Hart, P.B.S., Clinton, P.W., Allen, R.B., Nordmeyer A.H., Evans, G., 2003. Biomass and Macro-Nutrients (above-andbelow-ground) in a New Zealand Beech (*Nothofagus*) Forest Ecosystems: Implications For Carbon Storage And Sustainable Forest Management. *Forest Ecology and Management* 174: 281-294. doi:10.1016/S0378-1127(02)00039-7
- Irmak, A., Çepel, N., 1969. Artım ve Beslenme ile Yapraklardaki Besin Maddesi Muhtevası Arasındaki İlişkileri Tespit Gayesi İle Bazı Karaçam Meşcerelerinde Yapılan Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A19(1): 1-28.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Kacar, B., 1994. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 705s, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Nobel Yayınları, 892s, Ankara.
- Kairiūkštis, L., Jaskelevičius B., 2003. Forest Energy Resources and Their Utilization in Lithuania. *Baltic Forestry* 9(2): 29-41.
- Kandemir, A., Mataracı, T., 2018. *Pinus* L. Editörler: Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A. *Ö. Resimli Türkiye Florası* 2: 324-354. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklarındaki Uludağ Göknaarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 220 s, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1980. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Yamacında Uludağ Göknaarı İbrelindeki Mineral Madde Miktarının Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Değişimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A30(2): 135-145.
- Kantarıcı, M. D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 379s, İstanbul.
- Major, J.E., Johnsen, K.H., Barsi, D.C., Campbell, M., 2012. Fine and coarse root parameters from mature black spruce displaying genetic x soil moisture interaction in growth. *Can. J. For. Res.* 42: 1926-1938. doi:10.1139/x2012-144
- Novák, J., Dušek, D., Kacálek, D., Slodičák, M., 2017. Analysis of biomass in young Scots pine stands as a basis for sustainable forest management in Czech lowlands. *Journal of Forest Science* 63(12): 555-561. doi: 10.17221/136/2017-JFS
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 32s., Ankara.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 369s, İstanbul.
- Pamir, H.N., Erentöz, C., 1975. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Ranger, J., Gelhaye, D., 2001. Bellowground biomass and nutrient content in a 47-year-old Douglas-fir plantation. *Annals of Forest Science* 58: 423-430.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 323s, İstanbul.
- Sargıncı, M., 2014. Batı Karadeniz Orman Ekosistemlerinde Ölü Örtü Dinamiği. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 157s, Düzce.
- Sevgi, O., Makineci, E., Tecimen, H.B., 2001. An Investigation of the Nutrient Amounts of Main Conifer Forests in Turkey. Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 175-184.
- SPSS v.22.0®, 2015. SPSS 22.0 Guide to Data Analysis, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Tecimen, H.B., Sevgi, O., Makineci, E., 2001. Investigations on Physical and Chemical properties of Forest Floor in Turkey. Proceedings of the Fifty International Conference on the Development of Wood Science Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 185-195.

Tolunay, D., 2003. Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A53(1): 47-73.

Tolunay, D., 2011. Genç sarıçam ormanlarında canlı ağaçların topraküstü kısımlarındaki karbon ve besin maddesi stokları. Ekoloji 2011 Sempozyumu, Bildiri Özetleri s 81, 5-7 Mayıs 2011, Düzce.

TSE 8338, 1990a. Topraklar-Fosfor Tayini (Modifiye Bray ve Kurtz No. 1 Metodu). TSE, I. Baskı, Ankara.

TSE 8340, 1990b. Topraklar-Fosfor Tayini (Olsen ve Ark. Metodu). TSE, I. Baskı, Ankara.

TSE 8341, 1990c. Topraklar-Potasyum Tayini. TSE, I. Baskı, Ankara.

Zhao, D., Kane, M., Teskey, R., Markewitz, D., Greene, D., Borders, B., 2014. Impact of Management on Nutrients, Carbon and Energy in Aboveground Biomass Components of Mid-Rotation Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Plantations. *Annals of Forest Science* 71: 843-851. doi:10.1007/s13595-014-0384-2

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 : <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

Yazarlar İçin

-Makale değerlendirme ve yayın süreci

Ormanlık Araştırma Dergisi'ne gönderilen makaleler ilk aşamada editörler tarafından etik, dil ve yazım kontrolünden geçirilerek Bölüm Editörlerine gönderilmektedir. Bölüm Editörleri uygun durumdaki makaleleri hakem değerlendirme sürecine almakta ve süreçleri tamamlanan makaleler mizanpajları yapılarak dergimizde uygun bir sayıda yayınlanmak üzere ön izlemeye alınmaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi çift kör hakem değerlendirme sistemini kullanır.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmemektedir.

-Makale yazım kuralları

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

| | | | |
|------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| Kâğıt Boyutu | A4 Dikey | Yazı Tipi Stili | Normal |
| Satır Aralığı | Tek (1) | Boyutu (Ana başlık) | 14 |
| Üst Kenar Boşluk | 3,7 cm | Boyutu (Özetler) | 9 |
| Alt Kenar Boşluk | 3 cm | Boyutu (Normal metin) | 10 |
| Sol Kenar Boşluk | 3 cm | Boyutu (Tablo-grafik) | 9 |
| Sağ Kenar Boşluk | 3 cm | Boyutu (Kaynakça) | 9 |
| Yazı Tipi | Times News Roman Tur | | |

-Araştırma ve yayın etiği, hatalı uygulama beyanı

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisine makale gönderen yazarların ormancılık konuları ile ilgili eserleri başka bir yerde yayımlanmamış olmalı ve/veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır.

Editörler makalenin dil, yazım ve kaynakları hakkında dergi yazım formatına uygunluğunu sağlamak amacıyla gerekli düzeltmeleri yapmaya tam yetkilidir.

Yayımlanmış başka eserlerden alınmış olan alıntı yazı, tablo, resim vb. verinin olması halinde gerekli izinleri almak yazarların sorumluluğundadır.

Makalenin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Makalede yazarlık için gerekli ölçütleri karşılamayan ancak fon ve diğer şekillerde destek sağlayan kişi ve kurumlar "Teşekkür" bölümünde belirtilmelidir.

Yazarlar, başta sosyal bilim alanları olmak üzere araştırmalarında insan üzerinde yapılan klinik araştırmaların dışında kalan bilimsel çalışmalar yapmışlar ise "Yöntem" bölümünde insan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Yazarlar, araştırmada "deney hayvanı" kullanmış veya "yaban hayvanları" çalışmış ise "Yöntem" bölümünde "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals" prensipleri doğrultusunda çalışıldığını, iç hukuktaki hayvan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin deney hayvanları etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Çalışmada "hayvansal" madde kullanılmış ise yazarlar "Yöntem" bölümünde "laboratuvar hayvanlarının kullanım kılavuzları ve yöntemleri" ilkelerine uygun çalıştıklarını ve etik kurallara uygun olarak araştırma yaptıklarını belirtmek zorundadırlar.

Makalede; ticari bağlantı veya çalışmaya maddi destek veren kurum var ise yazarlar "Teşekkür" bölümünde kullanılan ticari ürün ve/veya adı geçen kurum, kuruluş ile ticari ilişkilerinin olmadığını belirtmek; var ise ilişkinin niteliğini bildirmek zorundadırlar.

Yazarlar, Ormanlık Araştırma Dergisine gönderdikleri makalede etik kurallara (intihal, çoklu yayın, kendi kendine intihal, yazarlık ile ilgili konular, zorlayıcı atıf, karalama, gerçekte olmayan bilgi üretimi, etik olmayan araştırma ve ölçümler, çıkar çatışması, temel prensipler vs.) uymak zorundadırlar.

Editörün ve diğer editörlerin, makale ile ilgili bilgileri makalenin yazarları ya da hakemleri dışındaki diğer kişilerle paylaşması yasaktır.

Hakemler inceledikleri makaleyi Editör dışında kimseyle paylaşamazlar.

Yazarların dergiye makale göndermesi; makalenin orijinal olduğunu, bir başka yere gönderilmediğini ve yayın için değerlendirme altında olmadığını, çalışmada hakaret, karalama ve yasa dışı beyanların olmadığını, olası üçüncü kişiler dâhil izinlerin alındığını, ismi geçen kişi ve kurumlardan onay alındığını, gönderim öncesi yazarlık paylaşımının yapıp onaylandığını, misafir yazarlık ve hayalet yazarlığının olmadığını beyan ve kabul ettikleri anlamına gelir.

Aims and Scope

Turkish Journal of Forestry Research (OGMOAD) started to be published in 2014 with the aim of gathering the research results published as technical bulletin, annual bulletin, technical report and journal under a single roof in the charge of Forestry Research Institutes since 1952, and it consists of articles on interim or final reports of research projects take part in the work plan of Forestry Research Institutes and forestry related articles of academicians, researchers or practitioners which were not partially or completely published elsewhere before.

Turkish Journal of Forestry Research is an official journal of General Directorate of Forestry and aims to provide and share information on forest-related issues on national and international level.

Turkish Journal of Forestry Research is published twice a year (in July and December). For articles written in Turkish, an English abstract is necessary and for English papers Turkish abstract is needed.

Turkish Journal of Forestry Research aims to publish research-based articles that have high scientific standards, and to put them into service by carrying out up-to-date studies on forest-related issues.

Turkish Journal of Forestry Research accepts articles from the fields below that involve basic and applied studies on national and international level in order to offer solutions for problems on forestry issues.

| | |
|-------------------|--|
| TREE BREEDING | Seed, Tree Breeding, Genetics, Biotechnology. |
| GROWING | Silviculture, Botanic, Phytosociology, Afforestation and Plant Physiology, Landscape. |
| ECOLOGY | Soil and Ecology, Watershed Management, Forest - Water Relations |
| FOREST MANAGEMENT | Economy, Yield, Management, Forestry Politics, Social Forestry, Forest Construction and Transportation |
| CONSERVATION | Forest Fires, Entomology, Phytopathology, Wildlife and Protected Areas. |
| FOREST PRODUCTS | Wood and Non-Wood Forest Products, Forest Products Industry. |

For further information please contact: <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

For Authors

-Review and publishing process

Submitted manuscripts are undergone ethic control and language control by the editors and sent to Subject Editors. If the manuscript is appropriate it's sent to two referees. After a double-blind review process the manuscripts with positive reports are sent to Layout Editor, and then published on the web page of the journal.

Turkish Journal of Forestry Research has a double-blind review process.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

-Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as “Research Paper”, “Review Article”, “Letter to the Editor” or “Technical Note”, and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

| | | | |
|---------------|------------------|--------------------------|--------|
| Paper Size | A4 Vertical | Font Style | Normal |
| Line Spacing | 1 | Type Size (Main title) | 14 |
| Top Margin | 3,7 cm | Type Size (Abstracts) | 9 |
| Bottom Margin | 3 cm | Type Size (Regular Text) | 10 |
| Left Margin | 3 cm | Type Size (Table-figure) | 9 |
| Right Margin | 3 cm | Type Size (References) | 9 |
| Font | Times News Roman | | |

-Research and publication ethics, and malpractice statement

Concurrent submission is not acceptable. Authors must not submit a manuscript to more than one journal simultaneously. Related to this subject, authors should not submit previously published work, as well.

Editors are fully authorized to make necessary changes and edit the paper in order to ensure the compliance with the writing and publishing guideline. All authors must agree with any such addition, removal or rearrangement.

The authors should ensure that if they use other person’s ideas, language, pictures and tables, this has been appropriately cited or quoted and permission has been obtained where necessary.

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made substantial contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the paper (e.g. language editing), they should be recognized in the “Acknowledgements” section.

If the work, particularly in social sciences, involves “scientific researches/studies conducted with the participation of human excluding clinical researches”, the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the human rights legislation, and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If the work involves the use of experimental or wild animals (or animal material), the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the principles of “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, relevant laws and institutional guidelines and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If there are any commercial ties or institutions supporting the research financially, they should be recognized in the “Acknowledgements” section and the authors should state that there are no relationship with the mentioned institution or organization, or if any, nature of the relationship should be stated.

The authors should follow the rules stated in this section (plagiarism, duplication, self-plagiarism, authorship, false citation, fabrication, unethical research and measures, conflict of interest, main principles etc.) for the papers that they sent.

Editors should be aware that any information related to the paper is confidential and should not be shared with anyone, but the authors and the reviewers.

Reviewers should be aware that the information related to the paper and the peer review process is confidential and should not be shared with anyone, but the editor.

By submitting an article, the author(s) certify that the article is their original work, that the paper has not been submitted or published elsewhere (in print, online/blog, etc.), that the article and its contents do not infringe in any way on the rights of third parties, and that they take full responsibility of any risk of therein.



Ormancılıkta
1839 *dan*
Süğüne

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