



ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl
Year 2023

Cilt
Volume 10

Sayı
Issue 2

ISSN 2149-0783
e-ISSN 2149-0775

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry



OGM

1839

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



Ormanlık Araştırma Dergisi

Cilt: 10 Sayı: 2
ISSN: 2149-0783
e-ISSN:2149-0775
Aralık 2023
Yayın Süreli Yayın
Yılda 2 Defa Yayınlanır
(Haziran-Aralık)

Sahibi

Orman Genel Müdürlüğü adına,
Daire Başkanı
Ahu Peruzhan ÖZYAKUP

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Murat BAŞAR

Editörler Kurulu

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

Yazışma Adresi

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

Tel: 0312 248 17 10-11-69

Fax: 0312 248 17 12

Baskı: Orman Genel Müdürlüğü
Matbaası

Tel: 0312 248 17 10-76

Baskı Tarihi:**Sorumlu Editörler***Corresponding Editors*

Baş Editör <i>Editor in Chief</i>	Murat BAŞAR <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i>
Yetiştirme <i>Growing</i>	Ali KAVGACI <i>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur</i> Erdal ÖRTEL <i>Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü, İzmir</i> Fatma FEYZİOĞLU <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i>
Ekoloji <i>Ecology</i>	Filiz YÜKSEK <i>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize</i>
İşletme <i>Forest Management</i>	Mustafa BATUR <i>Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü, İzmir</i> İsmet DAŞDEMİR <i>Bartın Üniversitesi, Bartın</i> Nur DİKTAŞ BULUT <i>Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Trabzon</i>
Koruma <i>Conservation</i>	Mustafa AVCI <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i>
Dil Editörleri <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Ümmühan ASLAN BIÇKI <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i>

Danışma Kurulu Advisory Board

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

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Orman ağaçlarında görülen büyüme anomalileri ve faydalanma imkânları: (Bursa Orman Bölge Müdürlüğü örneği) / <i>Growth anomalies and utilization opportunities in forest trees: (Pattern of Bursa Regional Directorate of Forestry)</i>		112-123
Salih PARLAK, Gizem ERDÖNMEZ		
Yetiştirme / Growing	Araştırma makalesi / Research article	
Kök kesimi ve tepe budamasının keçiboynuzu (<i>Ceratonia siliqua</i>) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine ve dikim başarısına etkisi / <i>Effect of undercutting and top pruning on morphological properties and field performance of carob (Ceratonia siliqua) seedlings</i>		124-139
Celal TAŞDEMİR, Hakan KELEŞ		
Yetiştirme / Growing	Araştırma makalesi / Research article	
Anadolu kestanesi'nde (<i>Castanea sativa</i> Mill.) farklı aşı yöntemlerinin fidan üretim başarısına etkileri / <i>The effects of different grafting methods on seedling production success in sweet chestnut (Castanea sativa Mill.)</i>		140-151
Hülya TURNA, İbrahim TURNA, Arzu AYGÜN, Fahrettin ATAR		
İşletme / Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
ORKÖY ferdi proje uygulamalarının orman köylüsüne sosyoekonomik katkısı (Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü örneği) / <i>Socioeconomic contribution of ORKÖY individual project implementations to forest villagers (Example of Sakarya Regional Directorate of Forestry)</i>		152-167
Hamdi UZUN, Sultan BEKİROĞLU ÖZTÜRK, Kısmet Kubra KALKAN BALCI		
Ekoloji / Ecology	Araştırma makalesi / Research article	
Phytoremediation capacity of Umbrella palm and Vetiver in improving surface water quality by Floating Treatment Wetland / <i>Kök Yüzdürme Yöntemi ile yüzeysel su kalitesinin iyileştirilmesinde Japon şemsiyesi ve Vetiverin fitoremediasyon kapasitesi</i>		168-181
Arzu YUCEL, Erdal ÖRTEL		
Yetiştirme / Growing	Araştırma makalesi / Research article	
Native occurrence areas of Anatolian Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>syvestris</i>) forests and their vegetation composition in Anatolia, Türkiye / <i>DANADOLU sarıçamının (Pinus sylvestris L. var. sylvestris) doğal yayılış alanı ve vejetasyon bileşimi</i>		182-196
İbrahim ATALAY		
İşletme / Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Durusu Kumulu sahil çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) ağaçlandırmalarında yaş ticari kök kütlesi miktarları / <i>Fresh merchantable root biomass in Durusu Coastal Dune maritime pine (Pinus pinaster Ait.) afforestation</i>		197-216
Alper Gün ÖZTURNA, Servet PEHLİVAN, Ender MAKİNECİ, Doğanay TOLUNAY		
Koruma / Conservation	Araştırma makalesi / Research article	
Rhizophagus grandis Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae)'in kitle halinde yetiştirilmesinde yeni bir yaklaşım: Giresun Yöntemi / <i>A new approach in mass rearing of Rhizophagus grandis Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae): Giresun Method</i>		217-223
Nuray ZENGİN, Hazan ALKAN AKINCI, Semih BATUM, Kemal ÖZKAN		
İşletme / Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Orman yangınları konusunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi düzeyi ve eğitimdeki farkındalıklarının belirlenmesi (Bursa ili örneği) / <i>Determination of primary school teachers' knowledge level and awareness in education on forest fires (Case study: Bursa province)</i>		224-234
Canberk HAZNEDAR, Neşat ERKAN, Edanur AYHAN		

Orman ağaçlarında görülen büyüme anormalileri ve faydalanma imkânları: (Bursa Orman Bölge Müdürlüğü örneği)

Growth anomalies and utilization opportunities in forest trees: (Pattern of Bursa Regional Directorate of Forestry)

Salih PARLAK¹

Gizem ERDÖNMEZ²

¹Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa

²Orman Genel Müdürlüğü, Bursa Orman Bölge Müdürlüğü, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Salih PARLAK

salih.parlak@btu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

04.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

19.09.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Ali KAVGACI

alikhavgaci@karabuk.edu.tr

Atıf (To cite this article): Parlak, S. & Erdönmez, G. (2023). Orman ağaçlarında görülen büyüme anormalileri ve faydalanma imkânları: (Bursa Orman Bölge Müdürlüğü örneği). Ormanlık Araştırma Dergisi, 10 (2), 112-123. DOI: 10.17568/ogmoad.1097821

Öz

Odun üretimi ve ormanların bakımı, sürdürülebilirlik ve silvikültürel ihtiyaçlar dikkate alınarak, yapılmaktadır. Kaliteli tomruk üretimi için ise idare süresi sonuna kadar bu amaca yönelik müdahaleler yapılmaktadır. Bu amaç dışında kalan anormal oluşumlar ve büyüme şekilleri bakımlar esnasında elimine edilmekte ve doğal şekilleriyle sanayiye ulaşmamaktadır. Oysa mobilya sanayisinde ekonomik değeri oldukça yüksek birçok mobilya ve dekoratif eşya, anormal büyümeler gösteren ağaçlardan elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ormanlarımızdaki bazı ağaç türlerinde meydana gelen anormal oluşumları belirlemek, bu tür ağaç malzeme işleyen sektörü inceleyerek ekonomiye sağlayacağı katkısı ortaya koymak ve farkındalık oluşturmaktır. Bu amaçla Bursa ve İnegöl Orman İşletme Müdürlükleri ve Uludağ Milli Parkında yapılan çalışmada büyüme anormalileri gösteren ağaçlar türler bazında örneklendirilmiştir. Bursa ve İnegöl Orman İşletme Müdürlüklerinde (OİM) satışa sunulan emval türleri incelenmiştir. Ayrıca bu tür masif ağaç işleyen işletmelerle yapılan anket çalışmaları ile sektörün durumu değerlendirilmiştir. Masif ağacın işlenmesi sonucu meydana gelen tasarım ürünler araştırılarak maliyet ve satış ortalamaları mukayese edilmiştir. Çalışma sonucunda büyüme anormalilerinin ağaç türlerine göre farklılaştığı ve en fazla anormalliğin çınarda, en az karadağda olduğu görülmüştür. Bu oluşumların sektörece değerlendirildiğinde katma değeri çok yüksek ürünlere dönüştürülebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağaçlarda anormal oluşumlar, farkındalık, faydalanma, mobilya sektörü

Abstract

Wood production and maintenance of forests are carried out taking into account sustainability and silvicultural needs. For the production of quality logs, forest maintenances are made for this purpose until the end of the rotation period. Abnormal formations and growth patterns outside this purpose are eliminated during maintenance and cannot reach the industry in their natural forms. However, many furniture and decorative items with high economic value in the furniture industry can be obtained from trees that show abnormal growth. The aim of this study is to determine the abnormal formations in some tree species in our forests, to examine the sector that processes such wood materials, to reveal the contribution it will provide to the economy and to raise awareness. For this purpose, trees showing growth abnormalities were sampled on the basis of species in the study conducted in Bursa and İnegöl Forestry Management Directorates and Uludağ National Park. Wood types and their properties offered for sale in Bursa and İnegöl Forestry Directorates (OİM) were examined. Moreover, the situation of the sector was evaluated with the survey studies conducted with such massive woodworking enterprises. The design products produced as a result of the processing of solid wood were investigated and the cost and sales averages were compared. As a result of the study, it was observed that the growth anomalies differed according to the tree species and the highest abnormality was observed in plane trees (*Platanus orientalis* L.) and least in black pine (*Pinus nigra* Arnold.). It has been determined that these formations can be transformed into products with very high added value when evaluated by the sector.

Keywords: Abnormal formations in trees, awareness, utilization, furniture industry



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ormanlar ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan önemli doğal kaynaklarımızdır. Bu kaynaklardan faydalanma “sürdürülebilirlik” ilkesi göz önünde bulundurularak, Orman Genel Müdürlüğü’nün (OGM) ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamaları dahilinde yapılmaktadır. Ormanlardan elde edilen ürünler yapacak ve yakacak odunlar ile odun dışı ürünler olarak satışa sunulmaktadır. Odun üretimi amacıyla işletilen ormanlarda, son ürün alınana kadar yapılan silvikültürel müdahalelerde sürekli en iyi sınıfta yer alan ağaçlar korunmaktadır. Ormanlarda çokça rastlanan ve çeşitli sebeplerle ağaçlarda anormal büyümeler sonucu oluşan farklı görünümdeki bazı oluşumlar ise bakımlar esnasında ormandan çıkarılmakta ve ekonomik değeri haiz olabilecek bu ürünler doğal şekilleriyle sanayiye ulaşmamaktadır. Oysa günümüzde mobilya sanayisinde aranan ve estetik tasarımlarla evlerde, işyerlerinde kullanılan, ekonomik değeri oldukça yüksek birçok mobilya ve dekoratif eşya anormal büyümeler gösteren ağaçlardan elde edilmektedir. Odun üretim çalışmaları yapılırken anormal büyüme gösteren veya estetik görünümüne sahip ağaçlar doğal şekilleriyle sanayiye ulaştığı takdirde katma değeri artırılarak ekonomiye kazandırılmış ve üretimde çalışan orman köylülerine ek gelir sağlanmış olacaktır. Bu çalışma, Türkiye’de ihmal edilen bu konuya dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

1.1. Anormal büyümelere sebep olan etmenler

Ağaçlarda görülen anormal büyümeler, ağacın gövde, dal ve köklerinde alışılmış görünümünden farklı oluşumları ifade etmektedir. Anormal büyümeler kalıtımla ilgili (genotipik), dış çevre şartları (fenotipik), virüs, bakteri ve mantar etkisiyle gövde ve dallarda büyük urlara ve şişkinlikler şeklinde olmaktadır (Faber ve Pavlik, 2006). Sarkık, piramidal, sürünücü, ince ve kıvrık dal gibi büyüme formları kalıtsal özellik gösterirler. Bayrak, pala oluşumu, don çatlakları, sürgün zararı ile oluşan çalılışma, çok gövdelilik gibi formlar ise çevre şartlarının etkisiyle oluşabilmektedir (Selik, 1980).

Virüs, bakteri, mantar ve fizyolojik sebeplerle meydana gelen anormal büyümeler ise yapraklarda kıvrılma, buruşma, demetlenme, etiolasyon, şişme gibi belirtilerle ortaya çıkarlar (Mani, 1964). Ayrıca, endojen tabiatlı olan biçim değişiklikleri arasında, ur, yumru ve şişkinlikler gibi anormal hücre büyümeleri, cadı süpürgeleri, aşırı tomurcuk düşkünlüğü, yayvan sürgün oluşumu, aşırı kozalak teşekkülü vb. oluşumlar yer almaktadır (Selik, 1980).

Anormal oluşumlara neden olan etmenlerin başında gelen *Agrobacterium tumefaciens*’in sebep olduğu

tümörler bitki fizyolojisinde oldukça önemlidir (Selik, 1980). *A. tumefaciens* çok geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir ve bitkilerin taç kısmında tümöre neden olabilir (Lacroix ve Citovsky, 2013). Orman ağaçlarından özellikle kavak ve söğütlerde gövde üzerinde, yuvarlak, şişkin, siyile benzer kabartılara sebep olur. Diğer bitkilerde ise genellikle köklerde görülür. Bu bakteri bitki üzerinde oluşan yaradan girerek yara etrafındaki hücrelerde yoğun hücre bölünmelerine sebep olmaktadır (Selik, 1980).

Yüksek bitkilerdeki tümörler, bir grup hücrenin kontrolsüz çoğalmasından kaynaklanan anormal doku büyümeleridir. Bu anormallığın nedenleri çok çeşitli olabilir. (Dodueva ve ark., 2020). Tümör, su ve minerallerin köklerden yapraklara ve üretilen organik maddelerin yapraklardan köklere taşınmasını engeller ve gövdedeki tümör oluşumları ağacı öldürebilir. Bu bakımdan Ağaçlarda oluşan şişkinlikler ağacın gövdesindeki metabolizma bozuklukları ve erken ölümlerin belirtisidir. Huş (*Betula pendula*), meşe (*Quercus robur*) türleri tümörlerden fazla olumsuz etkilenen türlerdir (Kala, 2016). Yaralanma hastalığının sebebinde önemli rol oynar. Stres koşulları, parazitik yaralanma ve zararlar sonucunda da tümörler oluşabilmektedir (Braun ve Stonier, 1958; Kahl ve Josef, 1982).

Ağaçlardaki şişkinlikler, iklimsel, mekanik veya patojenik streslere karşı adaptasyonda da rol oynamaktadır (Patela ve ark., 2017) (Şekil 1). Farklı sebeplerle oluşan bitki tümörlerinde İndol asetik asit (IAA) hormon dengesizliği, hücre ve meristem işlevlerinin kontrolündeki değişimler gibi bazı ortak karakteristikler görülmektedir (Patela ve ark., 2017; Dodueva ve ark., 2020). Genetik olarak tümörlü bitkilerin hücreleri, normal düzenleyici miktardan daha fazla bitki hormonu üretme kapasitesine sahiptir ve bu durum anormal düzeyde fazla hücre yinelenmesi ve hücre büyümesine neden olur (Kahl ve Josef, 1982).

Ormanlarımızda en sık görülen anormal oluşumlardan biri de cadı süpürgeleridir (Şekil 1). Normal ağaç tepe şekillerinden farklı olarak sıkışık ve çok sayıda yan sürgünün bir araya gelmesiyle oluşur. Cadı süpürgeleri diğer sürgünlerden önce yapraklanır ve daha önce yaprak dökerler. Farklı boyutlara ulaşabilir ve nadiren de olsa tüm tepeyi kaplayabilir. Çoğunlukla mantarlar ve tomurcularda gerçekleşen mutasyonlar sebebiyle meydana gelmektedir (Selik, 1980; OGM, 2016).

Ağaçların dip kısımlarında oluşan şişkinlikler de anormal oluşumlardandır. Menevişli odun yumru-ları özellikle meşe, ıhlamur, kayın, dişbudak, servi ve çınar olmak üzere birçok ağaç türünün gövde-lerinde görülen şişkinliklerdir. (Selik, 1980). Dip

şişkinliklerinin oluşumunda uyarıcı organizmalar rol oynamazlar, daha ziyade uyuyan veya arızı to-

murcukların tezahürleridir (Faber ve Pavlik, 2006), (Şekil 1).



Şekil 1. Ağaçlarda görülen farklı anormal oluşumlar; Sol) sarıçamda cadı süpürgesi (Bolu Sarıalan yaylası) ve Sağ) meşede kök şişkinliği-(çap 1.3 m.) (S.Parlak)

Figure 1. Different abnormal formations in trees; left) witch's broom in *P. sylvestris* (Bolu Sarıalan plateau), and right) root swelling in oak-(diameter 1.3 m) (S.Parlak)

Diğer anormal oluşumlar ise aşırı tomurcuk, sürgün ve kozalak oluşumlarıdır. Bu oluşumlar çoğunlukla meşe, akçaağaç, ıhlamur, kayın, kızılğaçlarda aşırı tomurcuk ve sürgün teşekkülü şeklinde görülür. Bazı çam türlerinde rastlanan bu oluşumda erkek çiçeklerin yerine çok sayıda dişi çiçek gelmesi sebebiyle çok sayıda kozalak oluşmasıdır. Aşırı kozalak teşekkülü çam türlerinden *Pinus sylvestris*, *Pinus montana*, *Pinus pungens*, *Pinus brutia*, *Pinus halepensis* ve *P. pinea*'da saptanmıştır (Selik, 1980; OGM, 2016).

Ağaçların dal, yapral ve meyveleri gibi farklı kısımlarında oluşan galler de anormal oluşumlardandır. Gal oluşumları bitkilerin gelişimini sağlayan su ve besin yutaklarıdır (Faber ve Pavlik, 2006; Lacroix ve Citovsky, 2013) (Şekil 2). Galler genellikle parazitik, çoğunlukla bakteriler, mantarlar, nematodlar, akarlar veya eklembacaklı böcekler

gibi organizmaların etkisi altında, çoğunlukla aşırı büyüme (hipertrofi) ve aşırı hücre bölünmesi (hiperplazi) ile artan, patolojik olarak gelişmiş hücrelerdir. Sadece yabancı organizmalar değil aynı zamanda mekanik tahriş, yaralar, mutajenik etkenler, çeşitli amino asitler, aşırı IAA gibi kimyasallar ve diğer bitki büyüme hormonları da gal oluşumunu tetikleyip (Mani, 1964; Mani, 1973; Dodueva ve ark., 2020) taç gallerine neden olur. Bulaşma evresinde yaralanma oluşması gerekir. Bakterilerin sağlam bitki dokularıyla teması tümör oluşumuna neden olmamaktadır (Pirson ve Zimmermann, 1976). Çeşitli canlıların tarafından oluşturduğu gibi yaralanma sonucu da oluşabilmektedir (Kahl ve Josef, 1982). Bitki galleri önemli bir germplazm havuzu ve gen bankasını temsil ettiğinden biyolojik çeşitliliğin bir parçası olarak görülmektedir (Gätjens-Boniche, 2019).



Şekil 2. Sol) Meşede olgunlaşmış gal, sağ) kestanede yeni gal oluşumu (S.Parlak)
Figure 2. left) Mature gall formation in oak and right) new formation chestnut (S.Parlak)

1.2. Anormal oluşumlardan faydalanma imkânları

Günümüzde tasarım önemli bir meslek dalı haline gelmiş ve pazarlamada en etkili unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Klasik mobilya tasarımları bazen beklentileri karşılamamakta, farklı tasarım yapılan ürünler rağbet görebilmektedir. Mobilya sektörü bakımından değerlendirildiğinde ağaçlarda meydana gelen doğal anormal oluşumların ekonomiye kazandırılması ülkemiz için önem

taşımaktadır (Şekil 3). Bazı yerlerde oyulmuş kernele ve kuşlara benzer tuhaf oluşumlu gallerin turistlere satıldığını ve patlamış bir dal gibi görünen bu gallerin doğal görünümlü bir sanat formu oluşturduğunu ifade eden Faber ve Pavlik (2006)'e göre örneğin sekoya yumruları tasarım ahşap mobilyalar için kullanılmaktadır. Yabani kiraz, okaliptüs, çam ağacı gibi bazı ağaçlarda meydana gelen şişkinlikler de mobilya yapımında kullanılmaktadır (Patela ve ark., 2017).



Şekil 3. Anormal ağaçlardan farklı mobilya tasarım örnekleri (S.parlak)
Figure 3. Different furniture design examples from abnormal trees (S.parlak)

Ağaçlardaki farklı anormal büyüme ve oluşumların çok farklı sebepleri olabilmektedir. Bu anormal oluşumlar kök, gövde ve dallarda olabildiği gibi bazı durumlarda meyve ve yapraklarda da olabilmektedir. Bu oluşumlardan en yaygın görüleni gallerdir. Meşelerde oluşan galler çok eski zamanlardan beri tıpta ve endüstride kullanılmaktadır (Mani, 1964). Ortaçağda bitki galleri ilaç ve boyar madde olarak kullanılmış ve pek çok batıl inanç ve folklorun konusu olmuştur. Gallerin fenolik seviyeleri ve fiziksel aktivite düzeyi daha yüksektir (Bloch, 1952). Patela ve ark., (2017) çalışmalarında gallerin fitokimyasal özelliklerinin normal bitki kısımlarından farklı olduğunu ortaya koymuştur.

Örneğin çam ağacının gal dokularında sitokinin aktivitesi, bulaşma olmayan dokuya kıyasla on kat daha fazla bulunmuştur (Pirson ve Zimmermann, 1976). Gallerdeki terpen seviyesi, normal bitki kısımlarından neredeyse elli kat daha yüksektir (Patela ve ark., 2017). Bu bakımdan ağaçlarda oluşan galler eski zamanlardan bu yana insanların ilgisini çekmiş ve tedavi amaçlı kullanılmıştır. Yakın zamanda ise galler endüstride tanen kaynağı ve mürekkep üretiminde kullanılan önemli ticari mallar olmuştur (Williams, 1994).

Bitki galleri ev gereçlerinde ve ilaçlarda kullanılmaktadır. Örneğin meşe gallerinin boya olarak kullanılması eski bir uygulamadır. Çok sayıda

etnobotanik çalışmada, çeşitli hastalıkların iyileştirilmesi için gallerin kullanıldığı bildirilmiştir. Tedavi amaçlı uygulamalarda yaygın bitki urları arasında *Rhus*, *Pistacia*, *Quercus*, *Terminalia* vb. türler bulunmaktadır. Büzücü özelliklerinden dolayı antispazmodik olarak kullanımları da dahil olmak üzere bitki gallerinin folklorik kullanımına ilişkin fazlaca literatür bulunmaktadır (Patela ve ark., 2017).

Türkiye ormanlarının büyük bir kısmı doğallığını korumakta ve farklı ekolojilerde yayılış gösteren ağaç türü zenginliğine sahip bulunmaktadır. Bu zenginlik içerisinde gerek iklim koşullarından, gerekse ağaçların biyolojilerinden veya patolojik unsurlardan kaynaklanan etkilerle farklı anormal olu-

şumlar meydana gelmektedir. Genellikle OGM'nin üretim politikası kalite ve miktar bakımından yüksek odun üretimi yönündedir ve en yüksek odun hasılatını amaçlamaktadır. Bu bakımdan meşcerenin kuruluşundan idare süresinin sonuna kadar yapılan orman bakımlarında anormal özellik gösteren bireyler çıkarılmaktadır. Fakat bu anormal oluşumların orman ekosisteminde ve yaban hayatında farklı işlevleri olabileceği gibi mobilya ve eşya tasarımında kullanılarak ekonomiye kazandırılması mümkündür. Bu tür doğal oluşumlar bazen insanların daha fazla dikkatini çekmekte, inançlara ve turizme konu olabilmektedir. Bolu Yedigöller Milli Parkı'ndaki Pisagor ağacı buna örnek verilebilir (Şekil 4).



Şekil 4. Sol) Bolu Yedigöller Milli Parkı'ndaki Pisagor ağacı (Kayın), sağ) Bursa OBM Ormancılık Tanıtım Merkezinde ağaçtan yapılmış at heykeli (S.Parlak)

Figure 4. Left) Pythagorean tree in Bolu Yedigöller National Park (*Fagus orientalis*), right) A horse sculpture made of wood in Bursa Regional Directorate of Forestry Forestry Promotion Center (S.Parlak)

Bu çalışmanın amacı çoğu zaman kâğıtlık ve yakacak odun olarak değerlendirilen, sahalarda üretim artışı olarak bırakılan farklı oluşumların doğal şekillerine müdahale edilmeden veya yarı işlenmiş halde değerlendirilerek ekonomiye sağlayacağı katkı konusunda farkındalık oluşturmaktır.

Sanayiye yakınlığı bakımından Bursa ormanları çalışma alanı olarak tercih edilmiştir. Bursa-İnegöl mobilya sanayii gerek ihracat gerekse yurt içi satışlarıyla mobilya sektöründe önemli yer edinmiştir.

Bursa ormanlarında bulunan başlıca ağaç türleri; kayın (*Fagus orientalis*), meşe (*Quercus* ssp), karaçam (*Pinus nigra*), kızılçam (*Pinus brutia*), göknar (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*), gürgen (*Carpinus betulus*), kestane (*Castanea sativa*), ıhlamur (*Tilia tomentosa*), çınardır (*Platanus orientalis*). Yapılan çalışmada; doğal ormanlarımızda bulunan meşe, karaçam, kayın, kestane, göknar ve çınar olmak üzere altı orman ağacı türümüzde en sık görülen büyüme anormalileri belirlenmiştir. Bu oluşumları malzeme olarak kullanan sektör temsil-

çileri ile görüşmeler yapılarak durumları ve beklentileri ortaya konulmuştur. Ayrıca bu tür malzeme ile yapılan eşyaların oluşturduğu katma değer bir örnek ile ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma alanı

Bu çalışma Bursa Orman İşletme Müdürlüğü'ne (OİM) bağlı Arasdere Orman İşletme Şefliği (OİŞ) karaçam ve çınar meşcerelerinde, Soğukpınar OİŞ kestane ve meşe meşcerelerinde, İnegöl OİM Tahtaköprü OİŞ kayın meşcereleri, Uludağ Milli Parkı göknar-karaçam ve göknar-kayın meşcerelerinde gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmanın yapıldığı sahalarda karaçam, kayın, göknar, çınar, meşe ve kestane ağaçlarında gövde formu, dal ve kök yapıları incelenerek en sık rastlanılan büyüme anormalileri tespit edilmiş ve envanter formları düzenlenmiş ve oluşumlar fotoğraflanmıştır.

Bursa ve İnegöl OİM'lerinde satışa çıkarılan emval türleri depo ve rampalarda incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Bursa OİM'nden alınan verilerle 2020 yılı üretim giderleri ve satış ortalamaları mukayese edilmiştir. Ayrıca İnegöl OİM'nün 17.05.2021 tarihli oduna dayalı orman ürünü ihale ilanında 3. Sn. Nb. Kl. Kn Tomruk (Kovuk) olarak sınıflandırılan partilerin satışa çıkarıldığı muhammen bedeller ve ihale sonucu ulaştığı rakamlar mukayese edilmiştir (OGM, 2021). Satış ortalamaları ile bir adet tomruğun maliyeti, bir adet kovuk tomruktan üretilebilecek dekoratif ayna adedi ve bu aynaların satış tutarları ile ortaya çıkan katma değer hesaplanmıştır.

Masif ağaç işleyen sekiz işletme (İnegöl 5, Nilüfer 2 ve Osmangazi 1) ile kullanmış olduğu ağaç türleri, bu işle meşgul oldukları süre, işe başlama sebepleri, pazarlama ve hammadde tedarik sorunları, yetiştirilmiş eleman ihtiyaçları, tasarım ortaya çıkış şekli ve Orman İşletme Müdürlüklerinden beklentileri üzerine yapılan anket çalışması ile sektörün durumu değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Araştırma alanında anormal büyüme görülen ağaçlara ait bulgular

Ağaçlardaki anormal oluşumlar ve oranları tülere göre farklılık göstermektedir. Alınan deneme alanlarında anormal büyüme görülen fertlerin, sahadaki toplam fert sayısına oranının karaçamda %4, kayında %8, göknarda %7, çınarda %12, meşede %5 ve kestane %10 oranında olduğu tespit edilmiştir.

Çınarda yaşa bağlı gövde çürüklüğü meydana geldiği görülmüştür (Tablo 1). Kestanenin yaşlı fertlerinde ise ur oluşumları belirlenmiştir (Şekil 5). Bu tür oluşumların yapraklı (meşe, kayın, kestane, çınar) ağaçlarda görülme sıklığı ibrelilere (karaçam, göknar) göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebeplerinden birinin, yara yerini kapatmak için gelişen kallus dokusu ve ur oluşumları olduğu söylenebilir. Çünkü yara yerlerinden giren patojenlerin bu tür oluşumlara sebep olabildiğine dair görüşler bulunmaktadır (Braun ve Stonier, 1958; Selik, 1980; Kahl ve Josef, 1982; Dodueva ve ark., 2020). Uurlar bitkinin farklı kısımlarında aynı oranda meydana gelmez. Meşelerde kinipidler tarafından oluşturulan galerilerin yaklaşık %5'i köklerde, %5'i tomurcuklarda, %22'si dallarda, %2'si çiçeklerde, %4'ü meşe palamutlarında ve yaklaşık %63'ü yapraklarda oluşmaktadır (Mani, 1964).

Tablo 1. Ağaçların gövde, dal ve köklerinde görülen anormal büyüme tipleri
Table 1. Abnormal growth types on trunk, branches and roots of trees

Ağaç türü	Gövde şekli							Dal şekli				Kök yapısı			Anormal fert oranı (%)
	Eğri	Çatal	Kaynaşmış	Uurlu	Kovuk	Kalın	Dönük	Bayrak olş.	Asimetrik dal.	Anormal büyü.	Kaynaşmış dal	Pala olş.	Dekoratif kök	Topuk olş.	
Karaçam	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓			4
Kayın	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓		✓	✓	8
Göknar	✓	✓	✓	✓						✓			✓		7
Çınar		✓		✓	✓	✓							✓		12
Meşe	✓	✓		✓	✓						✓		✓		5
Kestane		✓	✓	✓		✓	✓						✓		10



Şekil 5. Ağaçlarda meydana gelen bazı anormal oluşumlar
Figure 5. Some abnormal formations that occur in trees

İbrelî türlerde en fazla görülen oluşumlar ise çatlama, şamdan oluşumu, cadı süpürgesi ve pala oluşumu şeklinde tespit edilmiştir. Bu tür oluşumların meydana gelmesinde, genç yaşta tepe tomurcuğunun zarar görmesi, hayvan zararları, eğimli alanlarda kar baskısı etkili olmaktadır. Yılmaz ve Akkemik (2011) tarafından karaçamlarda yapılan çalışmada ise otlatma sonrasında kısa sürgün demeti oluşumu tespit edilmiştir. Dallarda ise meşede mazı oluşumları ile kestanede kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) nın oluşturduğu gal yapılarına rastlanmıştır. Bu gallerin oluşumunda parazitler rol oynamaktadır (Mani, 1964; Mani, 1973; Dodueva ve ark., 2020).

3.2. Rampa ve depolarda bulunan emvaller

Çalışma kapsamında İnegöl OİM’de satışa sunulan emvaller de incelenmiştir. Standart ürünlerinden başka, büyüme anormalliği ve kusurları görülen

tomrukları yeterli piyasası bulunması sebebiyle ayrı istif yaparak satışa sunulmaktadır (Şekil 6).

Tasarım mobilyaların üretiminde genellikle 3. sınıf tomruk ve kağıtlık odun sınıfına dahil emvaller kullanılmaktadır. Ayrıca İnegöl OİM’nde kovuk emvaller ayrı istiflenerek 3. sınıf tomruk sınıfında ve “kovuk” açıklamasıyla ihale ilanlarında yer almaktadır. 2020 yılı verilerine göre 1 m³ ortalama satış tutarı 361,49 TL’dir. 1m³ kağıtlık odun ise ortalama 213,58 TL satış fiyatı ile piyasaya sunulmuştur. 2021 yılında yapılan ihalede 3. Sn.Nb.K1.Kn (3. Sınıf normal boy kalın kayın tomruk) “kovuk” tomruk satışı ise 780.5 TL ile tamamlanmıştır. Görüldüğü gibi bu tür ürünleri özel istifler halinde pazarlandığı takdirde alıcısına ulaşmakta ve iyi fiyata satılabilmektedir (URL 1). Burda yorum yapılmış fakat kaynak verilmiş. Sanırım kaynağın yeri yanlış.(Kıyaslamanın hesaplandığı 9 Temmuz 2021 tarihinde 1 Amerikan doları 8,7 TL dir).



Şekil 6. İnegöl OİM'de ayrı ihaleye çıkarılan anormal oluşumlu ağaçlar (oyuk a,b, çatal c,d, pala, e, asimetrik gövde f)

Figure 6. Abnormally formed trees put out to tender separately in İnegöl Forestry Enterprise Directorate

3.3. Anormal görünümlü masif ağaç işleyen sektörün durumu

Bursa ve İnegöl'de masif ağaç işleyen ve satışını yapan sekiz işletme ile görüşülerek sektörün durumu hakkında bilgi toplanmıştır.

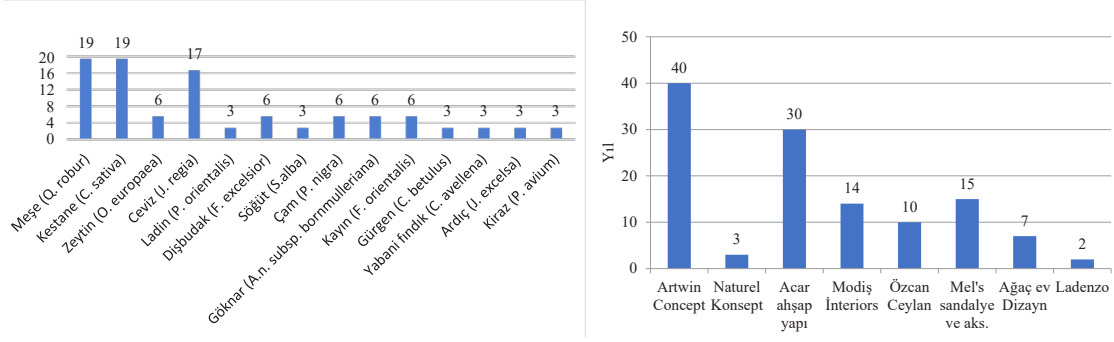
Şekil 7'de görüldüğü üzere sektörün en fazla işlediği ağaç türlerinin meşe, kestane ve ceviz olduğu görülmektedir. Bu ağaçların tercihinde kalın gövde oluşumu masif mobilya takımlarının yapımına imkân vermesi etkili olmaktadır. Ayrıca bu ağaçların topraktan itibaren 2 metrelik gövdeleri daha iyi desen vermektedir. Yapılan arazi çalışmalarında özellikle gövdede ur oluşumlarına meşe ve kestane daha fazla rastlanmıştır. İşletmelerin anormal masif ahşap işleme sürelerine bakıldığında yeni başlayan firma olduğu gibi, 40 yılını doldurmuş şirketler de bulunmaktadır (Şekil 7).

Bazı işletmelerin bu işi aile işletmesi halinde yürütürken, bazılarının ise iş değiştirerek başladığını

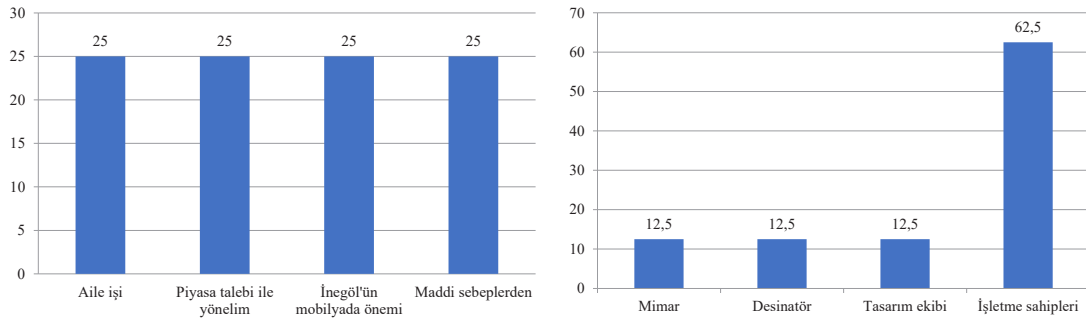
ifade etmişlerdir. Ürün tasarımlarını %63 oranla işletme sahiplerinin yaptığı anlaşılmaktadır. Mimar, desinatör ve tasarım ekibinin rolünün daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 8).

Araştırılan hususlardan biri işletmelerin pazarlamada karşılaştıkları sorunlardır. İşletmelerin yaklaşık %63'ü pazarlama sorunu bulunmadığını bildirmekte iken, %37'si pazarlama sorunlarının olduğunu ifade etmişlerdir. Değerlendirilen hususlardan biri de işletmelerin hammadde sıkıntısı çekip çekmediklerine dair olmuştur. İşletmelerin %63'ü hammadde tedarik sorunları yaşarken, %37'si tedarikte bir sıkıntı yaşamadıklarını ifade etmişlerdir (Şekil 9).

Sektördeki işletmelerin yaklaşık %88'i yetişmiş eleman sıkıntısı çektiklerini ifade ederken, %12'si ise eleman sıkıntısı olmadığını ifade etmişlerdir. Burdan sektörün yüksek oranda yetişmiş eleman ihtiyacı olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Sol) Kullanılan ağaç türleri (%), Sağ) Sanayii işletmelerinin masif ağaç işleme süreleri (yıl)
Figure 7. Left) Wood types used (%), Right) Solid wood processing times of industrial enterprises (years)



Şekil 8. Sol) İşin seçilme sebepleri, Sağ) Tasarımları yapan meslek grupları (%)
Figure 8. Left) The reasons for choosing the job, Right) The occupational groups that make the designs (%)

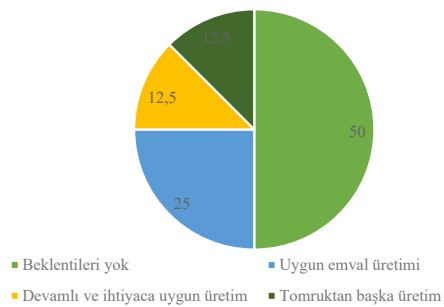


Şekil 9. Sektörün pazarlama ve hammadde tedarik sorunları (%)
Figure 9. Marketing and raw material supply problems of the sector (%)

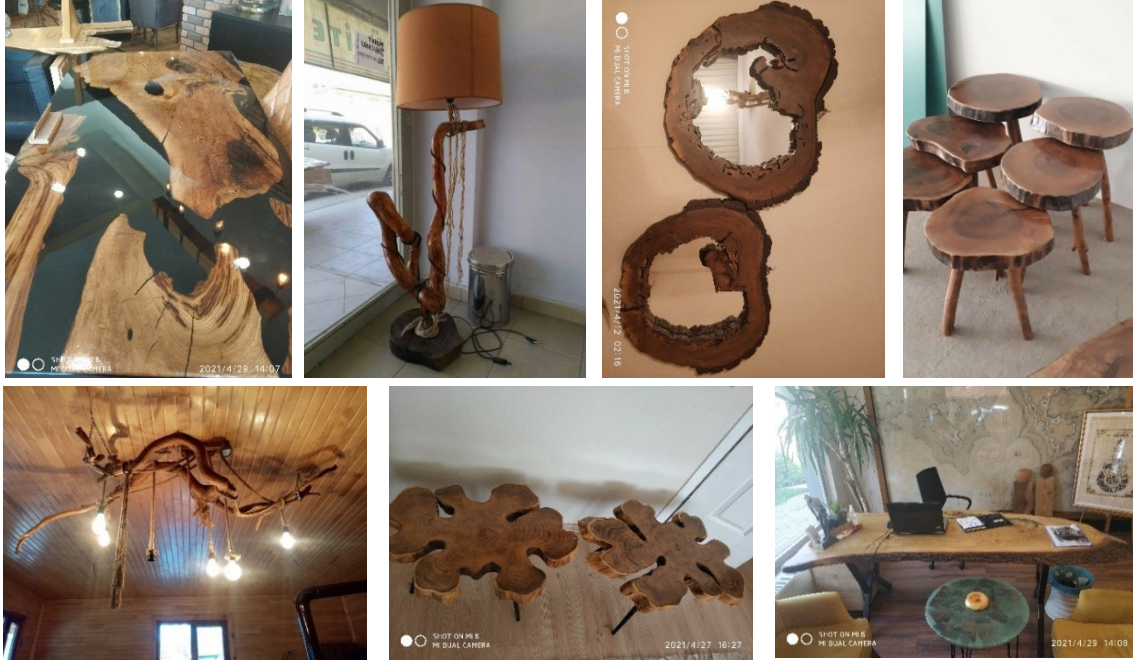
Sektörün yarısının orman işletmelerinden beklentisi olmadığı, %25'inin uygun emval üretimi, %12.5 "tomruktan başka üretim" yapılması ve yine % 12.5 oranında "devamlı ve ihtiyaca uygun üretim" taleplerinin olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan sektörde faaliyet gösteren işletmelerin yarısının orman işletmelerinden sürekli ve uygun mal arzını bekledikleri görülmektedir (Şekil 10).

3.4. Tasarım ve katma değer oluşturma

Anormal görünüme sahip ağaç ve uygun tasarım biraraya geldiğinde oldukça ilgi çeken ve mobilya sektöründe talep edilen ürünler ortaya çıkmaktadır (Şekil 11).



Şekil 10. Sektörün Orman İşletme Müdürlüklerinden beklentileri (%)
Figure 10. Expectations of the sector from Forest Enterprises (%)



Şekil 11. Anormal oluşumlardan yapılan farklı mobilya ve eşya tasarımları
Figure 11. Different furniture and item designs made from abnormal formation

Bu tür özel tasarımların müşteri kitlesi farklı olup konsept ürünlerdir ve özel dekorasyon amaçlı tercih edilmektedir. Örneğin kovuk ağaç tasarımında talep gören 30 cm çapında dekoratif bir aynanın maliyeti güncel ihale fiyatları üzerinden hesaplandığında; 15 cm kovuğu bulunan ve 1 m boyundaki bir tomruk 0,053 m³'e tekabül etmektedir. Üretim maliyeti yaklaşık 8,00 TL olan emvalin satış fiyatı 40,00 TL'dir. Bir metre boyundaki bu tomruktan %20 zayıf payı dahil, 5 cm çapında 16 adet ayna kesiti almak mümkündür. Bu obje üzerinden maliyet ve oluşturulan katma değer kıyaslandığında 16 adet ve yaklaşık 6500 TL değerinde dekoratif ayna üretilebilir.

Aynı tomruk sterli emval olarak değerlendirildiği takdirde 2020 rakamları ile 3,5 TL maliyetle üretilip yaklaşık 10 TL değerinde bir ürün olarak piyasada yerini alacakken tasarımcıların ve bu hususta yetişmiş elemanların işbirliği ile katma değeri oldukça yüksek bir ürün elde etmek mümkündür. Görüldüğü gibi sadece satış rakamlarının kıyaslanmasıyla ortaya konulduğu gibi oluşturulan katma değer kaba bir hesapla 650 kat gibi yüksek rakamlara çıkabilmekte, bu oran bazı ürünlerde daha da yükselebilmektedir. (Kıyaslamaların hesaplandığı 9 Temmuz 2021 tarihinde 1 Amerikan doları 8,7 TL dir).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Bursa OBM'ne bağlı Bursa OİM Arasdere ve Soğukpınar OİŞ'de, İnegöl OİM Tah-

taköprü OİŞ'de ve Uludağ Milli Parkında karaçam, kayın, göknar, meşe, çınar ve kestane türlerinin bulunduğu meşcerelerde anormal büyüme gösteren ağaçlar incelenmiştir. En sık görülen büyüme anomalileri gövdede çatallanma, eğrilik, gövde ve dallarda ur oluşumu, kovukluk, çok kalın, dönük gövdeler, kaynaşmış gövdeler şeklinde sıralanabilir. Dallarda bayrak oluşumu, pala oluşumu, tek taraflı gelişen dallanma yapısı, dallarda anormal büyüme, kaynaşmış dallar dikkat çekerken köklerde topuk oluşumu ve dekoratif kök şekillerine rastlanmıştır.

Ormanlarımızda yapılan silvikültür ve bakım çalışmalarında kovuk, azman, çatal, yaralı, urlu, bozuk gövde ve tepeye sahip ağaçlar tespit edilerek meşcereden çıkarılmaktadır. Ancak üretim aşamasında kovuk ve azman ağaçlar genellikle tomruk, kağıtlık odun olarak temin edilebilirken çatal, urlu, fazla eğri gövdeler kesilerek yuvarlak forma getirilip istiflenmektedir. Kağıtlık odun istiflerinde bulunan kovuk, kısmen eğri ve hem tomruk hem kağıtlık odun sınıfına dahil edilebilecek olan kovuk, aşırı kalın gövdeler haricindeki büyüme anomalileri ya kesilerek sterli emval gruplarına dahil edilmekte ya da üretim artığı olarak sahada terk edilmektedir.

303 sayılı "Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Satış Usul ve Esasları" tebliğinde (OGM, 2015) kesim artıkları ile süceyrat odunlarının satış esaslarına yer verilmiştir. Ancak buradaki "kesim artıkları" yalnızca ince çaplı materyali kapsamaktadır. Süceyrat odununda ise çap sınırlaması olmamasına

rağmen asli ağaç türlerimizi kapsamamaktadır. Yani kısaca yürürlükteki orman mevzuatı büyüme anormallerinin tamamının üretime konu edilip satışına olanak tanımamaktadır.

Anormal görünümlü masif ağaç işleyen işletmelerle görüşmeler sonucu bazı işletmelerin Orman İşletme Müdürlüklerinden emval almadığı, anormal görünümlü ağaçlar için yaptıkları piyasa araştırmaları sonucunda yüksek maliyetlerle edinebildikleri anlaşılmıştır.

Ormanlarımızın kurulmasından gençleştirilmesine kadar geçen uzun bir sürede periyodik olarak bakımları OGM tarafından yapılmaktadır. Bu bakımlarda ana amaç sektörün ihtiyacı olan kaliteli tomruk üretimidir. Zengin biyolojik ve genetik çeşitliliğe sahip ormanlarımızda bu bakımlar esnasında odun üretim standartlarına uymayan kovuk, yarık, çatalı, anormal görünüşlü, topuk teşekküllü, pala oluşumu, gövde eğriliği gibi görünüm kusurları bulunan bireyler sahadan uzaklaştırılmaktadır.

Fakat bu ağaçların da ormanda üstlendiği farklı işlevler olabilmektedir. Özellikle kovuk ve yarık gövdeler yaban hayatı bakımından değerli habitat alanlarını oluşturmaktadır. Bunun dışında anormal büyüme ve oluşumlar insanların dikkatini çekmekte ve hayranlık uyandırmaktadır. Bu tür anormal özellik gösteren ağaç türlerimizin belirli bir oranda ormanlarımızda muhafazası ve aynı zamanda bu ilginç oluşumların ekonomiye kazandırılması sağlanmalıdır. Ekoturizm için de bu tür ağaçlar korunmalı ve değerlendirilmelidir.

OGM idaresinde gerçekleşen üretimlerde anormal görünümlü ağaçların elimine edilmeden tüketiciye ulaşabilmesi amacıyla ölçüm zorlukları ve depo alanları da göz önünde bulundurularak kovuk tomruk haricindeki diğer anormal oluşumlar için gerekli yasal düzenlemeler yapıp piyasa arz edilmelidir. İnegöl OİM’nde olduğu gibi kovuk tomrukların ayrı istiflenmesi yaygınlaştırılmalıdır.

Bu hammaddenin ekonomik değeri ve kullanım alanları ile ilgili üretimde görev alan birimler ve üreticiler bilgilendirilmelidir. Üretimde çalışan orman köylüleri bu hususta teşvik edilmelidir. Bu tür oluşumların orman bakımları esnasında korunmasına dair tebliğlerde ve talimatlarda yer verilmelidir.

Anormal görünümlü ağaçlar mobilya sektöründe, dekorasyonda sıradışı görünüme sahip olduklarından oldukça rağbet görmektedir. Halihazırda yapılan üretimlerden elde edilebilecek dekoratif materyaller doğal şekilleriyle değerlendirilerek satışa sunulduğu takdirde doğal kaynaklarımızdan olan

ormanlarımız daha verimli kullanılacaktır. Devlet ormanlarından üretim yapan orman köylülerinin gelirlerine katkı sağlanacaktır. Bu alanda faaliyet gösteren sanayi işletmelerinin hammadde ihtiyaçları karşılanarak, katma değerli ürünlerle ekonomiye katkı sağlanmış olacaktır. Mobilya sektörünün Türkiye’deki potansiyeline bakıldığında, bu gibi ağaçların ve odunların değerlendirilmesiyle Bursa-İnegöl farklı bir tasarım ve üretim dalı olarak mobilyacılıkta daha da gelişecektir.

Teşekkür

Bu makale, Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen “Bursa Ormanlarında Görülen Büyüme Anormalleri ve Faydalanma İmkanları” isimli yüksek lisans çalışmasından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Bloch, R., 1952. Wound healing in higher plants. II. *The Botanical Review* 18. Article Number: 655.

Braun, A.C., Stonier, T., 1958. Morphology and Physiology of Plant Tumors. Springer-Verlag in Vienna. sayfa no eklenmeli

Dodueva, I.E., Lebedeva, M.A., Kuznetsova, K.A., Gancheva, M.S., Paponova, S.S., Ludmila, L. L., 2020. Plant tumors: a hundred years of study. *Planta* 251, article number: 82. <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03375-5>.

Faber, P. M., Pavlik, B. M., 2006. Field Guide To Plant Galls of California And Other Western States University of California Press, Ltd. London. Sayfa no eklenmeli

Gätjens-Boniche, O., 2019. The Mechanism of plant gall induction by insects: revealing clues, facts and consequences in a cross-kingdom complex interaction. Web sitesi: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442019000601359&script=sci_arttext.

Kahl, G., Josef, S., 1982. Molecular Biology of Plant Tumors. Schell Academic Press A Subsidiary Of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers New York.

Kala, D., 2016. Epidemiology and ecological distribution of tree tumors in the territory of landscape reserve “Teply stan”. *International Journal of Biology*; 8 (1): 42-47. Doi:10.5539/ijb.v8n1p42.

Lacroix, B., Citovsky, V., 2013. Crown Gall Tumors. Volume 2. Elsevier Inc.

Mani M. S., 1973. Plant Galls of India. The Macmillan Company of India Ltd.

Mani, M.S., 1964. Ecology Of Plant Galls. Springer Science Business Media, B.V.

Ogm., 2015. Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Satış Usul ve Esasları, İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, (Tebliğ no: 303) (Ziyaret tarihi: 25.08.2022).

Ogm., 2016, Orman bitkisi ve bitkisel ürünlerine arız olan zararlı organizmalar ile mücadele usul ve esasları, Orman Zararlılarıyla Mücadele Dairesi Başkanlığı (Tebliğ no: 305) (Ziyaret tarihi: 25.08.2022).

Ogm., 2021. Oduna dayalı orman ürünü ihale listesi. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ihaleler>. (Ziyaret tarihi: 01.07.2021).

Patela, S., Rauf, A., Khan, H., 2017. The relevance of folcloric usage of plant galls as medicines: finding the scientific rationale. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. [http dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.111](http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.111).

Pirson, A., Zimmermann, M.H., 1976. Encyclopedia of Plant Physiology, Volume 4. Springer Verlag Berlin He-

idelberg.

Selik, M., 1980. Ağaçlarda anormal büyümeler ve büyüme anormallikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi, 30 (1): 11-19.

URL1.<https://esatis.ogm.gov.tr/ihaleler?sirala=no&yon=artan> (Erişim tarihi: 20.04.2022: saat 19:20)

Williams, M. A. J., 1994. Plant galls. Systematics Association Special Volume No. 49, Clarendon Press, Oxford.

Yılmaz, H., Akkemik, Ü., 2011. Bazı doğal çam (*Pinus L.*) türlerinde anormal sürgün ve yaprak oluşumu. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61 (2): 95-104.

Kök kesimi ve tepe budamasının keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine ve dikim başarısına etkisi

Effect of undercutting and top pruning on morphological properties and field performance of carob (*Ceratonia siliqua*) seedlings

Celal TAŞDEMİR¹ 
Hakan KELEŞ² 

¹ Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma
Enstitüsü Müdürlüğü, Tarsus

² Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Mersin

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Celal TAŞDEMİR

celaltasdemir@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

09.06.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Erdal ÖRTEL

erdalortel@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Taşdemir, D. C. & Keleş, H. (2023). Kök kesimi ve tepe budamasının keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine ve dikim başarısına etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 10 (2), 124-139. DOI: 10.17568/ogmoad.1268698



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Keçiboynuzu ile yapılacak başarılı ağaçlandırmalar için uygun fidan tipinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada, fidanlık koşullarında çıplak köklü fidanlarda alttan kök kesimi ile tepe budaması ve tüplü fidanlarda ise sadece tepe budamasının, 1+0 yaşlı fidanların bazı morfolojik özellikleri ile arazideki yaşamı ve gelişimi üzerine etkisi ortaya konulmuştur. Fidanlıkta yetiştirilen çıplak köklü fidanlarda tek kök kesimi (temmuz sonu) ve iki defa kök kesimi (temmuz sonu- eylülün 2. haftası) uygulanmıştır. Ayrıca hem çıplak hem de tüplü fidanların tepeleri, toprak seviyesinden itibaren ortalama fidan boyunun yaklaşık 1/2 ve 2/3'ünden kasım ayının ortasında budanmıştır. Fidanlıkta 3 yinelemeli olarak üretilen fidanlar, şubat ayının sonunda Osmaniye ili Sumbas ilçesi Akdam yöresinde 4 yinelemeli olarak 2 x 2 m aralıklar ile dikilmiştir. Fidanlıkta çıplak köklü fidan üretiminde "rastlantı bloklarında bölünmüş parsel ve tüplü fidan üretiminde rastlantı parselleri deneme deseni kullanırken arazide rastlantı blokları deneme deseni kullanılmıştır. Hem çıplak köklü hem de tüplü fidanlarda uygulanan işlemler, genel olarak fidan morfolojik özellikleri üzerinde istatistiksel olarak etkili çıkmıştır. Buna rağmen, arazide 3. büyüme sezonun sonunda fidan tipi hariç diğer işlemlerin etkisi düşük olmuştur. Çıplak köklü fidanlara göre tüplü fidanlar, daha fazla yaşama oranına, boy ve çap gelişimine sahip olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, çelik, fidan, keçiboynuzu, morfoloji

Abstract

This study aimed to determine the suitable planting stock for successful carob afforestation. It investigated the effects of both undercutting and top pruning in bare-rooted seedlings and only top pruning in containerized seedlings. The study revealed the impact of these practices on the morphological characteristics of 1+0 seedlings in the nursery, as well as their survival and growth in the field. In addition, in the middle of November in both bare-rooted and containerized seedlings, the tops of seedlings were pruned at about 1/2 (severe) and 2/3 (mild) of the average height from the soil level. The seedlings, produced in three replications in the nursery, were planted in late February with four replications at a spacing of 2 x 2 m in the Akdam region of the Sumbas district in Osmaniye province. In the nursery, a "Completely Randomized Design" was utilized for producing containerized seedlings, while a "Split-Plots in Randomized Complete Block Design" was used for producing bare-rooted seedlings. In the field, a "Randomized Complete Block Design" was implemented. The nursery cultivation techniques applied to both bare-rooted and containerized seedlings had a statistically significant effect on the morphological characteristics of the seedlings in the nursery. However, at the end of the third growing season in the field, the treatments, except for the planting stock type, had a low effect, and they did not significantly improve the survival and growth of seedlings. The containerized seedlings exhibited higher survival rates, as well as greater height and root collar diameter growth compared to the bare-rooted seedlings.

Keywords: Afforestation, carob, cutting, morphology, seedling

1. Giriş

Ülkemizin Akdeniz ve Ege Bölgelerinin özellikle kıyı şeridinden içeriye doğru geniş bir doğal yayılış alanına (1750 km²) sahip olan keçiboynuzu, ekonomik olarak oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir (Vardar ve ark., 1980; Seçmen, 1974; Günel, 1999). Orman Genel Müdürlüğü Keçiboynuzu Eylem Planına göre Mersin, Adana, Antalya, Kahramanmaraş ve Muğla illerinde yaklaşık 30.000 ha'lık alanın rehabilitasyona konu olabileceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2006). Ancak, bu türün yayılış gösterdiği alanlar, genellikle düzenli insan faydalanması ve hayvan baskısı sonucu bozuk ve verimsiz hale dönüşmüştür. Uygun fidanların dikilmesiyle bu sahaların tekrar verimli hale getirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Konuya ilişkin olarak uygulamada genellikle tüplü fidan kullanılarak yapılan ağaçlandırma çalışmalarının başarı durumları, bölgelere ve yetiştirme ortamlarına göre farklılık teşkil etmektedir. Söz konusu türde, tüplü fidan üretiminin dışında çıplak köklü fidan üretimi ve dikimine yönelik detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Ambebe ve ark., (2013), başarılı ağaçlandırmaların, genel olarak dikim sahasında yüksek yaşama ve büyüme potansiyeline sahip dikim materyalinin kullanımına bağlı olduğunu bildirirken Leugner ve ark., (2009), dikim materyalinin kalitesinin başarılı plantasyonların gerçekleştirilmesi için önemli ön koşullardan biri olduğunu belirtmişlerdir. Chavasse (1980)'e göre, fidanların arazi performanslarına mekanik, meteorolojik, biyolojik ve diğer bazı çevresel etmenlerin karmaşık etkileri vardır. Bu nedenle, dikim sonrası fidanların arazide gösterdiği performans esas teşkil etmektedir.

Kaliteli fidan her şeyden önce amaçlara uygun fidan demektir. Hedef fidan; genetik, morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından arzu edilen fidandır (Genç ve Yahyaoglu, 2007). Hedef fidan üretiminde tohum kaynağının yanı sıra dikim sahasının ekolojik koşullarının dikkate alınması gerekir. Fidan kalitesi, fidanın uzun süreli çevresel streslerden kurtulabilme ve dikimden sonra güçlü büyüme sağlayabilme kabiliyeti ile ilgilidir. Kaliteli fidanın doğru belirlenmesi veya ölçülmesi, genellikle dikim sonrası başarı ile ortaya konulur (Landis, 2008a; Johnson ve Cline, 1991; Mattsson, 1996; Mexal ve Landis, 1990; Puttonen, 1997). Chavasse (1980) ve Tolay (1983)'a göre, genellikle 1-3 yıllık ölçümlere göre ağaçlandırmada yüksek tutma başarısı gösteren ve ilk yıllarda iyi bir büyüme yapabilen fidanlar kaliteli kabul edilir. Çıplak köklü fidanların dikim sahasında gösterecekleri tutma ve gelişme başarıları, dikim ortamının ekolojik

koşulları ile birlikte fidanların dikim anındaki morfolojik ve fizyolojik kalite düzeylerine bağlıdır (Deligöz ve Genç, 2010; Grossnickle, 2012; Grossnickle ve MacDonald, 2018). Fidan morfolojisi, kolay ölçülebilmesi nedeniyle fidan kalite değerlendirmesinde yaygın kullanılır. Fidan kalitesinin belirlenmesinde kullanılan temel karakteristiklerin başında gövde boyu, kök boğazı çapı, kök kütlesi ve gövde/kök oranı yer almaktadır (Davis ve Jacobs, 2005; Johnson ve Cline, 1991; Duryea, 1984; Aldhus, 1994; Haase, 2008; Mattsson, 1996).

Fidanların morfolojik özellikleri; fidan gelişimine ve yaşama yüzdesine ayrı ayrı, ortaklaşa veya tümüyle etkili olmaktadır. Fidan morfolojik özelliklerinin değişmesinde gübreleme, sulama, gölgeleme, fidan yaşı, fidanlık toprağı, fidanlık yüksekliği, yerinde kök kesimi, şaşırtma, fidan sıklığı vb. etkilidir (Eyüboğlu, 1988). Yüksek kaliteye ulaşmanın kültürel yolu, fidanların fidanlıkta koşullandırılması (özellikle alttan, eğik kök kesme ve yan köklerin budanması) olup bu yöntem ile sökümden dikime kadar oluşabilecek strese karşı fidanların dayanıklılığına yardımcı olmaktadır. Koşullandırılmış fidanlar, daha fazla yaşama oranına sahip olur ve daha yüksek kök yenilemesini gösterir (Chavasse, 1980).

Fidan boyu ve çapının tek başına arazideki performansı ile ilişkili olmadığı; kök sisteminin (kök hacmi, saçak kök durumu, birinci dereceden yan kök sayısı (>1 mm) kök sistemi alanı ve uzunluğu), dikim sonrası fidan yaşamı ve gelişiminde etkili olup saçaklı bir kök sistemi, fidan oluşumuna fayda sağlayan çok sayıda aktif kök ucuna sahiptir (Davis ve Jacobs, 2005; Gould ve Harrington, 2009). Kök hacmi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan yüksek dereceden yan kökler (çapı 1 mm'den küçük), söküme esnasında genellikle kaybolurken kök üzerinde duran ve çapı 1 mm'den büyük birinci dereceden yan kökler (kalıcı yan kökler), tutma başarısı yüksek dikimler için önem kazanır (Schultz ve Thompson, 1990; Mexal ve South, 1991; Landis, 2008a).

İyi gelişmiş bir kök sistemi, kaliteli fidanlar için arzu edilen en önemli özelliklerden biridir (Aldhus, 1994) ve fidanların arazideki performansını önemli bir şekilde etkilemektedir (Sutton, 1980; Burdett ve ark., 1983). Kök sisteminin morfolojisi ve fizyolojisi dikim başarısı için daha uygun bir gösterge olabilir (Davis ve Jacobs, 2005) ve bu nedenlerle ağaçlandırma çalışmalarında başarıya ulaşabilmek için yetiştirme ortamı şartlarına uygun kaliteli fidan kullanımı şarttır (Deligöz ve ark., 2009). Dirik (1998)'e göre, fidan yetiştirme ve ağaçlandırma çalışmalarının başarısı için köklerin büyüme ve yenilenme mekanizmalarının bilinmesi önemlidir.

Daha iyi bir arazi performans için tepe budamasının, diğer bazı fidanlık teknikleri ile birlikte kullanılmasının yararlı olacağı belirtilmiştir (Duryea, 1986). Birçok fidanlıkta, boy büyümesini engellenerek homojen bir boy elde etmek ve kök sistemini değiştirmek için kök ve tepe budamasına başvurulmaktadır. Tepe budaması ile toplam yaprak alanı azaltılarak transpirasyon oranı düşürülebilir (Tolliver ve ark., 1980; Mexal ve South, 1991). Birçok ağaç türünde alttan kök kesimi, kök büyüme potansiyelini arttırmakta ve tepe budamasının kök büyümesine etkisinin ise türe göre değişiklik göstermektedir (Ritchie ve Dunlap, 1980).

Fidanlıklarda tepe budaması ile genel olarak fidan boyu kontrol edilmekte ve böylece başlangıçtaki çap, kök/gövde oranı, dona dayanıklılık, homojenlik ile dikim sonrası yaşama yüzdesi artmaktadır. Ayrıca, budama ile dikim şoku ve kısmi ölümler ile sökülme, depolama ve taşıma masrafları azalmaktadır (Tilki, 1999; South, 1996; Landis, 2005; Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Genel olarak tepesi budanan fidanların, daha fazla kök ağırlık oranlarına (kök kuru ağırlığı/toplam fidan kuru ağırlığı) sahip olması nedeniyle dikimden sonra daha az stres yaşadıkları görülmüştür (South, 2016). Kök kesim uygulamaları, yan köklerin gelişimini teşvik eder ve kazık gelişimini engeller. Ayrıca, kök kesimleri ile fidan fizyolojisinin sağlanmasına da yardımcı olmaktadır (Gould ve Harrington, 2009; Mason, 1994).

Ülkemizde geniş bir potansiyel ağaçlandırma alanına ve ekonomik değere sahip olan *Ceratonia siliqua*'da bozuk sahaların uygun fidan kullanımı ile verimli hale getirilmesi önem taşımaktadır. Bu türde dikime uygun fidan yetiştirmesine ilişkin kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, çıplak köklü fidanlarda hem alttan kök kesimi hem de tepe budamasının ve tüplü fidanlarda ise tepe budamasının fidanların bazı morfolojik özellikleri ve arazideki dikim başarısına etkisi ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini oluşturan 1+0 yaşlı çıplak köklü ve tüplü keçiboynuzu fidanları; Mersin ili Tarsus ilçesi Sıraköy yöresinden toplanan tohumlardan üretilmiştir. Tarsus Orman Fidanlığında üretilen çıplak ve tüplü fidanlar, Osmaniye ili Sumbas ilçesi Akdam yöresinde araziye dikilmiştir. Fidanlıkta kullanılmakta olan yetiştirme ortamı (4:4:1:1 oranlarında sırasıyla toprak+orman humusu+dere mili+perlit karışımı) ve 18x35 cm boyutlarındaki polietilen torbalar kullanılmıştır.

Deneme sahası; orta tekstürlü (balçık-killi balçık), orta alkali, tuzsuz, oldukça kireçli ve orta derecede organik maddeli bir toprağa sahiptir. Deneme sahasının yeri, iklim ve toprak özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme alanının coğrafik konumu ve genel iklim özellikleri
Table 1. Location and some climatic features of the trial site

Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Ortalama Nispi Nem (%)
19,97	31,88	10,21	-2,3	45,6	731,09	58,47
Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Yükselti (m)	Bakı			
37° 29' 57"	35° 59' 23"	271m	Güney			

2.2. Yöntem

Tohumlar, 2016 yılı Mart ayında ekim yastığı ve polietilen tüplere ekilmiştir. Tohumlar, 70°C sıcaklığındaki suda 24 saat bekletilerek sert tohum kabuğundaki çimlenme engeli giderildikten sonra ekilmiştir (Dilek ve Gübbük, 2005; Şahin ve ark., 2004; Tolay, 1987). Yastıklarda açılan 1m uzunluğunda 5 adet çizgiye (2,5 cm aralıklarla) toplam 200 adet ve tüplere 3 adet sağlam tohum ekilmiştir. Çimlenmeler tamamlandıktan sonra yastıklarda 100x120 cm'lik birim alanda yaklaşık 80-100 (Gültekin, 2007; Tolay, 1987) ve tüplülerde ise sağlam bir adet fidecik kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

Fidanlıktaki işlemlere göre, çıplak köklü fidan üretiminde "rastlantı bloklarında bölünmüş parsellerde faktöriyel ve tüplü fidan üretiminde rastlantı parselleri deneme deseni 3 yinelemeli olarak kullanılmıştır.

Kök kesiminden beklenen faydaların sağlanabilmesi için yeterli sayıda (yeterli kök yenilenmesi için kesimler arası 6-8 haftalık bir süre verilmesi), uygun derinlik ve zamanda yapılması büyük önem taşımaktadır (Genç ve Yahyaoğlu, 2007; Mason, 1994). Bu bağlamda, büyüme mevsimi boyunca belli aralıklarla kök gelişimi izlenerek (Landis, 2008b) alttan kök kesimi işlemi (Tablo 2) yaklaşık

23 cm'den uygulanmıştır.

Birçok ülke ve fidanlıkta yapılan araştırmalarda, tepe budaması zamanının belirlenmesinde genel olarak büyüme sezonunun uzunluğunun yanı sıra tür, budama yüksekliği ve budama sebebinin önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Yapraklı ağaç türlerinde özellikle kök ağırlığı oranının (kök kuru ağırlığı/fidan kuru ağırlığı) tepe budaması ile arttığı birçok çalışma sonucunda ortaya konuldu: dolayısıyla yapraklı türlerde tepe budamasının, geç sonbahardan erken ilkbahara kadar (güney yöreler için genellikle geç ekim-aralık ayları arasında) yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (South, 2016). Ayrıca, tepe budaması, kök büyüme potansiyelinin yüksek olduğu (Colombo, 2003), yapraklı türler için önerilen ekim-ocak ayları (Tilki, 1999; Mexal ve South, 1991; Landis, 2005) ve yörenin iklim koşulları göz önünde bulundurularak kasım ayının ortasında yapılmıştır. Tepe budaması, hem çıplak köklü (başlangıç ortalama boy sırasıyla kontrol: 66 cm; tek kök kesimi: 36 cm; iki kök kesimi: 25 cm) hem de tüplü fidanlarda (başlangıç ortalama boy:27 cm) toprak seviyesinden itibaren ortalama fidan boyunun yaklaşık 1/2 (şiddetli) ve 2/3'ü (hafif) motorlu budama testeresi ile kesilerek gerçekleştirilmiştir (Tablo 2).

Arazide dikim, *rastlantı blokları deneme deseninde* 4 yinelemeli olarak şubat ayının sonunda (Şahin ve ark., 2004) ve 2x2 m aralıklarla yapılmış olup toprağın oturması ve köklerinin hava almaması

için fidanlara tek bir can suyu verilmiştir. İşlemler (Tablo 2), her yinelemede 24 adet olmak üzere toplam 96 fidan ile temsil edilmiştir. Fidan özelliklerinin belirlenmesi amacıyla söküm sonrası her işlem için her yinelemeden 15 adet olmak üzere toplam 45 fidan kullanılmıştır. Ayrıca, tüplü fidanlarda Kök Analiz Sistemi ile sadece kök alanı, hacmi ve uzunluklarının belirlenmesi için her yinelemeden 10 adet olmak üzere toplam 30 fidan kullanılmıştır. Kökler optik okuyucu ile taranarak WinRHIZO (ver. 2009c) yazılımı ile ölçümler yapılmıştır. Laboratuvarında kuru ağırlıklarının belirlenmesi için fidanlar, 105°C sabit sıcaklıkta 24 saat fırında bekletilmiştir.

Fidanlıkta üretilen fidanların morfolojik özellikleri (fidan boyu (FB-cm), kök boğazı çapı (KBÇ-mm), gövde taze ağırlığı (GTA-g), kök taze ağırlığı (KTA-g), gövde kuru ağırlığı (GKA-g), kök kuru ağırlığı (KKA-g), yan dal sayısı (YDS adet > 1 cm) yan kök sayısı (YKS-adet > 5 cm), kuru kök % [Kök Kuru Ağırlığı / Fidan Kuru Ağırlığı], katlılık [Gövde Kuru Ağırlığı / Kök Kuru Ağırlığı], gürbüzlük indeksi [FB-cm / KBÇ-mm], Dickson Kalite indeksi [(FKA) / (FB-cm / KBÇ-mm) + (GKA / KKA)], toplam kök uzunluğu (L-cm), kök alanı (cm²) ve kök hacmi (cm³)) belirlenmiştir. Araziye ise dikim sonrası üçüncü büyüme sezonunun sonunda fidanların yaşama yüzdelerinin (FYY-%) yanı sıra boyu (FB-cm) ve kök boğazı çapları (KBÇ-mm) ölçülmüştür.

Tablo 2. Fidanlıkta ve arazide uygulanan işlemler
Table 2. The treatments applied in the nursery and field

Fidanlıkta uygulanan işlem ve seviyeleri	
Tüplü fidanlar	
	B0:Kontrol
Tepe budaması	B1:Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepelerin kesilmesi (şiddetli budama) B2: Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepelerin kesilmesi (hafif budama)
Çıplak köklü fidanlar	
	K0: Kontrol
Kök kesimi	K1:Tek kök kesimi (temmuz sonu) K2: İki kök kesimi (temmuz sonu ve eylülün ikinci haftası)
	T0: Kontrol
Tepe budaması	T1: Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepelerin kesilmesi (şiddetli budama) T2: Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepelerin kesilmesi (hafif budama)
Arazide kullanılan işlem ve seviyeleri	
B0:	Tepe budaması yapılmamış tüplü fidanlar
B1:	Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepeleri kesilmiş tüplü fidanlar (şiddetli budama)
B2:	Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepeleri kesilmiş tüplü fidanlar (hafif budama)
K0:	Kök kesimi yapılmamış çıplak köklü fidanlar
K1:	Tek kök kesimi (temmuz sonu) yapılmış çıplak köklü fidanlar
K2:	İki kök kesimi (temmuz sonu-eylülün ikinci haftası) yapılmış çıplak köklü fidanlar
T0:	Tepe budaması yapılmamış çıplak köklü fidanlar
T1:	Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepeleri kesilmiş çıplak köklü fidanlar
T2:	Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepeleri kesilmiş çıplak köklü fidanlar

2.2.1. Verilerin Değerlendirilmesi

Fidanlıkta üretilen fidanların morfolojik özellikleri ve arazide fidanların gelişimi ve yaşamı bakımından işlemler arasındaki farkın belirlenmesinde Varyans analizi ve farklı ortalamaların belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Ayrıca, anlamlı etkileşimlerin gruplandırılmasına olanak veren Sidak çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veriler uygun yöntemler (kök yüzdeleri için arc-sin; gövde kuru ağırlığı/kök kuru ağırlığı, gürbüzlük indeksi, yan dal sayısı, yan kök sayısı ve kök hacmi için $\sqrt{(X+0,5)}$; diğerleri için ise Log $(x+0,5)$) ile dönüştürüldükten sonra analizlere tabii tutulmuştur. Fidanlıkta tüplü fidanlar (1) ve çıplak köklü fidanlar (2) ile arazideki değerlendirmeler için (3) aşağıdaki doğrusal varyans modelleri kullanılmıştır.

$$y_{ij} = m + a_i + e_{ij} \quad (1)$$

$$y_{l_{kp}} = m + b_l + k_k + e_1 + t_p + (kt)_{kp} + e_2 \quad (2)$$

$$y_{l_s} = m + b_l + c_s + e_{l_s} \quad (3)$$

y : İşlemlerin gözlem değeri, m : Genel popülasyon

ortalaması, a_i : Tüplü fidanlarda tepe budaması, b_l : Blok etkisi, k_k : Çıplak köklü fidanlarda kök kesimi, t_p : Çıplak köklü fidanlarda tepe budaması ve c_s : Arazideki işlemlerin etkisi; e : Genel hata, e_1 : Hata 1 ve e_2 : Hata 2'dir.

3. Bulgular

3.1. Fidan morfolojik özellikleri

3.1.1. Tüplü fidanlar

Tepe budaması, kök kuru ağırlığı ve çapı 0-1mm arasında olan köklerin uzunluğu üzerinde istatistiksel olarak etkili olmazken diğer özellikler üzerinde etkili olmuştur. Tepesi budanmayan fidanlar; fidan boyu, gövde taze ve kuru ağırlığı, fidan taze ve kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı/kök kuru ağırlığı ve gürbüzlük indeksi (GI) bakımından daha yüksek değere sahip olmuştur. Budanan fidanlar; kök boğazı çapı, kök taze ağırlığı ve kök yüzdesi; şiddetli budananlar ise kök kuru ağırlığı, Dickson kalite indeksi (DKI), yan dal ve yan kök sayısı, kök alanı, hacmi ve kök uzunluğu açısından daha yüksek değere sahip çıkmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Tüplü fidanların morfolojik özelliklerine ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları
Table 3. Analysis of variance and Duncan comparison on morphological characteristics in containerized seedlings

	GB (cm)	KBÇ (mm)	GTA (g)	KTA (g)	GKA (g)	KKA (g)	FTA (g)	FKA (g)	GKA/ KKA	GI (cm/mm)
	P<,001	P<,001	P<,001	P<,05	P<,001	NS	P<,001	P<,001	P<,001	P<,001
B0	20,44b	5,13a	8,30c	6,03a	3,78c	2,90a	14,32b	6,68b	1,32c	4,00c
B1	13,57a	5,81b	4,72a	7,24b	2,15a	3,27a	11,96a	5,42a	0,71a	2,36a
B2	18,89b	5,59b	5,47b	6,43ab	2,68b	2,84a	11,90a	5,52a	0,98b	3,42b
	DKI	KY (%)	YDS (adet)	YKS (adet)	KÖK ALANI (cm ²)	KÖK HACMI (cm ³)	0<L≤1 (cm)	1<L≤2 (cm)	2<L≤3 (cm)	>L3 (cm)
	P<,001	P<,001	P<,01	P<,001	P<,05	P<,001	NS	P<,05	P<,05	P<,001
B0	1,29a	43,56a	0,02a	25,67a	157,74ab	2,58b	741,95a	52,11b	3,35a	17,10b
B1	1,84b	59,79c	0,24b	31,27b	172,14b	2,81b	801,22a	54,25b	3,40a	18,64b
B2	1,29a	51,66b	0,02a	24,76a	143,59a	1,42a	721,51a	31,23a	4,74b	14,34a

NS: Non-significant, B0: Tepe budaması yok, B1: Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepelerin kesilmesi (şiddetli budama), B2: Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepelerin kesilmesi (hafif budama); FB: Fidan boyu (cm), KBÇ: Kök boğazı çapı (mm), GTA: Gövde taze ağırlığı (g), KTA: Kök taze ağırlığı (g), GKA: Gövde kuru ağırlığı (g), KKA: Kök kuru ağırlığı (g), FTA: Fidan taze ağırlığı (g), FKA: Fidan kuru ağırlığı (g), GKA/KKA: Gövde kuru ağırlığı (g)/Kök kuru ağırlığı (g), GI: Gürbüzlük indeksi (boy/çap: cm/mm), DKI: Dickson kalite indeksi, KY: Kuru kök yüzdesi (%), YDS: >1cm yan dal sayısı ve YKS: >5cm yan kök sayısı; 0<L≤1: Çapı 0-1mm, 1<L≤2: Çapı 1-2mm, 2<L≤3: Çapı 2-3mm, 3<L: Çapı 3mm'den büyük köklerin uzunluğu *Sütündeki aynı harflere sahip ortalamalar farklı değildir*

3.1.2. Çıplak köklü fidanlar

3.1.2.1. Boy, çap, taze ve kuru ağırlık

Alttan kök kesimi ve tepe budamasının, ayrı ayrı ve etkileşimlerinin istatistiksel olarak etkili olduğu

boy, çap; gövde, kök ve fidan taze ile kuru ağırlıklarına ilişkin ortalamaların yanı sıra ana faktörlere göre Duncan çoklu karşılaştırmalar Tablo 4'te verilmiştir. Alttan kök kesimi ve tepe budaması etkileşimleri ise grafik olarak gösterilmiştir. Fidan

boyu, gövde taze ve kuru ağırlığı ile fidan taze ve kuru ağırlığı açısından kök kesimi uygulanmayan fidanlarda budananlara göre budanmayan fidanların, daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.

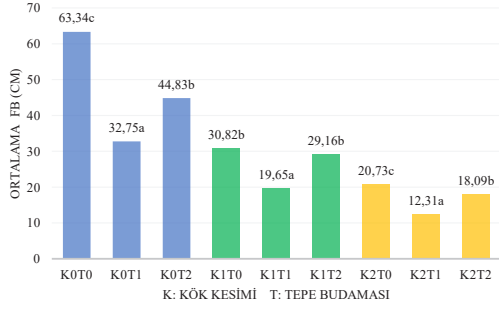
Kök kesimi yapılan fidanlarda ise budanmayan ve hafif budanan fidanlar arasındaki fark giderek azalmıştır (Tablo 4, Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5).

Tablo 4. Çıplak köklü fidanlarda boy, çap ve ağırlıklara ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları
Table 4. Analysis of variance and Duncan comparison on height, diameter and weights in bare-rooted seedlings

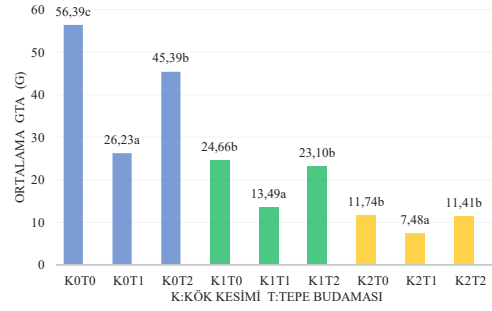
		T0	T1	T2	*Ortalama	Varyasyon kaynağı	Sig.
FB(cm)	K0	63,64	32,75	44,83	47,07c	K	P<,001
	K1	30,83	19,65	29,16	26,54b	T	P<,001
	K2	20,73	12,31	18,09	17,05a	KxT	P<,001
	<i>*Ortalama</i>	<i>38,40c</i>	<i>21,57a</i>	<i>30,69b</i>			
KBCÇ(mm)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	10,10	7,67	9,68	9,15c	K	P<,001
	K1	6,49	6,27	7,13	6,63b	T	P<,001
	K2	5,48	6,15	6,23	5,95a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	<i>7,36b</i>	<i>6,70a</i>	<i>7,68c</i>			
GTA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	56,39	26,23	45,39	42,67c	K	P<,001
	K1	24,66	13,49	23,10	20,42b	T	P<,001
	K2	11,74	7,48	11,41	10,21a	KxT	P<,01
	<i>Ortalama</i>	<i>30,93b</i>	<i>15,73a</i>	<i>26,64b</i>			
KTA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	12,54	8,56	12,48	11,19c	K	P<,001
	K1	8,08	7,65	9,02	8,25b	T	P<,01
	K2	5,70	7,28	7,13	6,70a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	<i>8,77a</i>	<i>7,83a</i>	<i>9,54b</i>			
GKA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	24,03	11,10	19,59	18,24c	K	P<,001
	K1	10,80	6,15	10,82	9,26b	T	P<,001
	K2	5,54	3,34	5,24	4,7a	KxT	P<,05
	<i>Ortalama</i>	<i>13,46b</i>	<i>6,86a</i>	<i>11,89b</i>			
KKA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	4,92	3,17	4,95	4,35c	K	P<,001
	K1	3,20	2,99	3,74	3,31b	T	P<,001
	K2	2,53	3,04	2,84	2,81a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	<i>3,55b</i>	<i>3,07a</i>	<i>3,84b</i>			
FTA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	68,93	34,79	57,86	53,86c	K	P<,001
	K1	32,74	21,14	32,12	28,67b	T	P<,001
	K2	17,44	14,75	18,54	16,91a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	<i>39,70b</i>	<i>23,56a</i>	<i>36,18b</i>			
FKA(g)		T0	T1	T2			Sig.
	K0	28,95	14,27	24,54	22,59c	K	P<,001
	K1	14,00	9,14	14,56	12,57b	T	P<,001
	K2	8,07	6,38	8,08	7,51a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	<i>17,01b</i>	<i>9,93a</i>	<i>15,73b</i>			

K: Alttan kök kesimi (K0: Kök kesimi yok, K1: Tek kök kesimi, K2: İki kök kesimi); T: Tepe budaması (T0: Tepe budaması yok, T1: Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepelerin kesilmesi (şiddetli budama), T2: Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepelerin kesilmesi (hafif budama));

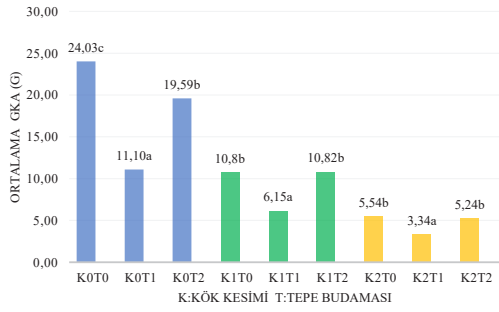
* Satır ve sütundaki aynı harflere sahip ortalamalar farklı değildir



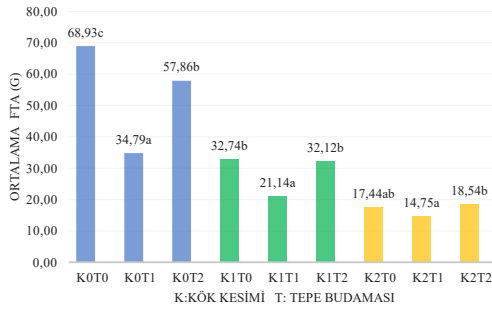
Şekil 1. Boy gelişimi
Figure 1. Shoot height growth



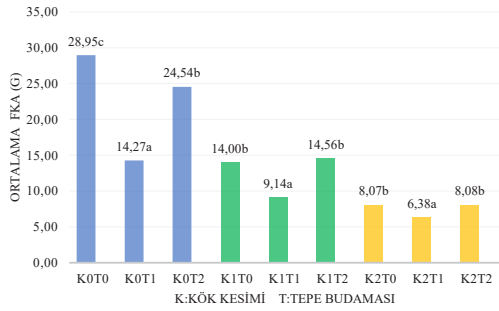
Şekil 2. Gövde taze ağırlığı
Figure 2. Shoot fresh weight



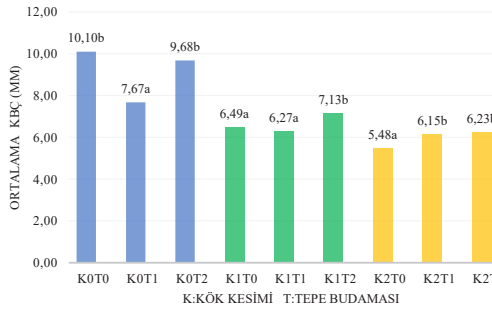
Şekil 3. Gövde kuru ağırlığı
Figure 3. Shoot dry weight



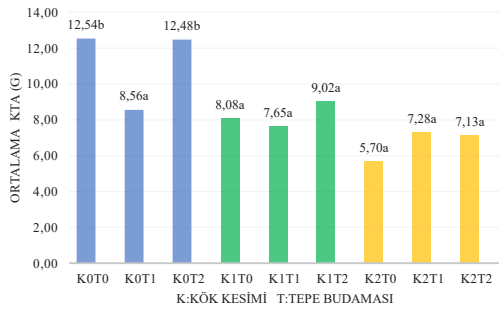
Şekil 4. Fidan taze ağırlığı
Figure 4. Seedling fresh weight



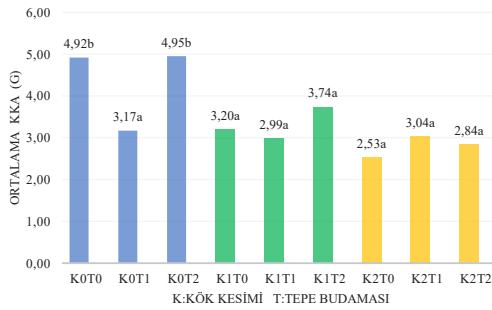
Şekil 5. Fidan kuru ağırlığı
Figure 5. Seedling dry weight



Şekil 6. Kök boğazı çapı gelişimi
Figure 6. Root collar diameter growth



Şekil 7. Kök taze ağırlığı
Figure 7. Root fresh weight



Şekil 8. Kök kuru ağırlığı
Figure 8. Root dry weight

Çap, kök taze ağırlığı ve kuru ağırlığı bakımından kök kesimi uygulanmayan fidanlarda aralarında önemli bir fark olmayan budanmamış ve hafif budanmış fidanlar, şiddetli budananlara göre daha

yüksek değere sahip olurken kök kesimi yapılan fidanlarda budama farkı giderek azalmış ve iki defa kök kesiminde budananların lehine olmuştur (Tablo 4, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8).

3.1.2.2. Kalite indeksleri, yan kök ve dal sayısı

Her iki faktörün, ayrı ayrı ve etkileşimlerinin istatistiksel olarak etkili olduğu gövde/kök oranı, gürbüzlük ve Dikson kalite indeksleri, kök yüz-

desi, yan kök ve yan dal sayısına ait ortalamaların yanı sıra ana faktörlere göre Duncan çoklu karşılaştırmalar Tablo 5'te verilmiş ve etkileşimlere ilişkin karşılaştırmalar ise ilgili grafiklerle gösterilmiştir.

Tablo 5. Çıplak köklü fidanlarda kalite indeksleri ile yan dal ve kök sayısına ilişkin varyans analizi ve Duncan testi
Table 5. Anova and Duncan test for quality indices, and the number of lateral branches and roots in bare-rooted seedlings

		T0	T1	T2	*Ortalama	Varyasyon kaynağı	Sig.
GKA (g) /KKA (g)	K0	5,08	3,76	4,07	4,31c	K	P<,001
	K1	3,45	2,11	3,00	2,85b	T	P<,001
	K2	2,21	1,38	1,93	1,84a	KxT	P<,05
	<i>*Ortalama</i>	3,58c	2,42a	3,00b			
GI (cm/mm)	K0	6,41	4,45	4,83	5,23c	K	P<,001
	K1	4,73	3,18	4,21	4,04b	T	P<,001
	K2	3,78	2,10	2,97	2,95a	KxT	P=,001
	<i>Ortalama</i>	4,97c	3,24a	4,00b			
DKI	K0	2,6	1,87	2,92	2,46b	K	P<,001
	K1	1,71	1,78	2,12	1,87a	T	P<,01
	K2	1,36	2,28	1,74	1,79a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	1,89a	1,98a	2,26b			
KY (%)	K0	17,00	21,84	20,30	19,71a	K	P<,001
	K1	23,68	32,97	25,58	27,41b	T	P<,001
	K2	31,92	45,50	35,01	37,48c	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	24,20a	33,44c	26,96b			
YDS (adet)	K0	2,38	0,87	1,91	1,72c	K	P<,001
	K1	1,42	1,07	1,22	1,24b	T	P<,001
	K2	0,4	0,64	0,96	0,67a	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	1,40b	0,86a	1,36b			
YKS (adet)	K0	3,69	4,87	6,67	5,07a	K	P<,001
	K1	4,62	6,22	5,29	5,38a	T	P<,001
	K2	3,82	11,49	6,76	7,36b	KxT	P<,001
	<i>Ortalama</i>	4,04a	7,53c	6,24b			

*Satır ve sütundaki aynı harflere sahip ortalamalar farklı değildir

Fidan katlılığı ve gürbüzlük indeksi açısından her üç kök kesiminde de budanmayan fidanlar, genel olarak daha yüksek değere sahip olmuştur. Ancak, kök kesimi uygulanmayan ve tek kök kesimi uygulamasında budanmayan fidanların, daha yüksek katlılığa sahip olmasına rağmen iki defa kök kesiminde budanmayan ve hafif budananlar arasındaki

fark azalmıştır. Diğer taraftan, her iki fidan özelliğinde de kök kesimi uygulanmayan fidanlarda budananlar arasındaki önemsiz fark, kök kesimleri ile önemli hale gelmiştir (Tablo 5, Şekil 9 ve Şekil 10).

Dickson kalite indeksi açısından kök kesimi yapılmayan fidanlarda budanmayanlardan önemli

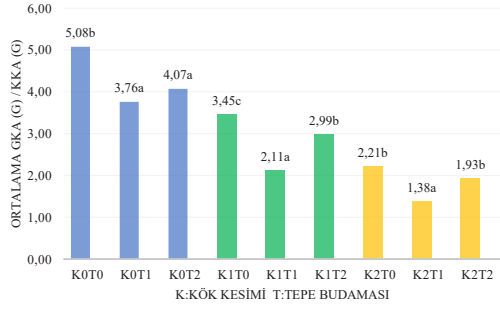
derecede farklılık göstermeyen ve daha yüksek değere sahip olan hafif budananlar, tek kök kesiminde de bu üstünlüğünü sürdürmüş olup; ancak iki defa kök kesiminde şiddetli budananların gerisinde kalmıştır (Tablo 5 ve Şekil 11).

Yan dal sayısı bakımından kök kesimi uygulanmayan ve tek kök kesimi uygulanan fidanlarda budananmayan fidanlar, daha yüksek değere sahip olurken iki defa kök kesimi yapılan fidanlarda en yüksek değere sahip olan hafif budanan fidanlar, şiddetli budananlar ile birlikte ilk sıralarda yer almıştır. Diğer bir ifade ile iki defa kök kesimi ve budama ile yan dal sayısında artış oluşmuştur. (Tablo 5 ve Şekil 12). Öte yandan, işlemlere bakılmaksızın çıplak köklü fidanların %39'unda 2 cm'den uzun yan dalın oluşmadığı ortaya konulmuştur.

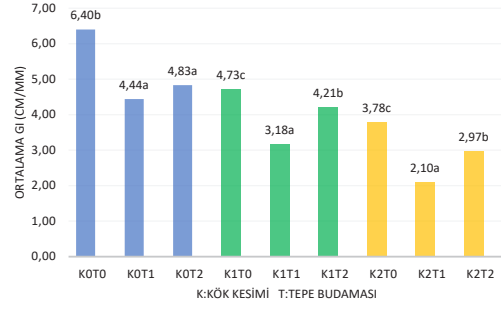
Yan kök sayısı ve kök yüzdesi açısından her üç kök kesiminde de budanan fidanlar, daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Şiddetli budanan fidanlar, her üç kök kesiminde de en yüksek kök yüzdesine sahip olurken sadece kök kesimi yapılan fidanlarda en yüksek yan kök sayısına sahip olmuştur (Tablo 5, Şekil 13 ve Şekil 14). İşlemlere bakılmaksızın, çıplak köklü fidanların %2,5'inde 5 cm'den uzun yan köklerin oluşmadığı belirlenmiştir.

3.2. Fidan dikimine ilişkin bulgular

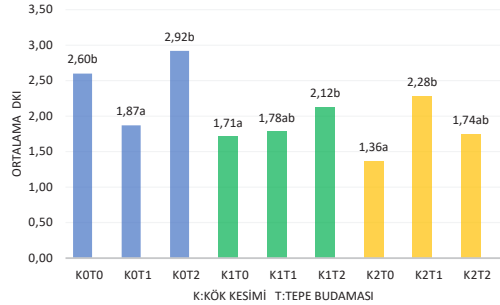
Fidan yaşama yüzdesi ($P<0.001$) ve fidan boyu ($P<0.05$) açısından işlemler arasında anlamlı bir fark teşkil ederken fidan çapı açısından önemli bir fark teşkil etmemiştir (Tablo 6).



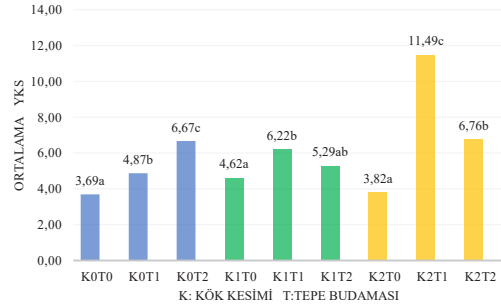
Şekil 9. Fidan katlılığı (GKA/KKA)
Figure 9. Shoot:root ratio of seedlings



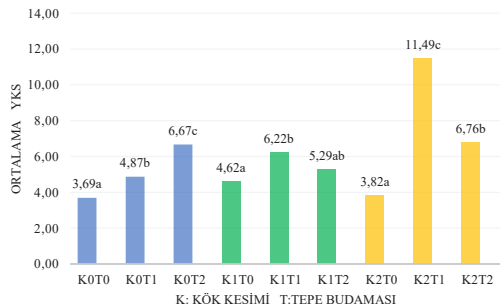
Şekil 10. Fidan gürbüzlüğü
Figure 10. Sturdiness of seedlings



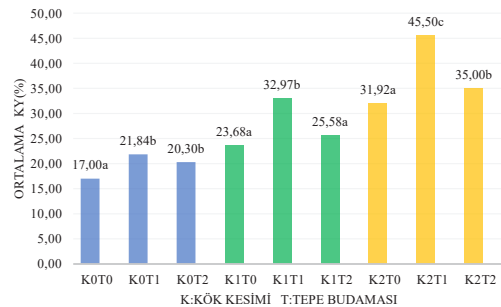
Şekil 11. Dikson kalite indeksi
Figure 11. Dickson's quality index



Şekil 12. Yan dal sayısı
Figure 12. Number of lateral branches



Şekil 13. Yan kök sayısı
Figure 13. Number of lateral roots



Şekil 14. Kök oranı
Figure 14. Root rate

Tablo 6. Fidan yaşamı ve gelişimine ilişkin varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma sonuçları
Table 6. Analysis of Variance and Duncan comparison on seedling survival and growth

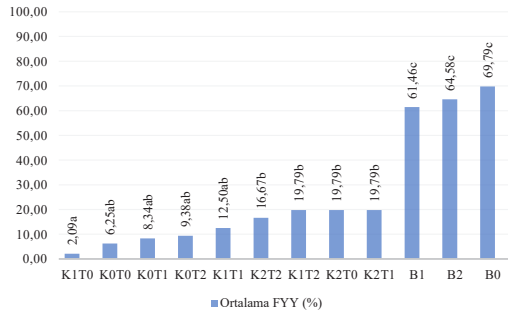
	İŞLEM											
	K0T0	K0T1	K0T2	K1T0	K1T1	K1T2	K2T0	K2T1	K2T2	B0	B1	B2
FYY(%)	6,25	8,34	9,38	2,09	12,5	19,79	19,79	19,79	16,67	69,79	61,46	64,58
P<.001	ab	ab	ab	a	ab	b	b	b	b	c	c	c
FB(cm)	81,27	78,25	76,24	76,52	83,5	83,59	77,28	79,98	75,66	94	93,97	97,01
P<.05	ab	ab	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b
FÇ(mm)	14,33	15,15	14,69	15,43	12,82	14,6	13,87	12,96	12,94	16,33	14,63	15,09
NS												

FYY: Fidan yaşama oranı, FB: Fidan boyu, KBC: Kök boğazı çapı; K0: Kök kesimi yok, K1: Tek kök kesimi, K2: İki kök kesimi; Çıplak ve tüplü fidanlarda sırasıyla T0 ve B0: Tepe budaması yok, T1 ve B1: Toprak seviyesinden ortalama boyun 1/2'sinden tepeleri kesilmiş fidanlar (şiddetli budanmış), T2 ve B2: Toprak seviyesinden ortalama boyun 2/3'ünden tepeleri kesilmiş fidanlar (hafif budanmış), NS: Non-significant

Satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar farklı değildirler

3.2.1. Fidan yaşamı

Arazide üçüncü büyüme sezonu sonunda tüplü fidanlar, çıplak köklü fidanlardan daha yüksek yaşama oranına sahip olup ilk grubu oluşturmuştur. Budanmamış tüplü fidanlar, en yüksek yaşama yüzdesine sahip olurken tek kök kesimine tabi tutulan ve budanmayan çıplak köklü fidanlar ise en düşük yaşama yüzdesine sahip olmuştur (Tablo 6 ve Şekil 15). Genel olarak hem tüplü hem de çıplak köklü fidanlarda işlem seviyeleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Buna rağmen, en yüksek değere sahip olan tüplü fidanları, çıplak köklü fidanlardan sırasıyla iki defa kök kesiminin bütün fidanları, tek kök kesimi yapılan ve yapılmayanların ise budanan fidanları izlemiştir.



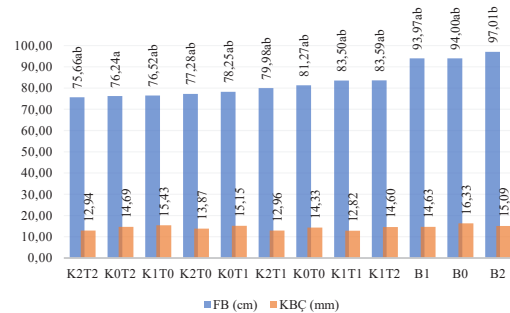
Şekil 15. Arazide fidanların yaşama oranları
Figure 15. Survival rates of seedlings in the field

3.2.2. Fidanların boy ve çap gelişimi

Fidan boyu açısından çıplak köklü fidanlara göre tüplü fidanlar, daha yüksek değere sahip olup ilk sıralarda yer almıştır. Hafif budanan tüplü fidanlar, en yüksek değere sahip olurken kök kesimine tabi tutulmayan ve hafif budanan çıplak köklü fidanlar ise en düşük değere sahip olmuştur (Tablo 6 ve

Şekil 16). Genel olarak hem tüplü hem de çıplak köklü fidanlarda, işlem seviyeleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Buna rağmen, tüplü fidanları sırasıyla tek kök kesiminin budanan, kök kesimi yapılmayanın budanmayan ve iki defa kök kesiminin ise şiddetli budanan fidanları izlemiştir.

Fidan çapı açısından istatistiksel olarak aralarında önemli bir fark çıkmayan işlemlerden çıplak köklü fidanlara göre tüplü fidanlar, daha yüksek değere sahip olup ilk sıralarda yer almıştır. Tüplü fidanlardan budanmayanlar, en yüksek değere sahip olurken tek kök kesimine tabi tutularak şiddetli budanan çıplak köklü fidanlar ise en düşük değere sahip olmuştur (Tablo 6 ve Şekil 16). Aralarında önemli bir fark olmamasına rağmen çap bakımından en yüksek değere sahip olan budanmayan tüplü fidanları sırasıyla kök kesimi yapılmayanların budanan, tek kök kesimi ve iki defa kök kesimi yapılan fidanların ise budanmayan fidanları izlemiştir.



Şekil 16. Arazide fidanların boy ve çap gelişimi
Figure 16. Height and root collar diameter in the field

4. Tartışma ve Sonuç

Fidanlıkta tüplü fidanlara uygulanan tepe budaması ile genel olarak boy, gövde taze ve kuru ağırlığı, fidan taze ve kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı/

kök kuru ağırlığı ve gürbüzlük indeksi azalmıştır. Diğer taraftan, tepe budaması ile kök boğazı çapı, kök taze ağırlığı ve kök yüzdesi, kök kuru ağırlığı, Dickson kalite indeksi, yan dal sayısı, yan kök sayısı, kök alanı, kök hacmi ve toplam kök uzunluğu genellikle artmıştır.

Konuya ilişkin olarak, *Pinus palustris* tüplü fidanlarında şiddetli ibre ve tepe budamasının fidan gelişimini yavaşlattığı (Barnett, 1984), *Quercus douglasii*'de fidanlıkta tüplü fidanlarında yapılan tepe budamasıyla başlangıç boy büyümesinin yavaşladığı görülmüştür (McCreary ve Tecklin, 1993). *Liriodendron tulipifera* tüplü fidanlarında yapılan tepe budamasının, kontrol fidanlarına göre yeni kök büyümesini arttırdığı (Kelly ve Moser, 1983) ve *Pinus taeda* tüplü fidanlarında farklı fidanlıklarda uygulanan tepe budamasının gövde biyokütlesini azalttığı ve bu durumun az da olsa kök-sürgün dengesini olumlu etkilediği görülmüştür (South ve Blake, 1994).

Araştırmamızda fidanların katlılığı, gürbüzlüğü ve Dickson kalite indeksi bakımından budanan tüplü fidanlar özellikle şiddetli budananlar olumlu bir katkı sağlamıştır. Kaliteli kaplı fidanlar için gövde/kök oranının 2:1 ve altında olması gerektiği (Haase, 2007) belirtilmiş; buna göre budama ile gövde/kök oranının (şiddetli budamada 0,71) önemli derecede düşürüldüğü ortaya konulmuştur.

Diğer taraftan, rüzgârlı veya kurak alanlarda, fidanların daha yüksek bir yaşama şansına sahip olması için ideal gürbüzlük indeksinin 6 olması gerektiği (Jaenicke, 1999) belirtilmiş olmasına rağmen araştırmamızda özellikle şiddetli budama ile gürbüzlük oranının (şiddetli budamada 2,36) bu oranın da altına düşürüldüğü görülmüştür. Dickson fidan kalite indeksi bakımından ise arzu edilen oran 1'e yakın ve daha yüksek olmalıdır (Aslan, 1986); bu bağlamda çalışmamızda bütün işlemler, buna yakın bir oran sağlarken budanmış fidanlar özellikle şiddetli budanmışlar ile bu oranın daha da yükseltildiği ortaya konulmuştur.

Öte yandan, genel olarak daha fazla kök yüzdesi ve yan kök sayısına sahip olan budanmış tüplü fidanlar; kök hacmi, kök alanı, yan dal sayısı ve kök çaplarıyla ilişkili toplam kök uzunluğu bakımından da daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Tüplü fidanlarda 2 cm ve üzerindeki yan dal sayısı bakımından, işlemlere bakılmaksızın fidanların %92,6'sında yan dal oluşmazken oluşan dalların ise çoğunlukla şiddetli budanmış fidanlarda yer aldığı görülmüştür. Tüplü fidan üretimine ilişkin olarak tepe budaması özellikle şiddetli budama ile fidan boy büyümesinin kontrol altına alınarak toprak üstü ve altı bakımından arzu edilen fidan üreti-

minin sağlanabildiği görülmüştür. Tüplü fidanlara ilişkin fidan morfolojik özelliklerine dair bulgular, konu ile ilgili yukarıda belirtilen çalışmalar tarafından genel olarak desteklenmektedir.

Çıplak köklü fidanlarda, boy, gövde taze ve kuru ağırlığı, fidan taze ve kuru ağırlığı genel olarak hem kök kesimi hem de tepe budaması ile azalmıştır. Genel olarak, kök kesimi ile azalan çap, kök taze ve kök kuru ağırlığı ise hafif budama ile artmıştır. Ayrıca, buradan fidan çapı ile kök ağırlığı arasında bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir.

Gövde kuru ağırlığı/kök kuru ağırlığı ve gürbüzlük indeksi (boy/çap) genel olarak kök kesimi hem de tepe budaması ile azalırken kök yüzdesi ve yan kök sayısı artmıştır. Dickson kalite indeksi ise genel olarak kök kesimi ile azalmış ve budama ile artmıştır. Konuya ilişkin olarak, çıplak köklü fidanlar için gövde/kök oranının 3:1 ve altında olması (Haase, 2007; Genç ve Yahyaoğlu, 2007) ve ideal gürbüzlük indeksinin 6 olması gerektiği (Jaenicke, 1999) ifade edilmiş; buna göre kök kesimi ve budama ile gövde/kök oran ve gürbüzlük indeksi (iki defa kök kesimi ve şiddetli budama ile sırasıyla 1,38 ve 2,10) önemli derecede düşürüldüğü ortaya konulmuştur. Dickson fidan kalite indeksi bakımından ise arzu edilen oranın 1'e yakın ve daha yüksek olması (Aslan, 1986) belirtilmiş; bu bağlamda kök kesimi ile genel olarak azalan Dickson indeksi, tepe budaması ile artmıştır. Kök kesimi uygulanmadan hafif tepe budaması ile en yüksek oran (2,92) sağlanmıştır. Buna rağmen, bütün işlemlerde bu oran 1 ve üzerinde olmuştur.

Genel olarak hem kök kesimi hem de tepe budaması sonucunda, yan dal sayısının azaldığı ve kontrol fidanlarının daha fazla yan dal sayıya sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kök kesiminin; fidanların boyu, çapı, ağırlığı ve gövde/kök oranını düşürdüğünü, kök ağırlığı üzerinde etkili olmadığı, kök kılcal oluşumunu arttırabileceği; tepe budamasının ise genel olarak fidanların boy büyümesi, ağırlığı, gövde/kök oranını düşürdüğü, çapı ve kök ağırlığını etkileyebileceği ifade edilmiştir (Duryea, 1986). *Pinus taeda*'da fidanlıkta fidan boyu hem kök kesimi hem de tepe budamasından etkilenirken fidan çapı sadece kök kesiminden etkilenmiştir (Dierauf ve Olinger, 1982). Aynı türde, fidanlıkta tepe budamasının çap üzerinde azaltıcı yönde etkili olduğu ve eğik kök kesiminin etkili olmadığı görülmüştür (Dierauf ve Garner, 1980). Yine aynı türde, eğik kök kesimine tabi tutulmuş fidanların; fidanlıkta daha az boy, çap ve toplam fidan ağırlığına sahip olduğu ve tepe budamasının ise istatistiksel olarak boy, çap ve boy/çap oranı üzerinde etkili olmadığı görülmüştür (Miller ve ark., 1985).

Pinus taeda ve *P. elliotii*'de fidanlıkta alttan tek kök kesimi ile boy büyümesinin (Shoulders, 1963; Shoulders, 1965), *P.taeda*'da alttan kök kesiminden sonra uygulanan periyodik eğik kök kesimleri ile hem boy hem de çap büyümesinin yavaşladığı görülmüştür (Tanaka ve ark., 1976). *Pinus radiata*'da yerinde kök kesimi ile fidanların sürgün ve kök boğazı çapı gelişiminin yavaşladığı, kılcal kök yoğunluğu ve kök/gövde oranının arttığı belirtilmiştir (Dorsser, 1971). *Larix kaempferi*'de alttan kök kesiminin; fidan gürbüzlüğünü iyileştirdiği, kök büyüme potansiyelini arttırdığı, sürgün ve kök kuru ağırlıkları üzerinde ise az bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Morrissey ve Reilly, 2002). *Quercus petraea*'da, fidanlıkta alttan kök kesme zamanının fidan morfolojik özelliklerini etkilediği, kök kesiminin hem geniş (>1 mm) hem de iyi yan kök (<1 mm) sayısını arttırdığı (Tilki ve ark., 2009); *Quercus rubra* L. ve *Juglans nigra* L.'da alttan kök kesiminin, daha fazla sayıda birinci dereceden yan kök ve daha kısa boylu ile ince çaplı fidanlar ürettiği (Schultz ve Thompson, 1997) ifade edilmiştir. Bu iki türün yanı sıra *Quercus alba* 'nın da yer aldığı bir çalışmada ise kök kesiminin, boy ve çap gelişimini yavaşlatmasının yanı sıra yan kök sayısını arttırdığı; alttan kök kesimi sayısı ve zamanın da fidan morfolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür (Schultz ve Thompson, 1990). Araştırmamızda çıplak köklü fidan üretimi konusunda, fidanlıkta kök kesimi ve tepe budamasının birlikte uygulanmasıyla fidan boy büyümesinin kontrol altına alındığı, özellikle fidan katlılığının yanı sıra kalite indekslerinin iyileştirdiği ve kök gelişiminin olumlu etkilediği görülmüştür. Elde edilen bulgular, çoğunlukla yukarıda belirtilen ilgili birçok çalışmanın sonuçları ile paralellik teşkil etmesine rağmen bazı çalışmalar ile farklılıklar oluşturmaktadır. Bu farklılığın; daha çok tür, işlemlerin sıklığı ve deneme alanlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Dikim sonrası üçüncü büyüme sezonunun sonunda tüplü fidanlar, önemli bir fark ile çıplak köklü fidanlardan daha fazla yaşama oranına sahip olmuştur. Budanmamış tüplü fidanlar, en yüksek yaşama yüzdesine (%69,79) sahip olmuş olup genel olarak hem tüplü hem de çıplak köklü fidanlarda, işlem seviyeleri arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Fidan yaşama oranında kök kesiminin daha fazla rol aldığı düşünülmektedir. Tüplü fidanlar, çıplak köklü fidanlara göre daha fazla boy ve çap gelişimine sahip olmuştur. Hafif budanan tüplü fidanlar en yüksek boya (97,01cm) düşük boya (76,24cm) sahip olmuştur. Genel olarak hem tüplü hem de çıplak köklü fidanlarda, boy ve çap gelişimi açısından işlem seviyeleri arasındaki önemli bir fark oluşmamıştır.

Fidanlıkta şiddetli ibre ve tepe budamasının uygulandığı *Pinus palustris* tüplü fidanlarının arazideki fidan gelişiminin yavaşladığı; buna rağmen dikimden üç hafta önce uygulanacak hafif bir tepe budaması ile kuraklık koşullarına karşı fidan yaşama oranının artırılabilirdiği belirtilmiştir (Barnett, 1984). *Quercus douglasii*'de, fidanlıkta budanan kaplı fidanların, dikimi izleyen iki büyüme sezonu boyunca daha iyi boy gelişimi gösterdiği tespit edilmiştir. Fidan yaşama oranı bakımından ise budama işlemi arasında önemli bir fark görülmüştür (McCreary ve Tecklin, 1993). Yaşama yüzdesi bakımından *Ceratonia siliqua* kaplı fidanlarında, tepeleri kesilerek dikime kadar fidanlıkta bekletilen fidanlar ile tepeleri kesilerek bekletilmeden transfer edilen fidanlar arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür (Saleh ve ark., 2013). *Quercus rubra* 'da, farklı kaplı fidan tipinde tepeleri budanmamış fidanların; daha fazla sürgün büyümesi, yaprak alanına ve kök uzamasına sahip olduğu ve birçok avantajı nedeniyle tüplü fidan kullanımının önemli olduğu vurgulanmıştır (Johnson ve ark., 1984).

Pinus taeda'da fidanlıkta uygulanan kök kesimi ve tepe budamasının, arazide fidan yaşama oranı üzerinde etkili olmamasına rağmen alttan kök kesiminin fidan gelişimini kısmen iyileştirdiği ortaya konulmuştur (Dierauf ve Olinger, 1982). *Pinus taeda* ve *P. elliotii*'de fidanlıkta alttan tek kök kesiminin, arazide yaşama yüzdesini değiştirmede (Shoulders, 1963; Shoulders, 1965), *P. taeda* alttan kök kesiminden sonra uygulanan periyodik eğik kök kesimlerinin sonucunda, arazide yaşama yüzdesinin artırıldığı görülmüştür (Tanaka ve ark., 1976). *Pinus radiata*'da yerinde kök kesimi ile arazideki yaşama yüzdesinin arttığı tespit edilmiştir (Dorsser, 1971).

Quercus rubra'da dikimi izleyen altıncı yılın sonunda, 2+0 yaşındaki tüplü fidanların, en yüksek boya ve yaşama yüzdesine sahip olduğu; çıplak köklü fidanlarda ise alttan kök kesimi ve dikim öncesi tepe budamasının, daha iyi sonuçlar sağladığı görülmüştür (Zaczek ve ark., 1993; Zaczek ve ark., 1997). *Quercus nigra*, *Quercus phellos*, ve *Carya illinoensis* türlerinde fidanlıkta eğik kök kesimi ve arazide tepe budaması, en iyi boy büyümesini sağlarken yaşama yüzdesi bakımından türler arasında farklılığa neden olmuştur. Fidanlıkta tepe budaması arazide etkili görülmemiştir (Tolliver ve ark., 1980). *Carya illinoensis*'te fidanlıkta tepe budamasının, yaşama oranını %25 arttırdığı; ayrıca ikinci yılın sonunda budanan fidanların daha fazla toplam sürgün büyümesine sahip olduğu belirtilmiştir (Smith ve Johnson, 1981). Aynı türde dikim esnasında uygulanan budama şiddetinin gövde çapı

üzerinde çok az etkisi olduğu ve toplam sürgün uzunluğu bakımından işlemler arasında önemli bir fark çıkmadığı görülmüştür (Ouedraogo ve ark., 2020). *Quercus rubra*'da fidanlıkta tepesi budanan fidanların, arazide daha fazla boya sahip olduğu görülmüştür (Steiner ve ark., 1990). *P. taeda*'da fidanlıkta tepesi budanan fidanların, arazide %12-24 oranında daha fazla yaşama oranına sahip olduğu ortaya konulmuştur (South ve Blake, 1994).

Çalışmamızda, çok boylu çıplak köklü fidanların, dikim sonrası özellikle rüzgardan çok etkilendiği görülmüş ve geriye doğru tepe kurumasının meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durumun, başlangıç boylarının yüksek olmasına bağlı olarak dikim şokunun artması ve yaz kuraklığının etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir.

Belli koşullar altında, çıplak köklü yapraklı tür fidanlarında dikimden sonraki ilk yıl boyunca geriye doğru tepe kuruması görülebileceği ve özellikle boylu fidanlarda tepe budaması ile geriye doğru tepe kuruması sorunu giderilebilir (South, 1996). Kök boğazı çapı ve yan kök sayısının geriye doğru tepe kuruması ile önemli derecede ilişkili olduğu, kalın çaplı ve yan kök sayısı fazla olan fidanların daha az geriye doğru tepe kurumasına maruz kaldığı ve daha fazla yaşama oranına sahip olduğu ifade edilmiştir. Boylu fidanların, daha fazla geriye doğru tepe kuruması eğilimindedir ve geriye doğru tepe kuruması aslında doğal bir tepe budaması yöntemidir (Kormanik, 1986; South, 1996). *Q. rubra* daha iyi bir kök sistemine sahip kaplı fidanların, daha fazla yaşama ve gelişime gösterdiği, çıplak köklü fidanların ise belirgin bir geriye doğru tepe kuruması gösterdiği görülmüştür (Wilson ve ark., 2007). *Quercus bicolor* 'da kaplı fidanların, daha yüksek toprak üstü taze biyokütle değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir (Sambeek ve ark., 2016). Öte yandan, Antalya yöresindeki benzer bir çalışmada, 2. yılın sonunda tüplü fidanlar daha fazla yaşama ve gelişime sahip olmuştur (Şahin ve ark., 2004).

Çalışmamızda, dikilen fidanlarda, dipten budananlar hariç, tepe budaması veya biyotik ve abiyotik herhangi bir faktörden kaynaklı çatallanma ve yeni sürgün oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak, işleme bakılmaksızın ikinci yıldan başlamak üzere tüm fidanlarda toprak seviyesinden 2-3 cm derinlikte uyuyan gözlerden yeni sürgünlerin oluştuğu ve bu durumun iyi bir kök gelişiminin yanı sıra iyi beslenmeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Fidanlıkta hem tüplü hem de çıplak köklü fidanlarda işlemlere göre oluşan boy ve çap farkının, arazide genel olarak ortadan kalktığı görülmüştür. Ayrıca, tüplü fidanlara göre ortalama boy ve çap bakımından daha yüksek başlangıç değerlere sahip olan çıplak köklü fidanların, arazide bu üstünlüğünü

kaybederek tüplü fidanların gerisinde kaldığı görülmüştür.

Fidanlıkta yapraklı türlerde yapılacak tepe budamasının fidan yaşama oranını arttıracacağı; fakat arazide 3. yıldan sonra boy büyümesinde ise bir farklılık olmayacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte, bazı çalışmalarda ise budanan fidanların boy büyümesinin, budanmayan fidanlarinkini aştığı bu durumun, budanmayanların dikim şokuna girmesine bağlı olarak tepe kurumalarından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (South, 1996). Tepeleri şiddetli budanarak dikilen 1+0 çıplak köklü *J. nigra* fidanlarında, yaşama oranı üzerinde etkili olmayan tepe budamasının, 3. yıla kadar kontrol fidanlarından daha fazla boy büyümesine sahip olduğu ve sonraki yıllarda ise bu farkın ortadan kaybolduğu görülmüştür (Russell, 1979). Fidanlıkta zamanında yapılan tepe budamasının, en az budanmamış kadar arazide bir boy büyümesi sağladığı, 1-3 yıl arasında onlarla eşit bir boya ulaştıkları görülmüştür (Briscoe, 1969).

Arazide, genel olarak fidan tipinin dışında kök kesimi ve tepe budamasının birlikte uygulanmasının fidanların yaşamı ve gelişimi üzerinde etkisi düşük olmuştur. Bu bağlamda, keçi boynuzu ile yapılacak ağaçlandırmalarda, arazideki yaşama ve gelişim bakımından daha iyi bir performansa sahip 1+0 tüplü fidanlar kullanılmalıdır. Özellikle diri örtü yoğunluğunun fazla olduğu bu tür sahalar için fidanlıkta tepe budaması uygulanmayan veya çok hafif budanan (yaklaşık olarak ortalama boyun üst 1/3'nün budanmış) tüplü fidanlar önerilir.

Teşekkür

Bu makale, Orman Genel Müdürlüğü Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen "Kök kesimi ve tepe budamasının *Ceratonia siliqua* fidanlarının bazı morfolojik özellikleri ve dikim başarısına etkisi" projesi kapsamında hazırlanmıştır. Proje süresince yardımlarından dolayı Enstitü Müdürlüğümüz çalışanlarına teşekkür ederiz. Ayrıca, fidanlık ve arazi çalışmalarında gerekli katkıyı sağlayan Mehmet Can YÜKSEL, Zafer KIZIL, Muhammet ASLANHAN ve Ali KİŞİ'ye şükranlarımızı sunarız.

Kaynaklar

Aldhus, J.R., 1994. Nursery policy and planning. In: Aldhus, J.R., Mason, W.L. (Eds.), Forest Nursery Practice, 111. *Forestry Commission Bulletin*, 1-12.

Ambebe, T.F., Fontem, L.A., Azibo, B.R., Mogho, N.M.T., 2013. Evaluation of regeneration stock alternatives for optimization of growth and survival of field-grown forest trees. *Journal of Life Sciences*, 7, 5: 507-516.

- Anonim, 2006. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü 2006-2015 Keçiboynuzu rehabilitasyon eylem planı, Ankara.
- Aslan, S., 1986. Kazdağı göknarı fidanlık tekniği üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi, 157, Ankara.
- Barnett, J.P., 1984. Top pruning and needle clipping of container-grown southern pine seedlings. In: Lantz C, Compiler. Proceedings: Southern Nursery Conferences, Atlanta (GA): USDA Forest Service, State and Private Forestry, Southern Region, 39-45.
- Briscoe, C.B., 1969. Establishment and early care of sycamore plantations. Research Paper, SO-50. New Orleans: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, USDA.
- Burdett, A.N., Simpson, D.G., Thompson, C.F., 1983. Root development and plantation establishment success. *Plant Soil*, 71; 103-110.
- Chavasse, C. G. R., 1980. Planting stock quality: A review of factors affecting performance. *New Zealand Journal of Forestry*, 25: 145 – 171.
- Colombo, S.J., 2003. How to improve the quality of broadleaved seedlings produced in tree nurseries, Nursery operations, nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management. Agency for the Environmental Protection and for Technical Services (APAT), 41-54.
- Davis, A.S., Jacobs, D.F., 2005. Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30: 295-311.
- Deligöz, A. ve Genç, M., 2010. Orman fidanlıklarında fidan söküme dönemi tespitinde kullanılabilecek yöntemler. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Artvin, II: 804-813.
- Deligöz, A., Genç, M., Özçelik, H., 2009. Kalite sınıflamasının Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarının arazi performansına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A2: 37-50., ISSN: 1302-7085.
- Dierauf, T.A., Garner, J.W., 1980. Results of root wrenching in a sandy nursery soil. Virginia Division of Forestry, Department of Conservation and Economic Development, USA.
- Dierauf, T.A., Olinger, H.L., 1982. A study of undercutting, lateral root pruning and top clipping in loblolly pine nursery beds. Virginia Division of Forestry, Charlottesville Occasional Report, 58, USA.
- Dilek, Y., Gübbük, H., 2005. Keçiboynuzu tohumlarına yapılan bazı ön uygulamaların çimlenme oranı ve süresi ile çöğür gelişimi üzerine etkileri. IV. GAP Tarım Kongresi, Şanlıurfa, 192-195.
- Dirik, H., 1998. Orman ağaçlarında köklerin büyümesi ve yenilenmesi. *Istanbul University, Faculty of Forestry*, B48, (1-4): 41-57.
- Dorsser, J.C., Rook, D.A., 1971. Conditioning of radiata pine seedlings by undercutting and wrenching: description of methods, equipment, and seedling response. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 171: 61-73.
- Duryea, M.L., 1984. Nursery cultural practices: impacts on seedling quality. In: Duryea ML, Landis TD (Eds.) Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, *The Hague*, 143-164.
- Duryea, M.L., 1986. Shoot and root pruning at southern nurseries. In: Schroeder, Robert A., Comp. Proceedings of the Southern Forest Nursery Association; 1986 July 22-24; Pensacola, FL: Southern Forest Nursery Association, 114-129.
- Eyüboğlu, A. K., 1988. Fidanlıkta değişik sıklık derecelerinde yetiştirilmiş, şaşırtılmış ve şaşırtılmamış Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) fidanlarının arazideki durumları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten, 201, Ankara.
- Genç, M., Yahyaoğlu, Z., 2007. Fidan tipleri, standart fidan yetiştiriminin biyolojik ve teknik esasları, (Editörler: Zeki Yahyaoğlu ve Musa Genç). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını, 75, Isparta.
- Gould, P.J., Harrington, C.A. 2009. Root morphology and growth of bare-root seedlings of oregon white oak. *Tree Planters' Notes*, 53(2): 22-28.
- Grossnickle, S.C., 2012. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests* (2012), 43:711-738.
- Grossnickle, S.C., MacDonald, J.E., 2018. Why seedlings grow: Influence of plant attributes. *New Forests*, 49: 1-34.
- Gültekin, H.C., 2007. Yabani meyveli ağaç türlerimiz ve fidan üretim teknikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Günel, N., 1999. *Ceratonia siliqua* L.'nin Türkiye'deki coğrafik yayılışı, ekolojik ve floristik özellikleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 2: 60-74.
- Haase, D.L., 2007. Morphological and physiological evaluations of seedling quality. In: Riley, L.E.; Dumroese, R.K.; Landis, T.D. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations- 2006. Proceedings RMRS-P-50. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 3-8.
- Haase, D.L., 2008. Understanding forest seedling quality: Measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, 52(2): 24-30.
- Jaenicke, H., 1999. Good tree nursery practices: Practical guidelines for research nurseries. International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, ISBN 92 9059 130 7.

- Johnson, P.S, Novinger, S.L., Mares, W.G., 1984. Root, shoot, and leaf area growth potential of northern red oak planting stock. *Forest Science*, 30:1017-1026.
- Johnson, J.D., Cline, M.L., 1991. Seedling quality of southern pines. M.L. Duryea & P.M. Dougherty (eds), *Forest Regeneration Manual*, 143-159.
- Kelly, R.J., Moser, B.C., 1983: Root regeneration of *Liriodendron tulipifera* in response to auxin, stem pruning, and environmental conditions. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 108:1085- 1190.
- Kormanik, P.P., 1986. Lateral root morphology as an expression of sweetgum seedling quality. *Forest Science*, 32: 595-604.
- Landis, T.D., 2005. Top pruning. In: Dumroese, R. Kastm; Landis, Tom D.; Watson, Rae. *Forest Nursery Notes.R6-CP-TP-06-2005*. Portland, OR: USDA Forest Service, Pacific Northwest Rgion, State and Private Forestry, Cooperative Forestry, 13- 16.
- Landis, T. D., 2008a. Nursery practices. In: Bonner, F. T, R. P. Karrfalt, (Eds). *The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727*. Washington, DC, USDA, *Forest Service Chronicle*, 7: 125-145.
- Landis, T.D., 2008b. Forest nursery notes. Winter 2008, USDA Forest Service, 28(1): 9-15.
- Leugner, J., Jurásek, A., Martincová, J., 2009. Comparison of morphological and physiological parameters of the planting material of norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) from intensive nursery technologies with current bareroot plants. *Journal of Forest Science*, 55(11): 511–517.
- Mason, W.L, 1994. Production of undercut stock. In: Aldhous J.R. and Mason W.L. (Eds). *Forest Nursery Practice, Forestry Commission Bulletin*, 112-121.
- Mattsson, A., 1996. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13: 223-248.
- McCreary, D., Tecklin, J., 1993. Top pruning improves field performance of blue oak seedlings. *Tree Planter's Notes*, 44, 2: 73-77.
- Mexal, J.G., Landis, T.D., 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In Robin, R.; Campbell, S. J.; Landis, T. D., (Eds). *Target Seedling Symposium, Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations; 1990 August 13-17; Roseburg, Oregon. Gen. Tech. Rep. RM-200*. Ft. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 17-35.
- Mexal, J.G., South, D.B., 1991. Bareroot seedling culture. In: Duryea ML, Dougherty, PM (Eds). *Forest Regeneration Manual*. Kluwer, Netherlands, 89-115.
- Miller, A.E., Rose, W., Ray, K.F., 1985. Root wrenching and top pruning effects on loblolly pine nursery seedling development. Proceedings of the Third Biennial Southern Silvicultural Research Conference, (Shoulders, E., Ed.). USDA Forest Service GTR-SO-54, New Orleans, Louisiana, 11-17.
- Morrissey, N., Reilly, C.O., 2002. Effect of root wrenching in the nursery on the quality of Japanese larch transplants. *Irish Forestry, Journal of The Society of Irish Foresters*, 59, 1(2): 2-16.
- Ouedraogo, F. B., Brorsen, B. W., Biermacher, J. T., Rohla, C. T., 2020. Effects of pruning at planting on pecan trunk development and total shoot growth. *Hort Technology*, 30 (2): 248-250.
- Puttonen, P., 1997. Looking for the “Silver Bullet”- Can one test do it all. *New Forests*, 13: 9 – 27.
- Ritchie, G.A., Dunlap, J.R., 1980. Root growth potential: Its development and expression in forest tree seedlings. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 10 (1): 218-48.
- Russell, T.E., 1979. Planting methods for black walnut on cumberland plateau sites. *Tree Planters' Notes*, 30(1): 11-13.
- Saleh, A., Aldin, H.A., Ali, W., 2013. Improvement of seedlings production techniques of *Ceratonia siliqua* L. in the nursery and investigating the influence of improvement done on seedlings survival ratio in outplanting. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies-Biological Sciences Series*, 35(2): 105-123.
- Sambeck, J.W.V., Godsey, L.D., Walter, W.D., Garrett, H.E., Dwyer, J.P., 2016. Field performance of *Quercus bicolor* established as repeatedly air-root-pruned container and bareroot planting stock. *Open Journal of Forestry*, 6: 163-176.
- Schultz, R. C., Thompson, J. R. 1990. Nursery practices that improve hardwood seedling root morphology. *Tree Planters' Notes*, 41: 21–32.
- Schultz, R., Thompson, J., 1997. Effect of density control and undercutting on root morphology of 1+0 bare-root hardwood seedlings: Five-year field performance of root-graded stock in the central USA. *New Forests*, 13: 301–314.
- Seçmen, Ö., 1974. *Ceratonia siliqua* L'nın ekolojisi. *Bitki*, 1 (4):533-543.
- Shoulders, E., 1963. Root pruning southern pines in nursery. USDA Forest Service, Southern Forest Exp., New Orleans, Louisiana, Forest Service Research Paper SO- 5.
- Shoulders, E., 1965. Root pruning in southern pine nurseries. *Tree Planters' Notes*, 70:12-15.
- Smith, M.W., Johnson, J.L., 1981. The effect of top pruning and root length on growth and survival of transplanted pecan trees. *Pecan Quarterly*, 15(2):20-22.
- South, D.B., Blake, J.I., 1994. Top-pruning increases survival of pine seedlings. Alabama Agricultural Experiment Station. *Highlights of Agricultural Research*, 41(2): 9.

- South, D.B., 1996. Top-pruning bareroot hardwoods: A review of the literature. *Tree Planters' Notes*, 47(1):34-40.
- South, D.B., 2016. Top pruning of bareroot hardwood seedlings. *Tree Planters' Notes*, 59, 2: 37-48.
- Steiner, K.C., Zaczek, J.J., Bowersox, T.W., 1990. Effects of nursery regime and other treatments on field performance of northern red oak. Van Sambeek, J.W.; Larson, Merlyn M., Eds., Fourth Workshop on Seedling Physiology and Growth Problems in Oak Plantings; 1989 March 1-2; Columbus, OH. General Technical Report NC-139. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- Sutton, R.F., 1980. Planting stock quality, root growth capacity and field performance of three boreal conifers. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 10: 54-71.
- Şahin, M., Sabuncu, R., Cengiz, Y., 2004. *Ceratoniasiliqua* L.'nin yetiştirilmesi. Teknik Bülten: 21, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, 23, Antalya.
- Tanaka, Y., Walstad, J. D., Borrecco, J. E. 1976. The Effect of wrenching on morphology and field performance of douglas fir and loblolly pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 6: 453-458.
- Tilki, F., 1999. Çıplak köklü fidan üretiminde tepe budaması. İstanbul Üniversitesi. Orman Fak. Dergisi, B49 (1-4): 119-130.
- Tilki, F., Yüksek, F.T. Yüksek, Güner, S., 2009. The effect of undercutting on growth and morphology of 1+0 bareroot sessile oak seedlings in relation to acorn size. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4): 3900-3905.
- Tolay, U., 1983. Hendek orman fidanlığında Uludağ göknarının (*Abies bornmulleriana* Mattf.) yetiştirme teknikleri ile fidan kalitesi ve dikim başarısı arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülteni, 19: 348 – 448, İzmit.
- Tolay, U., 1987. Yapraklı tür orman ağaçları fidanlık tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten, 140, İzmit.
- Tolliver, J.R., Sparks, R.C., Hansbrough, T., 1980. Effects of top and lateral root pruning on survival and early growth-three bottomland hardwood tree species. 1980, *Tree Planters Note*, 31(3): 13-15.
- Vardar, Y., Seçmen, Ö., Öztürk, M., 1980. Some distributional problems and biological characteristics of carob in Turkey. *Acta Biologica*, (A) XVI(1-4), Portugaliae, 16: 75-86.
- Wilson, E.R., Vitols, K.C., Park, A., 2007. Root characteristics and growth potential of container and bare-root seedlings of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ontario. Canada, *New Forests*, 34:163-176.
- Zaczek, J.J., Steiner, K. C., Bowersox, T.W., 1993. Performance of northern red oak planting stock. *Northern Journal of Applied Forestry*, 10: 105-111.
- Zaczek, J.J., Steiner, K. C., Bowersox, T.W., 1997. Northern red oak planting stock: 6 Year Results. *New Forests*, 13: 177-191.

Anadolu kestanesi'nde (*Castanea sativa* Mill.) farklı aşı yöntemlerinin fidan üretim başarısına etkileri

The effects of different grafting methods on seedling production success in sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.)

Hülya TURNA¹
İbrahim TURNA²
Arzu AYGÜN¹
Fahrettin ATAR²

¹ Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)
İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)
15.04.2023

Kabul Tarihi (*Accepted*)
17.07.2023

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)
Ercan VELİOĞLU
ercanvelioglu@ogm.gov.tr

Atıf (*To cite this article*): Turna, H. , Turna, İ. , Aygün, A. & Atar, F. (2023). Anadolu kestanesi'nde (*Castanea sativa* Mill.) farklı aşı yöntemlerinin fidan üretim başarısına etkileri . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 140-151 . DOI: 10.17568/ogmoad.1283673



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Kestane'nin ıslahına yönelik çalışmalar; özellikle önemli bazı hastalık ve zararlıların bu türün varlığını tehdit etmesi ile yoğunluk kazanmıştır. Bunun yanında kestane'nin meyve verimi ve bal ormanlarının tesisinde ıslah edilmiş bireylerin kullanılması önemlidir. Gerek hastalıklara dayanıklılık gerekse çok amaçlı fonksiyonlara cevap verecek özelliklerde kestane fidanı yetiştiriciliği Türkiye ormanlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesindeki doğal kestane ormanlarından seçilen en iyi bireylerden alınan aşı materyalleri ile en uygun aşı yöntemi ve zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır. Aşı yöntemleri olarak durgun aşı döneminde (ağustos ve eylül) yongalı göz, yama göz ve ters T göz aşılı, sürgün aşı döneminde de (mart ve nisan) dilcikli ve yongalı göz olmak üzere dört farklı aşı yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek tutma başarısı %90,8 ile ağustos ayının sonu ile eylül ayının ilk haftasında uygulanan yama göz aşısında elde edilmiştir. Bunu yine ağustos-eylül aylarında ters T göz aşısı yöntemi %81,7 başarı oranı ile takip etmiştir. Yongalı göz aşısı uygulanacaksa en uygun zamanın nisan ayı (%73,0) olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma sonrası bir yandan Doğu Karadeniz Bölgesindeki mevcut kestane ormanlarının ex-situ yöntemlerle muhafazasına, diğer yandan ise gerek odun üretimi gerekse odun dışı orman ürünü (meyve ve bal üretimi) amaçlı sağlıklı bireylerin yetiştirilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yongalı göz aşısı, ters T aşısı, yama aşı, dilcikli aşı, anaç, kestane

Abstract

Studies on breeding chestnut have intensified, especially after some important diseases and pests threaten the existence of this species. In addition, it is important to use improved individuals in chestnut fruit yield and the establishment of honey forests. Chestnut seedling cultivation that is disease resistant and capable of responding to multi-purpose functions is of great importance for Turkish forestry. This study aims to determine the most suitable grafting method and timing using superior individuals selected from natural chestnut forests within the Eastern Black Sea Region. As for the grafting methods, four methods were tried to be used including chip-budding, patch-budding and inverted T-budding in the dormancy grafting period (March and April), and chip-budding and whip grafting in the vegetation grafting period (August and September). As a result of the study, the highest success was achieved by patch-budding as 90.8% at the end of August and the first week of September. This was followed by the inverted T-budding in August-September with a success rate of 81.7%. Also, if the chip-budding is to be applied, it is determined that the best time is April (73.0%). With the project, on the one hand, recommendations were made for ex-situ conservation of the chestnut forests in the Eastern Black Sea Region, and on the other hand, for growing healthy individuals for the production of wood and non-wood forest products (fruit and honey).

Keywords: Chip-budding, inverted T-budding, patch-budding, wipe grafting, rootstock, chestnut

1. Giriş

Orman kaynaklarının en iyi şekilde planlanarak işletilmesi ve toplum faydasına sunulması günümüzün en önemli gereksinimlerindedir. Özellikle çok amaçlı kullanım alanı ve potansiyeline sahip türlerin başında gelen kestane (Idzajtich ve ark., 2009), Türkiye'nin önemli orman ağacı türlerinden biridir. *Fagaceae* familyasına ait olan kestane cinsinin dünyada dokuz türü bulunmaktadır (Anonim, 2018). Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren tek türü Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill)'dir (Kayacık, 1981).

Anadolu kestanesi Türkiye'de Kafkaslardan başlayarak Bulgaristan sınırına kadar Kuzey Anadolu (Karadeniz sahili) boyunca, Batı Anadolu'da ve Marmara çevresinde yayılışa sahiptir. Ayrıca Akdeniz bölgesinde (Isparta, Manavgat, Alanya) de lokal olarak yer almaktadır. Kestane türü *Castanetum* zonuna ismini veren karakteristik bir orman ağacıdır. Karadeniz Bölgesinde sahilden başlayarak 1200 m'ye, Rize yöresinde 1700 m yükseltiye, Ege Bölgesinde (Kütahya-Simav) de yer yer 1800 m yükseltilere kadar çıkmaktadır. 500-600 metre yükseltilere kadar diğer ağaç türleri ile karışık veya tarımsal ürünlerle içi içe bulunmaktadır (Turna, 2014a).

Ülkemizde orman amenajman planlarına göre Kestane ormanları yaklaşık 81.232 ha alanda yayılış göstermektedir (OGM, 2020). Türün en fazla yayılış Trabzon, Giresun ve Artvin Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içerisinde görülmektedir. Kestane ormanlarının ıslahı, silvikültürü, ekolojik özellikleri, amenajmanı ile sosyo-kültürel önemi üzerinde ayrıntılı çalışmaların yapılmadığı, bu anlamda bugüne kadar maalesef ihmal edilen türlerimizde başında geldiği söylenebilir. Zira kestane ormanlarının sağladığı çok amaçlı fonksiyonlar düşünüldüğünde en önemli orman ağacı türlerimizden biridir. Bilindiği gibi kestane ormanları uzun yıllar bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de biyotik ve abiyotik zararlılarla karşı karşıyadır. Özellikle kestanesinin eko-silvikültürel özelliklerine aykırı uygulamalarla kestane ormanlarının vasfı bozulmuş, birçok yerde aşı çalışmaları ile özellikle meyve verimine yönelik niteliği değiştirilmeye çalışılmıştır (Turna, 2014b).

Zira Kestane Eylem Planında da doğal kestane ormanlarında aşılama çalışmalarının yapılmamasına vurgulanmıştır (Anonim, 2013).

Kestane ormanlarındaki hastalık durumu ile kestanesinin ıslahına yönelik bazı çalışmaların yapıldığı, ancak bu çalışmaların uygulamaya aktarılması ya da çalışmaların devamlılığının sürdürülmesi konu-

sunda aksamalar olduğu görülmektedir. Nitekim, Türkiye'de çeşitli araştırmacılar tarafından kestane yetiştiriciliği yapılan Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinden izolat toplama, izolatların fenotipleri, uyum grupları ve eşleşme tiplerini belirleme, hipovirulentlik aktarımı gibi *in-vitro* araştırmalar yanında, daha genel olarak hastalık teşhisi ve mücadelesine yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmiştir (Gürer ve ark., 2001; Döken ve ark., 2004; Çeliker ve Onoğur, 2011; Açıkgöz ve ark., 2007; Akıllı ve ark., 2009; 2011; 2013). Yine bazı araştırmacılar tarafından kontrollü koşullarda kestane fidanları kullanılarak *in-vivo* çalışmalar da yürütülmüştür (Aksoy ve ark., 2005; Akıllı ve ark., 2011; 2013). Ayrıca kestanesinin silvikültürü ve farklı işletme şekillerini ele alan çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Turna ve ark., 2017a; Turna ve ark., 2017b; Atar ve Turna, 2018a; Atar ve Turna, 2018b; Turna ve ark., 2018; Atar, 2020; Özbayram ve Seçgin, 2020)

Ülkemizin farklı yörelerinde yapılan incelemeler sonucu Antalya-İbradı, Isparta-Ayazma, İzmir-Bayındır, Afyonkarahisar-Şuhut ve Artvin-Genya Dağı gibi yörelerde çok yaşlı aday anıt ağaç niteliğinde kestane ağaçlarının da içinde bulunduğu münferit, küme hatta meşcere bazında kestanelerin olduğu tespit edilmiştir. Bu türün geçmişten günümüze kadar ulaşan genetik mirasının varlığı, yeni araştırmalar ve silvikültürel çalışmalar için önem arz etmektedir. Zira geçmişten bugüne süregelen genetik miras *in-situ* veya *ex-situ* yöntemler ile mutlaka koruma altına alınmalıdır (Turna, 2014a). Kestanesinin tohum ve vejetatif yöntemlerle üretildiği, vejetatif olarak ise aşı ile üretim yönteminin tercih edildiği belirtilmiştir (Aksoy ve ark., 2005). Kestane yetiştiriciliği konusunda en önemli araştırmaların meyve üretimi amaçlı gerçekleştirildiği, bunlar arasında en önemli yetiştirme tekniğinin vejetatif üretim teknikleri içerisinde aşılama yoluyla olduğu bilinmektedir.

Kestane için uygun aşı yönteminin hangisi olduğu konusunda değişik öneriler ileri sürülmekte, bazı kaynaklarda T göz aşısı ile yongalı göz aşısının (kemikli) çok başarılı olduğu (Izaki ve ark., 1975; Özkarakaş ve Önal, 1997), bunun yanında kopulasyon (yanaştırma=bindirme), dilcikli, kabuk, üçgen (kakma) ve yarma aşı yöntemlerinin de başarılı sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Hartmann ve ark., 1990; Craddock ve Bassi, 1993; Serdar ve Soylu, 2005). Yabani kestane ağaçlarının aşılmasında kabuk aşı yönteminin de başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Yine sürgün göz aşıları, aşı kalemleri aktif gelişmeye başladıktan sonra yapılması önerilmektedir (Hartmann ve ark., 1990; Ridley ve ark., 1999). Serdar ve Soylu (2005), tüplü kestane fidanı üretiminde anaç yapraklandıktan sonra

yapılan sürgün ters T aşısını, açık köklü fidan yetiştiriciliğinde ise anaçta tomurcuk patlamasından sonra yapılan diltikli aşığı tavsiye etmişlerdir.

Bonev (1977), yongalı göz aşısının anaçta kabuğun ayrılmadığı dönemlerde de yapılabileceğini ifade etmektedir. Aşıda kaynaşmayı sağlayan kallus dokusunun iklim verilerine göre değişiklik gösterdiği, bu nedenle de sürgün göz ve kalem aşılarında nisan ayı ve mayıs ayının ilk dönemleri güvenilir bir zaman olmakta ve bu zaman diliminde yapılması önerilmektedir (Soylu, 1982). Allen (1980) ile Craddock ve Bassi (1993) diltikli aşılarda erken ilkbaharda anaçlar vejetatif gelişmeye başladıktan sonra yapılmasını, Bazzigher ve ark. (1984) ise yöntemin vejetasyon dönemi dışında ve kışın yapılabileceğini ifade etmektedir. Ancak diltikli aşı erken yapıldığında bazı yıllarda ilkbahar geç donlarından zarar görülmektedir. Kestaneler her bir boğumda tek bir sürgün gözü içerdiğinden bu göz zarar gördüğünde sürgün gelişimi gerçekleşmemektedir (Allen, 1980; Craddock ve Bassi, 1993; Ridley ve Beaumont, 1999).

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yayılış gösteren kestane ormanlarından seçilen en iyi bireylerden alınan aşı materyalleri ile en uygun aşı yöntemi ve zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bir yandan mevcut ormanların devamlılığı için ex-situ yöntemine katkı sağlanması, diğer yandan orman halk ilişkilerini geliştirme adına bal ve meyve üretimine yönelik çalışmalar için altlık oluşturulması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak, aşı malzemeleri (aşı macunu, aşı bandı, bağ makası, seyyar dondurucu saklama kabı, vb.), altlık olarak kullanılan kestane fidanları (saksılı) ve aşı kalemleri ile gerekli ölçüm aletleri (metre, kumpas, vb.) kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Aşı kalemi alınacak ağaçların belirlenmesi

Çalışma kapsamında aşı kalemi alınan ağaçlar, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü sınırları dahilindeki doğal kestane meşcerelerinden hastalıklardan arı ve düzgün gövdeli ağaçlar seçilmiş olup, bireylere ait bilgiler, ölçüm karnelerine işlenmiştir. Kestane kanseri Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan kestane sahalarında büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bunun için öncelikle gövdede ve dallarda hastalık belirtilerini tespit etmek için yapraklanmanın olmadığı mart ayında sahalarda gözlemler yapılmıştır. Haziran ayında yapraklardaki belirgin kurumalar göz önünde bulundurularak, özellikle kestane dal kanseri ve diğer biyotik-abiyotik zararlıların olmadığı, mümkün olduğunca sağlıklı ve hipovirulentli bireyler kontrol edilerek aşı kalemi alınacak ağaçlar işaretlenmiştir.

Kestane ağaçları, fenolojik olarak hastaliksız veya hipovirulentli, düzgün ve dolgun gövdeli, orta yaşlı vb. özelliklere göre belirlenmiş ve gerekli ölçümler [çap (cm), boy (m)] yapılmıştır. Seçilen ağaçlar göğüs hizasından işaretlenip, numaralandırılmış ve meşcerede bulunduğu yerler GPS ile belirlenip, harita üzerinde gösterilmiştir.

Belirlenen aşı yöntemleri ve aşı zamanları her bir anaçta ayrı ayrı denenmiştir. Yeterli miktarda materyal temini için 2015 yılı vejetasyon dönemi öncesinde belirlenen anaç ağaçlarda budama yapılmış ve yeterli sürgün elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada kullanılan aşı kalemleri için seçilen ağaç sayısı 5 olup, toplam 600 fidanda aşılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aşı kalemlerinin alındığı ağaçların buldukları mevki Şekil 1'de, ağaçların genel görünümü Şekil 2'de sunulmuştur. Aşı kalemlerinin alındığı bireyler hakkında genel bilgiler özet halinde Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Aşı kalemi alınan ağaçların konumları
Figure 1. The locations of trees where grafts are taken



Şekil 2. Aşı materyali almak üzere seçilmiş anaç kestane bireyleri (Resimler soldan sağa 1-2: Rize-Ardeşen, 3: Trabzon-Meryemana, 4-5: Düzköy mevkiine aittir)

Figure 2. Selected rootstock chestnut individuals for obtaining grafting material (Pictures from left to right 1-2: Rize-Ardeşen, 3: Trabzon-Meryemana, 4-5: Belongs to the position of Düzköy)

Tablo 1. Anaç kestane bireylerine ilişkin bazı özellikler
Table 1. Some characteristics of rootstock chestnut individuals

Ağaç No	Mevkii	Rakım (m)	Boy (m)	$d_{1,30}$ Çap (cm)	Dalsız Gövde Uzunluğu (m)	Tepe Tacı İzdüşümü (m ²)	Koordinat
1	Ardeşen	1100	15	40	8	2,0	678857-4557477
2	Ardeşen	1080	19	50	10	3,2	678856-4557443
3	Meryemana	1013	10	19	5,8	4.2	555215-4505634
4	Düzköy	1160	16	40	9,5	3,8	526646-4517966
5	Düzköy	1155	13	40	10,5	3,8	526782-4519018

2.2.2. Altlık olarak kullanılacak fidanların yetiştirilmesi

Çalışmada, Artvin-Borçka orijinli doğal kestane ormanlarından ekim ayında temin edilen tohumlardan yetiştirilen 1+0 yaşındaki kestane fidanları altlık olarak kullanılmıştır. Tohumlar 2014 yılında Trabzon-Of Orman Fidanlığında enso tipi kaplara ekilmiş ve 2014 yılı sonunda 1+0 yaşındaki fidanlar, Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Fidanlığında açık alanda saksılara repikaj yapılmıştır. Aşılamaya ait işlemler Meryemana Araştırma Ormanı Fidanlığında ve daha sonrasında da Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yerleşkesi içinde oluşturulan fidanlık alanında yapılmıştır.

2.2.3. Aşılama yöntemlerinin uygulanması

Çalışmada aşılama zamanı olarak, durgun aşı döneminde ağustos ve eylül ayları ile erken sürgün aşı döneminde mart ve nisan ayları seçilmiştir. Aşılama yöntemi olarak durgun aşı döneminde yongalı göz, yama göz ve ters T, erken sürgün aşı döneminde ise dıcikli ve yongalı göz olmak üzere dört çeşit aşı yöntemi uygulanmıştır. İlk aşılama çalışmaları Meryemana Araştırma Ormanı Fidanlık sahasında 1+1 yaşındaki fidanlarda 2015 yılında gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında; beş adet anaçtan alınan aşı

kalemleri karıştırılarak durgun ve sürgün döneminde 600 adet birey üzerinde aşılama çalışması gerçekleştirilmiştir. Bütün denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır (Tablo 2).

Aşı kalemleri anaçın (ortetin) tepe tacının dış yüzünden yani ışık almış, iyi gelişmiş, sağlıklı 1-2 yıllık sürgünlerden alınmıştır. Sürgünler kuvvetli olup, üzerlerinde sürgün tomurcukları bulunmaktadır. Aşı kalemleri alınırken aşı yapım alanına olan uzaklığa göre kalemleri çok bekletmeyecek şekilde hareket edilmiştir. Aşılama için gerekli zaman en aza indirilmiş yüksek rutubetli ve rüzgârsız ortam oluşturulmaya dikkat edilmiştir. Aşı yaparken, göz alınan sürgünler kesildikten sonra yapraklar, kısa bir yaprak sapı kalacak şekilde temizlenmiştir. Aşılama sırasında sterilizasyona azami dikkat edilmiştir. Aşılama için gerekli olan tüm aletler tekrarlı olarak dezenfekte edilmiştir. Ayrıca kalem ve anaçlar da aşılanmadan önce dezenfekte işlemine tabi tutulmuştur.

Ters T Göz Aşısı: En çok bilinen ve kullanılan bir yöntem olup genellikle 6-25 mm arasındaki çapa sahip altlıklara uygulanmıştır. Altlık ters T şeklinde kesilmiş, göz ise kalkan şeklinde kesilerek altlıkta açılan yere yerleştirilmiştir.

Yama Göz Aşısı: Kalın kabuklu bitkilerin çoğaltılması bu yöntemle olup altlıktan dikkörtgen şeklinde bir kabuk parçası kesilip çıkarılmış ve

Tablo 2. Kestanede uygulanan aşı yöntemleri ve aşı zamanı
Table 2. The grafting methods and time applied in chestnut

Aşı yöntemi	Aşı zamanları	Aşı Materyali Sayısı (Adet)	Tekerrür Sayısı	Toplam (Adet)
Yongalı göz	Ağustos	20	3	60
	Eylül	20	3	60
Ters T aşısı	Ağustos	20	3	60
	Eylül	20	3	60
Yama göz	Ağustos	20	3	60
	Eylül	20	3	60
Dilcikli	Mart	20	3	60
	Nisan	20	3	60
Yongalı göz	Mart	20	3	60
	Nisan	20	3	60
Toplam				600

yerine aşı kalemlerinin üzerinde bir göz bulunan aynı büyüklük ve şekildeki bir kabuk parçası oturulmuştur.

Yongalı Göz Aşısı: Yama göz aşısının benzeri olup, farkı anaçtan alınan tomurcuklu kabuk daha kalın ve yongalıdır. Yapılışı yama göz aşısındaki gibidir.

Dilcikli Aşı: Bu yöntem daha çok anaç veya dalların yaklaşık 10 mm çapında olduğu bitkilerin aşılmasında kullanılmaktadır. Aşının başarısı için gerekli şartların başında aşı kalemi ile anaçın aynı kalınlıkta olması gelmektedir. Aşı işleminde, anaçın üst tarafında açılacak kesit yüzeyi kalemin alt kısmında açılacak kesit yüzeyi ile tamamen eşit olmalıdır. Anaçın üstünde 2-5 cm uzunluğunda meyilli bir kesim yapılır. İlk kesit yüzeyinin uzunluğunun yaklaşık 1/3'ünden başlamak üzere aşağıya doğru ikinci bir kesim yapılır. Kalemde de anaçtakine benzer kesim yapıldıktan sonra ilk kesitin altında ikinci bir kesim gerçekleştirilir. Daha sonra anaç ve kalem birbiri içine geçecek şekilde (diller birbirine kenetlenir) bir araya getirilir.

Çalışmada kullanılan aşı kalemleri ve altlıklar yaklaşık 1 cm kalınlığındadır ve kalemler üzerinde 2 sağlıklı tomurcuk yer almaktadır. Aşı kalemleri henüz uyanmamış (dormant), plastik kapalı torbada alınmış ve buzdolabında saklanmıştır. Aşılama anaçlara su yürüdüktan sonra gerçekleştirilmiştir. Anaçlar daha yüksek rakımlarda bulunduğu için de su yürüme zamanları denk getirilmiştir. Aşı yerini kapatmada rafya ve aşı macunu kullanılmıştır.

Durgun ve sürgün aşı dönemlerinde yapılan aşılama çalışmalarında aşılarda rutin kontrollerle kayıt altına alınmıştır. Aşıların kaynaşma durumları dikkate alınarak 45 günlük süre sonunda aşı tutma oranları tespit edilmiştir. Durgun dönemde yapılan aşılarda 45 günlük süre sonunda kaynaşma durum-

larına göre tutma başarılarına karar verilse de, bir sonraki vejetasyon dönemi başında aşılarda sürme durumu kontrol edilmiştir. Deneme süresi boyunca sulama, ot alma, gölgeleme ve gübreleme gibi bakım çalışmaları düzenli olarak yapılmıştır.

2.2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. Farklı aşı yöntemi, aşı zamanı ve aşı yöntemi \times aşı zamanı etkileşimine bağlı olarak, tutma başarıları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlılığı ($p < 0,05$) varyans analizi ile ortaya koyulmuştur.

3. Bulgular

Durgun aşı döneminde Enstitü Müdürlüğü yerleşkesinde iki farklı zaman (Ağustos ve Eylül) ve üç farklı yöntem kullanılarak (Test T, Yongalı Göz, Yama Göz) gerçekleştirilen aşı çalışmaları sonrasında elde edilen tutma başarıları sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir. Buna göre yapılan aşılama işlemleri sonucunda ortalama tutma başarıları %78,03 olarak tespit edilmiştir. En düşük tutma başarıları %60,00 ile ağustos ayında yongalı göz aşı yönteminde, en yüksek tutma başarıları ise %93,20 ile ağustos ayında yama göz aşı yönteminde elde edilmiştir.

Farklı aşı zamanı ve aşı yöntemlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucu elde edilen değerler Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre farklı aşı zamanına ait sonuçlara bakıldığında, Durgun aşı döneminde ağustos ve eylül ayına ait tutma başarıları sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Farklı aşı yöntemleri bakımından elde edilen sonuçlar incelendiğinde ise yama göz aşı yönteminin %90,8 tutma başarıları ile en yüksek başarıyı sağladığı, yongalı göz aşı yönteminin ise %61,6 tutma başarıları ile en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Durgun aşı döneminde farklı zaman ve aşı yöntemlerine ait tutma oranları
Table 3. The bud take rate of different time and grafting methods in the dormancy grafting period

Aşı Zaman	Aşı Yöntemi	Ortalama Tutma Başarısı (%)	Standart Sapma
Ağustos	Ters T	83,40	19,70
	Yongalı Göz	60,00	30,82
	Yama Göz	93,20	8,62
	Ortalama	78,87	25,43
Eylül	Ters T	80,00	17,79
	Yongalı Göz	63,20	21,02
	Yama Göz	88,40	24,01
	Ortalama	77,20	23,17
Genel Ortalama	Ters T	81,70	18,52
	Yongalı Göz	61,60	25,97
	Yama Göz	90,80	17,89
	Ortalama	78,03	24,21

Tablo 4. Durgun aşı döneminde aşı zamanı ve yöntemine ilişkin ortalama tutma oranları
Table 4. The bud take rate related to grafting time and methods in the dormancy grafting period

Aşı Zamanı	Aşı Yöntemi	Ortalama Tutma Başarısı (%)	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
Ağustos	Ters T	78,87	72,522	85,211
	Yongalı Göz	77,20	70,856	83,544
Eylül	Ters T	81,70 a	73,930	89,470
	Yongalı Göz	61,60 b	53,830	69,370
	Yama Göz	90,80 a	83,030	98,570

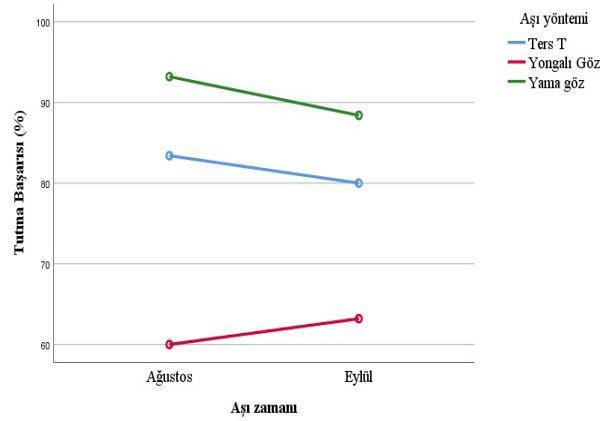
Aşı zamanı, aşı yöntemi ve aşı zamanı \times aşı yöntemi arasındaki etkileşime bağlı olarak, ortalama tutma başarılarının istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış olup sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Varyans analizi sonucunda; sadece aşı yöntemine bağlı olarak tutma başarıları arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiş olup yapılan Duncan testine göre ters T ve yama göz aynı grupta, yongalı göz aşısı ise farklı grup olmak üzere iki ayrı grup oluş-

muştur.

Aşı zamanı ve aşı zamanı \times aşı yöntemi etkileşimi bakımından ise istatistiksel olarak tutma başarıları arasında anlamlı farklılıkların bulunmadığı tespit edilmiştir. Aşı zamanı \times aşı yöntemi etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermemekle birlikte bu iki kritere ilişkin tutma başarıları sonuçları Şekil 3'te gösterilmiştir. Buna göre ters T ve yama göz aşı yöntemlerinde ağustos ayında tutma başarıları daha yüksek iken, Yongalı göz aşısında ise Eylül ayında tutma başarıları daha yüksek olmuştur.

Tablo 5. Durgun aşı döneminde aşı zamanı ve aşı yöntemine ilişkin tutma oranına ait varyans analizi sonuçları
Table 5. The result of variance analysis of the bud take rate related to grafting methods and time in the dormancy grafting period

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	13730,90	5	2746,18	5,996	0,000
Etkileşim	548028,10	1	548028,10	1196,568	0,000
Aşı zamanı	62,50	1	62,50	,136	0,713
Aşı yöntemi	13394,60	2	6697,30	14,623	0,000*
Aşı zaman * Aşı yöntemi	273,80	2	136,90	,299	0,742
Hata	38472,00	84	458,00		
Toplam	600231,00	90			
Düzeltilmiş Toplam	52202,90	89			



Şekil 3. Durgun aşı döneminde aşı zamanı ve aşı yöntemi etkileşimine ilişkin sonuçlar
Figure 4. The results related to the interaction of grafting method and time in the dormancy grafting period

Erken sürgün aşı döneminde Enstitü Müdürlüğü yerleşkesinde iki farklı zaman (mart ve nisan) ve iki farklı yöntem kullanılarak (Yongalı Göz ve Dilcikli) gerçekleştirilen aşı çalışmaları sonrasında

elde edilen tutma başarıları Tablo 6'da verilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, yapılan aşılama işlemleri sonucunda genel ortalama tutma başarıları %62,10 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Sürgün aşı döneminde farklı zaman ve aşı yöntemlerine ait tutma oranı
Table 6. The bud take rate of different time and grafting methods in the vegetation grafting period

Aşı Zaman	Aşı Yöntemi	Ortalama Tutma Başarısı (%)	Standart Sapma
Mart	Yongalı Göz	56,40	32,73
	Dilcikli	57,80	25,09
	Ortalama	57,10	28,92
Nisan	Yongalı Göz	73,00	14,42
	Dilcikli	61,20	27,31
	Ortalama	67,10	22,45
Toplam	Yongalı Göz	64,70	26,44
	Dilcikli	59,50	26,06
	Ortalama	62,10	26,27

Farklı aşı zamanı ve aşı yöntemlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir. Nisan (%67,10) ayında mart (%57,10) ayına kıyasla daha yüksek tutma başarıları elde edildiği ortaya koyulmuştur. Farklı aşı yön-

temi bakımından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise tutma başarılarının birbirine yakın değerler aldığı ve yongalı göz aşı yönteminin dilcikli aşı yöntemine göre az bir fark ile daha yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Sürgün aşı döneminde aşı zamanı ve aşı yöntemine ait ortalama tutma oranları
Table 7. The bud take rate related to grafting time and methods in the vegetation grafting period

Aşı Zamanı	Aşı Yöntemi	Ortalama Tutma Başarısı (%)	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
Aşı Zamanı	Mart	57,10	50,512	63,688
	Nisan	67,10	60,512	73,688
Aşı Yöntemi	Yongalı Göz	64,70	58,112	71,288
	Dilcikli	59,50	52,912	66,088

Aşı zamanı, aşı yöntemi ve aşı zamanı × aşı yöntemi arasındaki etkileşime bağlı olarak ortalama tutma başarılarının istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla

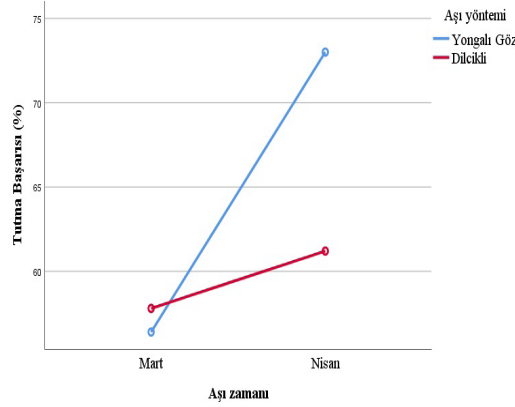
varyans analizi yapılmıştır (Tablo 8). Varyans analizi sonucunda sadece aşı zamanına bağlı olarak tutma başarıları arasında %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Aşı

yöntemi ve aşı zamanı × aşı yöntemi etkileşimi bakımından ise istatistiksel olarak tutma başarıları arasında anlamlı farklılıkların bulunmadığı belirlenmiştir. Aşı zamanı × aşı yöntemi etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermemekle birlikte

bu iki kritere ilişkin tutma başarıları sonuçları Şekil 4'te gösterilmiştir. Buna göre mart ayında dilcikli aşı yönteminde daha yüksek tutma başarıları görülürken, nisan ayında yongalı göz aşı yönteminde daha yüksek tutma başarıları elde edilmiştir.

Tablo 8. Sürgün aşı döneminde aşı zamanı ve aşı yöntemine ilişkin tutma başarılarına ait varyans analizi sonuçları
Table 8. The result of variance analysis of the bud take rate related to grafting methods and time in the vegetation grafting period

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Doğrusal Model	5118,00	3	1706,00	2,57	0,058
Etkileşim	462769,20	1	462769,20	697,08	0,000
Aşı zamanı	3000,00	1	3000,00	4,52	0,036*
Aşı yöntemi	811,20	1	811,20	1,22	0,271
Aşı zaman * Aşı yöntemi	1306,80	1	1306,80	1,97	0,163
Hata	77008,80	116	663,87		
Toplam	544896,00	120			
Düzeltilmiş Toplam	82126,80	119			



Şekil 4. Sürgün döneminde aşı zamanı ve aşı yöntemi etkileşimine ilişkin tutma başarıları sonuçları
Figure 4. The results related to the interaction of grafting method and time in the vegetation grafting period

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada doğal yayılışın olduğu ortamda, kestane türü üzerinde dört farklı aşı yöntemi ve dört farklı zamanda uygulanmıştır. Böylece kaliteli fidan yetiştirme amacına en uygun aşı yöntemi ve zamanı belirlenmiştir. Aşı yöntemlerinde başarıyı etkileyen çok çeşitli faktörler söz konusu olup, aşı zamanı, anacın yaşı, gelişme durumu, aşı kaleminin özellikleri, aşı yapılan ortam ve teknik imkânlar, aşı yapanın tecrübesi vb. etkilidir (Hartmann ve ark., 1990; Ridley ve ark., 1999; Serdar ve Soylu, 2005).

Durgun aşı döneminde (ağustos-eylül) yapılan aşılama işlemlerinde tutma oranı ortalaması %73,03 olarak tespit edilmiştir. En yüksek tutma başarıları %93,20 değer ile ağustos ayında yama göz aşı yönteminde, en düşük değer ise %60,00 ile ağustos ayında yongalı göz aşısında elde edilmiştir. Benzer

şekilde Soylu (1982) ve Soylu (2004) kestanede göz ve kalem aşılarının uygulanabileceğini, ancak göz aşılarının hem uygulama hem de materyal temin kolaylığı bakımından tercih edilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Çalışmada dört farklı aşı zamanı ve aşı yöntemlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda elde edilen değerlere bakıldığında, ağustos (%93,20) ve eylül (%88,40) ayına ait tutma başarıları sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu, dolayısıyla aşı zamanı konusunda her iki zaman diliminde de aşılanmanın %80' in üzerinde bir başarı sağladığı anlaşılmaktadır. Yine durgun aşı döneminde yapılan farklı aşı yöntemleri içerisinde toplamda en iyi sonucun %90,8 tutma başarıları ile yama göz aşı yöntemi ile elde edildiği, yongalı göz aşı yönteminin ise %61,6 tutma başarıları ile diğer yöntemlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Nitekim Serdar ve Soylu (2005), dört farklı aşı zamanının üç farklı aşı yön-

temindeki tutma başarısı üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek tutma başarısının eylül ayının ilk yarısında ve yama göz aşısında elde edildiği ifade etmektedir. Özkarakaş ve Önal (1997) ise aşılama için en uygun zamanın eylül ayının ilk yarısını, aşı yöntemi olarak da yongalı göz aşısını önermektedir. Izaki ve ark. (1975) Japonya'da yongalı göz aşısının, Lizhen ve ark. (1998) ile Zhu ve ark. (1998) ise Çin'de yanıştırma aşısının çok başarılı sonuçlar verdiğini bildirmektedir.

Erken sürgün aşı döneminde (mart-nisan) yapılan aşılarda en düşük tutma başarısı %56,40 değer ile mart ayında yongalı göz aşı yönteminde, en yüksek tutma başarısı ise %73,00 değer ile nisan ayında yine yongalı göz aşı yönteminde elde edilmiştir. Dilcikli aşılarda en iyi sonuç ortalama %61,2 ile nisan ayında, en düşük %57,8 ile mart ayında olmak üzere ortalama %59,6'dır. Bununla birlikte gerek zaman gerekse yöntem olarak aşı tutma oranları arasında çok büyük farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Farklı aşı zamanı ve aşı yöntemlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi neticesinde; zaman bakımından mart ayında yapılan aşılarda en düşük değer %50,5; en yüksek değer ise %63,7; nisan ayında yapılan aşılarda en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla %60,5 ve %73,7'dir. Ortalama değerler olarak bakıldığında ise nisan (%67,10) ayında mart (%57,10) ayına kıyasla daha yüksek tutma başarısı elde edilmiştir. Aşı yöntemi bakımından da yongalı göz aşı yönteminin dilcikli aşı yöntemine göre az bir fark ile daha yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında; erken sürgün aşı döneminde yapılan aşılarda tutma oranı çok yüksek çıkmamıştır. Bunun bir nedeni de sürgün aşı döneminde göz aşılarda aşı kalemlerinin aktif gelişmeye başlama aşamasında alınmış olmasından kaynaklanabilir. Benzer şekilde yongalı göz aşılarda da bunun nedeni anaçta kabuğun tam olarak ayrılmadığı döneme karşılık gelmesi olabilir. Zira Hartmann ve ark. (1990) ile Ridley ve ark. (1999) göz aşılarda aşı kalemlerinin gelişmeye başladıktan sonra alınmasını, Bonev (1977) ise yongalı göz aşılarda anaçta kabuğun ayrılmadığı dönemin yanı sıra anaçta vejetasyonun başlamasından önce olması gerektiği belirtilmektedir. Çalışmamızda bu özelliklere dikkat edilmiş olmakla birlikte, aşı tutma başarısındaki düşüklüğün olası nedenlerinden birinin vejetasyonla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada mart ayından ziyade nisan ayında yapılan aşılarda daha yüksek çıkmasını, Soylu (1982) nisan ve mayıs ayının ilk dönemlerinde de sürgün göz ve kalem aşılarda en güvenilir zamanlar olduğu şeklinde belirtmiştir. Yeni denemelerin bu zamanlarda kurulması önerilir.

Hussain ve ark. (2016), Hindistan'da açık alan koşullarında yaptıkları çalışmada, iki farklı aşı yöntemi (yarma ve dilcikli aşı) ve üç farklı aşı zamanında (mart ayının ikinci ve dördüncü haftası, nisan ayının ikinci haftası) aşı tutma başarısını ortaya koymuşlardır. Aşı tutma başarısı bakımından ortalama olarak yarma aşıda %60,83; dilcikli aşıda ise %52,5 oranında başarı elde edilmiştir. Aşı zamanı olarak mart ayının ikinci haftasında %66,20 ile en yüksek, nisan ayının ikinci haftasında ise %47,50 ile en düşük tutma başarısı tespit edilmiştir. Bu veriler tarafımızdan yapılan dilcikli aşı verileri ile karşılaştırıldığında; mart ayında %57,8; nisan ayında %61,2 olmak üzere ortalama başarı oranı %59,6 ile benzer sonuçlar vermiştir. Benzer sonuçlar El-Deen ve ark. (2011) tarafından *Pistacia* türünde yaptıkları aşılama sonuçları ile de uyumludur.

Gerek durgun aşı döneminde gerekse erken sürgün aşı döneminde yapılan aşılama çalışmalarında aşılarda rutin kontrollerle kayıt altına alınmış ve 45 günlük süre sonunda aşı tutma oranları tespit edilmiştir. Kestenede uygulanan farklı zaman ve aşı yöntemlerine ait çalışmada elde edilen sonuçları literatür çalışmaları incelendiğinde de elde edilen sonuçlarla uyumlu çıkmaktadır. Seidov (1992)'un yaptığı çalışmada, ters T aşısında maksimum aşı tutma oranı ağustos ayında %80, eylülde %67 ve temmuzda ise %52 bulunmuştur. T göz aşısında ise ağustosta %67, eylül de %55 ve temmuz da %47 oranlarında tutma başarısı yakalanmıştır. Araştırmamızda ise ters T göz aşısında ağustos ayında %83,4 eylül ayında %80 başarı elde edilmiş olup benzer sonuçlar vermektedir.

Kulaç ve ark. (2017), açık alan ve sera koşullarında altı farklı zamanda (aralık, ocak, şubat, mart, nisan ve temmuz), üç farklı aşı yöntemini (yongalı göz, yarma ve dilcikli aşı) 1+0 yaşındaki polietilen tüplü fidanlarda iki farklı aileden (Marigoule ve Sinop-Erfelek) alınan aşı materyalleri ile denemiştir. Ortalama aşı tutma oranının dilcikli aşı yönteminde %50 ile şubat ayında yapılan aşılarda elde edildiğini (en yüksek başarı ocak ayında %86), yongalı göz aşısında aralık ve ocak ayında başarısız, temmuz ayında ise %83 başarı oranı ile tüm zamanlardaki ortalama başarı oranı ise %48 olarak belirlenmiştir. Yarma aşı yönteminde ise aşı tutma oranlarının %17,2 ile %25 arasında değiştiğini, en iyi sonucu mart ayına %25 oranında olduğunu ortaya koymaktadır. Açık alanda %19, sera koşullarında ise %33 oranında başarı elde edildiği ifade edilmektedir. Aşı tutma oranı sera koşullarında açık alan koşullarına göre iki kat daha yüksek çıkmıştır. Yürütülen bu çalışmamız açık alan koşullarında gerçekleştirilmiş olup, daha yüksek

oranlarda tutma başarısı elde edilmiştir. Benzer bir çalışma ise Pereira-Lorenzo ve Fernandez-Lopez (1997) tarafından İspanya'da kestane melezinde (*C. crenata x C. sativa*) gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yongalı göz, diltikli, yama, T göz ve yarma aşı yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ortalama değerler üzerinden en düşük aşı başarı oranları diltikli aşıda %49, yarma aşıda %53, yongalı göz aşısında %66 ve yama göz aşısında %68 olarak bulunmuştur. En yüksek değerler ise ağustos sonu ve eylül başında yapılan yama göz aşısından elde edilmiş olup aşı başarı oranı %70'den daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar yapılan araştırma sonucu ile de birebir uyusmaktadır. Zira kestanede yapılan aşılama çalışmaları genel olarak değerlendirildiğinde en iyi sonucun yama göz aşısında %93,2 oranı ile ağustos ayında elde edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir.

Aşıda uyumsuzluğun önlenmesi amacıyla yapılacak işlemlerden birisi de aşı yapılacak çeşidin tohumlarından yetiştirilen anaçlar üzerine aşı yapılması ve anaç parsellerinde klonal nitelikte olması denebilir. Bu amaçla yapılacak çalışmalardan biri de çok sayıda genotiple karşılık aşı kalemlerinin uyumunun test edilmesidir. Nitekim (Huang ve ark., 1994), Amerikan ve Japon kestanelerinin Çin kestaneleri üzerinde aşılmasını, Craddock ve Bassi (1993) ise hastalıklara dayanıklı hibrit (melez) bireylerle tohumdan yetişmiş anaçlar üzerinde denemelerin yapılmasını önermektedir. Bununla birlikte Oraguzie ve ark. (1998) aşı tutma başarısının artırılması için anaç materyalin önemli olduğunu, tek bir türden çok sayıda anaç parsellerin kurulmasına ve bunlar üzerinde aşılamanın yapılmasına dikkat edilmesini önermişlerdir.

Son işlemden hemen önce anacın aşı için stabil bir yerden kesilmesi, soyulmanın ve kazara olacak kesilmelerin (yaralanmaların) önüne geçilmesi, aşının çok sıkı sarılmaması ki çok sıkı sarılma tüm aşı alanında yaralanmaya yol açar, bu da kanserin girişine neden olur. Aşılama için gerekli zaman en aza indirilmelidir ve yüksek rutubetli, rüzgarsız ve sıcaklığın 15°C -20°C derecelerde oynadığı günler tercih edilmelidir.

Aşılama çalışmalarında tutma başarısından ziyade sağlıklı bir şekilde aşılı fidanların gelişiminin sağlanmasında, aşılama sonrasındaki koşulları iyi kontrol edilmesi gerekir. Özellikle sera koşullarında yapılan ve daha yüksek aşı tutma başarısı ile sonuçlanan kestanelerde dış koşullara alıştırmaya şartlarının iyileştirilmesi ve böylece hastaliksiz sağlıklı fidanların büyümesi sağlanmalıdır. Zira kestanelerde en önemli problemin kök çürüklüğü ve kestane dal kanseri olduğu, bunun da yetişme

ortamı koşulları ile ilişkili olduğu bilinmektedir.

Çalışma ile elde edilen tüm veriler ışığında çalışmanın nihai amacına ulaşılabilmesi için ıslah çalışmalarına geliştirilen araştırmalarla devam edilmesi önemlidir. Özellikle çok amaçlı kullanılan türlerin başında gelen kestane türünde de geleneksel ıslah çalışmalarında olduğu gibi ıslah programlarının çok yavaş ve hastalıklara dayanıklı kestane bireylerinin üretilmesi odaklı olduğu unutulmamalıdır.

Gerek literatür bilgileri, gerekse bu araştırmanın sonuçları ışığında özetle;

-Kestanede aşı çalışmaları en uygun zaman ve yöntemin yama göz aşısı ile ağustos (%93,2 tutma başarısı) ve eylül aylarında (%88,4) yapılması gerekmektedir.

-Ters t göz aşısı yöntemi yine ağustos ayında %83,4, eylül ayında %80,0 oranında tutma başarıları ile sonuçlanmıştır.

-Mart ve nisan aylarında yapılacak aşılama çalışmalarında başarı oranı daha düşük olmakla birlikte %73 ile nisan ayında yongalı göz aşısında, %61,2 ile nisan ayında diltikli aşı yönteminde olduğu, ortaya çıkmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje Adı: Anadolu kestanesi'nde (*Castanea sativa* Mill.) farklı aşı yöntemlerinin fidan üretim başarısına etkileri, Proje No: 03.1717/2015-2018).

Kaynaklar

Açıkgöz, S., Döken, T., Özdemir, Z., Değirmenci, F., 2007. Determination of Mating Types of Chestnut Blight Causal Agent *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr; by Multiplex PCR in Aydın Province. 2. Bitki Koruma Kongresi, 27-29 Ağustos 2007, Isparta.

Aksoy, M., Serdar, Ü., Soylu, A., 2005. Kestane fidanlarında kestane *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr karşı yapılan uygulamalar. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1): 24- 29.

Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S., 2009. Vegetative compatibility types of *Cryphonectria parasitica*, causal agent of Chestnut Blight, in the Black Sea Region. Turkey. *Forest Pathology* 39: 390- 396.

Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.K., Maden, S., 2011. Biological control of chestnut canker, caused by *Cr-*

- yphonectria parasitica*, by antagonistic organisms and hypovirulent isolates. *The Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35(5): 515-523.
- Akıllı, S., Ulubaş Serçe, Ç., Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S., Rigling, D., 2013. Characterization of hypovirulent isolates of the chestnut blight fungus, *Cryphonectria parasitica* from the Marmara and Black Sea regions of Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 135: 323–334.
- Allen, A.D., 1980. Propagation of chestnuts. Agnote, Agdex 246/24, June, Order No. 1170/80. ISSN 0155-0217.
- Anonim, 2013. Kestane Eylem Planı (2013-2017), Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2018. The Plant List <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Castanea>
- Atar, F., 2020. Stand Dynamics of the Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Forests in Turkey. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, 1-3 September, 2020, Edirne
- Atar, F., Turna, I., 2018a. Fruit and seedling diversity among sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Turkey. *Şumarski list* 142(11-12): 611-619.
- Atar, F., Turna, İ., 2018b. The Effects of Different Cutting Treatments on The Sprouting Ability in Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Ecology* 2018, 19-23 June 2018, Kastamonu.
- Bazzigher, G., Lawrenz, K.P., Ritter, F., 1984. Propagation and growing chestnut. *Annual Report of the Northern Nut Growers Association (USA)* 75: 119-137.
- Bonev, I., 1977. Spring oculating of the chestnut after two methods of side grafting (*in Bulgarian*). *Gorsko-Stopanstvo*. 33(1): 53-55.
- Craddock, J.H., Bassi, G. 1993. Nursery Application of Whip and Tongue Grafting on Chestnut. Proc. of the International Congress on Chestnut. October 20-23, 1993, Spoleto, Italy, p.195-198.
- Çeliker, N.M., Onoğur, E., 2011. Türkiye’de Kestane Kanseri ile Biyolojik Mücadelede ümitvar bulgular. *Tarım Bilimleri Dergisi* 17: 122-130.
- Döken, M.T., Açıkgöz, S., Erincik, Ö., Ertan, E., 2004. Studies in the Chestnut Growing Areas of Aydın-Turkey to Determine the Incidence of *Cryphonectria parasitica* (Murill) Barr Infections (Chestnut Blight) and Vegetative Compatibility Group Diversity Among the Isolates. 1. Bitki Koruma Kongresi, 8-10 Eylül 2004. Samsun.
- El-Deen, E.M.A.Z., Rhman, I.E., 2011. Studies on grafting methods and dates of pistachio trees under supplemental irrigation in North Sinai. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 7(6): 456-463.
- Gürer, M., Ottaviani, M.P., Cortesi, P., 2001. Genetic diversity of subpopulations of *Cryphonectria parasitica* in Turkey. *Forest Snow and Landscape Research* 76: 383-386.
- Hartmann, H.T., Kester, D., Davies, F.T., 1990. Plant Propagation Principles and Practices. Fifth Edition. Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- Huang, H., Norton, J.D., Boyhan, G.E., Abrahams, B.R., 1994. Graft compatibility among chestnut (*Castanea*) species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1127-1132.
- Hussain, S., Mir, S.S., Bhat, R., Wani, S.A., Shameem, R., 2016. Standardization of propagation techniques in Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Ecology, Environment and Conservation* 22(2): 911-915.
- Idzajtich, M., Zebec, M., Poljak, I., Medak, J., 2009. Variation of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Croatia according to the morphology of fruits, *Sauteria* 18: 323-333.
- Izaki, M., Tsukihaski, T., Hara, H., Suzuki, S., Hiyama, H., 1975. Budding of Chestnuts, Part 10: Difference between side and single budding methods in taking. *Agriculture and Horticulture* 50(9): 1165-1166.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel sistematiği II. Cilt, Angiospermae, İÜ. Orman fak. Yayın No: 2766/287. İstanbul.
- Kulaç, Ş., Özbayram, A.K., Filiz, E., Ersoy, E., 2017. Effects of Grafting Time and Type on Graft Success in Chestnuts. The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity 05-08 July, Minsk – Belarus.
- Lizhen, Q., Lingling, S., Shaojun, W., Tianglin, D., Dongfang, L., Guozhu, H., Kaijiang, C., 1998. Studies on cultivation of *Castanea mollissima* with “Sandong” techniques. *Hort. Abst.* 68: 9306.
- OGM, 2020. Orman Genel Müdürlüğü (ogm.gov.tr). Türkiye Orman Varlığı, Ankara
- Oraguzie, N.C., Mcneil, D., Peterson, A., Chap-

- man, H., 1998. Comparision of RAPD and morphonut markers for revealing genetic relationships between Chesnut spesies and New Zeland Chesnut selection. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 26: 109-115.
- Özbayram, A.K., Seçgin, B., 2020. Kestane balta-
lıklarında aralamaların büyümeye kısa süreli etki-
leri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*
8(1): 993-1001.
- Özkarakaş, İ., Önal, M.K., 1997. Kestane (*Castanea sativa* Mill.) çoğaltımında en uygun göz aşı yöntemi ve zamanının belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 7(2): 74-79.
- Pereira-Lorenzo, S., Fernandez-Lopez, J., 1997. Propagation of chestnut cultivars by grafting: methods, rootstocks and plant quality. *Journal of Horticultural Science* 72(5): 731-739.
- Ridley, D., Beaumont, J., 1999. Propagation. the Australian Chestnut Growers Resource Manuel Section A. Department of Natural Resources and Environment (Agriculture Victoria). ISBN 0 7311 43876.
- Seiidov, A.K., 1992. Times and methods of bud-grafting *Castanea sativa* in summer-autumn. *Hort. Abst.* 62: 987.
- Serdar, U., Soyly, A., 2005. The effect of grafting time and methods on chestnut nursery tree production. Proc of the Third Int Symp on Chestnut. *Acta Hort.* 693: 187-194.
- Soyly, A., 1982. Kestanelerin aşılı çoğaltımı üzerine bir araştırma. *Bahçe* 11(2): 5-12.
- Soyly, A., 2004. Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri. Hasad Yayıncılık LTD.ŞTİ. II. Baskı. İstanbul.
- Turna, İ., 2014a. TCP/TUR/6156761 nolu “Management and Chestnut blight and Increased Capacity for Improving Forest Health and Vitality” proje sunumları. 15-17 Ekim. Sinop.
- Turna, İ., 2014b. Kestane (*Castanea sativa* Mill.) nin Genel Özellikleri. TCP/TUR/6156761 nolu “Management and Chestnut blight and Increased Capacity for Improving Forest Health and Vitality” proje sunumu Sinop.
- Turna, İ., Sertkaya, M. G., Atar, F., 2017a. Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel yönden değerlendirilmesi: Kütahya Simav örneği. *Turkish Journal of Forestry* 18(3): 187-196.
- Turna, İ., Atar, F., Bayraktar, A., Turna, H., 2017b. Silvicultural viewpoint to chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forest in Turkey. International Forestry and Environment Symposium, 7-10 October 2017, Trabzon.
- Turna, İ., Atar, F., Bayraktar, A., 2018. Shoot growth in anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests operated as short rotation. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26-29 April, 2018, Kastamonu.
- Zhu, G., Wang, Y., Zhu, J., Yu, J., Chen, S., Zhu, G., 1998. Apreliminary report on top grafting a double bearing variety of chinese chestnut. CAB Abstracts. AN: 980313688.

ORKÖY ferdi proje uygulamalarının orman köylüsüne sosyoekonomik katkısı (Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü örneği)

Socioeconomic contribution of ORKÖY individual project implementations to forest villagers (Example of Sakarya Regional Directorate of Forestry)

Hamdi UZUN¹

Sultan BEKİROĞLU ÖZTÜRK²

Kısmet Kubra KALKAN BALCI³

¹ Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit

² İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, İstanbul

³ Orman Genel Müdürlüğü, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, İstanbul

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Hamdi UZUN

u_hamdi@hotmail.com

Geliş tarihi (Received)

14.04.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

17.07.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

İsmet DAŞDEMİR

idasdemir@bartin.edu.tr

Atıf (To cite this article): Uzun, H. , Bekiroğlu Öztürk, S. & Kalkan Balci, K. K. (2023). ORKÖY ferdi proje uygulamalarının orman köylüsüne sosyoekonomik katkısı (Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü örneği) . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 4152-167 . DOI: 10.17568/ogmoad.1281975



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmanın amacı, Sakarya Orman Bölge Müdürlüğünde 2002-2016 yılları arasında uygulanan ORKÖY ferdi projelerinin sosyoekonomik katkısının belirlenmesidir. Kocaeli ve Sakarya illerindeki orman köylerinde sosyal nitelikli kredi kullanan 338, ekonomik nitelikli kredi kullanan 228 ve kredi kullanmayan 187 kişiye anket uygulanmıştır. Ekonomik nitelikli kredi kullanan deneklerin güncel durumda kredi konusundaki ortalama net kârı (2017 yılı parasal değeri) 9.411 TL/yıl olup kredi öncesine göre %26,4 artmıştır. Bununla birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananlardan ferdi projesi faal olanlar hane gelirine %20 katkı sağlamıştır. Sosyal nitelikli kredi kullananlarda odun tüketimi kredi öncesine göre %14,5 düşerken, ekonomik nitelikli kredilerde %6,3, kredi kullanmayanlarda ise %9,3 oranında düşmüştür. Sosyal nitelikli kredi kullananlarda su ısıtma gideri %71,8, ekonomik nitelikli kredi kullananlarda %5,5 oranlarında düşerken, kredi kullanmayanlarda ise %9,4 artmıştır. Orman suçlarında ise ekonomik nitelikli kredi kullananlarda %76,9, sosyal nitelikli kredi kullananlarda %17,1 ve kredi kullanmayanlarda %56,8 oranlarında düşme saptanmıştır. Deneklerin, sosyal ve ekonomik nitelikli ferdi proje uygulamalarının ormandan usulsüz faydalanmayı, sırasıyla (0-5 puan aralığında) çok fazla (4,03) ve çok (3,67) düzeylerinde azalttığı kanaatinde oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: ORKÖY, ferdi kredi, orman köylüsü, sosyoekonomik destekler, kırsal kalkınma.

Abstract

The aim of this study is to determine the socio-economic contribution of ORKÖY individual projects implemented between 2002 and 2016 in Sakarya Regional Directorate of Forestry. In the forest villages of Kocaeli and Sakarya, a survey was applied to 338 people using social loans, 228 using economic loans, and 187 people not using loans. The current average net profit (monetary value in 2017) of the respondents using economic loans is 9,411TL/year, increasing by 26.4% compared to the pre-loan. On the other hand, among those using economic loans, those with active individual projects contributed 20% to their household income. Wood consumption decreased by 14.5% in those using social loans compared to before loans, while it decreased by 6.3% in economic loans and by 9.3% in those who did not use loans. While the cost of water heating decreased by 71.8% in those using social loans, by 5.5% in those using economic loans, it increased by 9.4% in those who did not use loans. In forest crimes, there was a decrease of 76.9% in those using economic loans, 17.1% in those using social loans, and 56.8% in those who did not use loans. It has been observed that the respondents are of the opinion that social and economic individual project practices reduce the illegal use of the forest, in the range of 0-5 points, too much (4.03) and much (3.67), respectively.

Keywords: ORKÖY, individual credit, forest villager, socioeconomic support, rural development.

1. Giriş

İnsan ve orman tarih boyunca iç içe yaşamış; ormanlar, binlerce yıldır bilgi, doğurganlık ve yaşamın sembolleri olarak ortaya çıkan insan geleneklerinin ve folklorunun ilham kaynağı olmuştur. Bununla birlikte ormanların değeri, kültürel yapının ötesinde; çevre sağlığı ve insan refahı ile ilgili birçok alanı kapsamaktadır. Ancak dünya üzerinde geçim kaynağı olarak ormanlara bağlı olduğu tahmin edilen 1,6 milyar insan yaşamaktadır. Bu nedenle ormanların ve insan refahının korunması kolay değildir. Çünkü uygarlığın başlangıcından bu yana yoğun ağaç kesimi, tarım alanlarının ve kentsel yerleşim alanlarının genişlemesi gibi nedenlerle dünya ormanlarının %46'sı yok olmasına rağmen, bu olumsuz gidişe henüz son verilememiştir. Böylece günümüzde ormanların sağladığı zenginliklerden sürdürülebilir olarak faydalanmaya devam ederken, sunduğu çevresel hizmetleri korumak önemli bir sorun haline gelmiştir (URL, 2018).

İnsan ve orman arasındaki ilişki biçimini toplumun sosyoekonomik durumu belirlemektedir. Pek çok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de orman içinde ve bitişğinde yaşayan çok sayıda orman köyü bulunmaktadır. Bu köylerdeki köylülerin büyük bir kısmı geçim için orman kaynaklarına muhtaçtır. Bu nedenle ormanların sürdürülebilir yönetiminde orman köylülerinin sosyoekonomik sorunlarının dikkate alınması gereklidir (Eler ve ark., 2014; Toksoy ve ark., 2005; Tokmanoğlu, 1974).

Orman köyü, mülki sınırları içerisinde devlet ormanı olan köyler ile daha önce orman köyü iken 12/11/2012 tarihli ve 6360 sayılı kanunla mahallere dönüşen yerler, orman köylüsü ise orman köyü/mahallesinde kredi ve hibe tespit tarihi itibarıyla en az bir yıl süreyle ikamet etmekte olan halk olarak tanımlanmıştır (RG, 2013). Ülkemizde 2022 Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 23.236 orman köyü/mahallesinde 6.958.122 kişi yaşamış olup, 85.279.553 olan 2022 yılı ülke nüfusunun %8,2'ini oluşturmuştur (OGM, 2023a; TÜİK, 2023).

Orman köyleri ülke genelindeki dağılımları, yerleşimleri ve demografik yapıları bakımından diğer köylere göre farklı özellikler göstermektedir. Kırsal alanda görülen sosyal ve ekonomik sorunlar orman köylerinde daha şiddetli yaşanmaktadır (Günşen ve Atmış, 2015). Bu nedenle orman köylerinde yaşayanlar genellikle ormanlardan yasal olmayan biçim ve düzeylerde yararlanmak zorunda kalmışlardır. Kırsal kalkınma kapsamında ele alınan bu sorunu çözmek için çok sayıda kamu kurum ve kuruluşu çaba göstermiş olsa da, en yaygın ve etkin olanı Orman ve Köy İlişkileri (ORKÖY) Genel

Müdürlüğü olmuştur (Önal ve Bekiroğlu, 2011). 2011 yılında ORKÖY Genel Müdürlüğü kapatılmış (RG, 2011) ve halen Orman Genel Müdürlüğü (OGM) bünyesinde ORKÖY Daire Başkanlığı olarak devam etmekte (OGM, 2022a) olup bu araştırmada ORKÖY, mevcut Daire Başkanlığını ifade etmektedir.

2013 tarihli Orman Köylülerinin Kalkındırılmalarının Desteklenmesi Faaliyetlerine İlişkin Yönetmelikten anlaşılacağı üzere (RG, 2013) ORKÖY'ün amacı ormanların korunması, geliştirilmesi, işletilmesi ve genişletilmesi hedeflerine ulaşmak üzere devlet ormanları içinde ve bitişğinde yaşayan köy halkının kalkındırılmalarına katkıda bulunmak ve ormanlar üzerindeki olası baskıyı azaltmaktır. ORKÖY'ün görevleri kapsamında orman içinde veya bitişindeki köylülerin sosyal ve ekonomik gelişmelerini desteklemek amacıyla etüt ve projelendirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalarını takiben orman köylülerinin kalkındırılmasının desteklenmesi amacıyla kredi veya hibe verilmekte ayrıca ormancılık alanında faaliyet gösteren kooperatifler desteklenmektedir (OGM, 2022a). Bunların haricinde ORKÖY'ün dış kaynaklı projelerle iş birliği de mevcuttur (Omrak, 2019). ORKÖY, orman köylülerine kullanılan ferdi, kooperatif ve kooperatif üst kuruluşları kredilerinden faiz almaktadır (RG, 2020).

ORKÖY kredi desteklemeleri ferdi ve kooperatif olarak iki grupta toplanmaktadır. Ferdi projeler orman köylerinde aile işletmeciliği şeklinde yürütülmektedir. Aile işletmeciliğinde, işletmecinin işlediği toprağın mülkiyetine sahip olması ve ailesiyle birlikte işletmenin işlerinin büyük bir bölümünü yapması esastır. Bu kapsamda gerçekleştirilen ferdi projeler sosyal ve ekonomik nitelikli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (OGM, 2022b; STB, 2022; TOB, 2023; OGM, 2023b):

a) Sosyal Nitelikli Projeler: 1- *Dam Örtülüğü* (150 m²), 2- *Isıtma Pişirme* (Kuzineli Soba vb.), 3- *Kat Kaloriferi Sistemi*, 4- *Güneş Enerjisi İle Su Isıtma Sistemi (GE)* (2-3 kolektör), 5- *Dış Cephe Mantolama* (Isı Yalıtımı-100 m²), 6- *Dış Cephe Mantolama ve Sobalı Kalorifer Sisteminden* (100 m²) oluşmakta olup bütçesinin büyük bir kısmı ORKÖY tarafından sağlanan dış kaynak destekli bir proje olan Şebekeye Bağlı Çatı Tipi Güneş Enerjisi Sistemi de (*ŞEBGES*) (1,5-2kWp) son yıllarda uygulanmaktadır.

b) Ekonomik Nitelikli Projelerden bazıları ise şunlardır: 1- *Fenni Arıcılık* (30 kovan), 2- *Süt Sığırcılığı* (2-5 baş), 3- *Süt Koyuncululuğu* (30+1 baş), 4- *Besi Sığırcılığı* (10 baş), 5- *Besi Koyuncululuğu* (50 baş), 6- *Manda Yetiştiriciliği* (3 baş), 7- *Seracılık* (500 m², 750 m², 1000 m²), 8- *Meyvecilik* (Ceviz, Viş-

ne, Kiraz, Elma. Nar vb.- 5 dekar), 9- *Boylu Fidan Yetiştiriciliği* (5 dekar), 10- *Mavi Yemiş (Ligarba) Yetiştiriciliği* (2 dekar), 11- *Kültür Mantarcılığı* (13.080 kg/yıl), 12- *Defne-Zeytinyağından Sabun Üretimi* (10.800 kg/yıl), 13- *Ekoturizm (Ev Panسیونculuğu)*, 14- *Ev hanımları için mikro kredi*, 15- *Traktör*, 16- *Tomruk Çekme Vinci (Tambur)* (1 adet), 17- *Motorlu Testere ve Koruyucu Giysisi* (1 takım), 18- *Tomruk Soyma Makinesi*

Diğer projelerde olduğu gibi yoksullukla mücadeleyi konu edinen tüm kırsal kalkınma proje ve programlarının amaçlarının gerçekleştirilmesinde “izleme ve değerlendirme” kritik düzeyde önemlidir (Tolunay ve Korkmaz, 2005). Bu nedenle ORKÖY’ün kırsal kalkınmayı destekleyen ferdi proje uygulamalarının da izlenmesi ve değerlendirmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gerekçeyle dayanarak bu çalışmada, 2002-2016 yılları arasında Sakarya

Orman Bölge Müdürlüğünde (SOBM) gerçekleştirilen ORKÖY ferdi proje uygulamalarının orman köylüsüne sosyoekonomik katkısı ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü (SOBM) Kocaeli ve Sakarya illerini kapsamakta olup 8 adet orman işletme müdürlüğü ve 55 adet orman işletme şefiğine sahiptir (OGM, 2022c). 351.453 (Sakarya 208.226, Kocaeli 143.227) hektarlık orman alanına sahip bu alanda Sakarya’da 418, Kocaeli’de 240 olmak üzere toplam 658 orman köyü bulunmaktadır. Bu köylerin 2022 yılı itibarıyla nüfusu (Kocaeli 99.403, Sakarya 185.417) 284.820’dir (OGM, 2023a). Araştırma, Kocaeli’de 54 ve Sakarya’da 71 olmak üzere toplam 125 orman köyünde yapılmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanında yer alan il ve ilçeler
Figure 1. The provinces and districts in the study area

2.2. Verilerin elde edilmesi

Araştırmaya ilişkin veriler anketler yoluyla elde edilmiş olmakla birlikte anketin uygulanabilmesi için 2002-2016 yıllarında verilen ferdi kredilere ve orman suçlarına ilişkin bilgiler SOBM’den elde edilmiştir.

2.3. Anketlerin oluşturulması ve uygulanması

Çalışma kapsamında ekonomik, sosyal nitelikli kredi kullananlara ve kredi kullanmayan orman köylülerine müşterek soruları da içeren üç ayrı anket formu hazırlanmıştır. Anket soruları hazırlanırken Önal ve Bekiroğlu (2011), Kaya ve ark. (2017)’nin yaptığı çalışmalardan faydalanılmıştır.

Araştırmada öncelikle bir deneme anketi oluşturularak araştırmacılar ve ORKÖY uygulamaları

konusunda deneyimli çalışanlara e-posta yolu ile gönderilerek fikir ve önerileri istenmiştir. Sonrasında deneme anketinde bazı düzenlemeler yapılarak 24 adet deneme anketi uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra bazı anket soruları tekrar düzenlenmiş ve anketler daha kısa ve anlaşılır hale getirilmiştir.

Anket çalışmaları, kredi türü ve bazen yoğunluğu da dikkate alınarak, çalışmayı kolaylaştıracak ve hızlandıracak tarzda tesadüfen seçilen orman köylerinde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen köyler arasında anket uygulanamayanlar olduğunda onlara yakın diğer köylerde anketler yapılmıştır. Yüz yüze gerçekleştirilen anketlerde, denekler 18 yaşını doldurma ve gönüllülük esasına göre tesadüfen belirlenmiştir. Anket formları, araştırmacılar tarafından deneklere sorularla ilgili ayrıntılı

açıklamalar yapılarak cevapları alınmak suretiyle doldurulmuştur.

2.4. Örnek büyüklüğünün hesaplanması

ORKÖY'den ferdi kredi kullananların örnek büyüklüğü (denek sayısı) aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{(N-1) D^2 + (Z^2 p q)}$$

Bu formülde n: Denek sayısı, Z: Güven katsayısı, N: Ana kütle (evren) büyüklüğü, p: Ölçmek istenen büyüklüğün ana kütlede bulunma olasılığı, q = 1-p, D: Kabul edilen örnekleme hatasıdır (Naing

ve ark., 2006).

Formüldeki sembollerin değerleri, araştırma alanı ile ilgili bilgiler ve uygulanacak istatistik analizler için söz konusu olan kabuller doğrultusunda, Z: 1.96 (%95 güven düzeyinde), N:6004, p:%50, q:%50, D:%5 alınmak suretiyle örnek büyüklüğü (n) 361 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın örnek büyüklüğü, ORKÖY ferdi kredilerinin niteliğine ve türlerine göre katmanlı örnekleme yöntemine (ana kütle içindeki paylarına) göre dağıtılmıştır. Bu kapsamda kredinin niteliği, il ve kredi türlerine göre uygulanacak anket sayıları belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Deneklerin sayısal dağılımı
Table 1. Numerical distribution of the respondents

Kredi niteliği	Kredi türü	Kocaeli				Sakarya				Bölge toplamı		
		Kredi ünite adedi	Kredi türü oranı (%)	Planlanan denek sayısı	Anket uygulanan denek sayısı	Kredi ünite adedi	Kredi türü oranı (%)	Planlanan denek sayısı	Anket uygulanan denek sayısı	Kredi ünite adedi	Planlanan denek sayısı	Anket uygulanan denek sayısı
Ekonomik nitelikli	Süt sığırcılığı	794	87	53	65	398	67	26	40	1.192	79	105
	Besi sığırcılığı	6	1	1	3	61	10	4	29	67	5	32
	Süt koyunculugu	57	6	4	25	17	3	1	5	74	5	30
	Manda yetiştiriciliği	8	1	1	7					8	1	7
	Fenni arıcılık	31	3	2	8	106	18	7	23	137	9	31
	Seracılık	7	1	1	5	14	2	1	12	21	2	17
	Meyvecilik	10	1	1	6					10	1	6
	Toplam	913	61	63	119	596	39	39	109	1.509	102	228
Sosyal nitelikli	Güneş enerjisi ile su ısıtma sistemi	1.264	95	85	92	2.951	93	196	200	4.215	281	292
	Dış cephe mantolama	70	5	5	12	210	7	14	34	280	19	46
	Toplam	1.334	30	90	104	3.161	70	210	234	4.495	300	338
Alt Toplam		2.247	37	153	223	3.757	63	249	343	6.004	402	566
Kredi kullanmayan denek				38	89			62	98		100	187
Genel toplam		2.247	37	191	312	3.757	63	311	441	6.004	502	753

Çalışma kapsamında, ferdi kredi kullanan denek sayısı 402, kredi kullanmayan denek sayısı ise 100 (Tablo 1) iken, ekonomik nitelikli kredi kullanan 228, sosyal nitelikli kredi kullanan 338 ve kredi kullanmayan 187 olmak üzere toplamda 753 orman köylüsüne anket uygulanmıştır.

2.5. Araştırma Değişkenleri

Bu araştırmada orman köylerinin sosyoekonomik özellikleri ile ilgili 18 adet değişken tanımlanmış olup açık adları ve birimleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Bu değişkenler anket oluşturma aşamasında deneklerin ormanla ilişkisi ve ORKÖY kredilerinin

sosyoekonomik katkısının ortaya konması açısından önemli ekonomik ve sosyal göstergeler olarak kabul edilerek belirlenmiştir.

2.6. Verilerin analizinde izlenen yöntemler

Araştırmada yöntem olarak betimsel ve ilişki analizi tekniklerinden yararlanılmıştır. İstatistik değerlendirmelerde Windows Excel 2010, SPSS 22.0 programı kullanılmıştır.

2.6.1. Betimsel analiz teknikleri

Betimsel istatistikler, verilerin özetlenmesinde ve araştırma sonuçlarının yorumlanmasında kullanı-

Tablo 2. Araştırma değişkenleri
Table 2. The research variables

Sıra no	Değişken	Birim	Sıra no	Değişken	Birim
1	Kullanılan enerji kaynağı çeşidi	adet	10	Kömür tüketimi(ton/yıl)	ton/yıl
2	Odun tüketimi	ster/yıl	11	Diğer yakacak tüketimi	ton/yıl
3	Gelir getirici hayvan sayısı	adet	12	Motorlu taşıt sayısı	adet
4	Tarımsal ürün satış miktarı	ton/yıl	13	Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü	da
5	Hayvansal ürün miktarı	ton/yıl	14	Tarımsal ürün miktarı	ton/yıl
6	Hane gelir kaynağı çeşidi	adet	15	Hayvansal ürün satış miktarı	ton/yıl
7	Ormancılık geliri	TL/yıl	16	Canlı hayvan satış miktarı	ton/yıl
8	Hane geliri	TL/yıl	17	Orman suçu sayısı	adet
9	Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri	TL/yıl	18	*Kredi konusundaki net kâr	TL/yıl

*Sadece ekonomik nitelikli kredi kullananlara ilişkin istatistiksel analizde kullanılmıştır.

lan en basit ve iyi teknikler olup başlıca ortalama, mod, medyan, çapraz tablolama, frekans ve yüzde tabloları ile saptanmaktadır. Böylece değişken değerlerini özetlemek, karşılaştırma ve yorumlamak mümkün hale gelmektedir (Altunışık ve ark., 2005). Bu çalışmadaki betimsel analizler ortalama ve yüzde tablolarından faydalanılarak yapılmıştır.

2.6.2. İlişki analizi tekniği

Çalışmada ilişki analiz tekniği olarak, değişken değerlerinin kesikli olması ve değişken değerleri dağılımlarının normal dağılıma uygun olmaması gibi nedenlerle nonparametrik analiz tekniklerinden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Bu test, normal dağılıma sahip ilişkili iki örneklemin aritmetik ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını sınamak amacıyla kullanılan “İlişkili Örneklem t Testi”nin nonparametrik karşılığıdır.

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sıfır araştırma (H_0) ve araştırma (H_a) hipotezleri aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

H_0 : Göz önüne alınan değişkene göre orman köylülerinin önceki ve güncel durumlarında artma/azalma söz konusu değildir.

H_a : Göz önüne alınan değişkene göre orman köylülerinin önceki ve güncel durumlarında artma/azalma söz konusudur.

Orman köylülerinin önceki ve güncel durumları, ilişkili iki örneklem olarak kabul edilmiştir. Bu durumda H_a araştırma hipotezini, “ H_{al} : ORKÖY ferdi proje kredilerinin orman köylüsünün gelirlerinin ve sosyal imkânlarının artmasında etkisi vardır” şeklinde de ifade etmek mümkündür.

Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, ORKÖY ekonomik ve sosyal nitelikli ferdi kredilerini kullanan ve kullanmayan orman köylüleri için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları, $p= 0.05$ anlamlılık düzeyinde hesaplanan p

değeri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Hesaplanan $p<0,05$ ise H_0 (önceki ve mevcut durum arasında artış/azalış yoktur), aksi durumda ise (hesaplanan $p>0,05$) H_a hipotezi (önceki ve mevcut durum arasında artış/azalış vardır) kabul edilmiştir.

Araştırmada değinilen önceki ve güncel durum, deneklerin iki farklı zaman dilimindeki sosyoekonomik durumlarına ilişkin verileri ifade etmektedir. Önceki durum kredi kullananlar için kredi öncesi, kredi kullanmayanlar için ise anket uygulama tarihinden 10 yıl öncesi (2007, 2008) olarak kabul edilmişken; güncel durumu tanımlarken anketin uygulama yılı (2017, 2018) baz alınmıştır. Orman suçuna ilişkin alınan verilerde ise önceki durum, kredi kullananlar için kredi alımından önceki 10 yıllık zaman dilimini, kredi kullanmayanlar için ise 1999-2008 yıl aralığını; güncel durum ise kredi kullananlar için kredi alımından; kredi kullanmayanlar için ise 2009 yılından anket uygulama tarihine kadar olan zaman dilimini ifade etmektedir. Deneklerin beyanlarına göre elde edilen gelir, gider ve net kâra ilişkin farklı tarihlerdeki parasal değerlerin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Parasal Değerleri Güncelleme Aracı'ndan faydalanılarak 2017 yılı aralık ayındaki karşılıkları belirlenmiştir (TÜİK, 2022). Böylece nominal parasal değerler yerine reel parasal değerler göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İlişki analizlerine ait bulgular

“ORKÖY ferdi proje kredilerinin orman köylülerinin gelir ve sosyal imkânlarının artmasında etkisi yoktur” varsayımının analizi, orman köylüsünün ekonomik ve sosyal açıdan önceki ve güncel durumuna ilişkin veriler kullanılarak Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile yapılmıştır.

İlişki analizi sonuçları ORKÖY kredisi alanlar ve kredi kullanmayanlar için Tablo 3, 4 ve 5'te verilmiştir.

Tablo 3. Ekonomik nitelikli kredi kullanan orman köylülerinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre önceki ve güncel durumları arasındaki ilişkinin analiz edildiği Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi değerleri
Table 3. Wilcoxon Signed Rank Test values, in which the relationship between previous and current status of forest villagers using economical credits is analyzed according to some socioeconomic characteristics

Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P	Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P		
1- Kullanılan enerji kaynağı çeşidi	- + =	6 96 126	Ö G	3,08 3,58	16,2%	,000*	10-Kömür tüketimi	- + =	3 14 211	Ö G	0,16 0,29	81,3%	,003*
2-Odun tüketimi	- + =	70 22 136	Ö G	16,40 15,36	-6,3%	,000*	11- Diğer yakacak tüketimi	- + =	1 1 226	Ö G	0,0032 0,0037	15,6%	,655
3- Gelir getirici hayvan sayısı	- + =	108 105 15	Ö G	38,49 43,62	13,3%	,863	12- Motorlu taşıt sayısı	- + =	13 86 129	Ö G	1,13 1,55	37,2%	,000*
4- Tarımsal ürün satış miktarı	- + =	72 67 89	Ö G	9,22 7,07	-23,3%	,323	13- Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü	- + =	72 45 111	Ö G	45,90 44,94	-2,1%	,028*
5- Hayvansal ürün miktarı	- + =	96 112 20	Ö G	7,32 7,96	8,7%	,365	14- Tarımsal ürün miktarı	- + =	100 88 40	Ö G	27,43 28,87	5,2%	,241
6- Hane gelir kaynağı çeşidi	- + =	39 59 130	Ö G	3,09 3,20	3,6%	,045*	15- Hayvansal ürün satış miktarı	- + =	79 105 44	Ö G	5,03 5,92	17,7%	,065
7-Ormanlık geliri	- + =	62 13 153	Ö G	3.786,78 1.903,39	-49,7%	,000*	16- Canlı hayvan satış miktarı	- + =	87 89 52	Ö G	1,67 1,86	11,4%	,199
8- Hane geliri	- + =	80 145 3	Ö G	39.347,96 43.587,41	10,8%	,000*	17- Orman suçu sayısı	- + =	22 5 201	Ö G	0,13 0,03	-76,9%	,001*
9-Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri	- + =	45 120 63	Ö G	1.464,89 1.885,51	28,7%	,000*	18- Kredi konusundaki net kâr	- + =	71 113 44	Ö G	7.444,40 9.411,36	26,4%	,005*

Ekonomik nitelikli kredi alanlara ait geçersiz veri olmamakla birlikte toplam örneklem (N) sayısı 228'dir. P<0,05 ise *anlamli fark vardır. Güncel (G), Önceki (Ö), Örneklem Sıralama Türü (ÖST) olarak kısaltılmıştır. ÖST: G<Ö ise (-:azalma), G>Ö ise (+:artma),G=Ö ise (=:eşit)sembollerile gösterilmiştir.

Tablo 3'te kullanılan enerji kaynağı çeşidi, hane gelir kaynağı çeşidi, hane geliri, ısınma, su ısıtma, pişirme giderleri, kömür tüketimi, motorlu taşıt sayısı ve kredi konusundaki net kâr miktarlarının güncel durumda öncekine göre arttığı ve aralarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Odun tüketimi, ormancılık geliri, kullanılan tarım arazisi büyüklüğü ve orman suçu sayısının da güncel ve öncekindeki miktarları arasında anlamlı farklılık görülmekle birlikte öncekindeki rakamların güncel duruma göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4'te kullanılan enerji kaynağı çeşidi, hane geliri, ısınma, su ısıtma, pişirme giderleri, kömür tüketimi ve motorlu taşıt sayısı miktarlarının güncel durumda öncekine göre arttığı ve aralarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Odun

tüketimi, gelir getirici hayvan sayısı, hayvansal ürün miktarı, ormancılık geliri ve hayvansal ürün satış miktarının da güncel ve öncekindeki miktarları arasında anlamlı farklılık görülmekle birlikte öncekindeki rakamların güncel duruma göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 5'te kullanılan enerji kaynağı çeşidi, hane gelir kaynağı çeşidi, hane geliri, ısınma, su ısıtma, pişirme giderleri, kömür tüketimi, motorlu taşıt sayısı ve tarımsal ürün miktarı miktarlarının güncel durumda öncekine göre arttığı ve aralarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmaktadır. Odun tüketimi, gelir getirici hayvan sayısı ve ormancılık gelirinin de güncel ve öncekindeki miktarları arasında anlamlı farklılık görülmekle birlikte öncekindeki rakamların güncel duruma göre daha

Tablo 4. Sosyal nitelikli kredi kullanan orman köylülerinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre önceki ve güncel durumları arasındaki ilişkinin analiz edildiği Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi değerleri
Table 4. Wilcoxon Signed Rank Test values, in which the relationship between previous and current status of forest villagers using social credits is analyzed according to some socioeconomic characteristics

Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P	Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P		
1- Kullanılan enerji kaynağı çeşidi	- + =	5 296 37	Ö G	2,91 3,99	37,1%	,000*	10-Kömür tüketimi	- + =	3 63 272	Ö G	0,21 0,52	147,6%	,000*
2-Odun tüketimi	- + =	169 44 125	Ö G	15,01 12,84	-14,5%	,000*	11- Diğer yakacak tüketimi	- + =	1 5 332	Ö G	0,013 0,061	369,2%	,173
3- Gelir getirici hayvan sayısı	- + =	171 91 76	Ö G	26,00 24,96	-4%	,000*	12- Motorlu taşıt sayısı	- + =	28 124 186	Ö G	1,18 1,55	31,4%	,000*
4- Tarımsal ürün satış miktarı	- + =	86 115 137	Ö G	12,00 11,57	-3,6%	,465	13- Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü	- + =	62 60 216	Ö G	41,74 40,58	-2,8%	,607
5- Hayvansal ürün miktarı	- + =	167 96 75	Ö G	7,06 6,25	-11,5%	,000*	14- Tarımsal ürün miktarı	- + =	118 146 74	Ö G	29,31 30,80	5,1%	,136
6- Hane gelir kaynağı çeşidi	- + =	58 80 200	Ö G	2,86 2,94	2,8%	,059	15- Hayvansal ürün satış miktarı	- + =	126 85 127	Ö G	5,13 4,75	-7,4%	,020*
7-Ormancılık geliri	- + =	56 7 275	Ö G	2.003,80 713,54	-64,4%	,000*	16- Canlı hayvan satış miktarı	- + =	116 83 139	Ö G	1,02 1,07	4,9%	,228
8- Hane geliri	- + =	120 208 10	Ö G	35.692,44 40.424,50	13,3%	,000*	17- Orman suçu sayısı	- + =	12 10 316	Ö G	0,035 0,029	-17,1%	,670
9-Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri	- + =	141 188 9	Ö G	1.603,95 1.986,20	23,8%	,000*							

Sosyal nitelikli kredi kullananlara ait geçersiz veri olmamakla birlikte toplam örneklem (N) sayısı 338'dir. P<0,05 ise *anlamli fark vardır. Güncel (G), Önceki (Ö), Örneklem Sıralama Türü (ÖST) olarak kısaltılmıştır. ÖST: G<Ö ise (-:azalma), G>Ö ise (+:artma),G=Ö ise (=:eşit)sembollerile gösterilmiştir.

yüksek olduğu görülmektedir.

3.2. Sosyoekonomik özelliklere ilişkin betimsel analiz bulguları ve tartışma

Araştırmanın değişkenlerinin, önceki ve güncel durumları arasında anlamlı farklılıklar görülere ait bulgular aşağıda sırası ile açıklanmıştır. Sıralama, Tablo 2'de değişkenlere verilen numaralandırılmaya göre yapılmıştır.

1- Kullanılan enerji kaynağı çeşidi: Orman köylüsünün ısınma, pişirme, su ısıtma amacıyla kullandığı odun, kömür, tüp gaz, doğalgaz, GE, şebeke elektriği, fındık kabuğu, güneş paneli ve zeytin çekirdeği enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Ekonomik nitelikli kredi kullananların kullanılan enerji kaynağı çeşidi, güncel durumda öncekine göre %16,2; sosyal nitelikli kredi kullananların %37,1; kredi kullanmayanlarda %23,7 artmıştır.

Orman köylüsünün önceki durumdaki ısınma, pişirme, su ısıtma amacıyla kullandığı enerji kaynakları sayısının güncel duruma göre yüzdelik artma ya da azalma oranları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6'ya göre enerji kaynakları kullanımında görülen en yüksek artış GE'de görülmektedir.

Sosyal nitelikli kredi kullananlarda enerji kaynağı çeşitliliğinin yüksek oranda arttığı dikkat çekmektedir (Tablo 3, 4 ve 5). Kullanılan enerji kaynaklarındaki artışlar dikkate alındığında en yüksek artış sırasıyla GE, kömür, doğalgaz, güneş paneli ve zeytin çekirdeği kullanımında; en fazla düşüş ise sırasıyla odun, tüp gaz, şebeke elektriği ve fındık kabuğu kullanımında görülmüştür (Tablo 6). Odun, tüp gaz ve şebeke elektriği ısınma, su ısıtma ve pişirme araçları olarak kullanılmakla birlikte bu enerji kaynaklarındaki genel düşüşün önemli sebeplerinden birisinin özellikle su ısıtma için kul-

Tablo 5. Kredi kullanmayan orman köylülerinin bazı sosyoekonomik özelliklere göre önceki ve güncel durumları arasındaki ilişkinin analiz edildiği Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi değerleri
Table 5. Wilcoxon Signed Rank Test values, in which the relationship between previous and current status of forest villagers who do not use credit is analyzed according to some socioeconomic characteristics

Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P	Sosyoekonomik özellikler	ÖST	N	Ö ve G ortalama	Artma/ azalma	P	
1- Kullanılan enerji kaynağı çeşidi	- + =	3 87 97	Ö G	2,74 3,39	23,7%	10-Kömür tüketimi	- + =	4 22 161	Ö G	0,16 0,40	150%	,000*
2-Odun tüketimi	- + =	75 25 87	Ö G	13,45 12,20	-9,3%	11- Diğer yakacak tüketimi	- + =	2 2 183	Ö G	0,0006 0,0064	966,7%	,461
3- Gelir getirici hayvan sayısı	- + =	87 55 45	Ö G	26,90 21,72	-19,3%	12- Motorlu taşıt sayısı	- + =	24 74 89	Ö G	1,11 1,44	29,7%	,000*
4- Tarımsal ürün satış miktarı	- + =	53 59 75	Ö G	8,81 9,84	11,7%	13- Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü	- + =	49 54 84	Ö G	34,92 35,27	1%	,485
5- Hayvansal ürün miktarı	- + =	82 56 49	Ö G	6,41 5,94	-7,3%	14- Tarımsal ürün miktarı	- + =	64 89 34	Ö G	20,75 28,18	35,8%	,004*
6- Hane gelir kaynağı çeşidi	- + =	31 63 93	Ö G	2,74 2,98	8,8%	15- Hayvansal ürün satış miktarı	- + =	66 51 70	Ö G	4,57 4,69	2,6%	,429
7-Ormancılık geliri	- + =	42 8 137	Ö G	2.261,53 1.124,73	-50,4%	16- Canlı hayvan satış miktarı	- + =	65 56 66	Ö G	0,97 1,28	32%	,853
8- Hane geliri	- + =	73 109 5	Ö G	35.816,98 43.854,22	22,4%	17- Orman suçu sayısı	- + =	7 3 177	Ö G	0,037 0,016	-56,8%	,206
9-Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri	- + =	31 128 28	Ö G	1.232,78 1.770,12	43,6%							,000*

Kredi kullanmayanlara ait geçersiz veri olmamakla birlikte toplam örneklem (N) sayısı 187'dir. P<0,05 ise *anlamli fark vardır. Güncel (G), Önceki (Ö), Örneklem Sıralama Türü (ÖST) olarak kısaltılmıştır. ÖST: G<Ö ise (-:azalma), G>Ö ise (+:artma),G=Ö ise (=:eşit)sembollerle gösterilmiştir.

Tablo 6. Isınma, pişirme, su ısıtma amacıyla kullanılan enerji kaynakları artış yüzdesi
Table 6. Percentage of increase in energy resources used for heating, cooking and water heating purposes

	Odun	Kömür	Tüp gaz	Doğalgaz	GE	Şebeke elektriği	Fındık kabuğu	Güneş paneli	Zeytin çekirdeği
Ekonomik nitelikli kredi kullanan	-4,6%	2,3%	-3,7%	0,0%	6,6%	-0,8%	0,06%	0,0%	0,0%
Sosyal nitelikli kredi kullanan	-9,6%	2,3%	-9,5%	0,0%	21,3%	-4,8%	-0,15%	0,1%	0,1%
Kredi kullanmayan	-6,4%	2,7%	-5,5%	-1,0%	9,2%	0,0%	0,08%	0,0%	0,0%
SOBMAÇA Toplam	-7,3%	2,4%	-6,8%	1,0%	14,0%	-2,5%	-0,02%	0,1%	0,1%

lanılan güneş enerji sistemlerinden (GE) kaynaklandığı söylenebilir. GE ferdi proje uygulanmasıyla birlikte ORKÖY kredisi kullanımını haricindeki GE kullanımında kayda değer bir artış görülmektedir. Uzunhasan (2022)'de güneş enerji sistemlerinin orman köylüsü tarafından talep edildiği ve orman köy yaşamına kabul edildiği sonucuna varmıştır.

2- Odun tüketimi: Ekonomik nitelikli kredi kullananların yıllık odun tüketimi, güncel durumda öncekine göre 1,04 ster fark ile %6,3; sosyal nitelikli kredi kullananların 2,17 ster fark ile %14,5; kredi kullanmayanların 1,25 ster fark ile %9,3 düşmüştür. Odun tüketiminde genel bir düşüş görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki odun tüketimi 15,36 ster

iken sosyal nitelikli kredi kullananların 12,84 ster, kredi kullanmayanların ise 12,20 ster'dir. Kaya ve ark. (2017)'nin araştırmasında öncekine göre yakacak odun tüketiminin kredi kullananlarda 0,35 ster azalırken kredi kullanmayanlarda 0,75 ster arttığı, ORKÖY kredilerinin yakacak odun tüketiminin azalması yönündeki katkısının sınırlı olduğu; fakat en azından tüketim artışının engellendiğinin söylenebileceği ifade edilmekle birlikte GE'den yıllık ortalama 2,87 ster yakacak odun tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir. Coşgun ve Güler (2013), Batı Akdeniz bölgesi orman köylerinde ortalama hane başına odun tüketiminin 11,74 ster olduğu ve bölge genelindeki %11,1'lik zati yakacak odun miktarı dışarıda tutulduğunda 3,2 ster yakacak odun tasarrufu sağlandığını belirtmişlerdir.

Odun tüketimini etkileyebileceği düşünülen dış cephe yalıtımı ve GE kullanımı güncel durum verilerine göre ekonomik nitelikli kredi kullananlarda %17,1-%67,1; sosyal nitelikli kredi kullananlarda %31,4- %98,2 ve kredi kullanmayanlarda %17,1-%13,8'dir. Odun tüketiminin azalmasının nedenlerinden biri olarak su ısıtma işlevini gören GE ferdi projesinin uygulanması ve yaygınlaşması görülebilir.

3-Gelir getirici hayvan sayısı: Orman köylülerinin hem gelir kaynağı olarak hem de besin maddesi sağladıkları gelir getirici hayvanlar büyükbaş, küçükbaş, kanatlı ve arı olarak sınıflandırılabilir. Hayvancılıktan gelir sağlayan aile işletmeleri yaygın olarak süt sığırcılığı, besi sığırcılığı, süt koyuncululuğu, fenni arıcılık ve kümes tavukçuluğu yapmaktadır. Keçi, hindi, ördek, kaz, at, eşek vb. yetiştiren ya da güncel işlerinde yararlanan da bulunmaktadır. Ekonomik nitelikli kredi alanların önceki duruma göre güncel durumdaki gelir getirici hayvan sayısı artışı %13,3, ortalaması ise $\bar{x} = 43,62$ olup sosyal nitelikli kredi alanlardan ve kredi kullanmayanlardan yüksek olduğu görülmektedir. Kredi kullanmayanlarda ise önceki duruma göre güncel durumdaki gelir getirici hayvan sayısında %19,3 azalma ile 21,72 ortalama ile sosyal ve ekonomik nitelikli kredi alanlardan düşük olduğu görülmektedir. Sosyal nitelikli kredi kullananlarda güncel durumda gelir getirici hayvan sayısı ortalama 24,96 olup %4 azalmıştır. Ekonomik nitelikli kredi kullanan orman köylüleri açısından sosyal nitelikli kredi alan ve kredi kullanmayanlara göre hayvancılığın önemli bir geçim kaynağı olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni olarak gelir getirici hayvan sayısındaki artışın sadece ekonomik nitelikli kredi kullananlarda görülmüş olması söylenebilir (Tablo 3, 4 ve 5).

5 ve 15-Hayvansal ürün ve ürün satış miktarı: Ekonomik nitelikli kredi kullananların hayvansal

ürün ve ürün satış miktarı güncel durumda öncekine göre üretimde 0,64 ton/yıl satışta ise 0,89 ton/yıl fark ile (üretim) %8,7 ve (satış) %17,7 artmış; sosyal nitelikli kredi kullananlarda ise (üretim) 0,81 ton/yıl - (satış) 0,38 ton/yıl fark ile %11,5-%7,4 düşmüştür. Hayvansal ürün miktarı kredi kullananlarda güncel durumda öncekine göre 0,47 ton/yıl fark ile %7,3 düşerken hayvansal ürün satış miktarı 0,12 ton/yıl fark ile %2,6 artmıştır. Ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki hayvansal ürün ve ürün satış miktarı 7,96-5,92 ton/yıl iken sosyal nitelikli kredi kullananların, 6,25-4,75 ton/yıl, kredi kullanmayanların ise 5,94-4,69 ton/yıl'dır.

Ekonomik nitelikli kredi kullananların gelir getirici hayvan sayısındaki artışın hayvansal ürün ve satış miktarlarına yansdığı; sosyal nitelikli kredi kullananlarda ise buna paralel şekilde bir düşme yaşandığı gözükmektedir. Kredi kullanmayanlarda ise gelir getirici hayvan sayısı ve hayvansal ürün miktarının düştüğü bunun aksine hayvansal ürün satış miktarının arttığı görülmektedir. Kredi kullanmayanların hayvansal ürün satış miktarının artması, gelir getirici hayvan sayısı azalmasına rağmen hayvansal ürün satış pazarının sürdürülebilirliğine, hayvancılığın kredi kullanmayanlar için de önemli bir gelir kaynağı olduğuna işaret etmektedir (Tablo 3, 4 ve 5).

6-Hane gelir kaynağı çeşidi: Ekonomik nitelikli kredi kullananların hane gelir kaynağı çeşidi güncel durumda öncekine göre %3,6; sosyal nitelikli kredi kullananlarda %2,8; kredi kullanmayanlarda %8,8 artmıştır. Güncel durumda hane gelir kaynağı çeşidi ortalaması ekonomik nitelikli kredi kullananlarda 3,2; sosyal nitelikli kredi kullananlarda 2,94; kredi kullanmayanlarda 2,98'dir.

Ekonomik nitelikli kredi kullananların hane gelir kaynağı çeşidi sosyal nitelikli kredi kullanan ve kredi kullanmayanlara göre daha fazla olmakla birlikte en fazla artış kredi kullanmayanlarda görülmüştür. Ekonomik, sosyal nitelikli kredi kullananlara göre kredi kullanmayanların hane gelir miktarındaki artış oranının yüksek, köy dışına göç oranının düşük ve köye geri göç oranının yüksek olması da kredi kullanmayanların hane gelir kaynağı çeşidindeki artışa işaret etmektedir (Tablo 3, 4, 5 ve 7). Kaya (2017), ekonomik nitelikli kredi kullananlarda yeni iş kolları gelişiminin çok düşük bir düzeyde olduğunu sosyal nitelikli kredi kullananlarda iş çeşitliliğinin artmadığını saptamıştır. Ağırman (2021) ise Trabzon İli, Maçka İlçesindeki ORKÖY faaliyetlerinin yeni iş kolları oluşturduğunu belirlemiştir.

Tablo 7'de köy dışına yapılan göç %89,1 ve köye

Tablo 7. Göç durumu
Table 7. Migration status

Göç sebebi	Ekonomik nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki		Sosyal nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki		Kredi kullanılmayan hanelerdeki		Toplam		Genel toplam		
	sayı	%	sayı	%	sayı	%	sayı	%	sayı	%	
Köy dışına göç	Evlenme	136	13,2	295	28,6	126	12,2	557	54,0	1032	89,1
	Çalışma	152	14,7	246	23,8	76	7,4	474	45,9		
	Sağlık sorunu	0	0	0	0	1	0,1	1	0,1		
	Toplam	288	27,9	541	52,4	203	19,7	1032			
Köye geri göç	Evlenme	0	0	2	1,6	1	0,8	3	2,4	126	10,9
	Geçim sıkıntısı	11	8,7	7	5,6	10	7,9	28	22,2		
	Emeklilik	7	5,6	11	8,7	11	8,7	29	23		
	Baba ocağını söndürmemek	0	0,0	15	11,9	18	14,3	33	26,2		
	Deprem kaygısı	0	0,0	17	13,5	0	0	17	13,5		
	Köy yaşantısını sevmek	3	2,4	0	0	8	6,3	11	8,7		
	Sağlıklı yaşamak	0	0	0	0	1	0,8	1	0,8		
	Hasta bakımı	0	0	0	0	4	3,2	4	3,2		
Toplam	21	16,7	52	41,3	53	42,1	126				

geri göç %10,9 iken köy dışına %52,4 ile en fazla göç edenler sosyal nitelikli kredi kullanılan hanelerde, köye geri göç edenler de ise %42,1'lik oranla kredi kullanmayan hanelerde olmuştur. En fazla köy dışına göç etme sebebi %54 ile evlenme iken en fazla köye geri göç sebebi ise %26,2 ile baba ocağını söndürmemektir.

7-Ormancılık geliri: Güncel durumdaki ormancılık gelirleri öncesine göre ekonomik nitelikli kredi kullananlarda %49,7, sosyal nitelikli kredi kullananlarda %64,4, kredi kullanmayanlarda ise %50,3 azalmıştır. Ormancılık gelirinde genel bir düşüş görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel ormancılık geliri 3.786,78TL iken sosyal nitelikli kredi kullananların 2.003,8TL, kredi kullanmayanların ise 2.261,53TL'dir. Bunun yanısıra orman işi ve işçiliği yapanların önceki duruma göre oranları ekonomik nitelikli kredi kullanılan hanelerde %65 - %36, sosyal nitelikli kredi kullanılan hanelerde %89 - %71, kredi kredi kullanılmayan hanelerde %71 - %56 oranlarında düşmüştür. Orman işi ve işçiliği yapanlardaki en az düşüş ekonomik nitelikli kredi kullananlarda gözlenirken onu kredi kullanmayanlar takip etmektedir. Ormancılık gelir miktarı da buna paralel olarak sıralanmaktadır. ORKÖY ferdi kredisi kullanan ve kullanmayan deneklerin gelir kaynağı çeşitliliği artarken ormancılık gelirinde dikkate değer bir düşüş görülmektedir. Bu sonuç araştırmaya katılan orman köylülerinin bir geçim kaynağı olarak ormancılık çalışmalarını daha az tercih ettiklerini göstermektedir (Tablo 3, 4 ve 5).

Ormancılık ve diğer gelir getirici, emek yoğun işle-

rin yapılmasında nüfusun yaş gruplarına dağılımı önem arz etmektedir. Tablo 8'de araştırmaya katılan orman köylülerinin nüfus yapısına ilişkin bazı veriler sunulmuştur.

Tablo 8'den araştırmaya katılan deneklerin hane nüfuslarının 3.071 kişiden oluştuğu, işgücü istihdamının sağlanabileceği 15-65 yaş grubunun toplam nüfusun %73,6'sını oluşturduğu ve bu kesimin de %24,1'inin ekonomik nitelikli kredi kullananlardan, %31'inin sosyal nitelikli kredi kullananlardan, %18,5'inin kredi kullanmayanlardan oluştuğu; hane nüfusu toplamının %51,6'sının erkek %48,4'ünün ise kadın olduğu görülmektedir. Sosyal nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki, istihdama daha elverişli olabilecek 15-65 yaş grubunun toplam nüfusa oranı ekonomik nitelikli kredi kullanan ve kredi kullanmayanlardan yüksek olmasına rağmen ormancılık gelirinde en yüksek düşüşe sahip olduğu görülmekte iken en az düşüş ve en yüksek ormancılık geliri ise bu sıralamada ikinci olan ekonomik nitelikli kredi kullanılan hanelerin olmuştur. Bu durumda ekonomik nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki istihdam arayışının diğerlerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

8-Hane geliri: Ekonomik nitelikli kredi kullananların hane geliri güncel durumda öncesine göre 4.239,45TL fark ile %10,8; sosyal nitelikli kredi kullananların 4.732,06TL fark ile %13,3; kredi kullanmayanların ise 8.037,24TL fark ile %22,4 artmıştır. Hane gelirinde genel bir artış görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel hane geliri ortalama 43.587,41TL iken sosyal nitelikli kredi kullananların 40.424,5TL, kredi

Tablo 8. Nüfus yapısı
Table 8. Population structure

Nüfus yapısı	Cinsiyet	Ekonomik nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki		Sosyal nitelikli kredi kullanılan hanelerdeki		Kredi kullanılmayan hanelerdeki		Toplam		Erkek, kadın toplam	
		sayı	%	sayı	%	sayı	%	sayı	%	sayı	%
18 yaş ve üstü	Erkek	413	25,3	555	35,2	314	19,7	1.282	41,7	2.463	80,2
	Kadın	363		526		292		1.181	38,5		
17 yaş ve altı	Erkek	130	7,9	109	7,2	64	4,8	303	9,9	608	19,8
	Kadın	112		111		82		305	9,9		
15-65 yaş arası	Erkek	392	24,1	501	31	293	18,5	1.186	38,6	2.259	73,6
	Kadın	347		450		276		1.073	34,9		
Engelli	Erkek	15	0,8	22	1,1	10	0,5	47	1,5	74	2,4
	Kadın	11		12		4		27	0,9		
Hane	Erkek	543	33,1	664	42,4	378	24,5	1.585	51,6	3.071	
	Kadın	475		637		374		1.486	48,4		

kullanmayanların ise 43.854,22TL'dir.

Kredi kullanmayan deneklerin hane geliri artışı oranı en yüksek olmakla birlikte en düşük artış ekonomik nitelikli kredi alanlarda görülmüştür. Hane gelir miktarında ise en yüksek gelir kredi kullanmayanlara en düşük gelir ise sosyal nitelikli kredi kullananlara aittir (Tablo 3, 4 ve 5). Ekonomik nitelikli kredi kullananların hane gelirindeki artış oranı en düşük olmakla birlikte önceden kredi konusunda faal olmayan ve kâr eden aile işletmelerinin oranı %11'i bulmuş ve elde ettikleri net kâr ekonomik nitelikli kredi kullananların hane gelirinin %3'ü olarak hesaplanmıştır. Ayrıca ekonomik nitelikli kredi kullananlardan ferdi projesi faal olan aile işletmelerinin geliri bu kredi grubundaki hane gelirinin %20'sini oluşturmuştur. Yani ekonomik nitelikli ferdi projelerin gelir kaynağı çeşidini artırarak ya da mevcut işletmeleri güçlendirerek hane gelirine doğrudan katkı sağladığı söylenebilir.

Kaya ve ark. (2017)'na göre, ortalama hane gelirinin bağcılık kredisi alanlar hariç arttığı belirlenmiştir. Önal ve Bekiroğlu (2011), İstanbul'un Şile ilçesindeki çalışmalarında ORKÖY kredisine bağlı hane geliri artışındaki değişimin %32,6'sının ORKÖY süt sığırcılığı projesinin yeterli gelişme göstermesi ile ORKÖY kredisine bağlı hane geliri artışındaki değişimin %32,4'ünün ise ORKÖY süt sığırcılığı proje seçiminin doğruluğuna bağlı olarak açıklanabildiğini ortaya koymuşlardır. Diğer bir çalışmada ise ORKÖY projelerinden yararlanan orman köylülerinin sadece %22,8'i gelir seviyesinde pozitif yönde değişiklik olduğu saptanmıştır (Ağırman, 2021).

9-Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri: Ekonomik nitelikli kredi kullananların ısınma, su ısıtma, pişirme giderleri, güncel durumda öncekine

göre 420,62TL fark ile %28,7; sosyal nitelikli kredi kullananların 382,25TL fark ile %23,8; kredi kullanmayanların ise 537,34TL fark ile %43,6 artmıştır. Isınma, su ısıtma, pişirme giderlerinde genel bir artış görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananlarda güncel durumdaki gider ortalaması 1.885,51TL iken sosyal nitelikli kredi kullananların 1.986,2 TL, kredi kullanmayanların ise 1.770,12TL'dir. Bunun yanı sıra öncekine göre güncel durumda hane başına yıl bazında ekonomik nitelikli kredi kullananlarda ortalama su ısıtma giderinin 127,61TL'den 120,54TL'ye %5,5 oranında düştüğü, sosyal nitelikli kredi kullananlarda 180,25TL'den 108,41TL'ye %71,8 oranında düştüğü, kredi kullanmayanlarda ise 117,34 TL'den 128,39TL'ye %9,4 oranında arttığı görülmektedir.

Isınma, su ısıtma, pişirme giderleri ekonomik, sosyal ve kredi kullanmayanlarda artış göstermiştir (Tablo 3,4 ve 5). Bu artışlardaki temel nedenin önceki durumda orman köylülerinin OGM'den daha ucuza zati yakacak odun alması olduğu söylenebilir. Su ısıtma maliyeti ise GE kredisi kullanımından dolayı önemli oranda azalmıştır.

Önal (2010), ısınma amaçlı aylık ortalama gideri 40,27TL, pişirme amaçlı aylık ortalama gideri ise 47,95TL olarak hesaplamıştır.

Okutucu ve ark. (2012), GE projesinin, orman köylülerinin hane gelirlerine aylık yaklaşık 70-80TL'lik bir katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Coşgun ve Güler'in (2013) çalışmasında GE projesi uygulamasıyla hane başına ortalama 336,042TL katkı sağlandığı ortaya konmuştur.

Kaya ve ark. (2017) ise GE kredisi kullananların yakacak odun, tüp gaz, kömür ve elektrik kullanı-

mından yıllık ortalama 550TL tasarruf ettiği saptanmışlardır.

Diğer bir çalışmada deneklerin %97,6'sının GE projesi ile elektrik ve diğer yakıt harcamalarında tasarruf sağlandığı belirlenmiştir (Ağırman, 2021).

10-Kömür tüketimi: Ekonomik nitelikli kredi kullananların kömür tüketimi, güncel durumda öncekine göre 0,13 ton fark ile %81,3; sosyal nitelikli kredi kullananların 0,31 ton fark ile %147,6; kredi kullanmayanların ise 0,24 ton fark ile %150 artmıştır. Kömür tüketiminde genel bir artış görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki ortalama kömür tüketimi 0,29 ton iken sosyal nitelikli kredi kullananların 0,52 ton, kredi kullanmayanların ise 0,4 ton'dur. Ayrıca güncel durumda sosyal nitelikli kredi kullananlardan katı yakıt kalorifer sistemi-soba bulunanların oranı %10,4-%90,8 iken ekonomik nitelikli kredi kullananlarda %9,2-%93,8; kredi kullanmayanlarda %6,9- %94,1; toplamda ise %9,2-%92,6'dır. Bu oranlardan da anlaşılacağı üzere sosyal nitelikli kredi kullananlarda katı yakıt kalorifer sistemi diğerlerinin kullanımından daha yüksek oranda iken soba kullanımı daha düşüktür. Özellikle sosyal nitelikli kredi kullanımı ile dış cephe yalıtımındaki artışın katkısıyla birlikte katı yakıt kalorifer sistemlerinin arttığı ve buna paralel olarak kömür tüketiminin artmış olabileceği söylenebilir.

12-Motorlu taşıt sayısı: Ekonomik nitelikli kredi kullananların motorlu taşıt sayısı, güncel durumda öncekine göre 0,42 fark ile %37,2; sosyal nitelikli kredi kullananların 0,37 fark ile %31,4; kredi kullanmayanların ise 0,33 fark ile %29,7 artmıştır. Motorlu taşıt sayısında genel bir artış görülmekle birlikte ekonomik ve sosyal nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki motorlu taşıt sayısı ortalaması 1,55 iken kredi kullanmayanların ise 1,44'dür.

Ekonomik, sosyal nitelikli kredi kullananlar ve kredi kullanmayanlarda ortalama motorlu taşıt sayısının arttığı görülmektedir (Tablo 3, 4 ve 5). Bu durum motorlu taşıt ihtiyacının ve alım gücünün arttığına işaret edebilir.

13-Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü: Ekonomik nitelikli kredi kullananların kullanılan tarım arazisi büyüklüğü, güncel durumda öncekine göre 0,96 da fark ile %2,1; sosyal nitelikli kredi kullananların 1,16 da fark ile %2,8 azalmış; kredi kullanmayanlar da ise 0,35 da fark ile %1 artmıştır. Kullanılan tarım arazisi büyüklüğü ekonomik nitelikli kredi kullananlarda güncel durumda ortalama 44,94 da iken sosyal nitelikli kredi kullananlarda 40,58 da kredi kullanmayanlarda ise 35,27 da'dır.

Sosyal nitelikli kredi kullananlardaki köy dışına göç sayısının yüksek olmasıyla, tarım arazisi kullanımının azalması manidar gözükmeyle birlikte tarımsal ürün miktarı ortalamasının yüksek olması dikkat çekicidir (Tablo 4). Öte yandan ekonomik nitelikli kredi kullananların tarım arazisi kullanımındaki düşüşün kısıtlı da olsa köy dışına göçe ve işgücünün hayvancılığa kayma eğilimine bağlı olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Tablo 3 ve 7).

Kaya ve ark. (2017)'nin araştırmasında ekonomik nitelikli kredi alanlardan arazi varlığı olanların oranı öncekine göre %7,4 artarken kredi kullanmayanlarda %9,7 artmıştır.

14-Tarımsal ürün miktarı: Ekonomik nitelikli kredi kullananların tarımsal ürün miktarı, güncel durumda öncekine göre 1,44 fark ile %5,2; sosyal nitelikli kredi kullananların 1,49 fark ile %5,1; kredi kullanmayanlarda ise 7,43 fark ile %35,8 artmıştır. Tarımsal ürün miktarında genel bir artış görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki tarımsal ürün miktarı ortalaması 28,87 ton iken sosyal nitelikli kredi kullananların 30,8 ton, kredi kullanmayanların ise 28,18 ton'dur.

Sosyal nitelikli kredi alanların tarımsal ürün miktarı diğerlerinden fazla iken kredi kullanmayanların en azdır (Tablo 3, 4 ve 5). Kredi kullanmayanların tarım arazisi artışıyla birlikte tarımsal istihdamının arttığı söylenebilir.

17-Orman suçu sayısı: Ekonomik nitelikli kredi kullananların orman suçu sayısı, güncel durumda öncekine göre 0,1 fark ile %76,9; sosyal nitelikli kredi kullananların 0,01 fark ile %17,1; kredi kullanmayanların 0,02 fark ile %56,8 düşmüştür. Orman suçu sayısında genel bir düşüş görülmekle birlikte ekonomik nitelikli kredi kullananların güncel durumdaki orman suçu sayısı ortalaması 0,03 iken sosyal nitelikli kredi kullananların 0,029 ve kredi kullanmayanların ise 0,02'dir.

Tablo 9'da deneklere ekonomik ve sosyal nitelikli ferdi proje uygulamalarının ormanlardan usulsüz faydalanmayı hangi düzeyde azalttığına ilişkin cevaplar alınmıştır.

Tablo 9'da görüldüğü üzere araştırmaya katılan orman köylüleri sosyal nitelikli ferdi proje uygulamalarının ormandan usulsüz faydalanmayı çok fazla (4,03) düzeyinde azalttığı yönünde puanlama yaparken, ekonomik nitelikli ferdi proje uygulamalarının ise ormandan usulsüz faydalanmayı çok (3,67) düzeyinde azalttığı yönünde puanlama yapmıştır.

Şekil 2'de SOBM'de işlenen orman suçlarının 2003 yılında 1.782 vaka ile en yüksek noktaya ulaştığı,

Tablo 9. Deneklere göre ekonomik ve sosyal nitelikli ferdi proje uygulamalarının ormandan usulsüz faydalanmayı azaltma düzeyi
Table 9. The level of reducing the illegal use of forest by economic and social individual project practices according to the respondents

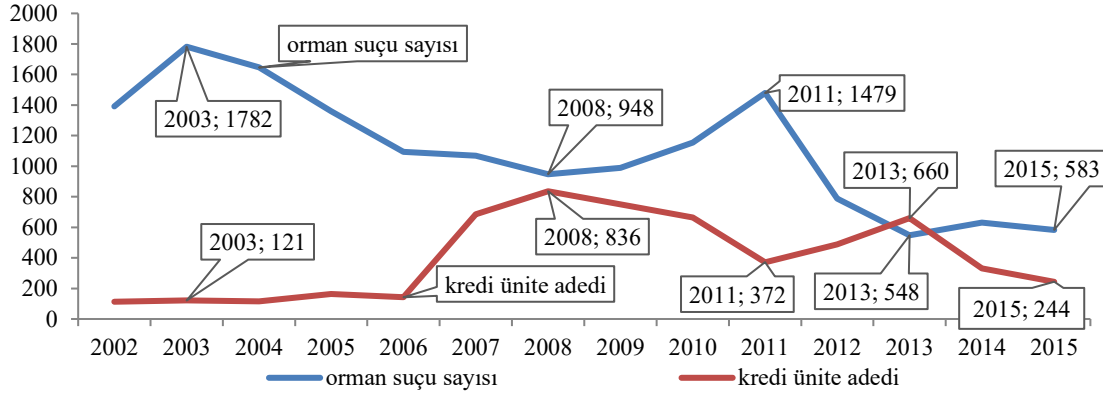
Soru ifadeleri	Ekonomik nitelikli kredi kullanan	Sosyal nitelikli kredi kullanan	Kredi kullanan	SOBM Toplam
Ekonomik nitelikli ferdi proje uygulamaları ormandan usulsüz faydalanmayı azaltır mı?	3,85 <i>çok</i>	3,63 <i>çok</i>	3,53 <i>çok</i>	3,67 <i>çok</i>
Sosyal nitelikli ferdi proje uygulamaları ormandan usulsüz faydalanmayı azaltır mı?	4,12 <i>çok fazla</i>	4,06 <i>çok fazla</i>	3,88 <i>çok fazla</i>	4,03 <i>çok fazla</i>

Puanlama düzeyleri şöyledir : (p = puan); p=0 (hiç), 0 < p = 1 (çok az), 1 < p = 2 (az), 2 < p = 3 (orta), 3 < p = 4 (çok), 4 < p = 5 (çok fazla)

2008 yılına kadar olan düşüşten sonra 2011 yılında tekrar 1.479'a yükseldiği görülmektedir. Ferdi kredi ünite adedinin 836 ile tepe yaptığı 2008 yılında orman suçunun 2002-2011 aralığında en düşük seviyesine geldiği ve yine 2013 yılında orman suçu sayısının 548; buna karşılık ferdi kredi ünite sayı-

sının 660 olarak gerçekleştiği, orman suçunun düştüğü ve bu dönemde ilk defa kredi ünite sayısının orman suçu sayısını geçtiği görülmektedir.

Ekonomik nitelikli kredi kullananların orman suçu sayısındaki %76,9'luk düşüşte ORKÖY ferdi pro-



Şekil 2. 2002 – 2015 yılları arasında SOBM'deki orman suçu sayısı ve verilen ORKÖY ferdi kredi ünite adedi (OGM, 2017)

Figure 2. The number of forest crimes in Sakarya Forest Regional Directorate and the number of ORKÖY individual credit units between 2002 and 2015 (OGM, 2017)

jelerinin istihdam sağlamasının ve aile işletmelerini desteklemesinin katkısı olduğu düşünülmekle birlikte genel olarak orman suçlarında azalma eğilimi olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 3, 4 ve 5). Bununla birlikte araştırmaya katılan orman köylülerinin ORKÖY'ün ekonomik ve sosyal nitelikli ferdi projelerinin ormandan usulsüz faydalanmayı hangi düzeyde azalttığına ilişkin cevapları ekonomik nitelikli proje uygulamaları için çok, sosyal nitelikli proje uygulamaları için çok fazla puanlama düzeylerinde olup en üst iki düzeyi oluşturmaktadır. Yani araştırmaya katılan orman köylüsünün ORKÖY ferdi proje uygulamalarının ormandan usulsüz faydalanmayı önlemeye katkı sağladığını vurguladığı söylenebilir (Tablo 9). Ayrıca 2003 yılında 1.782 vaka ile zirveye ulaşan orman suç-

larının 2013 yılında 548'e kadar düşmesi aynı yıl ferdi kredi ünite sayısının 660'a yükselmesinin ferdi proje uygulamalarındaki ünite adedindeki artışa zıt olarak orman suçlarının azalma eğiliminde olduğunu gösterebilir (Şekil 2).

Kaya ve ark. (2017)'nin araştırmasında ekonomik nitelikli kredi kullananların orman suçu sayısı öncesine göre artarken sosyal nitelikli kredi kullananlarda belirgin olarak azaldığı bunun yanı sıra kredi kullananların kredi kullananların üç katı orman suçu işlediği ortaya konmuş olup ORKÖY desteklerinin orman suçu sayısını azaltmamasına engel olduğuna işaret edilmiştir.

Giresun ve Kütahya OBM'lerde yapılan araştırmalarda benzer şekilde ORKÖY faaliyetleri ile orman

suçları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Daşdemir ve Türkyılmaz, 2018; Daşdemir ve Yıldırım, 2018). Samsun Orman İşletmesinde yapılan benzer bir araştırmada ise ORKÖY kredi miktarı arttıkça sosyal baskıların azaldığı belirlenmiştir (Daşdemir ve Yılmaz, 2016).

18-Kredi konusundaki net kâr: Ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletme sayısı 228 olup kredi konusunda ortalama net kâr güncel durumda öncekine göre 1.967 TL fark ile %26,4 oranında artmıştır. Güncel durumda ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletmelerinin ortalama net kârı 9.411TL/yıl'dır.

Ferdi proje konusunda *aile işletmelerini faal olarak devam ettirenlerin* (163 adet) oranı %71 iken, ortalama net kâr 13.164TL/yıl, net kâr toplamı ise 2.145.788TL/yıl olup ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletmelerinin yıllık hane geliri toplamının %22'sini oluşturmaktadır.

Ekonomik nitelikli kredi kullananlardan *ferdi projesi faal olanların* (147 adet) oranı %64 olup ortalama net kâr 13.573TL/yıl, net kâr toplamı ise 1.995.241TL/yıl olup kredi konusundaki net kârın %93'ünü, ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletmelerinin yıllık hane geliri toplamının ise %20'sini oluşturmaktadır.

Ekonomik nitelikli ferdi proje kredisi kullananlardan ferdi projesi faal olup hem de kâr edenlerin (143 adet) oranı %63, ortalama net kâr ise 13.953TL/yıl'dır. Ferdi projeleri faal olmayıp kredi konusunda faal olan ve kâr edenlerin (16 adet) oranı %7, ortalama net kârları ise 9.409TL/yıl'dır.

Ayrıca ekonomik nitelikli kredi kullananların kredi öncesinde %32'sinin kredi konusunda kazancı ve/veya aile işletmesi bulunmamakta (72 adet) iken bu oranın %54'ü (39 adet) kredi sonrasında aile işletmesi başına ortalama 9.800 TL/yıl net kâr yapmıştır. Bu %54'lük dilim içerisinde kredi konusunda ORKÖY haricinde kredi kullananlar da düşüldükten sonra oran %35'e (25 kişi) düşerken aile işletmesi başına ortalama net kâr 11.543TL/yıl'a yükselmiştir. Yani ekonomik nitelikli kredi alanlar içindeki %11'lik kesim (25 kişi) kredi öncesinde kredi konusunda kazancı ve/veya aile işletmesi bulunmamakta iken güncel durumda *ORKÖY haricinde kredi kullanmaksızın kredi konusunda kâr yapmış* ve bu tutar güncel durumda kredi konusundaki net kârın %13'ünü, 228 aile işletmesinin hane gelirinin ise %3'ünü oluşturup toplam tutarı 288.582TL/yıl'dır. ORKÖY ekonomik nitelikli kredilerinin, *kredi öncesinde kredi konusunda kazancı ve/veya aile işletmesi olmayanlar ve kredi kullanım sürecinde ORKÖY harici kredi konusuyla*

ilgili kredi almayanlar dikkate alındığında ekonomik nitelikli kredi kullananların hane gelirine katkısının %3 olduğu söylenebilir.

Ekonomik nitelikli kredi kullanan orman köylülerinden *ORKÖY dışı destek alanlar hariç kredi konusunda faal olan ve kâr edenlerin* güncel durumdaki ortalama net kârı 11.942 TL/yıl olup ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletmelerinin %29'unu (65 kişi), kredi konusundaki net kârın %36'sını, 228 aile işletmesinin hane gelirinin ise %8'ini oluşturmaktadır ve toplam tutarı 776.200 TL/yıl'dır.

Ekonomik nitelikli kredi kullanan aile işletmelerinin kredi öncesine göre ortalama net kârlarını %26,4 artırması ve yıllık hane geliri toplamının %22'sini oluşturması ORKÖY ferdi projelerinin orman köylüsüne ekonomik anlamda katkı sağladığının göstergesi sayılabilir (Tablo 3). Araştırmada, kredi öncesinde kredi kullandığı konuda faaliyeti olmayıp bunlardan %54'ünün kredi konusunda faaliyetini devam ettirmesi de ORKÖY ferdi projelerinin istihdam oluşturduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Çok ve ark. (2015)'nin çalışmasında, faal durumda olan 36 adet arıcılık işletmesinin ortalama net kârı olan 12.726, 82 TL, 31 adet süt sığırcılığı işletmesinin ortalama net kârı ise 49.860,0TL olarak bulunmuştur. Coşgun ve Güler (2014)'in araştırmasında ise arıcılık kredisi alıp arıcılık yapmayı sürdüren işletmelerde ortalama net kâr 1.284,05TL olarak hesaplanmıştır.

4. Sonuç ve Öneriler

4.1. Sonuç

Araştırmada, sosyoekonomik değişkenlere ilişkin verilerden ekonomik nitelikli ORKÖY ferdi proje uygulamaları ile gelir çeşitliliğinin ve hane gelirinin artırılmasına dolayısıyla köy dışına göçü azaltabilecek iş istihdamı oluşturmaya, sosyal nitelikli ORKÖY ferdi projeleri ile de odun tüketiminin azaltılmasına katkı sağlandığı anlaşılmaktadır.

Orman köylülerinin ekonomik ve sosyal alanda refahının sağlanarak ormanlardan usulsüz faydalanmanın azalabileceği genel bir kanı olmakla birlikte, SOBM'de uygulanan ORKÖY ferdi projelerinin de ormanlardan usulsüz faydalanmayı azaltıcı etkisinin olduğu kanaatinin, araştırmaya katılan orman köylüsünün çoğunluğunda olduğu görülmektedir.

4.2. Öneriler

Orman köylülerinin sosyoekonomik yapısını olumlu yönde etkilemek amacıyla kurulmuş olan ORKÖY'ün kısıtlı kaynaklarının (ferdi proje uygulamalarının) etkinliğini artırabilmek için geliştirilen öneriler aşağıda sıralanmıştır:

Mevcut ferdi kredi uygulamalarına orman köylüsünün ihtiyacı doğrultusunda devam edilmelidir.

Orman köylüsünün farklı ihtiyaç ve talepleri proje önerileri olarak dikkate alınmalıdır.

ŞEBGES ve GE gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin projeler teknik koşullar çerçevesinde çeşitlendirilerek uygulanmaya devam edilmelidir.

Daha fazla ihtiyaç sahibine ulaşabilmek ve ORKÖY faaliyetlerini daha etkin bir şekilde yürütmek için donanımlı personel sayısı artırılmalı hatta Orman İşletme Müdürlükleri bünyesinde ORKÖY şeflikleri kurulmalıdır.

Orman köylüsüne yönelik olarak proje konuları ile ilgili eğitim çalışmaları düzenlenmeli ya da sayısı artırılmalıdır.

Orman köylüsü, muhtaçlık derecesine göre kredilendirilmelidir. Örneğin bir dağ köyündeki orman köylüsünün yaşam koşulları ile il ve ilçe merkezlerine daha yakın bölgelerdekilerin aynı olmayacaktır. Bu nedenle kredilendirme koşulları da farklı olmalıdır. Bütçe öncelikle ORKÖY kredisine en fazla ihtiyacı olan bölgelere yönlendirilmelidir.

ORKÖY ferdi projelerini başarı ile uygulayan orman köylüleri ve ORKÖY çalışanları ödüllendirilmelidir.

Milli Eğitim Müdürlükleri, araştırma kurumları, basın, sivil toplum kuruluşları ve diğerleri ile irtibata geçilerek genç nesillere orman köylüleri ve ORKÖY faaliyetleri tanıtılmalı, hatta ORKÖY proje yarışmaları düzenlenmelidir.

Teşekkür

Bu makale Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsünce yürütülen İZT-406(5316)2017-2019 nolu, "ORKÖY Ferdi Proje Uygulamalarının Orman Köylüsünün Sosyoekonomik Yapısına Katkısının Belirlenmesi (Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü Örneği)" isimli proje kapsamında hazırlanmıştır. Araştırma varsayımını oluşturmada katkı sunan Prof. Dr. İsmet DAŞDEMİR, anket çalışmalarına destek veren Enstitü Araştırmacıları Erol CABAK ve M. Mustafa GÜNER ile değerli orman köylülerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Ağırman, Y., 2021. Trabzon İli Maçka İlçesi'nde ORKÖY Tarafından Verilen Kredilerin Uygulama Sonuçlarının Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., Yıldırım, E., 2005. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, SPSS Uygulamalı, 4. Baskı, Sakarya Kitabevi, Sakarya.

Coşgun, U., Güler, K.H., 2013. ORKÖY Gün Isı Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesini (Batı Akdeniz Bölgesi Orman Köylüleri Örneği), Araştırma Projesi Sonuç Raporu, OGM Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya.

Coşgun, U., Güler, K.H., 2014. Arıcılık Yapanların İşletme Ekonomisi Açısından İncelenmesi (Batı Akdeniz Bölgesi Orman Köylüleri Örneği), Araştırma Projesi Sonuç Raporu, OGM Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya.

Çok, N., Coşgun, U., Okur, A., Ezberci, E., 2015. ORKÖY Tarafından Orman Köylülerine Verilen Kredilerin Uygulama Sonuçları (Elazığ İli Örneği), Araştırma Projesi Sonuç Raporu, OGM Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Elazığ.

Daşdemir, İ., Yılmaz, A., 2016. Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada ORKÖY'ün Rolü (Samsun Orman İşletmesi Örneği) ISEM 2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 04-06 November 2016, Alanya/Antalya.

Daşdemir, İ., Türkyılmaz, Y., 2018. The Impact of ORKÖY Activities of the Giresun Regional Directorate of Forestry on Sustainable Rural Development. International Congress on Engineering and Life Science (ICELIS 2018), Proceeding Book, ISBN 978-605-4697-20-5, 26-29 April, Kastamonu.

Daşdemir, İ., Yıldırım, Ö., 2018. The Effects of ORKÖY Activities on Sustainable Rural Development : Example of the Kütahya Regional Directorate of Forestry. The Most Recent Studies In Science And Art Book, Volume 2, ISBN 978-605-288-357-0, Chapter 82, Ankara.

Eler, Ü., Carus, S., Özçelik, R., Çatal Y., 2014. Orman ve Toplum, II. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu "Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum Ve Çevre" 22-24 Ekim 2014 - Isparta.

Günşen, H.B., Atmış, E., 2015. İç Göçlerin Orman Köylülerinde ve Ormancılık Çalışmaları Üzerindeki Etkileri, IV. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 15-17 Ekim 2015, Trabzon, https://www.researchgate.net/profile/Erdogan_Atmis/publication/283089232_IC_GOCLERIN_ORMAN_KOYLERINDE_VE_ORMANCILIK_CALISMALARI_UZERINDEKI_ETKILERI/links/562a513f08ac04c2aeb184e7.pdf (Erişim tarihi: 18.06.2019).

Kaya, G., Porsuk, T., Öztürk, M., 2017. Ankara, Çankırı Ve Kırıkkale İllerinde Uygulanan ORKÖY Kredilerinin Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Tespiti, Araştırma Projesi Sonuç Raporu, OGM İç Anadolu Ormancılık Araştırma

Enstitüsü, Ankara.

Naing, L., Winn, T., Rusli, B.N., 2006. Practical Issues in Calculating the Sample Size for Prevalence Studies, *Archives of Orofacial Sciences*, 1: 9-14.

OGM, 2017. Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü. Orman Zararlılarıyla Mücadele ve ORKÖY Şube Müdürlükleri kayıtları.

OGM, 2022a. Orman ve Köy İlişkileri Dairesi Başkanlığı/ Görev Tanımları (ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/merkez-birimleri/orman-ve-koy-iliskileri-dairesi-baskanligi; Erişim tarihi: 12.04.2022)

OGM, 2022b. Orman Köylülerinin Desteklenmesine Ait Tamim No:7022 Orman Ve Köy İlişkileri Dairesi Başkanlığı 2016, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/mevzuat-sitesi/Tamimler/7022%20NOLU%20TAM%20C4%B0M.pdf> (Erişim tarihi: 12.04.2022).

OGM, 2022c. Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü. <https://sakaryaobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/OrmanIsletmeMudurlukleri.aspx> (Erişim tarihi: 11.11.2022).

OGM,2023a. Orman Genel Müdürlüğü. Ormanlık İstatistikleri 2022.zip (ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler; Erişim tarihi: 11.07.2023)

OGM, 2023b. ORKÖY Dairesi Başkanlığı Destekleme Şube Müdürlüğü kayıtları.

Okutucu, M. A., Demir, M., Ağyürek, C., Bilgili, A., Güven, M., 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin, ORKÖY Projelerinde Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Erzurum İli). III. Ormanlıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 18-20 Ekim 2012, İstanbul.

Omrak, H., 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı. Türk Tarım Orman (Tarım ve Orman Dergisi), <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/199/orman-koylusune-verilen-kredilerin-yuzde-98i-faizsiz-> (Erişim tarihi: 10.06.2022).

Önal, P., 2010. Orman Köylerinde ORKÖY Tarafından Gerçekleştirilen Köy Kalkındırma Projelerinin Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Şile-İstanbul), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Önal, P., Bekiroğlu, S., 2011. Orman Köylerinde ORKÖY Tarafından Gerçekleştirilen Köy Kalkındırma Projelerinin Uygulama Sonuçlarının Araştırılması (Şile-İstanbul), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 61 (2): 53-66.

RG, 2011. Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No: 645). Resmi Gazete 27984 (04 Temmuz

2011). <https://www.resmigazete.gov.tr/> (Erişim tarihi: 09.11.2022).

RG, 2013. Orman Köylülerinin Kalkındırılmalarının Desteklenmesi Faaliyetlerine İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete 28811 (04 Kasım 2013). <https://www.resmigazete.gov.tr/> (Erişim tarihi: 10.06.2022).

RG, 2020. Orman Köylülerinin Kalkındırılmalarının Desteklenmesi Faaliyetlerine İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete 31207 (08 Ağustos 2020). <https://www.resmigazete.gov.tr/> (Erişim tarihi: 10.06.2022).

STB, 2022. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Kalkınma Ajansları Genel Müdürlüğü, https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/dosyalar/ozet-orkoy_kredileri.pdf (Erişim tarihi: 10.06.2022).

TOB, 2023. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/5395/Orman-Koylusunu-Kendi-Elektrigini-Uretiyor> (Erişim tarihi: 24.03.2023).

Tokmanoğlu, T., 1974. Düzenli ormancılık yönünden orman köy ilişkilerinin doğurduğu sorunlar ve çözüm yolları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B XXIV (2): 113-118)

Toksoy, D., Ayaz, H., Şen, G., Özden, S., 2005. Doğu Karadeniz Bölgesinde Orman-Köylü İlişkileri, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi* 6 (1-2): 79-85.

Tolunay A., Korkmaz M., 2005. Kırsal Kalkınma Sürecinin İzleme ve Değerlendirme Aşamasında Katılımcılık, Türk Ormancılığında Uluslararası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, 22-24 Aralık 2005, Antalya, 1 s.

TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. https://biruni.tuik.gov.tr/medas/donusum_hesap.zul (Erişim tarihi: 19.04.2022).

TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685> (Erişim tarihi: 11.07.2023).

URL, 2018. At the human-forest interface. *Nature Communication*, 9: 1153 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03586-1>.

Uzunhasan, S., 2022. Orman Köylüsüne Yapılan Desteklerin Beklentileri Karşılama Düzeylerinin Ekonomik Ve Sosyal Açından Değerlendirilmesi (Daday Örneği), Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.

Phytoremediation capacity of Umbrella palm and Vetiver in improving surface water quality by Floating Treatment Wetland

Kök Yüzdürme Yöntemi ile yüzeysel su kalitesinin iyileştirilmesinde Japon şemsiyesi ve Vetiverin fitoremediasyon kapasitesi

Arzu YÜCEL¹

Erdal ÖRTEL¹

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Arzu YÜCEL
arzuucel@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

26.04.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

28.07.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Filiz YÜKSEK
filiz6108@gmail.com

Atıf (To cite this article): Yucel, A. & Örtel, E. (2023). Phytoremediation capacity of Umbrella palm and Vetiver in improving surface water quality by Floating Treatment Wetland. Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 168-181 . DOI: 10.17568/ogmoad.1288019



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Abstract

Surface water is polluted due to many reasons, mainly wastewater and irrigation discharges, and loses its value for potential uses. In this study, phytoremediation was applied to improve the surface water provided from a branch of the Gediz River, which meets the freshwater needs of Izmir Bird Paradise but is not qualified as a quality water source in terms of ecosystem. For this purpose, the removal efficiencies of *Cyperus alternifolius* L. (umbrella palm) and *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash (vetiver) for total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), and total organic carbon (TOC) were tested in the tanks, which were set with the floating treatment wetland (FTW) with a control group. TP, TN and TOC were measured in water on the 1st, 3rd, 7th and 14th days, while macro and micronutrients were measured in the plants at the beginning and end of the study. TP removal was 92%, 82%, and 45%; TN removal was 62%, 52%, and 24%; and TOC removal was 79%, 66%, and 13% in umbrella palm, vetiver and control tanks, respectively. The translocation factors (TF) that were expected to be >1 in plants were determined as Cd (1.55), Pb (1.27), B (1.19), and Cr (1.11) in vetiver, and B (1.33) and Pb (1.14) in umbrella palm. Considering the increase in biomass, it can be said that the umbrella palm accumulates metal at a higher rate. This study demonstrates that with the usage of umbrella palm and vetiver, FTW has the potential to be used as a green treatment method.

Keywords: Surface water, phytoremediation, *Cyperus alternifolius*, *Vetiveria zizanioides*, floating treatment wetland (FTW)

Öz

Yüzeysel su kaynakları atık su deşarjları, tarımsal drenaj suları başta olmak üzere birçok faktörden dolayı kirlenmekte ve potansiyel kullanım amaçları için değerini kaybetmektedir. Bu çalışmada İzmir Kuş Cennetinin (İKC) tatlı su ihtiyacını karşılayan ancak ekosistem açısından kaliteli bir su kaynağı olarak nitelendirilmeyen Gediz Nehri'nin bir kolundan sağlanan yüzeysel suyunun iyileştirilmesi amacıyla fitoremediasyon çalışması uygulanmıştır. Bu amaçla kök yüzdürme yöntemi (FTW) ile kurulan tanklarda *Cyperus alternifolius* L. (Japon şemsiyesi) ve *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash (vetiver) türlerinin sudaki toplam fosfor (TP) toplam azot (TN) ve toplam organik karbon (TOK) giderim kapasiteleri kontrol grubu ile test edilmiştir. 1. 3., 7. ve 14. günlerde suda TP, TN ve TOK değerleri ile, çalışmanın başında ve sonunda bitkilerde makro ve mikro besin elementleri ölçülmüştür. Japon şemsiyesi, vetiver ve kontrol tanklarında sırasıyla TP giderimi %92, %82 ve %45, TN giderimi %62, %52 ve %24 ve TOK giderimi %79, %66 ve %13 olarak gerçekleşmiştir. Kirlenmeler için >1 olması istenen translokasyon faktörleri (TF) vetiverde Cd (1,55), Pb (1,27), Bor (1,19) ve Cr (1,11); Japon şemsiyesinde ise Bor (1,33) ve Pb (1,14) olarak tespit edilmiştir. Biyokütlesindeki artış dikkate alındığında Japon şemsiyesinin daha yüksek miktarda metal aldığı söylenebilir. Genel olarak, bu çalışma FTW yönteminin, Japon şemsiyesi ve vetiverin yüzeysel suyu kalitesini iyileştirmede yeşil bir arıtma yöntemi olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Yüzeysel su, bitkisel arıtım, *Cyperus alternifolius*, *Vetiveria zizanioides*, yüzen kök arıtımı

1. Introduction

Prevention of pollution in surface water bodies is one of the major issues getting in the way of sustainable water management. In recent years, water quality has been steadily declining (UN, 2021). The fact that surface waters are at risk of pollution is of vital importance not only for human beings but also for other living organisms that benefit from water.

Preventing pollution and improving water quality is one of the main issues in water management. One of the principles of the United Nations' sustainable development goals (Goal 6) is clean water and sanitation (URL-1). For the sustainability of water, which is the most basic life need, practices that encourage pollution prevention of water resources need to gain more importance.

In Türkiye the Regulation on Surface Water Quality Management (SWOR) entered into force with the T.C. Official Gazette No: 28483 (November 30, 2012) and revisions of the regulation were published in 2015, 2016, 2021 and 2023. The regulation specifies the technical principles of preserving surface and groundwater to meet all potential demands. Inland water quality is classified into four levels in the 2012 legislation, ranging from the best quality to the worst quality; however, in June 2021, the SWQR was revised, and the current classifications consist of three classes: Level I represents high status, Level II represents good status, and Level III represents moderate (RG, 2012).

The Gediz River within the Aegean Region of Türkiye, which has a length of about 400 km, receives domestic and industrial wastewater discharges from the upper regions it reaches. The parameters monitored when it reaches its discharge point include dissolved oxygen (DO), chemical oxygen demand (COD), ammonium, nitrite, total Kjeldahl, total phosphorus (P), lead (Pb), copper (Cu), and zinc (Zn), which are evaluated as Level III in the SWQR (ÇSB, 2014).

Instead of conventional treatment methods, advanced treatment methods are also developed. However, these new methods are often not very cost-efficient as they use more power. Also, the costs of operation and maintenance place financial pressure on local businesses and governments (Mujeriego and Asano, 1999; Prasse et al., 2015).

The method used in this study, phytoremediation, is simply defined as the removal of soil or water pollutants by the usage of plants while retaining them within the plant structure. All green plants in

terrestrial and aquatic ecosystems are natural reservoirs for pollution control. Therefore, phytoremediation applications are being used for ongoing projects because of their on-site applicability, cost-effectiveness and eco-friendly nature (Hoda, 2007; Lakshmi et al., 2017)

Any terrestrial and aquatic plant species can be used in the application of phytoremediation technology due to their extensive potential for detoxification, degradation, and removal capacity of contaminants from the environment. Plant properties, such as endogenous, genetic, biochemical and physiological qualities, are important factors for improving soil and water quality on-site. When selecting plant species for the phytoremediation applications, featured parameters, such as the growth of the plant in the natural environment, adaptation to climatic conditions and existing vegetation resistant to insects and other diseases, increasing the amount of biomass, and having a strong root structure should be taken into consideration (Brix, 1997; Brisson and Chazarenc, 2009).

Recently, constructed wetlands have attracted considerable interest as a cost-effective, environmentally friendly, aesthetically pleasing, and efficient method for treating organic and inorganic matter, heavy metals, macro and micronutrients, and color (Panja et al., 2020).

In constructed wetlands, the treatment process occurs through physical, chemical, and biological processes and their interaction with each other. The treatment performance of constructed wetlands is mainly influenced by system design, type of pollutants, plant species, weathering factors, residence time, and interaction with the root zone (Davamani et al., 2021).

Floating treatment wetlands (FTWs) are the most promising type of constructed wetlands because they are relatively inexpensive compared to conventional wetlands, require less land area, and are easy to design (Chandanshive et al., 2020). In a FTW, the system is designed to place the plants above the wastewater surface, considering the maximum contact of the rhizosphere at the plant roots with the wastewater for effective treatment. In a FTW, the system is designed to place the plants above the wastewater surface, the plant root zone creates a very large surface area for microbial organisms, thus root adsorption and transfer of decomposed compounds to the plant structure, accompanied by microbial degradation increase the removal of biological pollution (Kyambadde et al., 2004; Li et al., 2007, Kale et al., 2015). The plant is used as the main key parameter because it should be able to

tolerate high concentrations of toxic contaminants.

Headley and Tanner (2012) compared the yields of constructed wetlands (CTW) and floating treatment wetlands (FTW) and found that FTW were more efficient than CTW with removal rates for FTW being at 79% for BOI5, 55% for COD, 73% for NO₃-N, 62% for total nitrogen, and 50% for total phosphorus while for CTW, the removal efficiencies were 65% BOD₅, 45% COD, 52% NO₃-N, 43% TN, and 49% TP. This is explained by the fact that the contact time and capabilities of plants whose roots are in sediment are more limited than those of plants whose roots are floating (Kadlec and Wallace, 2008).

To date, several studies have been conducted to treat soil and water using almost 400 different plant species (Richa et al., 2020). *Cyperus alternifolius* L. (umbrella palm) and *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash (vetiver) have favorable features to tolerate high concentrations of contaminants and extreme conditions, which makes them successful vegetative candidates for the phytoremediation processes (Ali et al., 2020).

Umbrella palm is a perennial plant from the Cyperaceae family. The body of the plant is 2 meters long, as it can have many branches. It surrounds the ground with its extensive root system in freshwater margins, streams and moist soils. Although its leaves deteriorate in cold environments, the root system is not damaged, shoots continue to sprout in spring, and it is in the main group for resistance to harsh conditions (Shalabi and Gazer, 2015; Bryson and Carter, 2008).

Vetiver is a perennial plant of the Poaceae family that occurs naturally in the continental climate zone of Asia. The sedge-like plant grows about 2 meters high. The root system is very strong, and the ball-shaped fringed roots can penetrate rocky soil under suitable conditions. Although vetiver is a tropical plant, it can tolerate temperatures ranging from -15°C to 55°C (Xia et al., 1999), and it has been observed to survive cold temperatures of -11°C in Austria and -22°C in China for short periods. 13°C - 25°C is the ideal growth temperature (Danh et al., 2009), and 5°C is the temperature for dormancy (Wang, 2000).

These two plants have been tried in the removal of heavy metals, organic compounds, nitrogen, and phosphorus in sewage wastewaters (Parnian and Furze, 2021) showing their potential for municipal wastewaters.

The FTW method has been applied with different

plant species in the treatment of; flood waters (Revitt et al., 1997; Kerr-Upal et al., 2000; Li et al., 2010), pig farm effluents (Liao et al., 2005; Hubbard et al., 2004), metal pollution removal from waterways around highways (Borne et al., 2014), nitrogen removal in stagnant waters (Keizer-Vlek et al., 2014; Xu et al., 2017), total organic carbon removal in textile wastewater (Anamaria et al., 2015; Almaamary et al., 2017; Kah et al., 2016), and TOC and phenol removal in palm oil and olive mill wastewater (Sa'at et al., 2017, Gören et al. 2021)

2. Material and methods

2.1. Characterization of IBP inlet water

The study was conducted in İzmir Bird Paradise (IBP) at the coordinates 38°34'8.81"N, 26°53'44.97"E, where the Gediz River flows into the Aegean Sea located in western Türkiye (Figure 1). The study took place during the vegetation which runs from March until November 2016 and 2017. Samples materials of the river were taken from a branch of the Gediz River to the freshwater areas of IBP was used.



Figure 1. Location of the study area within Türkiye and İzmir province

Şekil 1. Çalışma alanının Türkiye ve İzmir sınırları içinde gösterimi

2.2. Acclimatization of *Vetiveria zizanioides* L. Nash and *Cyperus alternifolius* L.

The plants of umbrella palm and vetiver were harvested from the nursery of the Aegean Forestry Research Institute in İzmir, where they are grown for research purposes (Figure 2). Plants were removed from the soil and rooted in an aqueous medium with fertilizer (N:P:K = 15:15:15 and pH = 6-7) for six weeks without sunlight until sufficient development of fresh shoots and roots were observed (Hogland and Arnon, 1950).



Figure 2. Pre-treatments in the cultivation of plants
Şekil 2. Bitkilerin yetiştirilmesinde ön işlemler

2.3. Experimental set up and procedure

1.2 m³ tanks (120x110 cm base and 116 cm depth) were used for the study. Plant-growing pots were placed on the styrofoam to allow the plant roots to float in the water (Figure 3). The surface of the tanks was covered with styrofoam to prevent evaporation of the water sample and sunlight penetration. Three replicates were performed with the control group, which consisted of nine tanks without umbrella palm, vetiver, or any plants. Plants were cut at a root and body length of 40 cm and placed on the styrofoam that floats on the water (4 kg in each tank).



Figure 3. Flotation device (left) and tanks (right)
Şekil 3. Yüzdürme düzeneyi(sol), tanklar (sağ)

The surface water in each tank was sampled over a 14-day period on days 1, 3, 7, and 14. At the end of each period, the tanks were cleaned to prevent any sediment or biofilm build-up, and a new sample of surface water sample was pumped from the inlet channel of IBP into the tank thus starting the next study. This process was repeated 21 times throughout the vegetation period in 2016 and 2017 (March-November). No new samples or nutrients were added during the experimental runs in order to maintain a constant pattern of contaminant removal.

2.4. Analytical methods

Experiments were conducted simultaneously in triplicate with both cases and controls to determine the TP, TN, TOC, pH, dissolved oxygen (DO) and metal analyses in water, micro- and macronutrients, and potentially toxic elements (PTEs) removal efficiency of the plants. Each tank was sampled over a 14-day period, on days 1, 3, 7 and 14. The amount of evaporation was calculated by evaluating the water levels on site. The pH, electric conductivity (EC) and dissolved oxygen (DO) of the samples were measured directly using a portable WTW pH meter on site and Thermo Orion 3 Star pH-meter at the laboratory, respectively (TS EN ISO 10523, TS 9748 EN 27888).

Samples were prepared by passing them through a 0.45 µm glass fiber membrane filter and later washed with 50 ml of distilled water for heavy metal, anion and cation analysis, and by filtering through black banded filter paper for TOC NPOC and TN analyses.

Phosphorus is generally found in the aquatic ecosystem as PO₄⁻³. For the total phosphorus (inorganic and organic phosphate) analysis, all forms of phosphorus are converted to orthophosphate by chemical reactions and determined in that form. Phosphorus was measured in terms of PO₄³⁻-P in this study (SM 4500-P). A 4 ml solution of ammonium molybdate was mixed with 100 ml of sample, and then 0.5 ml of stannous chloride was added. The prepared sample was read at a wavelength of 690 nm in the UV spectrophotometer after 10 minutes but not exceeding 12 minutes. The result was calculated using the calibration curve. The PO₄³⁻-P value was multiplied by 0.326 and expressed as total phosphorus (TP).

TOC measurement is recommended for the detection of organic pollution in river waters and at low concentrations (Chandler et al., 1976). In the literature, it is observed that there is a linear relationship between COD and TOC in different water samples and a constant coefficient for the same type of water used (Dubber and Gray, 2010; Lee et al., 2016). In this study, the TOC parameters were also measured, and the COD: TOC conversion coefficient was found to be 4.5.

The Shimadzu TOC-VCPH Total Organic Carbon Analyzer was used to do TOC and TN analyses. This analyzer converts carbon to CO₂ through catalytic oxidation at 680°C and measures CO₂ concentration using an NDIR (Non-Dispersive Infrared) detector. For surface waters, the measurement of organic carbon is recommended to be performed

as Non-Purgeable Organic Carbon (NPOC), which refers to the fraction of organic carbon that cannot be removed by purging. In NPOC analyses, the pH of the samples is adjusted to 2 by dilution with 0.06 ml of hydrochloric acid before the program calculates NPOC values. The samples are next subjected to high-purity air for 15 minutes at a flow rate of 150 ml/min to remove any remaining inorganic carbon (ISO 8245).

The Total Nitrogen analysis was performed using the Shimadzu, TOC-VCPH Total Organic Carbon Analyzer with the attached Total Nitrogen module. In this method, nitrogen is combusted and converted to nitrogen dioxide, and then total nitrogen is measured using a chemiluminescence detector (ASTM D8083-16).

In evaluating the data on phosphate, nitrogen, and organic carbon analysis in water, the concentration values (mg/L) were calculated as total mass (gr) by multiplying the volume of water (L) measured in the tanks on the day the sample was taken. Accordingly, removal rates in planted and unplanted were calculated using the following Formula 1.

$$\text{Mass removal rate \%} = \left[\frac{V_0 C_0 - V_t C_t}{V_0 C_0} \right] 100 \quad (1)$$

Where C_0 is the concentration on the first day and C_t is the concentration on the measurement days, and V_0 and V_t are the volumes of water for the first day and for the measurement day.

Samples for the plant analysis were ground by drying them in air at 65-70 °C for 24-42 hours. The moisture content of the ground plant samples was analyzed at 105 °C for 24 hours using the standard method ISO 11465 (1993). Thus, the calculation was made with the moisture correction coefficients obtained, correcting the weight of the plant analysis according to the weight measured at 105°C. (i) To determine the macro- and micronutrients and potentially toxic elements (PTEs) in the plant tissues, the dried samples were digested by performing a wet-burning microwave combustion system. B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, and Zn contents were measured using ICP-OES (Perkin Elmer Optima 2100 DV). (ii) P content was measured with a spectrophotometer (Thermo Scientific-Evolution 300 UV-VIS) at 479 nm using the vanadomolybdophosphoric acid colorimetric method. (iii) C, S and N content were analyzed by the Dumas method (dry burning) (TS ISO 10694 and TS ISO 13878).

The PTEs levels measured in the roots and stems of the plants were calculated using the Translocation Factor (TF), which expresses the transfer of pollu-

tion from the root to the stem, this process is called phytostabilization (Formula 2). $TF > 1$, indicates that the accumulation capacity of the plant is effective (Chanu and Gupta, 2016).

$$\text{Translocation Factor} = \left[\frac{C_s}{C_r} \right] \quad (2)$$

Where C_s is the concentration of the heavy metal on the stem and C_r is the concentration of metal in the root.

Since the data on PO_4^{3-} -P, TN, and TOC removals in the tanks are stated as percentages, an arcsine transformation was applied. After these transformations, the overall means and standard deviations were calculated given.

An analysis of variance was performed to test the assumptions made for the study, and Duncan's test was used for comparisons between groups. Data from the macro-micro and heavy metal analysis of the plant samples were analyzed using their arithmetic means obtained from graphs and tables. Normal distribution was tested, and since the data did not show normal distribution, bioaccumulation differences between plants were tested using Kruskal-Wallis and Mann Whitney U.

3. Results

3.1. River water characteristics

The characteristic values of the freshwater of IBP, changing according to the seasons, are shown in (Table 1).

The Kruskal-Wallis test was used to assess the concentration of pollutants, as there were statistically significant between seasons (spring, summer, and autumn), for pH, EC, temperature, PO_4^{3-} -P and TN ($p < 0.001$). TOC concentration was not significantly different from the seasons ($P > 0.05$).

Table 1. Condition of IBP inlet water by seasons
Tablo 1. Mevsimlere gore İKC giriş suyu kalitesi

Season	EC μS/cm	pH	PO_4 -P mg/L	TN mg/L	TOC mg/L
Spring	1273 ±199	8.4 ±0.1	3.1 ±0.5	9.6 ±2.5	11.1 ±1.7
Summer	1258 ±282	7.7 ±0.5	1.8 ±1	10.0 ±2.6	10.8 ±3.1
Autumn	2127 ±771	8.1 ±0.4	3.7 ±1.4	25.1 ±12.3	10.8 ±2.9

The results of the PO_4^{3-} -P parameter, which causes the highest level of pollution in the IBP inlet water are given in Figure 4.

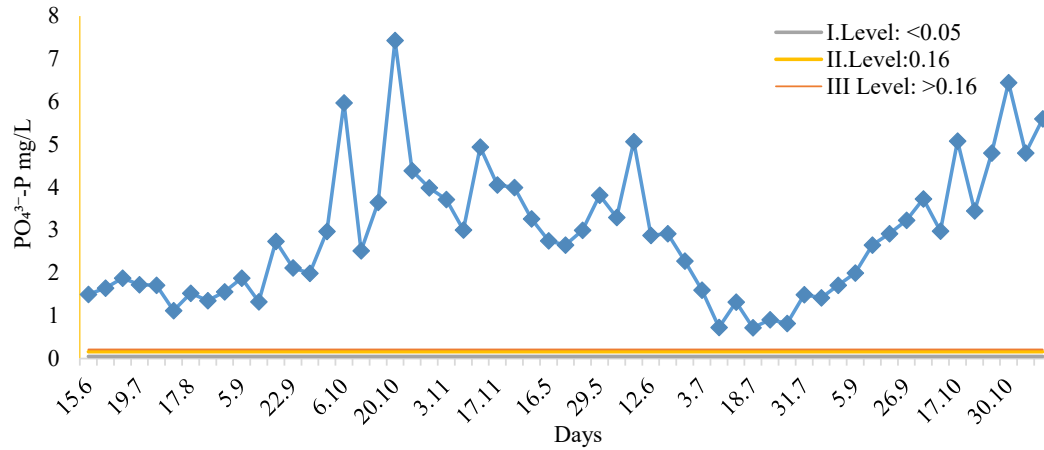


Figure 4. Average contents of TP in IBP influent
Şekil 4. İKC girişinde ortalama TP

3.2. Variation in pH

The initial pH of water is another important operating parameter affecting plant growth and pollutant removal efficiency. Water samples demonstrated an initial pH with a mean of 8.4 ± 0.4 . The pH of the unplanted control tanks considerably increased to 9.28 ± 0.37 from 8.4. On the other hand, the pH decreased with both of the other plants. The pH of the umbrella palm considerably decreased to 7.4 ± 0.4 at the end of the experiment, while for the vetiver plant it decreased to 7.7 ± 0.5 (Table 2). The analysis of variance indicated that the pH values have shown a statistically significant difference between treatments ($p < 0.05$).

Table 2. Change of pH in measurement days
Tablo 2 Ölçüm günlerine göre pH değişimi

Days	Umbrella palm	Vetiver	Control
1st day	8.2 ± 0.4	8.2 ± 0.5	8.2 ± 0.5
7th day	7.5 ± 0.5	7.7 ± 0.5	8.9 ± 0.5
14th day	7.4 ± 0.4	7.7 ± 0.5	9.3 ± 0.4

3.3. Water uptake capacity

The amount of remaining water in tanks was measured during the experiments. Volumetric changes in water in the control and the planted tanks are presented in Figure 5. The amount of reduced water in the tanks corresponds to the evaporation in the unplanted tanks and to the evaporation and consumption of the plants (evapotranspiration) in the planted tanks. The amount of water consumed was calculated according to the 14th day measurements. The calculations showed that in the umbrella palm, min. 45 L- max. 357 L; in the vetiver min 21 L- max. 185 L and in the unplanted control tanks min. 14 L - max. 106 L of water decreased respectively.

Therefore, the water consumption by plants was determined by subtracting the water loss in the control tanks, which was the result of evaporation from surfaces.

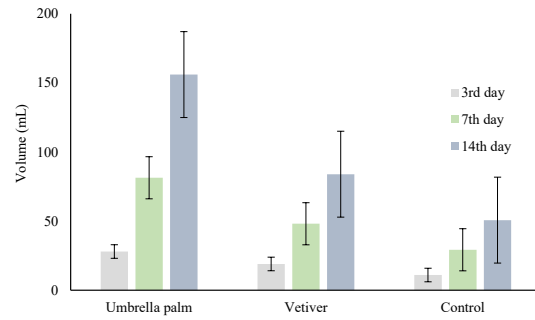


Figure 5. The evapotranspiration loss in tanks
Şekil 5. Tanklardaki evapotranspirasyon kayıpları

3.4. Total phosphorus (TP) removal

The initial $PO_4^{3-}\text{-P}$ value varied between 2.9 ± 1.5 mg/L in the study. The removal ratio was calculated according to Formula 1. The data on the 3rd, 7th and 14th days in the tanks with and without plants were determined as 65-80-92% for umbrella palm, 53-66-82% for vetiver, while the initial phosphorus amount remained at 45% for the control groups. At the end of 14 day periods, the $PO_4^{3-}\text{-P}$ concentration averaged at 0.27 mg/L, the minimum was 0.05 mg/L and the maximum was 1.03 mg/L in the umbrella palm tanks, while for the vetiver tanks the minimum was 0.06 mg/L and the maximum was 1.78 mg/L and the average remained at 0.54 mg/L. The PO_4 removal rate in the planted tanks with FTW at the end of the 14th day was significantly lower than the values calculated for the control tank ($p < 0.0001$).

Figure 6 shows the change in the 14th days ratios by the seasons. When TP removal rates were evaluated by variance analysis, the removal rates showed

statistically significant differences between planted and unplanted tanks, retention times and seasons ($p < 0.0001$).

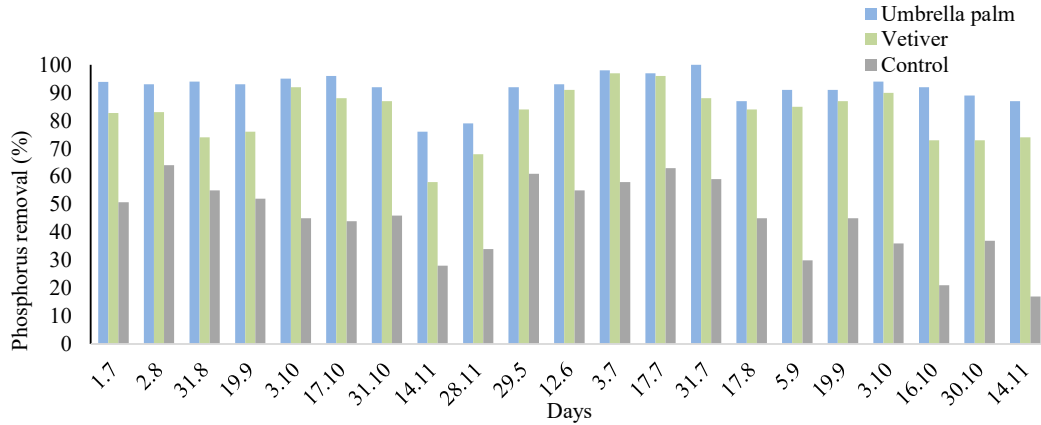


Figure 6. Removal rates of TP in planted-control tanks
Şekil 6. Bitkili ve kontrol tanklarında TP giderim oranları

3.5. Total nitrogen (TN) removal

The initial TN value varied between 17.9 ± 11.8 mg/L throughout the experiment. The results on the 3rd, 7th, and 14th days in tanks with and without plants were determined as follows: 37-51-62% for umbrella palm; 28-42-52% for vetiver; and remained at 24% for the control group. At the end of the 14-day periods, the TN concentration averaged 3.84 mg/L, with a minimum of 1.5 mg/L and a maximum of 8.9 mg/L in umbrella palm tanks. For vetiver tanks, the average was 5 mg/L, the minimum was 2.8 mg/L, and the maximum was 12.5

mg/L. TN removal rate in planted tanks with floating root treatment at the end of the 14th day was significantly lower than the values in the control tank ($p < 0.0001$).

Figure 7 shows the change in the 14th days removal ratios through the two years for plants and control group. When TN removal rates were evaluated by variance analysis, the removal rates showed statistically significant differences between planted and unplanted tanks, retention times, seasons and years ($p < 0.0001$).

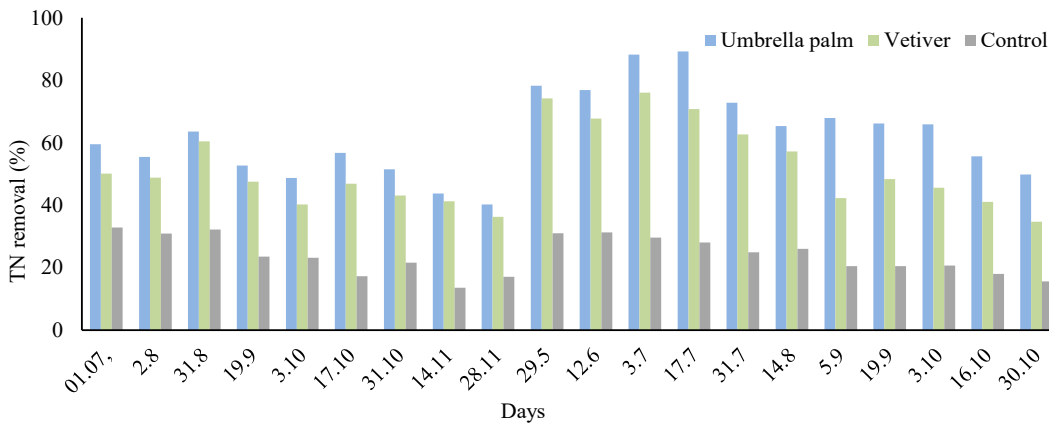


Figure 7. Removal rates of TN in planted-control tanks
Şekil 7. Bitkili ve kontrol tanklarında TN giderim oranları

3.6. Total organic carbon (TOC) removal

The initial TOC value varied between 10.82 ± 2.9 mg/L throughout the experiment. The removal ratio was calculated by Formula 1. The results on the 3rd, 7th, and 14th days in tanks with

and without plants were determined as follows: 27-42-79% for umbrella palm; 18-27-66% for vetiver; while remaining at 13% for the control groups. At the end of 14-day periods, the TOC concentration averaged 2.6 mg/L, with a minimum of 0.7 mg/L and a maximum of 3.9 mg/L in umbrella palm

tanks. For vetiver tanks, the average was 4.1 mg/L, the minimum was 2.1 mg/L, and the maximum was 4.8 mg/L. TOC removal rate in planted tanks with FTW at the end of the 14th day was significantly lower than the values in the control tank ($p < 0.0001$).

Figure 8 shows the change in the 14th days removal ratios of TOC through the two years for plants and the control group. When TOC removal rates were evaluated by variance analysis the removal it has not showed statistically significant differences between retention times, seasons and years ($p > 0.05$).

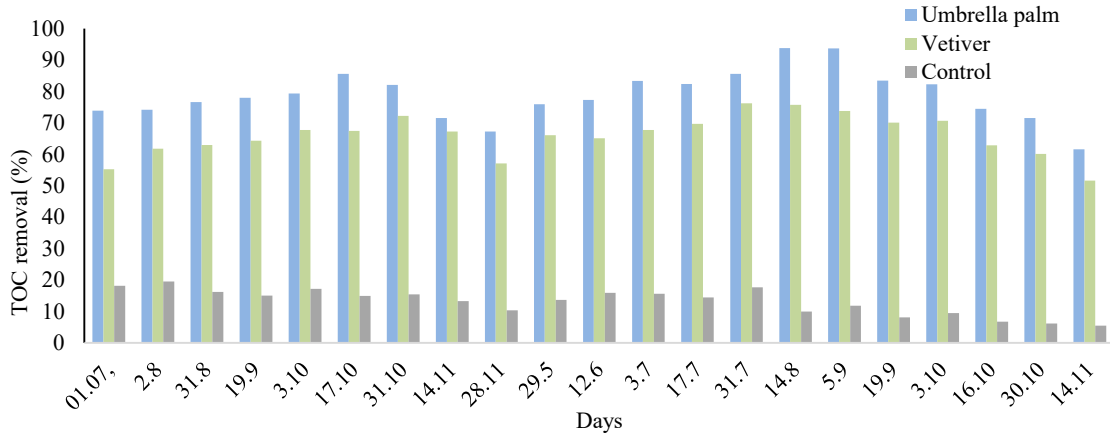


Figure 8. Removal rates of TOC in planted-control tanks
Şekil 8. Bitkili ve kontrol tanklarında TOC giderim oranları

3.7. Growth potential

The study started with 4 kg of biomass in each tank. During the study, the root length, stem length and total biomass of the plants were measured periodically. Pruning was done to have an average biomass of 11 kg in each tank. The pruned amounts were weighed. In the beginning, the plants had an average stem length of 70 cm and a root length of 40 cm. By the end of the study, the maximum root lengths were 135 cm for umbrella palm and 63 cm for vetiver (Figure 9).



Figure 9. Root and stem length measurement in plants umbrella palm (left), vetiver (middle), and weight measurement (right)

Şekil 9. Bitkilerde kök ve gövde uzunluğu ölçümü Japon şemsiyesi (sol), vetiver(orta) ve ağırlık ölçümü(sağ)

The results are shown in Table 3. The weights of the biomass as root and stem were taken separately when the study was completed. Considering the

root/stem ratio, the biomass of the root parts was higher for both plants. This ratio was calculated as 61% for umbrella palm and 57% for vetiver.

Table 3. Some morphological features of plants
Şekil 3. Bitkilerin bazı morfolojik özellikleri

Plants	Bio mass* (kg)	Final root length* (cm)	Final stem length* (cm)
Umbrella palm	44±7	73±15	148±16
Vetiver	18±1	55±5	142±12

* Values are average

The weights of the biomass as root and stem were taken separately when the study was completed. Considering the root/stem ratio, the biomass of the root parts of both plants is higher. This ratio was calculated as 61% for umbrella palm and 57% for vetiver.

3.8. Tissue nutrient and PTEs concentrations

The raise between the initial and final amounts of macro and micro elements and PTEs in the plants was researched (Figure 10). The translocation factor (TF) from the root to the stem was calculated by the measurements made separately on the roots and stems of the plants. At the end of the study, there was a statistically significant increase in the total amounts of B, Pb, Cr, Ni, Co, Cd, and P accumu-

lated in the roots and stems of the plants compared to the beginning ($p < 0.0001$).

4. Results and Discussion

This study aims to determine the capacities of plant species that can be used with the FTW method to counter the pollution originating from nitrogen, phosphorus and organic carbon in surface water resources. Firstly, the classification of the freshwater inlet at the Izmir Bird Paradise was done, later on to improve the water quality a FTW was performed.

According to the SWQR (RG, 2012), Izmir Bird Paradise freshwater quality is classified as Level III

with the mean of 18 ± 12 mg/L total nitrogen; and as Level III for COD pollutant with the mean of 49.5 ± 12.5 mg/L, Level III for the EC with the mean of 1716 ± 729 μ S/cm, and with the mean of TP 2.9 ± 1.5 mg/L pollutant classified as Level III (Table 4).

Table4. Chemical and physicochemical quality criteria of inland surface waters (SWOR, 2012)

Tablo 4. Yüzeysel su sınıflandırması (RG, 2012)

Parameters	Level 1	Level 2	Level 3
EC μ S/cm	<400	1000	>1000
COD mg/L	<25	50	>50
TP mg/L	<0.08	0.2	>0.2
TN mg/L	<3.5	11.5	>11.5

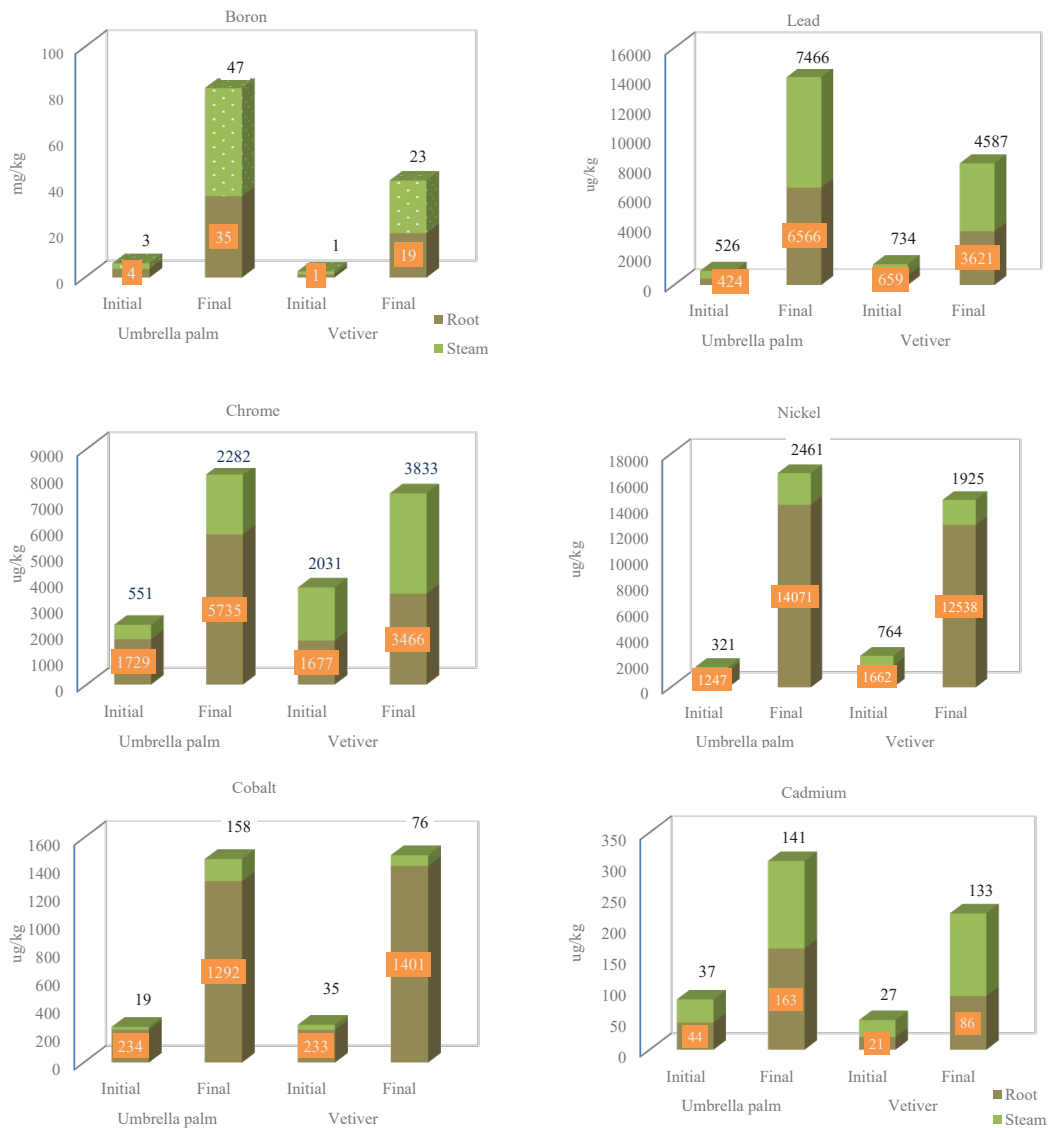


Figure 10. Contents of some PTEs in the root and stem of plants
Şekil 10. Bitkilerin kök ve gövdelerindeki ağır metal konsantrasyonları

The IBP site is an area that holds many international protection statuses such as and by chronological order the Wildlife Improvement Area (1982), Ramsar Site (1998), Grade I. Natural Site (1985), Strict Nature Reserve and National Wetlands Protection Area (URL-2). In accordance with the preventive measures and protection principles of the relevant legislation to improve this surface water quality, which is still used for various purposes, low-cost and easy-to-apply methods should be determined. In this context, the FTW application was carried out on a tributary of the Gediz River which has Level III quality, with umbrella palm and vetiver.

The efficiency of FTW treatment is closely related to the pH, dissolved oxygen, and temperature values of the medium, alongside the appropriate design and flow characteristics. In this study, an inversely proportional relationship was found between removal rates and pH, while a directly proportional relationship was observed between temperature and purification efficiency. The pH in umbrella palm tanks with the highest removal rate varied between 6.7-8.1, in vetiver tanks it ranged between 7.0-8.4 and in unplanted tanks it varied between 8.7-10.2.

In the literature, there are studies reporting that the pH value decreases in FTW applications. White and Cousins (2013) found that the pH value decreased from 8.6 to 6.2 in the aqueous media where the plant was floated, and Moortel et al. (2010) found that while the pH decreased from 7.5 to 7 in the planted tanks, it remained at 7.5 in the non-planted one.

Borne et al. (2014) reported that while the pH was 8.3 in control tanks, it decreased to 7.3 in the planted ones. In the studies that determined this change in pH value, it was interpreted that the humic compounds released by the plants decreased the pH, and the alkaline property was consumed during microbial nitrification. Vymazal (2017) determined the optimum pH range for nitrogen removal as 6.5 – 8.5. On the other hand, he has interpreted that tychopotamic algae in unplanted tanks increased the pH value measured during daylight hours, and the nitrogen and phosphorus removal in control tanks was a result of the functions of these algae.

Evapotranspiration is a parameter evaluated in treatment studies with plants. Evaporation varies depending on the wind and temperature, while transpiration from the leaves of the plant depends on the tolerance of the plant species to pollution (Headley and Tanner, 2012). According to the studies in the literature, the increase in evapotranspiration capacity and biomass also indicates that the

plant is the appropriate choice in the fight against pollution. In this study, while the amount of water lost in the control tanks was 51 L on average, this amount was 156 L (40 kg plant) in umbrella palm and 84 L (20 kg plant) in vetiver. Meetiyaogoda et al. (2017) studied with *Typha angustifolia*, *Scirpus atrovirens* and *Cyperus alternifolius*, and observed that the highest rate of evapotranspiration occurred in the umbrella palm. Chandra et al. (2017) reported that high water usage and transpiration provided an effective transfer of compounds from root to stem and increased biomass.

On the basis of the analysis which was conducted for water samples, the concentration of PO_4 -P values for the umbrella palm, vetiver and control tanks were determined as 0.27 mg/L, 0.54 mg/L and 1,70 mg/L respectively. In terms of the SWQR (RG, 2012) classification, using the umbrella palm improved the water quality to Level II, and sometimes even Level I.

Phosphorus, which is indispensable for all life forms, is the limiting element in lakes (Correl, 1999). In the water sample while the highest PO_4 value was 7.4 mg/L and the average was 2.86 mg/L; TN was 58.1 mg/L at peak and had a mean of 17.57 mg/L. PO_4 quickly fell below 0.5 mg/L within the 14-day period. As PO_4 is the limiting element in the aquatic environment, within the scope of Liebig's Law of the Minimum, this can be a reason for TN and TOC concentrations reductions being less than PO_4 removal (Von Liebig, 1855).

In the tanks, the umbrella palm reached a total biomass of 43.8 kg, while vetiver reached a total biomass of 18.4 kg. The umbrella palm had a root length of 73.3 cm, and the weight of its roots was 60% of the total weight of the plant. In vetiver, the root length was 54.6, and the ratio of roots to total weight was 64%. Therefore, umbrella palm roots developed more.

Among the aquatic plant species found in the IBP area, another species, *Phragmites australis* (water cane) has a wide distribution. This plant, which has a taproot structure, will take heavy metal and macro and micro nutrients from the sediment along the canal. When the roots were floated with the FTW method, umbrella palm and vetiver made more biomass than phragmites in a 1 m² area. In one m² area, phragmites had a biomass of 10 kg.

The fact that the weight of the root parts of both plants with hairy root structure is higher than the stem is important for FTW. The root system of the plant is an important element for its removal capacity. Plants with fibrous root structure provide

a large surface area to microorganisms compared to plants with taproot structure, both the surface area of the roots and the increase in the number of microorganisms are directly related to the removal rate (Schwab and Banks, 1994).

Darajeh et al. (2014) studied the effect of vetiver on BOD removal at different root lengths and densities for palm oil wastewater treatment and found that the BOD removal of 96% and 72% with 30 root tillers and 10 root tillers in wastewater. This difference in removal is explained as the increase in root density and the rate of removal. According to the results of the study conducted for the inlet water from IBP, root weight and root length of umbrella palm are higher than vetiver. This difference between biomass can be related to the difference in treatment efficiency.

Based on their health importance, the potentially toxic elements (PTEs) are classified into four groups, (i) essential: Cu, Zn, Co, Cr, Mn, and Fe. These metals beyond their permissible limit become toxic, (ii) *non-essential*: Ba, Al, Li, (iii) less toxic: Sn, and (iv) *highly toxic*: Hg, Cd, Pb, As (metalloid) (Bansal, 2020). The amount of these substances accumulated in the plant was evaluated both to determine the potential of these substances to prevent pollution in the water and to ensure the selection of appropriate methods for the final disposal of the plant.

At the end of the 2017 vegetation period, when the total amount of PTEs in the roots and stems of vetiver and umbrella palm plants was evaluated, the elements B (83.57 mg/kg), Cr (8,37 mg/kg), Mn (2.27 g/kg), Cd (326 ug/kg), and Pb (14.16 mg/kg) were recorded for the umbrella palm; while in vetiver Co (1,48 mg/kg) reached the highest concentration.

TF>1 indicates that plants not only tolerate the subject contaminant but utilize it in a beneficial way, and this is the characteristic feature of hyperaccumulators. Thus TF>1 is a determining factor for classification plant species for phytoremediation (Chanu and Gupta, 2016).

Vetiver showed a high tolerance to very adverse conditions which are high acid or alkaline levels and possess a high degree of heavy metals, and take Pb slowly and continuously for long periods at mine rehabilitation sites, tailings industrial waste dumps and garbage landfills (Truong, 2020; Roongtanakiat and Chairaj. 2001). Furthermore, the essential oils derived from vetiver roots can be used for perfume making, and its leaves use on roofs, or as a fire barrier. As well as its phytoremediation capacity for various types of pollutants, it

could be used considering its economic value and adaptability to different climatic conditions (Ramos-Arcos et al., 2022).

The umbrella palm has come to the fore with its faster growth, accumulation potential and both removals of metal and dissolved organic materials compared to vetiver. In order to ensure the diversity of the plants and increase the removal rate, the umbrella palm and other plants known as hyperaccumulators (*Juncus acutus*, *Brassica juncea*, *Iris pseudacorus*, and *Alyssum ssp*) can be compared in the continuation of the study.

At the end of the vegetation, the polluted plants should be replaced with fresh plants. Regarding the disposal of these removed plants, the heavy metal concentrations accumulated in the plants should be compared with the heavy metal limits given in the regulation of soil pollution control etc., and a decision should be made on how to dispose of them (compost, storage or incineration, etc.). On the other hand, the possibilities of using the roots of the vetiver plant in perfumery can be evaluated.

In FTW it is important to choose the proper plant for different types of pollutants and pollutant concentrations. It should also be considered that the efficiency of phytotreatment depends on climatic conditions; therefore, the treatment can be carried out in areas where plant roots can reach, and the determination of biomass is suitable for the targeted removal efficiency. In this context, it would be efficient to conduct such studies with different plant taxa in different ecological conditions.

In Türkiye, there are currently no studies on determining the treatment capacity of umbrella palm and vetiver plants using the FTW method. Our study fills this gap and demonstrates that umbrella palm and vetiver plants can effectively improve water quality in terms of nitrogen, phosphorus, and organic carbon. Therefore, this study is of significance in this regard. The FTW method can be implemented as a preventive and remedial approach in various environments, including lakes, ponds, and streams, that are at risk of pollution.

Acknowledgement

This article has been prepared based on the final report of the research project titled "Means of Usage of Vetiver and Umbrella Palm for to Improve Polluted Surface Water Quality with Floating Treatment Wetland Method" numbered '15.6310/2015-2018' supported by the General Directorate of Forestry, and conducted by the Ege Forestry Research Institute. We would like to express our sincere thanks

to Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry, IV. Regional Directorate, Nature Conservation and Wetlands Branch for providing the permissions for this study conducted in İzmir Bird Paradise. We also thank the officials of the Republic of Turkey İzmir Bird Paradise Conservation and Development Union (IZKUŞ) for their support throughout the field work.

Reference

- Ali, S., Abbas, Z., Rizwan, M., Zaheer, I.E., Yavaş, İ., Ünay, A., Abdel-Daim, M.M., Bin-Jumah, M., Hasanuz-zaman, M., Kalderis, D., 2020. Application of floating aquatic plants in phytoremediation of heavy metals polluted water: a review. *Sustainability* 12(5): 1927.
- Almaamary E.,A.,S., Abdullah S.,R.,S., Hasan H., Rahim R..A..A., Idris M., 2017. Treatment of methylene blue in wastewater using *Scirpus grossus*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 21(1): 182-187.
- ASTM D8083-16 (2016). ASTM International. Standard Test Method for Total Nitrogen, and Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) by Calculation, in Water by High-Temperature Catalytic Combustion and Chemiluminescence Detection.
- Bansal, O.P., 2020. Health Risks of Potentially Toxic Metals Contaminated Water. In: Heavy Metal Toxicity in Public Health. Doi: 10.5772/intechopen.92141
- Borne, K.E., 2014. Floating treatment wetland influences on the fate and removal performance of phosphorus in stormwater retention ponds. *Ecol. Eng.* 69: 76–82.
- Brisson, J., Chazarenc, F. (2009). Maximizing pollutant removal in constructed wetlands: should we pay more attention to macrophyte species selection? *Science of the Total Environment* 407(13): 3923-3930.
- Brix,H., 1997. Do Macrophytes Play a Role in Constructed Treatment Wetlands?, *Water Science & Technology* 35(5):11-17.
- Bryson, C.T., Carter, R., 2008. The significance of Cyperaceae as weeds. In: Sedges: Uses, diversity, and systematics of the Cyperaceae, Monographs in Systematic, Botany from the Missouri Botanical Garden Press, St Louis, MO, pp.15-101.
- Chandanshive, V., Kadam, S., Rane, N., Jeon, B.-H., Jadhav, J., Govindwar, S., 2020. In situ textile wastewater treatment in high rate transpiration system furrows planted with aquatic macrophytes and floating phytobeds. *Chemosphere* 252, 126513. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126513
- Chandra, R., Dubey, N.K., Kumar, V., 2017. Hyperaccumulator versus Nonhyperaccumulator Plant for Environmental Waste Management. In Phytoremediation of Environmental Pollutants. pp.1-38. CRC Press, Boca Raton.
- Chandler, R.L., O'Shaughnessy, J., Blanc, F.C., 1976. Pollution monitoring with total organic carbon analysis. *Journal (Water Pollution Control Federation)* 48(12): 2791-2803.
- Chanu, L.B., Gupta, A. 2016. Phytoremediation of lead using *Ipomoea aquatica* Forsk. in hydroponic solution. *Chemosphere* 156, 407-411.
- Correl, D.L., 1999. Phosphorus: A Rate Limiting Nutrient in Surface Waters. *Poultry Science* 78(5): 674–682.
- ÇSB, 2014. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü. Gediz Havzası Su Kalitesi İzleme Raporu İlkbahar Dönemi, Evsel ve Endüstriyel Kirlilik İzleme Programı. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/2014%20Final%20Rapor2.pdf> (Accessed on: 10.05.2023).
- Danh, L.T., Truong,P., Mammucari, R.,Tran,T., Foster, N., 2009. Vetiver Grass, *Vetiveria Zizanioides*: A choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International Journal of Phytoremediation*, 11(8): 664–691.
- Darajeh, N., Idris A., Truong P., Abdulaziz, H., Abubakar, R., Che Man, H., 2014. Phytoremediation potential of vetiver system technology for improving the quality of palm oil mill effluent *Advances in Materials Science and Engineering* 2014(4):1-10.
- Davamani, V., Parameshwari, C.I., Arulmani, S., John, J.E., Poornima, R., 2021. Hydroponic phytoremediation of paperboard mill wastewater by using vetiver (*Chrysopogon zizanioides*). *J. Environ. Chem. Eng.* 9(4): 105528. Doi: 10.1016/j.jece.2021.105528
- Dubber, D., Gray, N.F., 2010. Replacement of chemical oxygen demand (COD) with total organic carbon (TOC) for monitoring wastewater treatment performance to minimize disposal of toxic analytical waste. *Journal of Env. Sci Health Part A* 45(12): 1595-600.
- Gören, A.Y., Yücel, A., Sofuoğlu, S.C., Sofuoğlu, A., 2021. Phytoremediation of olive mill wastewater with *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash and *Cyperus alternifolius* L.. *Environmental Technology & Innovation* 24: 102071. Doi: 10.1016/j.eti.2021.102071
- Headley, T.R., Tanner C.C., 2012. Constructed wetlands with floating emergent macrophytes: an innovative stormwater treatment technology, *Environmental Science and Technology*, 42(21): 2261-2310.
- Hooda, V. (2007). Phytoremediation of toxic metals from soil and waste water. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 367.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1950. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. Circular & California Agricultural Experiment Station, 347.
- Hubbard, R.G., Gascho, G., Newton, G., 2004. Use of floating vegetation to remove nutrients from swine lagoon wastewater, *Transactions of the ASAE*. 47(6): 1963-1972. Doi: 10.13031/2013.17809

- ISO 11465 (1993). International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/20886.html> (Accessed on: 10.05.2023).
- ISO 8245 (2021). International Organization for Standardization. Water Quality - Guidelines for the Determination of Total Organic Carbon (TOC) and Dissolved Organic Carbon (DOC). <https://www.iso.org/standard/29920.html> (Accessed on: 10.05.2023).
- Kadlec, R.H., Wallace, S.D., 2008. Treatment Wetlands, CRC Press, Boca Raton, FL. eBook ISBN: 9780429137952
- Kah, A., Norhashimah, M., Jie, Q., 2016. Phytoremediation of methylene blue and methyl orange using *Eichhornia crassipes*. *Int. J. Environmental Science and Development* 7(10): 724-728.
- Kale, R.A., Lokhande, V.H., Ade, A.B., 2015. Investigation of chromium phytoremediation and tolerance capacity of a weed, *Portulaca oleracea* L. in a hydroponic system. *Water and Environment Journal*. 29: 236-242.
- Keizer-Vlek, H.E., Verdonschot, P.F.M., Verdonschot, R.C.M., Dekkers, T.B.M., 2014. The contribution of plant uptake to nutrient removal by floating treatment wetlands. *Ecological Engineering* 73:684-690.
- Kerr-Upal, M., Seasons, M., Mulamootil, G., 2000. Retrofitting a stormwater management facility with a wetland component. *Journal of Environmental Science and Health A* 35 (8): 1289-1307.
- Kyambadde, J., Kansime, F., Gumaelius, L., Dalhammar, G., 2004. A comparative study of *Cyperus papyrus* and *Miscanthidium violaceum*-based constructed wetlands for wastewater treatment in a tropical climate. *Water Res.* 38(2): 475-485.
- Doi:10.1016/j.watres.2003.10.008
- Lakshmi, K.S., Sailaja, V.H., Reddy, M.A. (2017). Phytoremediation-a promising technique in waste water treatment. *International Journal of Scientific Research and Management* 5(06): 5480-5489.
- Lee, J., Lee, S., Yu, S., Rhew, D., 2016. Relationships between water quality parameters in rivers and lakes: BOD₅, COD, NBOPs, and TOC. *Environmental Monitoring and Assessment*. 188(4). Doi:10.1007/s10661-016-5251-1
- Li, M., Wu, J., Yu, Z.L., Sheng, G.P., Yu, H.Q., 2007. Nitrogen removal from eutrophic water by floating-bed-grown water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.) with ion implantation. *Water Research* 41(14): 3152-3158.
- Liao, X., Luo, S., Wu, Y., Wang, Z., 2005. Comparison of nutrient removal ability between *Cyperus alternifolius* and *Vetiveria zizanioides* in constructed wetlands. (Chinese) *Journal of Applied Ecology*, 16(1): 156-160.
- Meetiyyagoda, T.A.O.K., Bandara, N.J.G.J., Jinadasa, K.B.S.N., Kalpage, C.S., Pathirana, C.D.K., 2017. Performance of tropical vertical subsurface flow constructed wetlands for leachate treatment at different hydraulic loading rates, *Journal of Tropical Forestry and Environment* 7(02): 49-61.
- Moortel, V., A.M.K., Meers, E., Pauw, N., Tack, F.M.G., 2010. Effects of vegetation, season and temperature on the removal of pollutants in experimental floating treatment wetlands. *Water Air and Soil Pollution* 212(1): 281-297.
- Mujeriego, R., Asano, T. (1999). The role of advanced treatment in wastewater reclamation and reuse. *Water Science and Technology* 40(4-5): 1-9.
- Parnian, A., Furze, J.N., 2021. Vertical phytoremediation of wastewater using *Vetiveria zizanioides* L.. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(45): 64150-64155.
- Panja, S., Sarkar, D., Datta, R., 2020. Removal of antibiotics and nutrients by Vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) from secondary wastewater effluent. *Int. J. Phytoremediation* 22(7): 764-773.
- Prasse, C., Stalter, D., Schulte-Oehlmann, U., Oehlmann, J., Ternes, T.A. (2015). Spoilt for choice: A critical review on the chemical and biological assessment of current wastewater treatment technologies. *Water Research* 87: 237-270.
- Ramos-Arcos, S.A., González-Mondragón, E.G., López-Hernández, E.S., Rodríguez-Luna, A.R., Morales-Bautista, C. M., Lagunas-Rivera, S., López-Martínez, S. 2021. Phytoremediation Potential of *Chrysopogon zizanioides* for Toxic Elements in Contaminated Matrices. In: Biodegradation. Doi: 10.5772/intechopen.98235
- Revitt, D.M., Shutes, R.B.E., Lewellyn, N.R., Worrall, P., 1997. Experimental reedbed systems for the treatment of airport runoff. *Water Science and Technology*, 36 (8-9): 385-390.
- Richa, A., Touil, S., Fizir, M., Martinez, V., 2020. Recent advances and perspectives in the treatment of hydroponic wastewater: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 19: 945-966. Doi:10.1007/s11157-020-09555-9
- Roongtanakiat, N., P. Chairaj. 2001. Vetiver grass for the remediation of soil contaminated with heavy metals. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 35: 433-440.
- RG, 2012. Surface Water Quality Regulation (SWOR). The Official Gazette No: 28483 (30 Kasım 2012). Ministry of Forestry and Water Management, Ankara, Türkiye <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=16806&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetimEligi&mevzuatTertip=5> (Accessed on: 10.05.2023)
- Sa'at, S.K, Zama, N.Q., Yusoff, S.M, Ismail, H.A., 2017. Investigation of the Potential of *Cyperus alternifolius* in the Phytoremediation of Palm Oil Mill Effluent. Pro-

- ceedings of The International Conference of Global Network for Innovative Technology and AWAM International Conference in Civil Engineering, 8–9 August 2017, Penang, Malaysia, 040009-1/7.
- Schwab, A.,P., Banks, M.,K., 1994. Biologically Mediated Dissipation of Polyaromatic Hydrocarbons in The Root Zone. In: Bioremediation through Rhizosphere Technology (eds. T. Anderson, J. Coates). *American Chemical Society Symposium Series* 563: 132-141. ISBN-10: 0841229422
- SM 4500-P (2017). American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23rd ed.). Method 4500-P: Total Phosphorus.
- Shalabi, L.F., Gazer, M.H., 2015. The taxonomic significance of zehene micro- and macromorphology in *Cyperus* L. (Cyperaceae), *Pakistan Journal of Botany* 47(6): 2339-2346.
- Török, A., Buta, E., Indolean, C., Tonk, S., Silaghi-Dumitrescu, L., Majdik, C., 2015 Biological removal of triphenylmethane dyes from aqueous solution by *Lemna minor*. *Acta Chim Slov* 62(2): 452-461. Doi: 10.17344/acs.2014.1109
- TS 9748 EN 27888 (1996). Turkish Standards Institution (tse.org.tr/en). Water Quality-Determination of Electrical Conductivity.
- TS EN ISO 10523 (2012). Turkish Standards Institution (tse.org.tr/en). Water quality - Determination of pH.
- TS ISO 10694 (1995). Turkish Standards Institution (tse.org.tr/en). Soil Quality-Determination of Organic and Total Carbon After Dry Combustion: Elementary Analysis.
- TS ISO 13878 (2001). Soil quality- Determination of Total Nitrogen Content by Dry Combustion (Elemental Analysis)
- Truong, P.N.V. 2000. The Global Impact of Vetiver Grass Technology on The Environment. In: Proceedings of 2nd international Vetiver Conference, Thailand. 46-57.
- UN-2021. United Nations. Progress on Ambient Water Quality, 2021 Reports. Global Indicator 6.3.2 Updates and Acceleration Needs 2021 (Executive Summary), unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/09/SDG6_Indicator_Report_632_Progress-on-Ambient-Water-Quality_2021_Executive-Summary_EN.pdf (Accessed on 10.05.2023)
- URL-1: United Nations, Department of Economic and Social Affairs/ Sustainable Development. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- URL-2: T.C. İzmir Kuş Cennetini Koruma Ve Geliştirme Birliği. <https://izmirkuscenneti.gov.tr> (Accessed on: 10.05.2023)
- Von Liebig, J. F. (1855). Die grundsätze der agriculturchemie mit rücksicht auf die in england angestellten untersuchungen.
- Vymazal, J., 2017. The use of constructed wetlands for nitrogen removal from agricultural drainage: A Review, *Scientia Agriculturae Bohemica*, 48(2): 82–91.
- Wang, Y.W., 2000. The Root Extension Rate of Vetiver Under Different Temperature Treatments. Proc. Second Int. Vetiver Conference (ICV-2). January 18–22, Phetchaburi, Thailand.
- White, S.A., Cousins, M.M., 2013. Floating treatment wetland aided remediation of nitrogen and phosphorus from simulated stormwater runoff. *Ecological Engineering* 61 A(12): 207–215.
- Xia, H.P., Ao, H.X., Lui, S.Z., He, D.Q., 1999. Application of the Vetiver Eco-Engineering for the Prevention of Highway Slippage in South China. Proceedings of the 1st Asia-Pacific Conference on Ground and Water Bio-engineering for Erosion Control and Slope Stabilization, Manila, 19-21 April 1999, pp. 522-527.
- Xu, B., Wang, X., Liu, J., Wu, J., Zhaou, Y., Cao, W., 2017. Improving urban stormwater runoff quality by nutrient removal through floating treatment wetlands and vegetation harvest. *Scientific Reports* 7(1), Doi: 10.1038/s41598-017-07439-7

Native occurrence areas of Anatolian Scots pine (*Pinus sylvestris* L. var. *sylvestris*) forests and their vegetation composition in Anatolia, Türkiye

Anadolu sarıçamının (*Pinus sylvestris* L. var. *sylvestris*) doğal yayılış alanı ve vejetasyon bileşimi

İbrahim ATALAY¹

¹ Karabük Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi,
Karabük

Sorumlu yazar (Corresponding author)

İbrahim ATALAY
iatalay@karabuk.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

12.06.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

24.08.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Ercan VELİOĞLU
ercanvelioglu@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Atalay, İ. (2023). Native occurrence areas of Anatolian Scots pine (*Pinus sylvestris* L. var. *sylvestris*) forests and their vegetation composition in Anatolia, Türkiye. Ormançılık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 182-196 . DOI: 10.17568/ogmoad.1313237

Abstract

Anatolian Scots pine (*P. sylvestris* var. *sylvestris*) forests spreading in the northern part of Anatolia, Türkiye, and covering 2.1 million hectares show great variation in terms of the vegetation composition depending on both ecological conditions and human interference. The spreading and/or growing of Scots pine is mostly related to the sunny cold, subhumid continental climatic conditions as well as the cold and semiarid climate. It begins at the coastal belt of the Black Sea coast and rises up to 2700 m in the NE part of Anatolia, and continues towards the semiarid continental part of Central Anatolia. Scots pine is associated with *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*, *Tilia rubra*, *T. tomentosa*, *Alnus barbata*, *A. glutinosa*, *Quercus* sp., etc. in the lower belt of the Black Sea coast, with *Picea orientalis* and *Abies nordmanniana* in the eastern upper belt of the Black Sea Mountains, and with *Abies bornmulleriana* in the middle and western parts of the Black Sea Region. It is composed of *Pinus nigra* and *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* in the backward or southern parts of the Black Sea Region. Pure Scots pine stands occur in the subhumid continental part of NE Anatolia and the semiarid-subhumid continental part of Inner Anatolia. This study aims to highlight the natural occurrence of its forests, and to introduce their main vegetation composition reflecting ecological conditions.

Keywords: Scots pine, ecology, climate change, biotic factors

Öz

Anadolu'nun kuzeyinde yayılan ve 2,1 milyon hektar saha kaplayan Anadolu sarıçam (*P. sylvestris* var. *sylvestris*) ormanlarının bileşimi, ekolojik koşullara ve insan etkisine bağlı olarak önemli değişme gösterir. Sarıçamın yetişmesinde ve yayılışında güneşli soğuk, yarınemli karasal iklim koşulları etkilidir. Sarıçam; Karadeniz kıyı kuşağında *Fagus orientalis*, *Castanea sativa*, *Tilia rubra*, *T. tomentosa*, *Alnus barbata*, *A. glutinosa* ve *Quercus* sp. ile, Doğu Karadeniz kıyı dağlarının yüksek kesimlerinde *Picea orientalis* and *Abies nordmanniana* ile Orta ve Batı Karadeniz bölümlerinde ise *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* ile karışık meşcereler halindedir. Ayrıca Karadeniz Bölgesi'nin ardında veya güneyinde *Pinus nigra* ve *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* ormanlarında yer alır. Saf sarıçam meşcereleri, Kuzeydoğu Anadolu'nun yarı nemli karasal alanlarında ve Orta Anadolu'nun yarı kurak, yarı nemli alanlarında görülür. Bu çalışmanın amacı, sarıçamın doğal yayılış alanı ve ekolojik koşullara göre vejetasyon bileşimini ortaya koymaktır.

Anahtar kelimeler: Sarıçam, ekoloji, iklim değişikliği, biyotik faktörler



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Introduction

Scots pine (*P. sylvestris*) forests show a wide distribution in the northern part of the Eurasia continent. In these areas, Scots pine is mostly found in pure stands and associated with birch, fir, spruce, and other broadleaved trees, like willow. It grows under the humid cold maritime climate in the Western part of Europe and the British Isles, and the severe continental and very cold climate in Siberia. But in Anatolia, Scots pine grows humid-mild and humid-cold in the northern part of the Northern Anatolian Mountains facing north or the Black Sea, semi-continental subhumid conditions in the backward regions of the Black Sea or the northern parts of Anatolia, severe continental and cold condition in the NE Anatolia and subhumid-semiarid conditions in the Inner Anatolia. In Anatolia, according to the field study, Scots pine (*P. sylvestris* var. *sylvestris*) begins as small clusters at the seashore of Black Sea coast within the deciduous forest and continues the upper part of mountainous areas, especially on the slope facing south.

The northern part of Anatolia is one of the native spreading areas of Scots pine forests. In Anatolia, three varieties of Scots pine are found out (Akke-mik 2018):

-*Pinus sylvestris* L. var. *sylvestris*

-*Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven

-*Pinus sylvestris* L. var. *compacta* (Tosun) Ü. Akkemik

Scots pine (*P. sylvestris* var. *sylvestris*) is the most common native forest tree of Northern Anatolia. So, the dominant species of Scots pine in Anatolia is accepted as *P. sylvestris* var. *sylvestris*.

Up to now, the relationship between physiographic and edaphic traits on the growth of pure Scots pine stands has been investigated. The botanical properties of Anatolian Scots pine were examined (Eliçin 1971; Tosun, 1988; Akkemik, 2018). Silvicultural applications of Scots pine were carried out (Pamay, 1962). Site class index, productivity and the native spreading areas of Scots pine were examined (Alemdag, 1967; Özdemir, 1974; Ercanlı et al., 2006). Ecological properties of Scots pine forests in NE Anatolian were made (Tetik, 1986). The general distribution of the Scots pine in Anatolia was mentioned (Acatay, 1957; Akan, 1955; Atalay, 1994; 2014a; Atalay et al., 1985; 1963). Detailed ecological properties of Scots pine forests and their seed transfer regions were carried out (Atalay and Efe, 2012). In this context, this study aims to highlight the natural occurrence of *P. sylvestris* forests and introduce their main vegetation composition, re-

flecting ecological conditions.

2. Materials and Methods

This study considers only the native distribution of Scots pine and its vegetation composition as a material. For this reason, all native distribution areas of Scots pine forests in Anatolia were visited between 2008 and 2020. During the field study, the relationship between the natural distribution areas and topographic factors, such as altitude, aspect, direction of the mountain ranges, and climatic data covering the period from 1975 to 2006 obtained from meteorological stations, as well as parent material, soil, and biotic factors were taken into consideration.

The climatic maps, such as mean annual temperature, precipitation, relative humidity and cloudiness, and solar radiation intensity especially during the vegetation period were drawn. Subsequently, *P. sylvestris* distribution map overlapped on the climatic map in order to show the relationship between the climatic properties and the native distribution areas of Scots pine. On the other hand, many topographic profiles and geological cross-sections were generated to illustrate the relationships between the distribution of the Scots pine and parent material, topographic properties, competition situation and the other trees.

3. Findings

3.1. Natural distribution of Scots pine

The native occurrence areas of Scots pine are widespread in the mountainous areas of the northern part of Anatolia in general. The northern Anatolian mountain ranges extend in an east-west direction in the northern part of Anatolia and are deeply dissected by rivers flowing into the Black Sea. Faulting movements have led to the formation of depressions such as Kelkit, Erbaa-Niksar, Ilgaz-Osmancık, and Durağan-Taşköprü (Figure 1). Scots pine begins at the coastal belt of the Black Sea, rises up to 2700 meters in NE Anatolia, and continues as far as the northern part of Anatolia and the north of the Hekimhan district of Malatya province in the east. Scots pine appears not only in mixed forests but also in pure forests, in accordance with climatic conditions. In the humid-temperate and humid-cold Black Sea Region, Scots pine is associated with oriental beech (*F. orientalis*), fir (*A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*), and oriental spruce (*P. orientalis*), but in the continental areas of the Backward Regions of the Black Sea and the northern part of Inner Anatolia, it is seen as pure forests (Figures 4 to Figure 8).

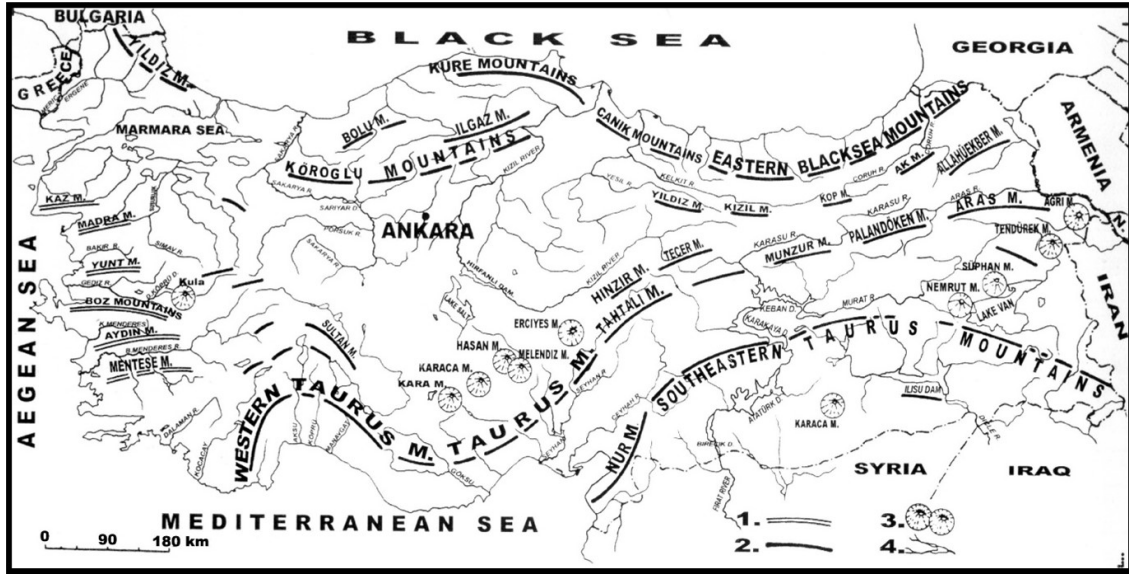


Figure 1. Main mountains and rivers of Türkiye: 1) Horst mountains, 2) Orogenic mountains, 3) Volcanic mountains, 4) Rivers

Şekil 1. Türkiye'nin başlıca dağları ve ırmakları: 1) Horst dağları, 2) Orojenik dağlar, 3) Volkanik dağlar, 4) Nehirler

In order to present detailed information about the spreading areas and floristic composition of Scots pine, it is necessary to examine them according to climatic regions. For example, the Coruh Basin, which is located in the eastern part of the Black Sea Region, covers the Coruh River drainage basin and is ecologically divided into five subregions. In the Ardanuc-Şavşat basin, located in the northern part of the Coruh basin, Scots pine is composed of *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *P. orientalis* on the north-facing slopes due to the fog formation. In the Peynirli locality, S of Ardanuc district, dense/lush forest is composed of *P. sylvestris*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*, and *P. orientalis*. The height of these trees is more than 30 meters.

Middle Coruh Basin, extending between Ispir and Yusufeli districts, has pure and productive Scots pine forests growing under direct solar radiation on the upper part of two sides of the Coruh River valley. However, toward the Barhal Basin, which is located in the NE part of the Kackar Mountain, *P. orientalis* forests containing very small Scots pine clusters appear on the slopes receiving fog. On the upper part of this basin, pure Scots pine forests are found at elevations above 2000 meters, along with Scots pine forests coexisting with oriental spruce due to the cold and humid conditions.

As to the bottom of the Coruh Valley extending between Artvin and Borcka districts, its vegetation composition considerably changes as compared to other parts of the Coruh Basin because of the mild and somewhat humid conditions. Here, Scots pine

stands composed of *Arbutus andrachne*, *Juniperus oxycedrus*, and *Rhus coriaria* belonging to the Mediterranean vegetation region. *Alnus barbata* and *Carpinus orientalis* are also seen. In this area, Scots pine can be considered as a relict tree (Figure 4).

In the lowland of the Coruh Basin, small pure Scots pine and oak-pine clusters are seen due to the arid and sunny environments. The remaining area of the Coruh Basin containing the western part of the Coruh Basin, Oltu, Olur and Tortum basins, which are the main tributaries of the Coruh River, are the semiarid areas due to the rainshadow effect. Here, aspect position is the decisive factor for the spreading of Scots pine. In fact, the main occurrence areas of Scots pine are seen on the upper north-facing slopes of the mountains, because northern slopes get the humid air coming from the Black Sea; but the southern slopes are the main occurrence areas of dry forests and shrub communities due to arid conditions (Figure 5).

It can be stated that the aspect factor is responsible for the distribution of vegetation communities, including Scots pine. The north-facing slopes, receiving humid air mass coming from the Black Sea and fog, constitute the main occurrence areas of *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *P. orientalis* forests, while the southern slopes are the main spreading habitat of pure Scots pine forests, in general.

In the plateau areas of NE Anatolia, on which severe continental climatic conditions prevail, pure and productive Scots pine stands are common.

Here, only Posof Basin, getting humid air masses from the Black Sea, the mixed forests composed of *Rhododendron* sp. and *P. orientalis* are common (Figures 2, 3, 4 and 5).

Kelkit Basin which is the main tributary of the Yeşilirmak River, flowing into the Black Sea and can be termed a tectonic basin bounded by mountains, is one of the main distribution areas of Scots pine. The aspect situation of the Basin determines not only the distribution areas but also the productivity of Scots pine stands. The southern slopes of the Canik-Gumushane-Giresun mountains range in the north of the basin are the main pure occurrence areas of Scots pine. On the southern slope of the mountains, Scots pine begins with oaks at about 1300 meters elevation in the bottom of the Kelkit Basin. After reaching elevations of 1500/1600 meters, pure and productive Scots pine stands continue, as high as 2000 meters, toward the foggy areas of the Coastal mountains of the Black Sea Region (Figures 6 and 7). Here, areas under the jurisdiction of the Forestry Enterprise Directorates of Koyulhisar and Mesudiye are covered with mostly pure and productive Scots pine. However, on the north-facing local slopes, fir (*A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*) stands occur. One of the conspicuous properties of the area is the existence of *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *F. orientalis* plants in the lower story of Scots pine. This situation clearly reflects the existence of a humid Scots pine forest in this area (Figure 6).

In the northern slopes of the Kelkit Basin and the Lower basin of Yeşilirmak, *F. orientalis* and *Carpinus* sp. are widespread, Scots pine grows commonly on the upper and south-facing slopes of the mountains, but its productivity is low due to continental aridity effects. The western part of the backward regions of the Black Sea can be divided into following subregions in terms of the spreading and ecological standpoint of Scots pine.

1. The Köroğlu Mountain subregion, extending from the southern end of the region, is the main occurrence of pure Scots pine. The upper part of the Kıbrısçık plateau and almost all parts of the Köroğlu Mountains, including Ala Mountains, are one of the pure and productive Scots pine spreading areas. The existence of direct solar radiation and subhumid conditions supports the growth of the Scots pine forests in the above-mentioned areas. But on the north slopes of these mountains getting fog, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* clusters are seen.

2. The Kastamonu plateau and its vicinity between the Kure Mountain in the north and the Ilgaz

Mountains in the south is another pure and mixture Scots pine distribution area. Scots pine stands occur on the upper part of the black pine (*P. nigra*) forest in the Kastamonu plateau. On the north-facing slopes of the Ilgaz Mountains the leading forests are *P. nigra*, *Carpinus orientalis*, *F. orientalis*, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *P. sylvestris*; toward the upper northern part of the Ilgaz Mountains pure *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* - *P. sylvestris* forests are commonly seen. Pure *P. sylvestris* stands are widespread on the south-facing slopes of the Ilgaz Mountains (Figure 8). Generally mixed forest areas composed of *P. sylvestris*, *A. nordmanniana*, and partly *Fagus orientalis* are found on the north slopes of the Kure Mountains.

3. As to the vicinity of Bolu province, forest composition frequently changes depending on the slope/aspect factors. Namely, foggy slopes are the main spreading areas of *F. orientalis*, especially *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* forests. Along the Bolu-Abant depression, north-facing slopes are mostly covered with pure *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* forest, while south-facing slopes are the dominant areas of pure *P. sylvestris* stands. South-facing slopes of Kartalkaya Mountains, S of Bolu, are the pure and productive Scots pine forest area. Here in the lower story of Scots pine forest *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* regeneration is seen. In the upper part of the mountainous areas of Bolu province, one can see the tall Scots pine trees within the broadleaved deciduous and fir forest.

4. The Sundiken mountains which are located S of the Sakarya River valley, NW of Anatolia, are one of the natural occurrence areas of Scots pine. Here pure Scots pine stands are common on the north-facing slopes, while black pine stands are common on the high south-facing slopes of this mountain. This situation implies that *P. nigra* is more resistant to drought compared to *P. sylvestris* (Figures 2 and 3).

As to other parts, in the SE part of the geographical Marmara Region, *P. sylvestris* stands as pure and mixture with *P. nigra*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *F. orientalis* occur on the south-facing slopes of the Ulu and Domanic mountains. Only pure *P. sylvestris* clusters are common on the upper and south-facing slopes of the Domanic Mountains. In the Samanlı Mountains, on the peninsula in the eastern part of the Marmara Sea, Scots pine clusters appear at an elevation of 700 m, and they are composed of *Fagus* and *Carpinus* within valleys and pure on the hills. The southeast of Lake İznik has a few Scots pine trees associated with Turkish red pine (*P. brutia*), black pine (*P. nigra*),

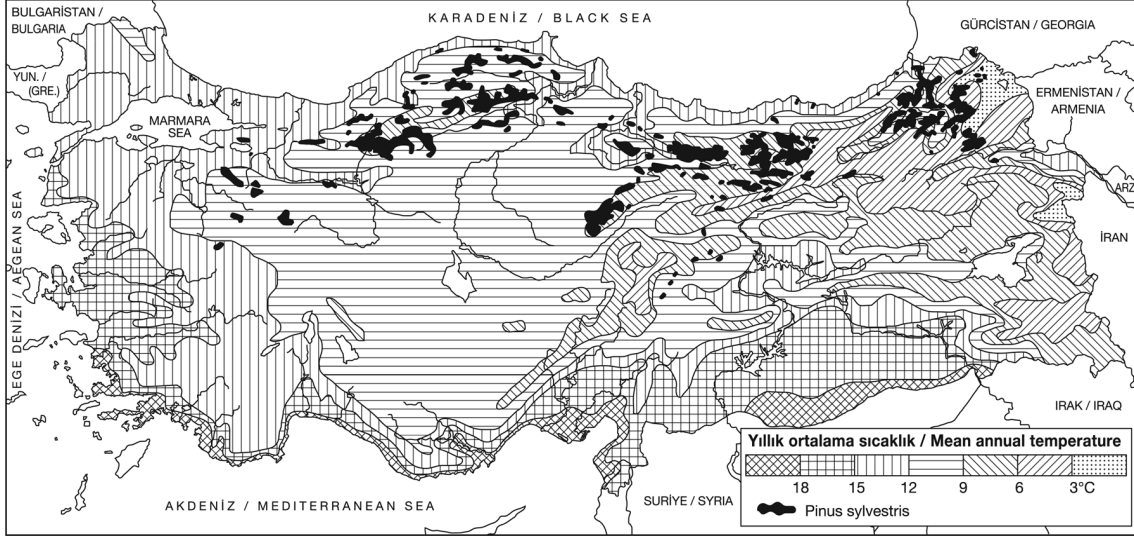


Figure 2. Relationship between native occurrence areas of Scots pine forests, and mean annual temperature of Türkiye
Şekil 2. Türkiye’de sarıçam ormanlarının doğal yayılış alanları ve yıllık ortalama sıcaklık arasındaki ilişkiler

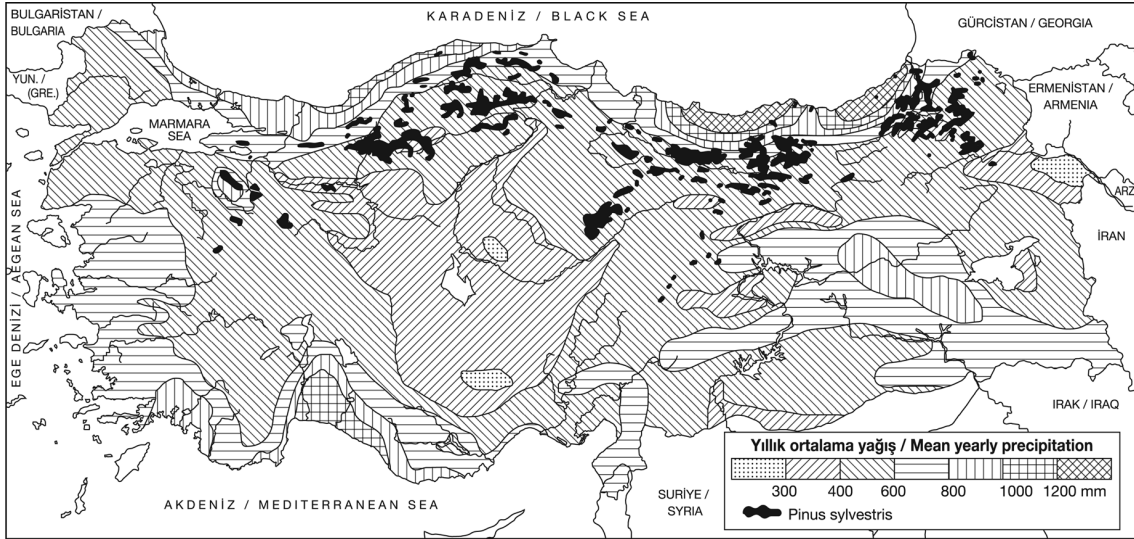


Figure 3. Relationship between native occurrence areas of Scots pine forests, and mean annual precipitation of Türkiye
Şekil 3. Türkiye’de sarıçam ormanlarının doğal yayılış alanları ve yıllık ortalama yağış arasındaki ilişkiler

Arbutus unedo, *A. andrachne* and *Quercus cerris* on the quartzitic parent materials.

The westernmost location within the Scots pine distribution area is Murat Mountain in the NE part of the Aegean Region. Here pure and mixture stands composed of *P. nigra*, *Juniperus nana*, and *P. sylvestris* exists on the top and north-facing slopes, and *P. sylvestris*-*F. orientalis* community appears on the north-facing slopes of Murat Mountain due to foggy environment.

The extensive distribution areas of Scots pine forests appear in the southern part of the Akdagmad-

eni district in the NE part of Inner Anatolia. Here, Scots pine begins at 1300 meters and climbs up to 2000 meters on the north-facing slopes of Ak Mountain. As compared with other Scots pine forests, low-productivity Scots pine forests mainly composed of thin trunks are dominantly seen in the Akdagmadeni region, in general.

Nowadays, the southernmost Scots pine clusters are found in the vicinity of the Hekimhan district of Malatya province. Some of them grow on volcanic sand and tuff, while others on limestone, and some are seen as chaparral appearance on flysch (sandy material). These clusters are taken into considera-

tion as a relict Scots pine.

To sum up, Scots pine grows in small clusters and as individual trees in the humid-temperate and humid-cold climate prevailing on the coastal mountains of the Black Sea region. It is found within deciduous forests and coniferous mixture forests composed of *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* in the western part of Ordu city, and *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *P. orientalis* in the Eastern Black Sea Region. It can rise as high as 2700 meters in the NE continental Anatolia.

Scots pine forests cover an area of 2.2 million hectares (ha), while Turkish red pine (*P. brutia*) covers 5.4 million ha, and black pine (*P. nigra*) 4.2 million ha.

3.2. Ecological traits of *P. sylvestris*

Climate, topographic features (altitude, exposure/aspects, direction of the mountain range), soil, parent materials, competition and human impact determine the spreading areas and ecological properties of Scots pine. The importance of these factors will be summarized as: Climatologically, Scots pine is adapted to a wide variety of climates. It grows where the mean annual temperature is between 14°C and -2°C; this temperature ranges between 2°C and 6°C in the optimum growing areas. The minimum temperature is below -35°C, and the summer temperature is not over 30°C. The primary distribution of Scots pine indicates that it is a common tree of the continental climate of Anatolia (Figure 2). July with relative humidity representing vegetation period changes between 60% and 80%, and optimally 60%-70% in its optimum growing areas. July evaporation is about 150 mm. Scots pine like *P. brutia*, *P. nigra* and *P. pinea* is intolerant of shade or diffuse radiation, but it seldom grows as individual trees and small clusters within the broadleaved deciduous and coniferous trees in the foggy areas (Atalay, 2014).

Scots pine grows in all-season rainy regimes like the Black Sea Region, a continental precipitation regime characterized by late spring and early summer rain like NE Anatolia, and transitional regime between the Black Sea and Mediterranean climatic regions. The mean annual precipitation ranges between 500 mm and 2000 mm. There are no Scots pine clusters under 500 mm of precipitation in Anatolia. The increase in precipitation in the continental areas of Anatolia leads to an increase in Scots pine productivity. There is less water deficiency in the optimum growing areas. Compared to other forest tree taxa, Scots pine neither grows in the summer drought like *P. brutia* and *P. nigra*, nor

in the perhumid and humid climate like *P. orientalis*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*

Shortly, Scots pine grows under the humid and cold climate of the Black Sea, the Marmara transitional climate between the Black Sea and Mediterranean climates, the subhumid continental climate of NE Anatolia, the subhumid climate of the backward regions of the Black Sea, and the semiarid-subhumid continental climate of Inner Anatolia. The best productive Scots pine forests are found in the subhumid continental climates of NE Anatolia and the backward regions of the Black Sea. The primary distribution of Scots pine indicates that it is a tree of the subhumid continental climate.

3.3. Topography

Topographical properties characterized by altitude, aspect, inclination of slope and the direction of mountain ranges are among the most important factors not only for the distribution but also the productivity of Scots pine. The spreading areas of Scots pine are limited to the south-facing, especially steep slopes of semiarid climatic areas due to intense solar radiation, whereas its productivity increases toward the lower slopes where freely drained bottomland and water available capacity is high in all regions. On the other hand, productive Scots pine forests occur on the north-facing slopes of the subhumid-semiarid areas (Figures 4 to Figure 6). The altitudinal distribution of the Scots pine considerably changes according to climatic regions. For example, its vertical distribution is between 0-2000 m in the Black Sea Region, 1300-2200/2400 m in the backward regions of the Black Sea, 1300-2000 m in the Inner Anatolia, and 1800-2700 m in the NE Anatolia. The lower boundary of Scots pine is higher on the southern slopes than that of the northern slope in the semiarid-subhumid areas in Anatolia (Figures 4 to Figure 8).

3.4. Parent material and soil

Scots pine grows all parent materials belonging to all geological era and period containing metamorphic such as gneiss, micaschist, quartzitic schist and clayey schists, volcanic rocks containing volcanic tuff, sand (pyroclastic material), andesite, dacite, basalt and granite, gabbro, and sedimentary rocks like limestones, flysch alternating clay, sandstone, siltstone, sandy limestone layers, alluvial, colluvial and gravelly terrace deposits (Figures 4 and 7). For example, it is found on the basalts and volcanic sand and tuffs in the vicinity of Sarıkamış in NE Anatolia; andesite and andesitic tuff in Köroğlu mountains, Kartalkaya locality S of

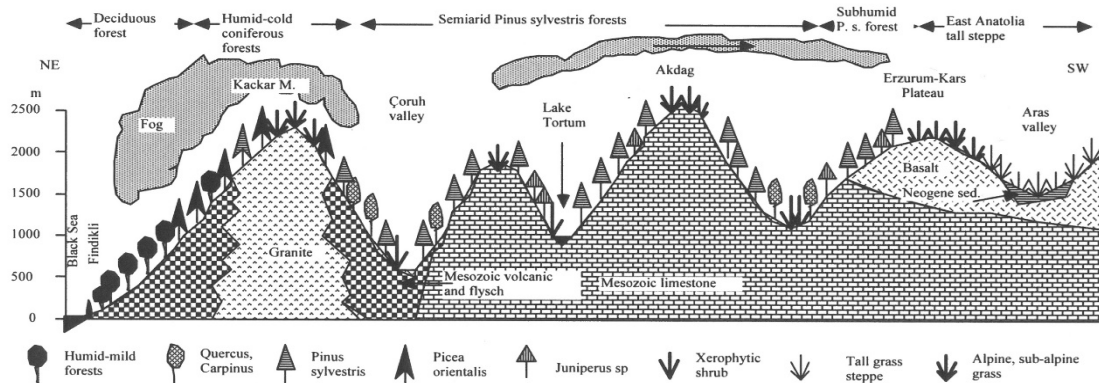


Figure 4. The relationship between the distribution of Scots pine and parent materials in the NE part of Anatolia
Şekil 4. Anadolu'nun KD bölümünde sarıçam ve ana materyal dağılımı arasındaki ilişki

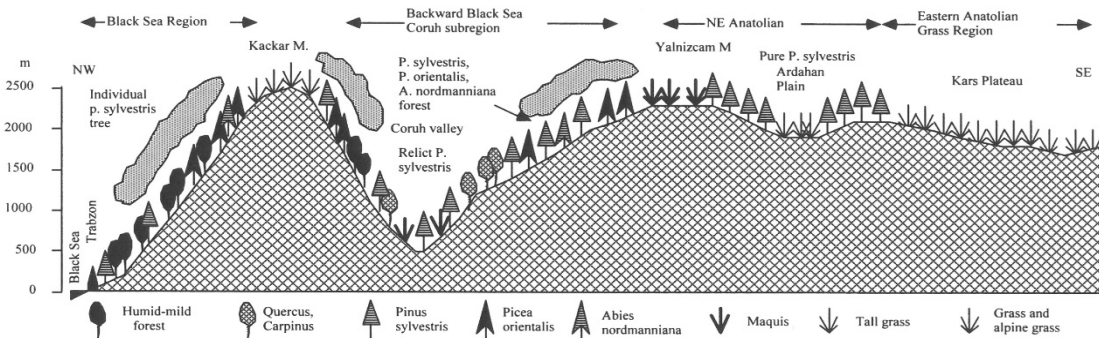


Figure 5. Scots pine distribution from Black Sea coast to the eastern part of Black Sea Region
Şekil 5. Sarıçamın, Karadeniz sahilinden itibaren Doğu Karadeniz'in doğusuna doğru yayılışı

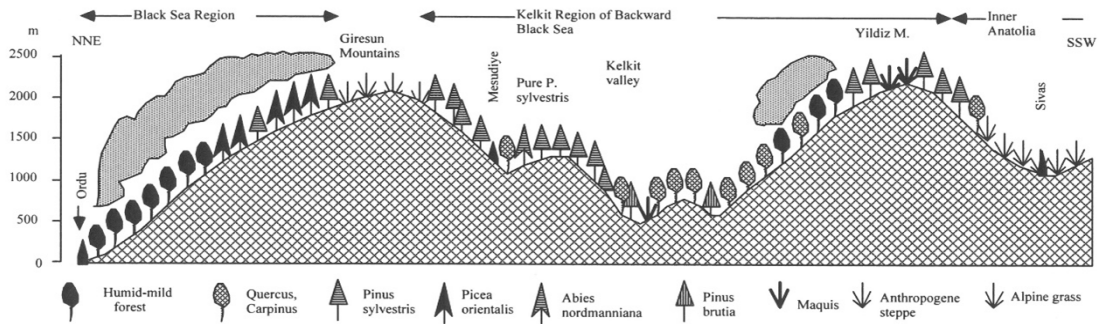


Figure 6. Scots pine forest distribution in the middle and backward region of Black Sea Region
Şekil 6. Sarıçamın, Doğu Karadeniz'in Orta Bölümü ve ardındaki dağılımı

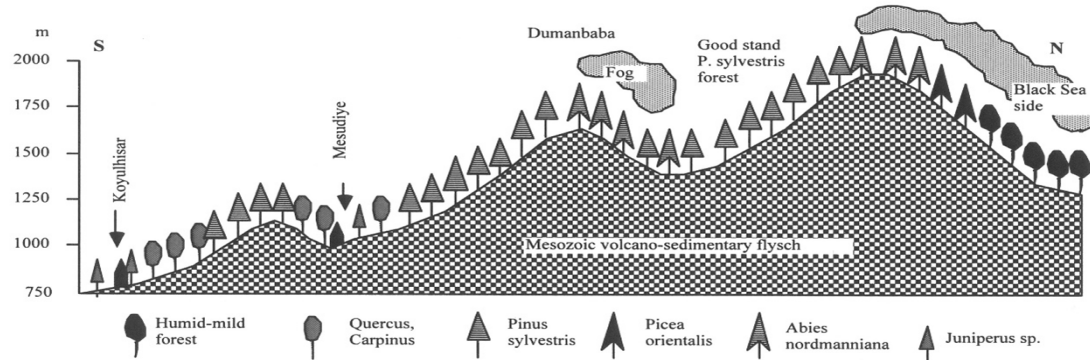


Figure 7. Vegetation profile of northern part of Kelkit depression in the backward region of Black Sea Region
Şekil 7. Karadeniz ardındaki Kelkit depresyonunun kuzey kesimindeki bitki örtüsü profili

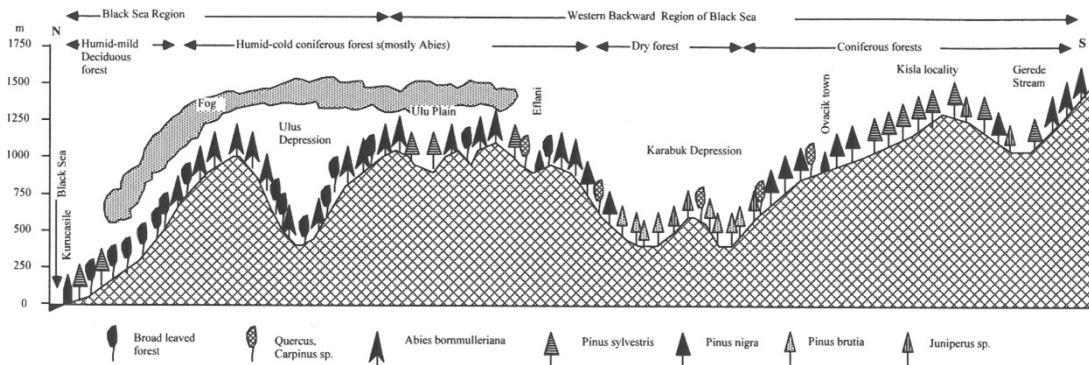


Figure 8. Vegetation profile of the western part of Black Sea Region
Şekil 8. Karadeniz Bölgesinin batı kesimindeki bitki örtüsü profili

Bolu; gneiss and micaschist in Sundiken Mountain and Akdağmadeni region; flysch, clayey limestone and limestone in the backward regions of Black Sea; granite in the Ulu and Domanic mountains, in the vicinity of Dirgine, SW of Black Sea Region; serpentine-peridotite in the southern part of Kelkit region i.e. Yıldız, Cimen and Kizil mountains, and Gaziler Basin in NE Anatolia; chlorite-sericite schist in the Arapdede Mountain, S of Kütahya and Kos mountain, E of Köroğlu Mountains.

Well weathered parent materials and sandy deposits create a suitable habitat for the growth of Scots pine due to the fact that it develops a taproot system. As a general rule, good site index of Scots pine is found soft materials like volcanic sand and tuffs and deeply weathered all parent materials due to the fact that taproot systems dominate. Indeed, the height of the Scots pine is higher on the volcanic tuff and sand than on the basaltic rocks in the Sarıkamış Region (Atalay et. al., 2020). Poor site index is common on the less weathered and hard parent materials. The important aspect of the productivity of Scots pine is the weathering situation of the parent materials.

As to soil properties, Scots pine forests are seen on the intrazonal soils reflecting parent material properties, colluvial soil, rendzina, reddish Mediterranean soil, chernozem, brown forest soil, regosol; the orders of mollisol, alfisol, spodosol, entisol and inceptisol. Its main distribution areas coincide with acid soils.

3.5. Vegetation composition

Scots pine has not only pure forest but also mixed forest with coniferous trees and deciduous broad-leaved trees. Pure Scots pine forests are only common in subhumid continental climatic regions like NE Anatolia, and semiarid-subhumid region of Inner Anatolia. In the humid and mild areas, it is associated with beech (*Fagus*), alder (*Alnus*), hornbeam

(*Carpinus*), lime (*Tilia*) and chestnut (*Castanea*); in the cold and humid environment it is composed of oriental spruce and fir species, in general. On the other hand, under the dense canopy of Scots pine stands support the regeneration of beech, oriental spruce and fir species. Scots pine, beech and fir mixed forests are common on the slopes facing-north getting fog in the backward regions of the Black Sea (Figures 4 to Figure 8). Best examples are given from the north-facing foggy slopes of Ilgaz and Bolu Mountains.

3.6. Biotic factors

It is very hard to estimate the native spreading areas of Scots pine forests. Indeed, some parts of Scots pine forests have been destroyed in the backward parts of the Black Sea, Inner and NE Anatolian regions. Destroyed areas are replaced by grass vegetation in NE Anatolia, oaks (*Quercus*) and juniper (*Juniperus*) clusters, and agricultural fields in Inner Anatolia.

Deciduous forest with *P. sylvestris* occurs in the abandoned agricultural lands or meadows in the deciduous forest areas, especially coastal mountains of the Black Sea Region. Because abandoned land is firstly occupied by *P. sylvestris* as pioneer succession and seldom *Pinus nigra* regeneration due to the fact that seeds of *P. sylvestris* easily germinate under direct solar radiation. The existence of small clusters and individual Scots pine trees in the deciduous forests in the Black Sea Region is related to the abandoned agricultural land and clear cutting. But with the growth of Scots pine trees, a shade environment forms under the forest. In this case, deciduous plants begin to grow, and over time, the mixed forest containing Scots pine comes into the scene. However, in this forest, Scots pine trees gradually decrease because of the fact that Scots pine regeneration does not occur under the forest floor (Figure 9).

Competition and incorrect silvicultural practices, on the other hand, lead to the change of the natural composition of Scots pine forests (Atalay 2014b). Namely, the young regeneration associated with *F. orientalis* and *Abies* sp. on the lowerstory of pure *P. sylvestris* forest in the humid areas is the responsible for the mixed forest composed of *P. sylvestris*,

F. orientalis and *Abies* sp. or *P. orientalis*. Here, if *P. sylvestris* trees are excessively cut down, the forest mainly composed of *F. orientalis*, mostly *Abies* or *P. orientalis* forest forms (Figure 10). This forest can be seen in the sunny areas of plateau surface of the Şavşat and Ardanuc basins (Atalay 2014b).

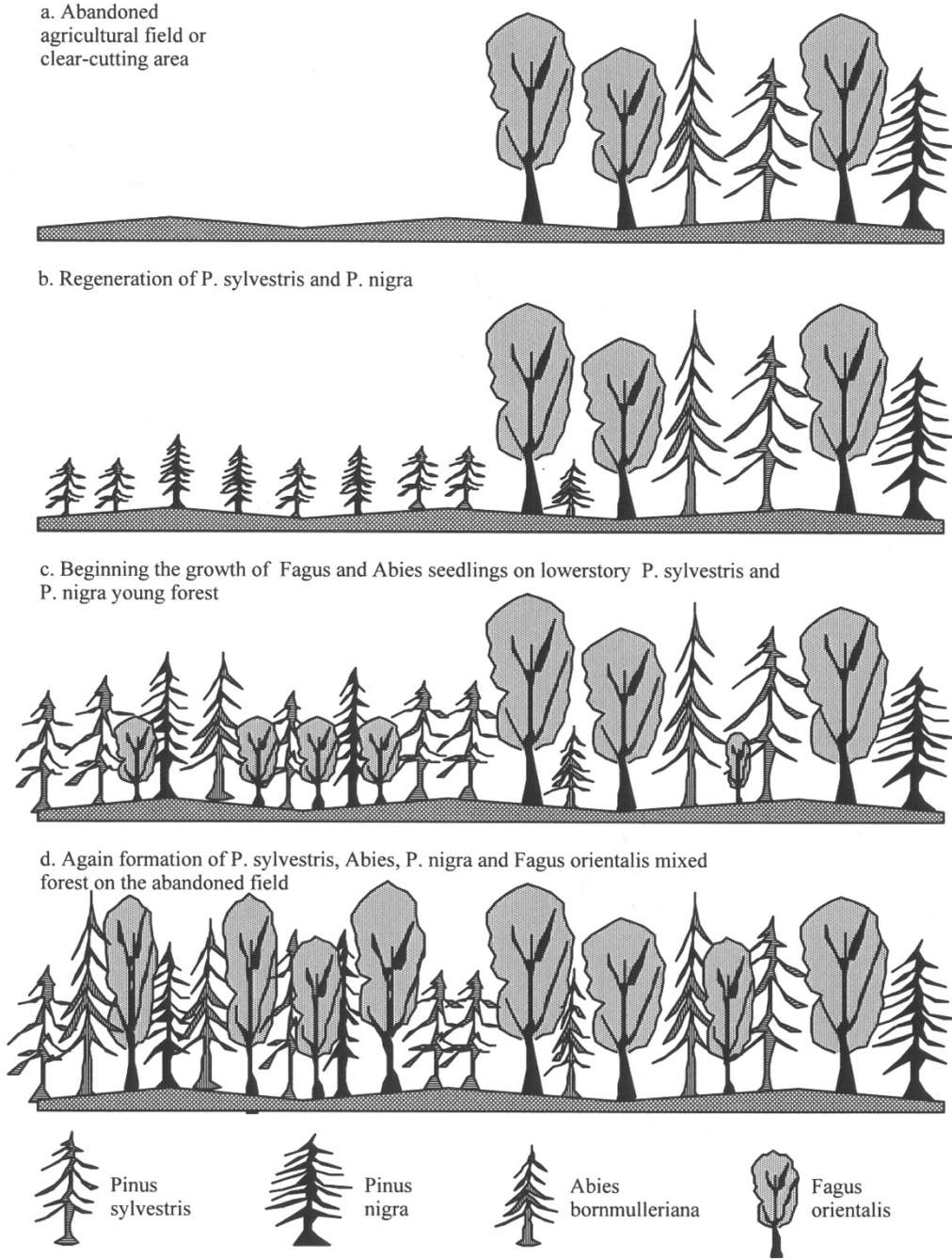


Figure 9. *P. sylvestris* and *P. nigra* trees within deciduous forest formation successions in the humid-mild coastal belt of the Black Sea Region, and on the foggy upper part of the backward region of the Black Sea
Şekil 9. Karadeniz Bölgesi'nin nemli-ılıman kıyı şeridinde ve Karadeniz ardında sisli üst kesimlerdeki yaprağını döken ormanlardaki *P. sylvestris* ve *P. nigra* orman formasyonunun süksesyonları

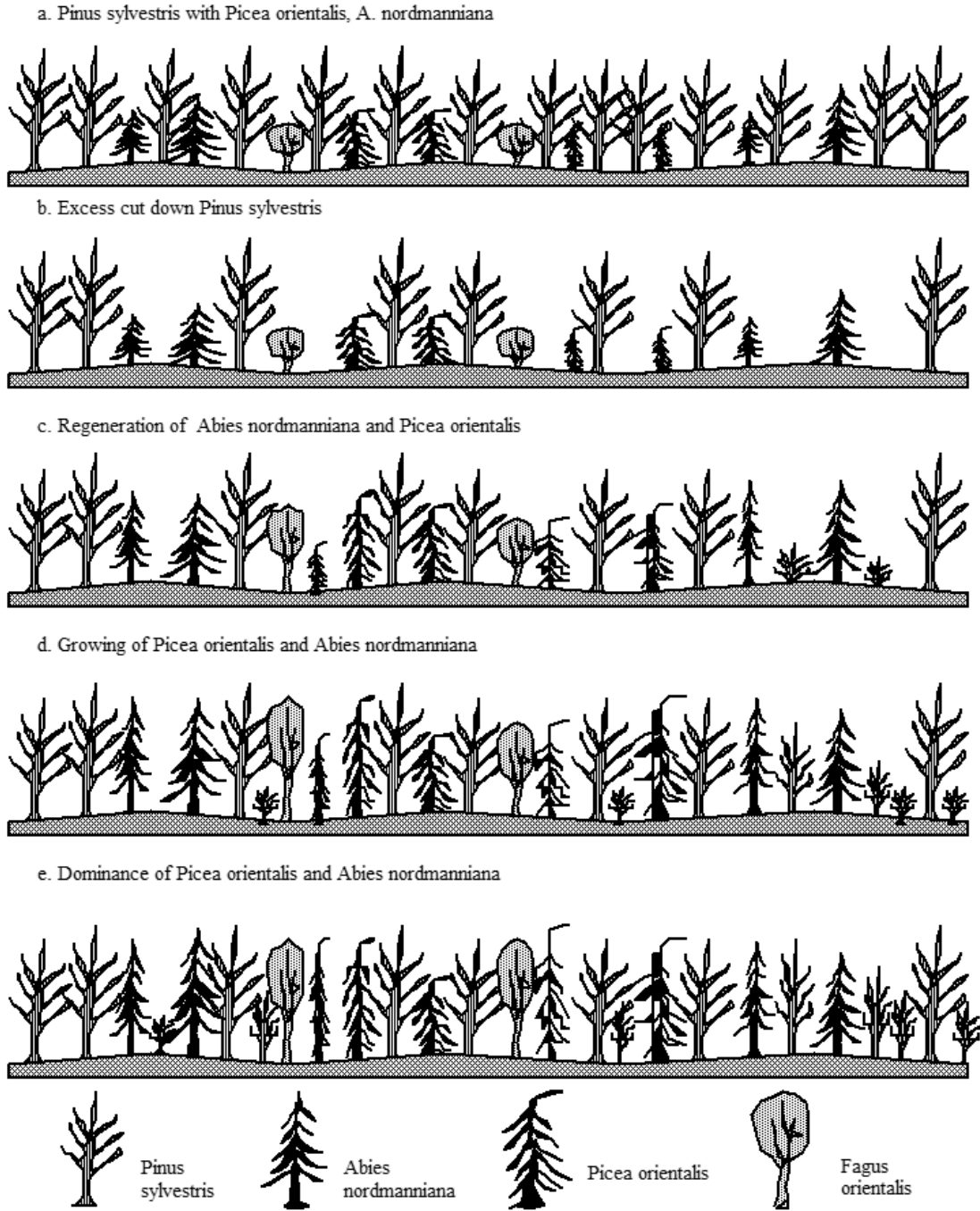


Figure 10. Changes of forest formation in the mixed forests composed of *P. sylvestris*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *F. orientalis* as the result of excess cutting of *P. sylvestris* trees
 Şekil 10. *P. sylvestris*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*, *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *F. orientalis* *P. sylvestris* karışık ormanlarında *P. sylvestris* ağaçlarının aşırı kesilmesi sonucu olan değişimler

4. Vegetation composition of Scots pine

4.1. Scots pine clusters in deciduous broadleaved forests

Along the coastal belt of the Black Sea, Scots pine clusters and individual trees which are associated

with *F. orientalis*, *T. rubra*, *T. tomentosa*, *C. orientalis*, *C. betulus*, *C. sativa*, *Alnus barbata*, *A. glutinosa*, *Acer campestre*, *A. platanoides* and so on are seen, here Scots pine regenerates in these forests on the abandoned fields and open areas with exposed mineral soil. But when Scots pine cluster reaches the maturity age, the fast-growing broadleaved

trees on lowerstory of Scots pine cluster prevent the regeneration of Scots pine due to the shadow effects, so Scots pine cluster disappears. In other words, Scots pine cluster is replaced by the climax deciduous forest. It can be said that the existence of the Scots pine is temporary in the broadleaved forest areas (Figures 4, 5 and 9). Other main occurrence areas of Scots pine are found in Çamburnu and Akçabat localities of Trabzon, and Kuruçaşile of Bartın, respectively on the west coast of the Black Sea. These Scots pine clusters can be considered as relict communities. The productivity of Scots pine trees is high due to no water deficiency. The age rings of Scots pine are about 5 mm thick in some places, such as in the Kuruçaşile locality (Figure 8).

4.2. Scots pine with coniferous and deciduous forests

This is only seen on the uplands of north-facing slopes of the Northern Anatolian Mountains on which cold-humid climatic conditions prevail, and during the vegetation period foggy condition and orographic rainfall are dominant. There is no water deficiency due to the amount of precipitation, which is more than 1000 mm, and evaporation is low. Here, Scots pine is found in small clusters in the mixed forests of *F. orientalis*, *Salix caprea*, *T. tomentosa*, *T. rubra*, *Rhododendron ponticum*, *Sorbus torminalis*, *Corylus avellana*, *C. colurna*, *Cornus mass*, and *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani*, *Taxus baccata*, *Buxus sempervirens*, and so on. Scots pine only grows in open areas of the forest and abandoned fields. Leading occurrence areas are seen on the north slopes of the Northern Anatolian Mountains, notably Kure Mountains, the northern part of Giresun Mountains, and the northern part of Bolu Mountain in the Black Sea Region. Some Scots pine is found as individual trees and small clusters. In the clear-cutting areas and abandoned artificial meadows Scots pine grows as secondary succession (Figure 9). Individual Scots pine height reaches some more than 30 m due to reach direct solar radiation, and its productivity is high in the deciduous forest area.

4.3. Scots pine-oriental spruce and fir forests

It is found on the north-facing slopes of all parts of the Black Sea Region and foggy slopes of the Eastern backward part of the Black Sea Region. Here, the annual mean temperature is less than 8°C with very cold winters, and the mean annual precipitation total is over 600 mm, most of which is snowfall. The best example can be given from the north slopes of Yalnızçam Mountains, in the Coruh Basin. Here, oriental spruce (*P. orientalis*) and

Scots pine mixed forests are common. Some Scots pine areas have been replaced by fir and spruce due to the excessive harvesting of Scots pine. In the Karagöl locality of the Şavşat-Ardanuç subregion, for instance, oriental spruce (*P. orientalis*) and fir (*A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*) is dominant where Scots pine trees have been excessively cut down. Indeed, open areas of fir and oriental spruce forests are being occupied by young Scots pine regenerations. On the other hand, fir (*A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana*) and Scots pine forests occur on the north-facing slopes of the Western and backward parts of the Black Sea Region. One of the leading areas is on the north-facing slopes of the Ilgaz Mountains (Figures 10 and 11).

4.4. Scots pine forest with fir and spruce plants on lowerstory

The canopy or lowerstory of Scots pine forest supports the growth of fir and spruce trees and/or regeneration as in the Taiga forests. In the eastern backward region of the Black Sea Region, understory plants are composed of *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* and *P. orientalis*, while in the middle and western parts of the region, it is associated with *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* and *F. orientalis*. These forests are prevalent on the humid areas of the northern part of the backward regions of the Black Sea. The best examples of this can be given from the northern slopes of Kartalkaya locality, Bolu province, and Ballıdag locality, S of Azdavay district, in the Western backward Region of the Black Sea. In the above-mentioned areas, forests covert into mixed forests composed of Scots pine, fir, and spruce when the spruce and fir grow. Since Scots pine trees are excessively cut down in these forests, forests change into pure fir or spruce forests.

4.5. Scots pine with beech, fir and spruce forests

It is commonly widespread on foggy uplands facing north of the backward Black Sea Region. This forest is seen on the lower north-facing slopes of Ilgaz Mountains, the north-facing slopes of Ulu Mountain in Marmara Region, around Mesudiye and Koyulhisar, the southern part of Giresun Mountain, and north of Kelkit locality. The existence of beech and fir is related to suitable humidity condition. Indeed, fir and beech seeds easily germinate in the lowerstory of Scots pine forests (Figures 6 and 11).

4.6. Pure Scots pine forest

It is common in the sunny subhumid part of the backward regions of the Black Sea and subhumid

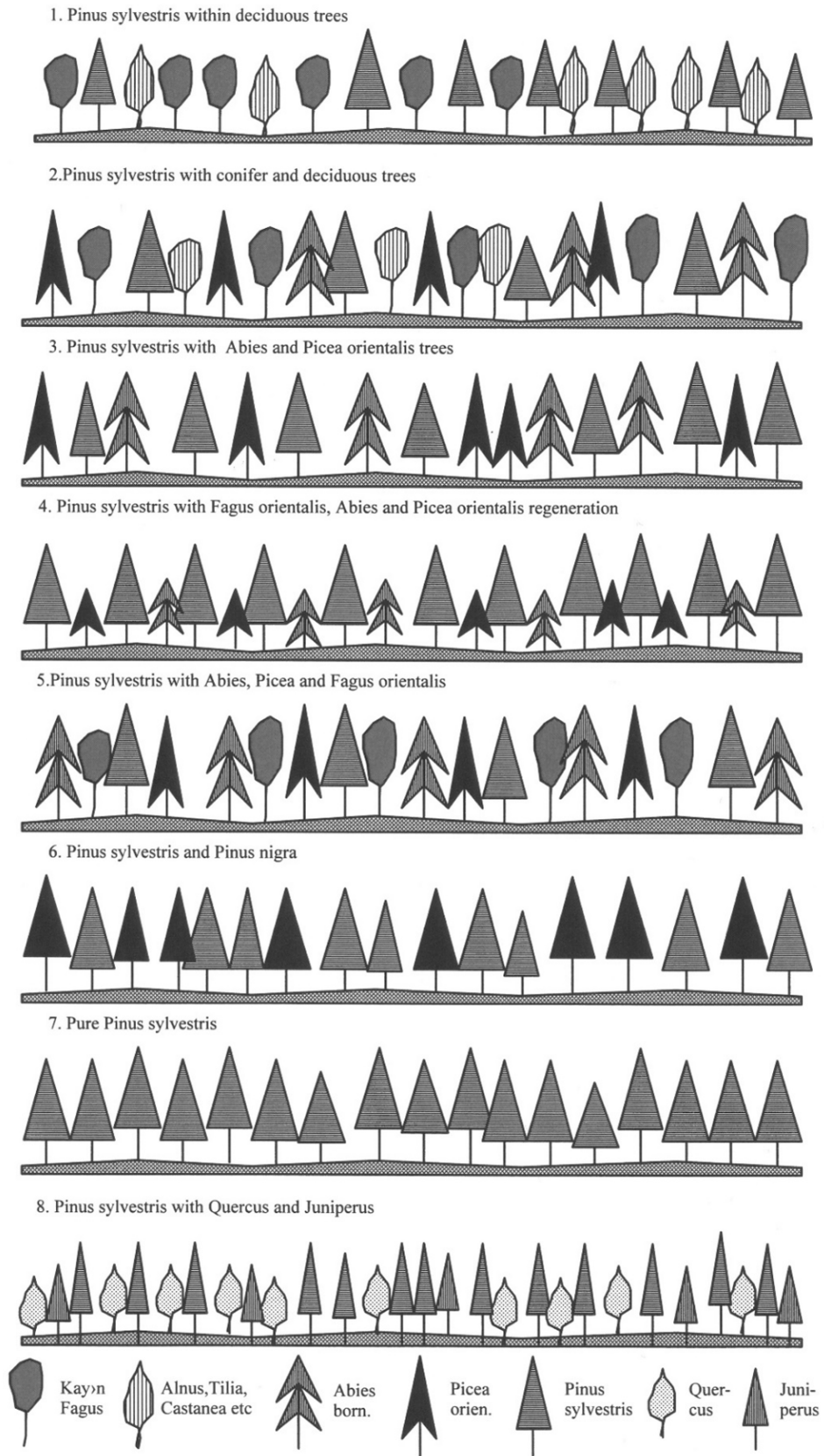


Figure 11. Scots pine forest types
Şekil 11. Sarıçam ormanı tipleri

parts of NE Anatolia, the north of Inner Anatolia and the upper areas of Kastamonu plateau. This forest is also climax forest of Anatolia because of the fact that very cold winters with snowy and convectional rainfall occurring last spring and early summer only support the growth very well of Scots pine. Pure and productive Scots pine forests are widespread on the NE Anatolian plateau extending elevations of 1800-2500 m. In the Sarıkamış locality Scots pine rises as high as 2700 m. Here volcanic tuff and sands create a good habitat for the growth of Scots pine because water and air circulation are in good level. On the other hand, Scots pine trees develop a taproot system in the volcanic tuff and sand deposits (Figures 4, 5 and 11).

4.7. Scots pine-black pine forests

This forest forms a transitional zone between black pine and Scots pine forest areas in the upper part of the tectonic depression of the backward regions of the Black Sea, such as Bolu-Gerede and Taskopru depressions, as well as on some parts of the Kastamonu and Kibriscik plateaus on which semiarid-subhumid climatic conditions prevail. The total annual precipitation is 500-600 mm, and the temperature rising 20°C during the summer months fall below the freezing point. Water deficiency occurs during the vegetation period. Carbonate accumulation takes place in the subsoil, so soil shows a slightly alkaline reaction. The upper part of Scots pine-black pine changes into form of pure Scots pine forest. In addition to this in a somewhat arid area Scots pine is seen on the north-facing slopes, while black pine occurs on the south-facing slopes. This situation shows that black pine is more resistant to drought than Scots pine.

4.8. Scots pine-oak-juniper forests

It belongs to the semiarid continental part of Inner Anatolia, in general. Here, the annual mean precipitation is less than 600 mm, and the mean annual temperature is over 8°C. The summer period is hot and somewhat dry. This forest is common in the lower part of the Akdağmadeni region, in Inner Anatolia. The productivity of this forest is less than that of other Scots pine forests due to low precipitation and siliceous parent materials composed of gneiss, mica-schist, and quartzitic schist. The Scots pine in the Akdagmadeni region can be added as a relict Scots pine.

5. Discussion and Conclusion

P. sylvestris is one of the leading coniferous species after *P. brutia* and *P. nigra* in Anatolia. For that reason many investigations were carried out on

the relationships among the development situation, edaphic and physiographic factors of pure Scots pine forests (Çepel et al., 1977), the ecology and the natural distribution areas of Anatolia were presented (Atalay, 1992a, 1992b 1994; 2008 and 2014a, 2014b; Atalay et al., 1985; Tetik, 1986; Çalışkan et al., 2004), the natural regeneration of Scots pine was studied (Ceylan, 1980; Pamay, 1962; Sevimsoy, 1984), the genetic and morphogenetic properties of Scots pine growing in Türkiye (Eliçin, 1971 and 1970; Tosun, 1988) were also searched. The site class and the yield of Scots pine were carried out (Alemdağ, 1967; Eraslan, 1982; Çepel and Dunder, 1977; Ercanlı et al., 2006). Silviculture of the Scots pine was also studied (Boydak, 1977; Ceylan, 1980).

Çepel et al (1977) pointed out that Scots pine grows both on north- and south-facing slopes, and productive Scots pine forests are found on the north-facing slopes. In terms of slope angle, 75% of total experimental site data of Scots pine forests are found on slopes changing between 1% and 17%. According to the experimental site data, altitudinal belts of 1270-1500 m, 1500-1700 m, 1700-2100 m, and over 2100 m elevation account for 48%; 26.4%; 10.2%, and 15.7%, respectively. These data indicate that a third of the total spreading areas of Scots pine forests are found between 1270 m and 1700 m elevation.

Good and productive Scots pine stands occur on lower slopes and gently undulating surfaces in both the north and south due to the fact that these areas have deep soil and where available water capacity is high. The absence of IVth and Vth site index of Scots pine stands on the flat land indicates the importance of the inclination factor for productivity.

Soil depth with 0-30 cm, 30-60 and 60-120 cm accounts for 6%; 23% and 71% respectively in all experimental Scots pine sites. Horizon C is very thick on the deeply weathered andesite, agglomerate, volcanic tuff, colluvial and alluvial material (Çepel et al., 1977).

In this study, the site class index of Scots pine considerably changes according to the climatic traits of the area. Good site index is found in the humid parts of the backward regions of the Black Sea. But in the semiarid-subhumid areas, Scots pine prefers the slopes facing north, especially in Inner Anatolia and the southern part of the Coruh Basin. As a general rule, good site index of Scots pine forests is found at elevations between 1600 m and 1800 m in Inner Anatolia, 2000 m and 2400 m in NE Anatolia, 1500 m and 1800 m on the north-facing slope, and 1600 m and 1800 m on south-facing slopes of

the backward regions of the Black Sea Region.

Evaporation also determines the productivity of Scots pine. Truly, the amount of the yearly evaporation is more than 600 mm, and July evaporation is less than 150 mm in the optimum growing areas of Scots pine due to the relative humidity being high in the upper slope of the mountains, especially facing north. The mean annual precipitation is less than 600 mm, and July evaporation is more than 200 mm in the semiarid part of Inner Anatolia on which low productive Scots pine stands occur. However, the water holding capacity of the parent materials and the organic content of the soil are important in the growing of Scots pine.

There is no exact knowledge of the importance of the parent material in the growth of Scots pine in the literature. It can be clearly stated that all trees only grow in the early regeneration stage on the soil, but in the late regeneration or maturity stage, the roots of trees and shrubs take their own nutrients mostly from the parent material. For this reason, the chemical and physical composition of parent material and its weathering status are very important factors for the growth of Scots pine. Parent material' cation exchange capacity (CEC) depends on the weathering process and the nutriment capacity of parent materials. For example, CEC is lower than 10 me/100 g on the less weathered serpentine, but this figure is over 40 me/100 g in well and deeply weathered serpentine. For that reason, poor Scots pine stand is found on the low weathered serpentine as seen on the Gaziler Basin within the Coruh Watershed. Soft and clastic sediments and volcanics such as colluvial deposits and volcanic tuffs and sands create a suitable environment for the taproot development of Scots pine. For this reason, Scots pine is found only on the volcanic tuff in the Aras Valley. Shortly, good stands occur on well and deeply weathered parent materials and soil which is rich in organic, thanks to the developed taproot system.

In Turkish literature, there is no detailed information on the formation of deciduous forests with Scots pine. First time, Scots pine forests are classified according to ecological properties and the competition process in this article. As mentioned, the pioneer phase succession on the abandoned and open area is the regeneration habitat for Scots pine and black pine. Because the seeds of these tree taxa easily germinate on the bare land with mineral soil, and after they shelter the ground, seeds of the beech and other broadleaved trees germinate fast. So, the fast-growing deciduous trees once again dominate in the humid and mild areas of the Black Sea Region. On the other hand, some Scots pine

clusters founding in the deciduous forests of the Black Sea coast, in the north of Hekimhan district, E Anatolia and in the southeast and NW of Lake İznik, Marmara Region, and in Murat Mountain, Aegean Region can be considered relic enclaves (Atalay, 1992 a, b).

References

- Acatay, A. 1957. Sarıçamın Anadolu'daki yayılışına bir ilave. İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*. 7(1): 114-117
- Akan, R., 1955. Pınarbaşı'nda sarıçam. *Orman ve Av*, 27(2): 40
- Akkemik, Ü. 2018. *Pinus* L. (Çamlar). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalılırları. Editör: Akkemik, Ü. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Alemdağ, Ş., 1967, Türkiye Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 20, Güzel İstanbul Matbaası, Ankara
- Atalay, İ., Tetik, M., Yılmaz, Ö., 1985, Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 141, Ankara
- Atalay, İ. 1992a. The Paleogeography of the Near East (From Late Pleistocene to Early Holocene) and Human Impact. Ege University Press. Izmir
- Atalay, İ. 1992b. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarının Ekolojisi ve Tohum Transferi Açısından Bölgelere Ayrımı, Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, No: 5, Ankara
- Atalay, İ. 1994, Türkiye Vegetasyon Coğrafyası. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir
- Atalay, İ., 2008, Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası. Çevre ve Orman Bakanlığı. Meta Basım, İzmir
- Atalay, I., R. Efe, 2012. Ecology of Scots pine (*Pinus sylvestris* L. var. *syvestris*) forests and their dividing into regions in terms of seed transfer. Forest Seeds and Tree Breeding Research Directorate. Publication No: 45, Meta Publ., Izmir.
- Atalay, İ. 2014a. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri (2. Baskı), Meta basım İzmir
- Atalay, İ., 2014b. Forest composition changes with competition in the northern part of Turkey. European Scientific Journal. Special Edition, Vol 2. Pp. 364-371.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun, M., Siler, M., 2020. Taşların Ekolojisi ve Topografyanın Tarım ve Ormancılık Açısından Önemi (2. Baskı). Meta Basımevi, İzmir. ISBN: 978-605-66103-6-3
- Boydak, M., 1977. Eskişehir Çatacık Mintıkası

ormanlarında saf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın tohum verimi üzerine araştırmalar. İ. Ü. Orman Fak. Yay. No 230

Ceylan, B., 1980, Aladağ (Bolu) Yoresinde Doğal Yolla Getirilmiş Saf Sarıçam Gençliklerinin Bakımı Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 111, Ankara

Çalışkan, A., Özalp, G., Karadağ, M., 2004. Karabük-Büyükdüz Araştırma ormanında Karaçam+Meşe+Göknar+Kayın karışık meşcerelerinde Meşenin gelişimi. Bolu Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enst. Teknik Bül. No 10.

Çepel, N., Dündar, M., Günel, A., 1977, Türkiye'nin Önemli Yetişme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etkenler Araşındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yay. No: 354. TOAG No: 65, Ankara

Çepel, N., Dündar, M., 1980, Bolu-Aladag orman ekosistemlerinde sarıçamın (*Pinus silvestris* L.) boy artımı ile rölief ve toprak özellikleri araşındaki ilişkiler. İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*. A30(1): 129-140

Eliçin, G., 1970. Türkiye sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) larında morfogenetik araştırmalar. İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*. A20(1), (Doktora Tezinin özeti).

Eliçin, G., 1971. Türkiye Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'larında Morfogenetik Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1662, Orman Fakültesi Yayın No: 180, (Doktora Tezi). Bozak Matbaası, İstanbul

Eraslan, İ. 1982. Sarıkamış, Göle ve Oltu mıntıkaları saf sarıçam meşcerelerinde hasılat araştırmaları. Ormancılık Araş. Enst. Yay. No: 349/8

Ercanlı, I., Sivrikaya, F., Keles, S., Günlü, A., 2006, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin hacim artımının meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre değişimi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 24-37

Özdemir, 1974. Sarıkamış, Göle ve Oltu Mıntıkaları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 59. Gürsoy Basımevi, Ankara

Pamay, B., 1962, Türkiye'de Sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'ın Tabii Gençleştirme İmkanları Üzerine Araştırmalar. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. Sıra No: 337. Seri No: 31. Ankara

Sevimsoy, M., 1984, Göle-Sarıkamış Yoresinde Saf Sarıçam Ormanlarında Doğal Gençleştirme Yöntemlerinin Saptanması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 121, Ankara

Tetik, M., 1986, Kuzeydoğu Anadolu'daki Saf Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) Ormanlarının Ekolojik Şartları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 177. Ankara

Tosun, S., 1988, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın ülkemizdeki yeni varyetesi (*P. sylvestris* L. subsp. *hamata* (Steven) Formin var. *compacta* TOSUN var. *nova*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayın No: 67. *Dergi Serisi*, 34 (1): 23-31

Durusu Kumulu sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarında yaş ticari kök kütlesi miktarları

Fresh merchantable root biomass in Durusu Coastal Dune maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) afforestation

Alper Gün ÖZTURNA¹ 

Servet PEHLİVAN² 

Ender MAKİNECİ¹ 

Doğanay TOLUNAY¹ 

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, İstanbul

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Çankırı

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Alper Gün ÖZTURNA

alpergun.ozturna@iuc.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.05.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

13.10.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Mustafa BATUR

mustafabatur01@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Öztur, A. G., Pehlivan, S., Makineci, E. & Tolunay, D. (2023). Durusu Kumulu sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ağaçlandırmalarında yaş ticari kök kütlesi miktarları. Ormanlık Araştırma Dergisi, 10 (2), 197-216. DOI: 10.17568/ogmoad.1306652



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Sunulan bu çalışma ile ülkemizin endüstriyel ağaçlandırmalarında kullanılan yabancı ibrelili türlerden sahil çamının (*Pinus pinaster* Ait.) yaş ticari kök bitkisel kütlelerini tek ağaç ve meşcere düzeyinde doğrudan tahmini için kullanılabilir denklemlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, İstanbul-Durusu (Terkos) kumul ağaçlandırmalarında farklı gelişim çağlarından 45 adet örnek alanda çalışılmış ve her bir örnek alandan meşcere orta ağacını temsil eden 1 adet ağaç kesilmiştir. Kesilen ağaçların kökleri sökülerek kök kütlesi ve çapı 4 cm'den büyük köklerin yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Örnek ağaçların yaş ticari kök ağırlıkları 12,3 kg ile 214,9 kg arasında değişmektedir. Yaş ticari kök kütlesi, ağaçların dip çapları (d_0), göğüs çapları ($d_{1,3}$), boyları (h) ve kabuklu gövde odunu hacimleriyle (V_{KGO}) ilişkiye getirilerek her bir değişken için 10 ayrı regresyon denklemi test edilmiştir. Denklemlerin RMSE, ortalama hata ve ortalama mutlak hata gibi değerleri de hesaplanarak başarı sıralaması yapılmış ve aralarından en başarılı sonuçlar veren denklem belirlenmiştir. Tek ağaç düzeyinde V_{KGO} 'nun bağımsız değişken olduğu tek girişli denklem doğrusal; diğer tek ağaç denklemleri ise logaritmik formdadır. Ayrıca V_{KGO} bağımsız değişkeninin kullanıldığı tek girişli regresyon denklemleri yardımıyla meşcere düzeyinde yaş ticari kök kütlesini tahmin edebilmek amacıyla da bir regresyon denklemi geliştirilmiştir. Bu denklem ise parabolik formdadır. Bu denklemin sonuçlarına göre Durusu Kumulu sahil çamı ağaçlandırmalarında birim alandaki yaş ticari kök miktarı 12,68-199,9 t/ha arasında değişmektedir.

Anahtar kelimeler: Bitkisel kütle denklemi, Terkos, ticari kütle, top-rakaltı biyokütle, nispi sıralama

Abstract

This study aims to develop equations in the single-tree and stand level for direct predictions of fresh merchantable root biomass of the maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.), an exotic species used in industrial afforestation in Türkiye. 45 sample plots from different developmental stages in İstanbul-Durusu (Terkos) coastal dune afforestation were studied, and one representative tree was destructively harvested from each plot. The roots of the cut trees were removed, and the fresh weight of the root stumps and roots $\varnothing > 4$ cm were determined. Fresh merchantable biomass of roots ranged from 12.3 to 214.9 kg/tree. Regarding to these results, 10 (single- and double-entry) regression equations were tested for, base diameter (d_0), diameter at breast height ($d_{1,3}$), tree height (h), and stemwood overbark volume (V_{KGO}). RMSE, ME and MAE of the equations were calculated for their success ranking, and the equation of the most statistically successful results was determined. At the single-tree level, the single-entry equation (independent var. as V_{KGO}) was in linear form where the others were in logarithmic. In addition, a regression equation was developed to estimate the fresh merchantable root biomass at the stand level with the leading single-entry regression equation using the V_{KGO} as the independent variable. This equation was in parabolic form. According to the results of this equation, the fresh merchantable root biomass per unit area in Durusu Coastal Dune afforestation of maritime pines varied between 12.68 to 199.9 t/ha.

Key words: Biomass equation, Terkos, merchantable biomass, below-ground biomass, relative ranking

1. Giriş

Bitkisel kütle çalışmaları dünya genelinde uzun yıllardır gerçekleştirilse de Türkiye’de 2000’li yıllara kadar sınırlı sayıda kalmıştır. Son 20 yıldır, özellikle ormanların depoladığı karbon miktarının belirlenebilmesi için öncelikle bitkisel kütle miktarlarının tahmin edilmesi gerektiğinden bu çalışmaların sayısı artmıştır. Ormanlardaki bitkisel kütle miktarı tek ağaç ya da birim alan (ha) düzeyinde tahmin edilebilmektedir. Bitkisel kütle tahminleri, ağaç bileşenlerinin (toprak üstü bitkisel kütle, kabuklu ya da kabuksuz gövde, kabuk, dallar, ibreler/yapraklar, kökler) kütlesi ile bir veya daha fazla dendrometrik değişken (dip çap, göğüs çapı, ağaç boyu, göğüs yüzeyi, kabuklu gövde odunu hacmi vb.) arasındaki nicel ilişkileri matematik olarak tanımlayan allometrik modeller ile ortaya konulabilmektedir. Diğer yandan Türkiye’de özellikle sera gazı envanterlerinde bölge ya da ülke düzeyinde önce bitkisel kütle, sonrasında ise bu bitkisel kütledeki karbon miktarının hesaplanmasında bitkisel kütle dönüştürme ve genişletme faktörleri de kullanılmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde, önceki araştırmalardan elde edilen model ve katsayıların kullanıldığı (Solla-Gullón ve ark., 2005; Fayolle ve ark., 2013; Ngomanda ve ark., 2014) ya da alana özgü model ve katsayıların geliştirildiği (Ritson ve Sochacki, 2003; Makineci ve ark., 2017; Tolunay ve ark., 2017) görülmektedir.

Orman ekosistemlerindeki bitkisel kütle ölçümü, toprak seviyesinden yıkıcı örnekleme ile kesilen ağaçların (i) ibre/yaprak, dal, kabuklu gövde odunu gibi bileşenlerinin ayrılması, (ii) gövde odununun seksiyonlara bölünmesi ve (iii) bunların sahada tartılmaları ile gerçekleştirilmektedir. Sonrasında yaş ya da kuru bitkisel kütle miktarlarının tahmini için allometrik denklemler geliştirilmektedir. Ek olarak, tek ağaç (kg/ağaç) ya da meşcere düzeyinde (ton/ha) bitkisel kütle miktarları farklı bölgelerdeki aynı ağaç türü için geliştirilmiş olan bitkisel kütle denklemleri kullanılarak da tahmin edilebilmektedir. Arazi çalışmalarının nispeten kolay olması nedeniyle toprak üstü toplam kütle ya da çeşitli ağaç bileşenlerinin kütlelerinin tahmin edildiği araştırmalar daha yaygınken toprak altı ağaç bileşeni olarak da adlandırılan kök kütlesi tahminine yönelik araştırmalar, ağaç köklerinin bir bütün halinde sökülmesinin zorluğu nedeniyle daha sınırlı kalmıştır. Ancak köklerin de önemli miktarda karbon depolaması nedeniyle kök kütlesi modellenmesine yönelik araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Türkiye’de son yıllarda odun ham maddesine olan talebin artması ve gövde odunu dışındaki diğer ağaç bileşenlerinin değişik sektörlerde kullanıl-

maya başlanması ormanlardaki kök kütlesinin tahminini gerekli kılmaktadır. Nitekim Orman Genel Müdürlüğü’nün (OGM) oduna dayalı orman ürünlerinin satış usul ve esasları hakkındaki 312 Sayılı Tebliği’nde orman alanlarındaki kök odunlarının da satılabileceği belirtilmektedir (OGM, 2022a).

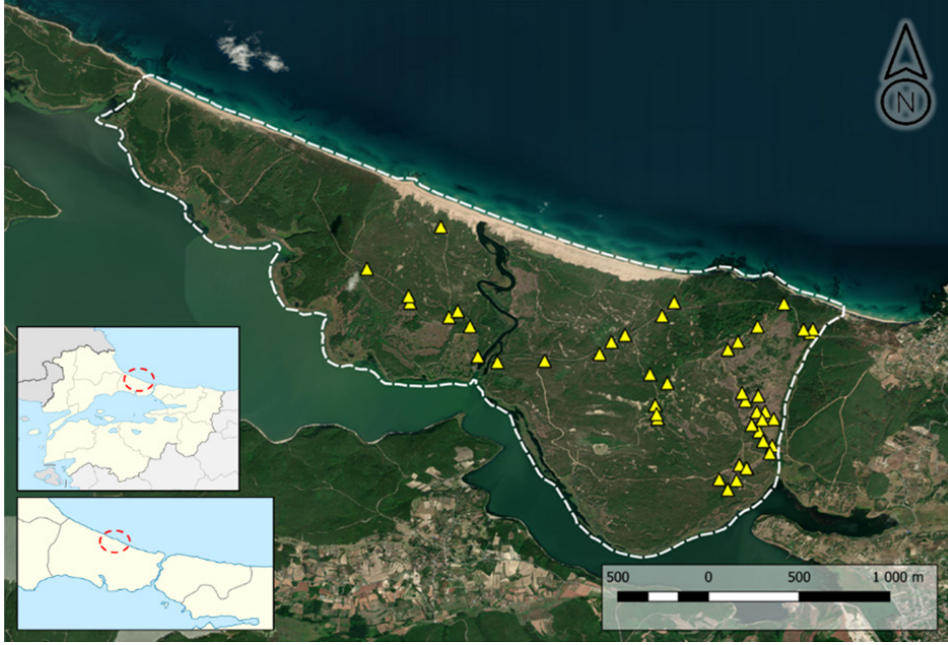
Ülkemizin çeşitli yörelerindeki ormanların toprak üstü bitkisel kütle ve hacim tahminlerine yönelik çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Sun ve ark., 1976; Saraçoğlu, 1986; Güner, 2006; Tolunay, 2012; Ozdemir ve ark., 2019). Bununla birlikte toprak altı bitkisel kütle (kökler) tahmin etmeye yönelik çalışmaların sınırlı olduğu (Kantarci, 1983; Tüfekçioğlu ve Güner, 2008; Güner ve ark., 2010; Doğan, 2010; Tüfekçioğlu ve ark., 2010; Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010; Yavuz ve ark., 2010; Çömez, 2010; Güner ve Çömez, 2017; Sariyıldız, 2015; Say, 2016; Karataş ve ark., 2017; Tolunay ve ark., 2017; Saranay, 2017; Sariyıldız ve Tanı, 2022) ve çoğunda kılcal ($\varnothing < 2$ mm) ve ince ($\varnothing = 2 - 5$ mm ya da 10 mm) kökler gibi ticari değeri olmayan köklerin incelendiği göze çarpmaktadır (Tüfekçioğlu ve ark., 2005a; Tüfekçioğlu ve ark., 2005b; Yağcı, 2010; Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010; Mısır ve Mısır, 2012; Kocamanoğlu, 2022). Kök sisteminin topraklardan sökülerek değerlendirildiği çalışmalar da giderek artmaktadır (Çömez, 2010; Sargıncı, 2014; Aydın, 2016; Saranay, 2017; Güner ve Çömez, 2017). Bu çalışmaların neredeyse tümünde ağaç köklerinin bitkisel kütle miktarları kuru ağırlık olarak verilmiştir. Yaş ya da taze ağırlığın belirlendiği araştırma ise yine az sayıdadır (Ülküdur, 2010; Karabürk, 2011; Say, 2016; Çelen, 2022; Meşe, 2022).

OGM tarafından satışların yaş ağırlıklar üzerinden gerçekleştirilmesi sebebiyle yaş kök miktarı tahmininde kullanılacak bitkisel kütle denklemlerine de ihtiyaç bulunmaktadır. İstanbul ili Çatalca ilçesindeki Durusu Kumulunda gerçekleştirilen bu çalışma ile Türkiye’nin endüstriyel ağaçlandırmalarında sıkça kullanılan sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) türünün doğrudan yaş ticari kök bitkisel kütlelerini tek ağaç ve meşcere düzeyinde tahmin etmede kullanılabilecek bitkisel kütle denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Araştırma, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde kalan ve 1960’lı yıllarda tesis edilmeye başlanan Durusu (Terkos) Kumulundaki sahil çamı ağaçlandırmalarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Durusu kumulu ve sahil çamı örnek alanları
Figure 1. Durusu coastal dune and maritime pine sample sites

Durusu kumulu, yer yer Karadeniz kıyısından 4 km kadar içeriye uzanmakta ve 40-50 metre (m) yüksekliğinde tepelikler ya da kıyıya paralel uzanan sırtlar oluşturabilmektedir. Çalışma alanının denizden yüksekliği ortalama 20 m olup doğu yönündeki Kabakum Tepesi (70 m) alanın en yüksek noktasıdır. Araştırma alanının yıllık toplam yağışı 895-988 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 12,7-13,0 °C, ortalama bağıl nemi %77-78, hâkim rüzgârları kuzeydoğudan ve ortalama yıllık rüzgâr hızı 9-107 km/saat arasındadır (İBB, 2009). Saatçioğlu ve Bozkuş (1996) tarafından çalışma alanında vejetasyon süresinin 8 aya çıkabildiği ve haziran-ekim ayları arasında su açığının 31,4 mm olduğu hesaplanmıştır. Topraklar, kum topraklarının özelliklerini taşımakta olup geçirendir ve faydalanılabilir su tutma kapasiteleri oldukça düşüktür (Tolunay ve ark., 2017). Durusu Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2013-2022) verilerine göre kumul alanı toplam 3106,7 ha kadar olup 1647,2 ha'ı fıstık çamı (*Pinus pinea*) ve sahil çamı ile ağaçlandırılmıştır. Sahil çamı ağaçlandırmaları ise 1444,3 ha civarındadır. Ağaçlandırılmamış kumul alanı ise büyük çoğunluğu sahilde olmak üzere 151,9 ha'dır (OGM, 2013).

Durusu kumulunda doğal olarak mazı meşesi (*Quercus infectoria*) ve Macar meşesi (*Quercus frainetto*) ormanlarına da rastlanmaktadır. Çalı türleri içerisinde ise karaçalı (*Paliurus spina-christi*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis*) türleri ön plana çıkmaktadır (Saraçoğlu ve Bozkuş, 1996).

2.2. Arazi çalışmaları

Çalışmadaki örnek alanlar, tam kapalı sahil çamı ağaçlandırmalarından b, c ve cd meşcere gelişim çağlarının her birinden 15 adet olmak üzere seçilmiştir. Böylece 400 m² (20x20 m) büyüklüğünde toplam 45 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alan içinde kalan ağaçların dip çapları (d_p), göğüs çapları ($d_{1,3}$) ve boyları (h) ölçülmüştür. Örnek alanların bazı özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1' de verilmiştir.

Örnek alanlarda yapılan ölçümlerin tamamlanmasının takiben her bir örnek alanın meşcere orta çapı (d_g) hesaplanmıştır. Meşcere orta çapının hesaplanmasında Eşitlik 1'den yararlanılmıştır.

$$d_g = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bu eşitlikte; d_g : Meşcere orta çapını (cm); d_i : Örnek alandaki ağaçların göğüs çapını (cm) ve n : Örnek alan içerisinde göğüs çapı ölçülen ağaç sayısını ifade etmektedir. Meşcere orta çapının hesaplanması sonrasında her bir örnek alanda göğüs çapı ($d_{1,3}$) meşcere orta çapına eşit ya da yakın olan bir adet örnek ağaç tespit edilerek kesilmiştir. Örnek ağaçların gövdeleri üzerinde ikişer metrelik seksiyonlarda alt ve üst gövde çapları ölçülmüş ve bölümlene yöntemine göre kabuklu gövde hacimleri (V_{KGO}) belirlenmiştir. Gövde hacimlerinin belirlenmesinde Smalian hacim formülünden yararlanılmıştır (Eşitlik 2).

$$\begin{aligned}
V_{KGO} &= \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times d_{0,3}^2 \times 0,3 \right] \\
&+ \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times \left(\frac{d_{0,3}^2 + d_{2,3}^2}{2} \right) \right] \\
&+ \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times \left(\frac{d_{2,3}^2 + d_{4,3}^2}{2} \right) \right] \quad (\text{Eşitlik 2}) \\
&+ \dots + \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times \left(\frac{d_{k-1}^2 + d_k^2}{2} \right) \right] \\
&+ \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) \times d_k^2 \times \ell \right]
\end{aligned}$$

Bu eşitlikte; $d_{0,3}$, $d_{2,3}$, $d_{4,3}$ ve d_k : ağaç gövdesi üzerinden ikişer metrelik seksiyonlara ait alt ve üst gövde çaplarını (cm) ve ℓ : Uç parça boyunu (m) ifade etmektedir (Özçelik ve ark., 2009).

Örnek ağaçlarda gövde çaplarının ölçülmesinin ar-

dından ağaç köklerinin sökülmesi işlemine geçilmiştir. Köklerin sökümü ekskavatör kullanılarak mart – mayıs aylarını kapsayan dönemde gerçekleştirilmiştir. Söküm sonrasında köklere yapışık halde bulunan toprakların giderilmesi için kök kütükleri basınçlı su ile yıkanmıştır. Kökler yıkama işleminin ardından basınçlı su etkisiyle az miktarda da kazandıkları nemin uzaklaşması amacıyla kökler bir süre kurumaya bırakılmıştır. Böylelikle kök bitkisel kütlelerinin gerçekte olduğundan çok daha yüksek tespit edilmesinin önüne geçilmiştir (Şekil 2). Buna ek olarak kökün söküldüğü çukurda kalan 4 cm çaptan daha kalın kökler de çıkarılmıştır. Çıkarılan tüm kökler bünyelerinde bulunan nemi kaybetmeden (yaş halde) sahada tartılmıştır. Tartımlar 0,1 gram hassasiyetle yapılmıştır. Örnek ağaçlarda yapılan ölçümler ile bu ağaçların kabuklu gövde hacimleri ile yaş ticari kök kütlelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Örnek alanların ve örnek ağaçların bazı özellikleri (ortalama±standart hata)
Table 1. Some characteristics of sample plots and sample trees (mean±standard error)

Meşcere Tipi	Çmb3	Çmc3	Çmcd3
Özellik			
Örnek Alanların (n=45)*			
Ağaç Sayısı (adet/ha)	1663±144 (1125-3400)	920±55 (575-1275)	682±28 (475-900)
Yaş (yıl)	32±2 (25-45)	43±1 (26-50)	44±0 (42-47)
Ortalama Dip Çap (cm)	19,7± 0,7 (14,0- 24,1)	29,2± 0,8 (24,8-34,9)	37,3± 0,8 (31,6-41,9)
Meşcere Orta Çapı (d_g) (cm)	15,8±0,6 (10,8-19,3)	24,5±0,7 (20,1-28,8)	32,3±0,6 (28,2-36,3)
Meşcere Orta Boyu (m)	9,11±0,59 (4,91-12,93)	15,02±0,46 (10,76-17,42)	19,53±0,67 (15,24-24,41)
Kabuklu Gövde Odunu Hacmi (m ³ /ha)**	176,31±17,45 (75,53-323,89)	337,37±18,15 (219,98-490,34)	560,05±43,58 (267,76-874,94)
Örnek Ağaçların (n=45)*			
Yaş (yıl)	32±2 (25-45)	42±2 (26-50)	44±0 (42-47)
Dip Çap (d_0) (cm)	22,3±1,1 (13,7-27,8)	31,4±0,8 (26,1-35,8)	40,6±0,6 (37,6-45,4)
Göğüs Yüksekliğindeki Çap ($d_{1,3}$) (cm)	15,9±0,6 (11,2-19,6)	25,4±0,7 (20,9-28,6)	31,6±0,5 (28,7-36,3)
Ağaç Boyu (h) (m)	10,1±0,6 (5,9-13,2)	15,3±0,4 (12,3-16,9)	19±0,7 (14,3-23,1)
Kabuklu Gövde Odunu Hacmi (m ³ /ağaç)	0,114±0,013 (0,033-0,214)	0,383±0,024 (0,231-0,485)	0,737±0,045 (0,490-1,056)
Yaş Ticari Kök Kütleli (kg/ağaç)	33,8±3,9 (12,3-58,1)	89±5,4 (57,4-139,0)	151,4±9,1 (98,0-214,9)

En az (minimum) ve en çok (maksimum) değerler parantez içinde gösterilmiştir.

* Meşcere tiplerine eşit sayıda dağılmaktadır.

** Tolunay ve ark., (2017) tarafından geliştirilen sahil çamı ağaç hacim denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Ağaç köklerinin sökülmesi (sol) ve yıkanması (sağ) (Foto: ÖZTURNA, A.G.)
Figure 2. Excavation (left) and washing (right) processes of tree roots

2.3. Yaş ticari kök kütlesi denklemlerinin geliştirilmesi

Arazi çalışmalarının tamamlanmasını takiben yaş bitkisel kütle denklemlerinin geliştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu denklemler hem tek ağaç hem de meşcere bazında geliştirilmiştir. Bu amaçla literatürde sıklıkla kullanılan 10 adet regresyon denklemi derlenmiştir. Bu denklemler V_{KGO} ($m^3/ağaç$), d_0 ve $d_{1,3}$ 'ün ayrı ayrı bağımsız değişken olarak buldukları tek girişli denklemler biçiminde; d_0 ile h ve $d_{1,3}$ ile h değişkenlerinin bağımsız değişken olarak buldukları çift girişli denklemler biçiminde türetilmiştir. Böylelikle 50 adet regresyon denklemi üretilmiş ve tek ağaçlar bazında katsayıları hesaplanmıştır.

Ardından sahil çamı ağaçlandırmalarında meşcere birim alanındaki (ha) yaş ticari kök kütlesini tahmin edebilmek amacıyla meşcere bazında kullanılacak regresyon denklemi de geliştirilmiştir. Bu amaçla meşcere hacminin (V_{KGO}) (m^3/ha) bağımsız değişken olarak kullanıldığı tek girişli bir regresyon denklemi üretilmiştir. Ancak burada meşcere birim alanındaki ağaç servetinin nasıl hesaplanacağı sorusu ortaya çıkmaktadır. Meşcere ağaç servetini hesaplayabilmek için Tolunay ve ark. (2017) tarafından yine Durusu Kumulu sahil çamı ağaçlandırmaları için geliştirilen çift girişli ağaç hacim denkleminin yararlanılmıştır. Söz konusu ağaç hacim denklemi Eşitlik 3'te verilmiştir.

$$V_{KGO} = 0,0099 + (0,00004 \times d_{1,3}^2 h) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Bu eşitlikte; V_{KGO} : Kabuklu gövde odunu hacmini ($m^3/ağaç$); $d_{1,3}$: Göğüs çapını (cm) ve h : Ağaç boyunu (m) ifade etmektedir. Meşcere birim alanındaki yaş ticari kök kütlesi ise bu çalışma ile elde edilen göğüs çapı ve boya bağlı çift girişli regresyon denklemi yardımıyla hesaplanmış ve örnek alanlar için hesaplanan yaş ticari kök kütleleri meşcere bazında geliştirilen regresyon denkleminin ba-

ğımlı değişkeni olarak kabul edilmiştir. Araştırma kapsamında denetlenen regresyon denklemlerinin genel yapıları ve bu denklemlerin bağımsız değişkenlerine ilişkin bilgiler Tablo 2'de bulunmaktadır.

Tablo 2 incelendiğinde 5 ve 6 no'lu denklemlerin logaritmik formda olduğu görülmektedir. Bu yapıdaki (tahminlerini logaritmik olarak yapan) denklemler tahminlerini olması gerekenden daha düşük yapmaktadırlar. Bu durum da sistematik bir hatanın oluşmasına sebep olacaktır. Bu engeli aşmak için Meyer (1938) tarafından 1'den büyük bir düzeltme faktörü önermiştir (Pehlivan, 2010). Bu düzeltme faktörü Eşitlik 4'te verilmiştir.

$$f = 10^{(1,1513 \times SEE^2)} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Bu eşitlikte; f : Meyer tarafından önerilen düzeltme faktörünü ve SEE : Regresyon denkleminin tahminlerinin standart hatasının logaritmik değerini ifade etmektedir (Pehlivan, 2010).

Tablo 2'de verilen regresyon denklemlerine ait katsayıların hem tek girişli hem de çift girişli yaş ticari kök kütlesi denklemleri için hesaplanmasının ardından uygun denklemlerin seçilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla öncelikle regresyon denklemlerinin düzeltilmiş R^2 ($R^2_{düz}$) ve tahminlerin standart hatası (standart error of estimates – SEE) değerlerinin yanısıra hataların ortalama karekökü (HOKK) (root mean square error – $RMSE$), ortalama hata (OH) (mean error – ME , diğer bir ifade ile mean bias – MB), ortalama mutlak hata (OMH) (mean absolute error – MAE) ile bu hataların yüzdeleri ve Akaike bilgi kriteri (Akaike information criterion – AIC) gibi başarı ölçütleri de hesaplanmıştır. HOKK, ME , MAE ve bunların yüzdeleri ile AIC formülleri aşağıdaki eşitliklerde (Eşitlik 5 – 11) verilmiştir.

Tablo 2. Denetlenen regresyon denklemlerinin genel yapıları ve bağımsız değişkenleri
Table 2. General structures and independent variables of generated regression equations

Denklem No	Denklemin Genel Yapısı	Katsayılar*		
		X ₁	X ₂	X ₃
1	$y = \beta_0 + (\beta_1 X_1)$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-
2	$y = \beta_0 + (\beta_1 X_1) + (\beta_2 X_2)$	$V_{KGO^a} - d_0^{bd}$ $d_{1,3^{ce}}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - h^{de}$	-
3	$y = \beta_0 + (\beta_1 X_1) + (\beta_2 X_2^{-1})$	$V_{KGO^a} - d_0^{bd}$ $d_{1,3^{ce}}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - h^{de}$	-
4	$y = \beta_0 + (\beta_1 X_1) + (\beta_2 X_2) + (\beta_3 X_3^{-1})$	$V_{KGO^a} - d_0^{bd}$ $d_{1,3^{ce}}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - h^{de}$	$V_{KGO^a} - d_0^{bd}$ $d_{1,3^{ce}}$
5	$\log y = \beta_0 + (\beta_1 (\log X_1))$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-
6	$\log y = \beta_0 + (\beta_1 (\log X_1)) + (\beta_2 (\log X_2^2))$	$V_{KGO^a} - d_0^{bd}$ $d_{1,3^{ce}}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - h^{de}$	-
7	$y = \beta_0 (X_1^{\beta_1})$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-
8	$y = X_1^{\beta_1}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-
9	$y = e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1)}$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-
10	$y = \beta_0 (e^{(-\beta_1 (e^{-\beta_2 X_1}))})$	$V_{KGO^a} - d_0^b$ $d_{1,3^c} - d_0^2 h^d$ $d_{1,3^2} h^e$	-	-

* Satırlarda aynı harfle simgelenmiş değişkenler aynı denklemin bağımsız değişkenlerini ifade etmektedir.

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - k)} \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$RMSE \% = (RMSE / \bar{y}_i) \times 100 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

$$ME = (\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)) / n \quad (\text{Eşitlik 7})$$

$$ME\% = (ME / \bar{y}_i) \times 100 \quad (\text{Eşitlik 8})$$

$$MAE = (\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|) / n \quad (\text{Eşitlik 9})$$

$$MAE\% = (\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| / y_i) \times 100 \quad (\text{Eşitlik 10})$$

$$AIC = \ln RMSE + 2k \quad (\text{Eşitlik 11})$$

Bu eşitliklerde y_i : Gerçek ölçüm değerlerini; \hat{y}_i : Regresyon denkleminde elde edilen tahmin değerlerini; \bar{y}_i : Gerçek ölçüm değerlerinin aritmetik ortalamasını; n : Veri sayısını ve k : Regresyon denkleminin katsayılarının sayısını ifade etmektedir (Ercanlı, 2020).

Regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ile $R^2_{düz}$ ve SEE değerleri bir araya getirilerek yeni bir matris elde edilmiştir. Bu matriste $R^2_{düz}$ değerleri büyüktür küçükçe, diğer değerler ise küçükten büyüğe sıralanarak her bir denklem için sıralama puanlaması (ranking) yapılmıştır. En yüksek $R^2_{düz}$ değerine sahip olan denklem en düşük sıralama puanını

alırken; diğer ölçütler için en düşük değere sahip olanlar en yüksek sıralama puanını almıştır (Pehlivan, 2010). Ancak burada sıralama puanlaması yapılırken sıralı puanlama yerine Poudel ve Cao (2013) tarafından önerilen nispi puanlama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ilgili başarı ölçütünün en iyi değeri ile en kötü değeri arasında sıra sayılarından oluşan puanlama yerine, bu değerler arasında süreklilik gösteren bir puanlama oluşturulmuştur. Böylelikle birbirine yakın değerlerin yakınlıkları derecesinde eşit puanlar alması sağlanmıştır. Sıralama puanlaması yapmak amacıyla yararlanılan formül Eşitlik 12'de görülmektedir.

$$R_i = 1 + \left(\frac{(m - 1) \times (S_i - S_{min})}{(S_{max} - S_{min})} \right) \quad (\text{Eşitlik 12})$$

Bu eşitlikte; R_i : Regresyon denklemi için hesaplanan nispi başarı puanını; m : Denetlenen regresyon denklemi sayısını; S_i : i . regresyon denkleminin başarı ölçütünün değerini; S_{min} : Denetlenen regresyon denkleminin ilgili başarı ölçütünün en düşük değerini ve S_{max} : Denetlenen regresyon denkleminin ilgili başarı ölçütünün en yüksek değerini ifade etmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir husus, regresyon denklemlerine ilişkin bazı başarı ölçütlerinin negatif yönlü olabileceğidir. Negatif işaretli ölçütlerin en düşük olduğu kabul edilse

de aslında mutlak büyüklük olarak daha yüksek bir değer elde edebilirler. Bu durum da daha yüksek miktarda hatalar yapan regresyon denkleminin daha başarılı (daha düşük sıralama puanlı) kabul edilmesi anlamına gelmektedir. Bu sorunu aşabilmek için negatif işaretli başarılı ölçütlerinin mutlak değerli sıralamaya tâbi tutulmuştur (Ercanlı ve ark., 2023)

Denetlemeler sonrasında en düşük sıralama puanına sahip olan denklem en iyi tahmini veren denklem olarak seçilmiştir. Eğer en düşük puana sahip denklemin katsayılarının herhangi biri ya da tamamı %95 güvenle ($p=0,05$) anlamsız ise bir sonraki en düşük sıralama puanına sahip denklem tercih edilmiştir. Her iki koşulu da sağlayan denkleme ulaşıncaya dek bu işlem sürdürülmüştür.

Çalışma kapsamında denetlenen regresyon denklemlerinin gerek tek girişli gerekse çift girişli formlarına ilişkin katsayıların hesaplanmasında Matlab R2017b (Mathworks, 2017) programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Tek ağaç düzeyinde yaş ticari kök kütlesi

Yaşları 25 ile 50 arasında değişen örnek ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları 11,2 ile 36,3 cm; boyları ise 5,9 ile 23,1 m arasındadır. Örnek ağaç-

larda yaş ticari kök kütleleri de 12,3 kg/ağaç ile 214,9 kg/ağaç arasında ölçülmüştür (Tablo 1).

Tek ağaç düzeyinde yaş ticari kök miktarını tahmin edebilmek için V_{KGO} bağımsız değişkenini içeren tek girişli denklemin (Denklem 1) $R^2_{düz}$ değeri 0,933 iken, SEE değeri ise 14,144 olarak hesaplanmıştır. Söz konusu denklemin diğer başarı ölçütlerinin de dâhil edilmesi sonucu elde ettiği nispi sıralama puanı ise 9,32 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). İlgili denklemin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri ise Tablo 3'te verilmiştir.

Dip çapın (d_0) bağımsız olduğu tek girişli denkleminde (Denklem 5) ise $R^2_{düz}$ değeri 0,875 olarak SEE değeri ise 21,026 olarak hesaplanmıştır. En başarılı denklemin nispi sıralama puanı ise 12,60 olmuştur. Göğüs çapının bağımsız değişken olduğu tek girişli denklem de 5 no'lu denklem ile aynı formdadır.

Hem dip çap ve ağaç boyunun hem de göğüs çapı ve ağaç boyunun bağımsız değişken oldukları çift girişli yaş ticari kök kütlesi denklemleri de logaritmik yapıdaki 5 no'lu denklemden türetilmiştir. Bu denklemlerin $R^2_{düz}$ ve SEE değerleri, sırasıyla, 0,884; 18,351 ve 0,921; 14,861 olarak hesaplanmıştır. Tek ağaç bazında denetlenen tüm regresyon denklemlerinin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri Tablo 3a, 3b ve 3c'de görülmektedir.

Tablo 3a. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri¹
Table 3a. Coefficients and various statistical information of regression equations generated on single tree level¹

Bağımsız Değişken(ler)	Denklem No	Regresyon Katsayıları				F_{Hesap}	f
		β_0	β_1	β_2	B_3		
V_{KGO}	1	14,7303 ***	186,4657 ***	-	-	610,29 ***	-
	2	10,3803 ns	213,9431 ***	-28,1197 ns	-	307,40 ***	-
	3	22,0108 **	177,0456 ***	-0,6659 ns	-	311,13 ***	-
	4	18,6623 ns	190,0545 ***	-11,1664 ns	-0,5176 ns	203,05 ***	-
	5	2,2848 ***	0,8076 ***	-	-	669,59 ***	1,0171
	6	Bu veri grubu için çözüme ulaşılamamıştır.					
	7	192,6652 ***	0,8076 ***	-	-	669,59 ***	-
	8	-	-2,0456 ***	-	-	42,02 ***	-
	9	3,3249 ***	2,3512 ***	-	-	176,79 ***	-
	10	260,1865 ***	2,5403 ***	2,1636 ***	-	197,00 ***	-
d_0	1	-99,1479 ***	6,0622 ***	-	-	216,52 ***	-
	2	2,8401 ns	-1,1324 ns	0,1178 *	-	124,94 ***	-
	3	-263,2018 ***	8,8754 ***	2191,7781 *	-	125,09 ***	-
	4	-139,2420 ns	4,1223 ns	0,0568 ns	1193,0644 ns	81,75 ***	-
	5	-1,7018 ***	2,4076 ***	-	-	309,70 ***	1,0348
	6	Bu veri grubu için çözüme ulaşılamamıştır.					
	7	0,0199 ***	2,4076 ***	-	-	309,70 ***	-
	8	-	1,2665 ***	-	-	4807,85 ***	-
	9	1,6553 ***	0,0839 ***	-	-	275,16 ***	-
	10	513,0846 ns	6,9970 ***	0,0430 ns	-	95,47 ***	-

¹ $R^2_{düz}$ ve SEE değerleri tekrar olmaması için karar matrisinin bulunduğu Tablo 4'te verilmiştir.
***: $p<0,001$; **: $p<0,01$; *: $p<0,05$; ns: Non-significant ($p>0,05$)

Tablo 3b. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri¹
Table 3b. Coefficients and various statistical information of regression equations generated on single tree level¹

Bağımsız Değişken(ler)	Denklem No	Regresyon Katsayıları				F _{Hesap}	f
		β_0	β_1	β_2	B_3		
d _{1,3}	1	-88,5987 ***	7,3982 ***	-	-	345,90 ***	-
	2	42,5409 ns	-4,8240 ns	0,2601 ***	-	266,53 ***	-
	3	-285,7880 ***	11,7386 ***	2023,4895 **	-	223,58 ***	-
	4	462,9375 ns	-24,1597 *	0,5410 **	-2860,629 ns	189,01 ***	-
	5	-1,2491 ***	2,2781 ***	-	-	668,02 ***	1,0171
	6	Bu veri grubu için çözüme ulaşılamamıştır.					
	7	0,0563 ***	2,2781 ***	-	-	668,02 ***	-
	8	-	1,3729 ***	-	-	7352,03 ***	-
	9	1,8063 ***	0,1022 ***	-	-	483,30 ***	-
	10	2228,7 ns	6,7659 ns	0,0291 ns	-	191,92 ***	-
d _{0 - h}	1	16,5838 **	0,0043 ***	-	-	322,18 ***	-
	2	-98,0193 ***	3,5895 ***	5,1771 **	-	130,56 ***	-
	3	-114,3598 **	6,3300 ***	90,5615 ns	-	106,20 ***	-
	4	-268,6919 ***	6,4350 ***	5,3483 **	2280,7034 **	105,36 ***	-
	5	-1,3719 ***	0,7870 ***	-	-	335,06 ***	1,0324
	6	-1,4806 ***	1,8197 ***	0,5650 ns	-	166,16 ***	1,0328
	7	0,0425 ***	0,7870 ***	-	-	335,06 ***	-
	8	-	0,4562 ***	-	-	5680,09 ***	-
	9	3,3478 ***	0,00005 ***	-	-	136,46 ***	-
	10	225,0527 ***	2,4920 ***	0,00006 ***	-	120,16 ***	-

¹ R²_{düz} ve SEE değerleri tekrar olmaması için karar matrisinin bulunduğu Tablo 4'te verilmiştir.
***: p<0,001; **: p<0,01; *: p<0,05; ns: Non-significant (p>0,05)

Tablo 3c. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri¹
Table 3c. Coefficients and various statistical information of regression equations generated on single-tree level¹

Bağımsız Değişken(ler)	Denklem No	Regresyon Katsayıları				F _{Hesap}	f
		β_0	β_1	β_2	B_3		
d _{1,3 - h}	1	17,6447 ***	0,0069 ***	-	-	525,38 ***	-
	2	-90,5254 ***	6,0582 ***	2,3339 ns	-	177,07 ***	-
	3	-135,5775 ***	8,4253 ***	293,0747 ns	-	180,10 ***	-
	4	-295,9126 ***	10,3178 ***	2,7748 ns	2103,8789 **	158,29 ***	-
	5	-1,0705 ***	0,7558 ***	-	-	517,06 ***	1,0218
	6	-1,2531 ***	2,3008 ***	-0,0236 ns	-	326,33 ***	1,0175
	7	0,0850 ***	0,7558 ***	-	-	517,06 ***	-
	8	-	0,4830 ***	-	-	7797,69 ***	-
	9	3,3653 ***	0,00009 ***	-	-	161,41 ***	-
	10	257,3005 ***	2,4641 ***	0,00008 ***	-	177,22 ***	-

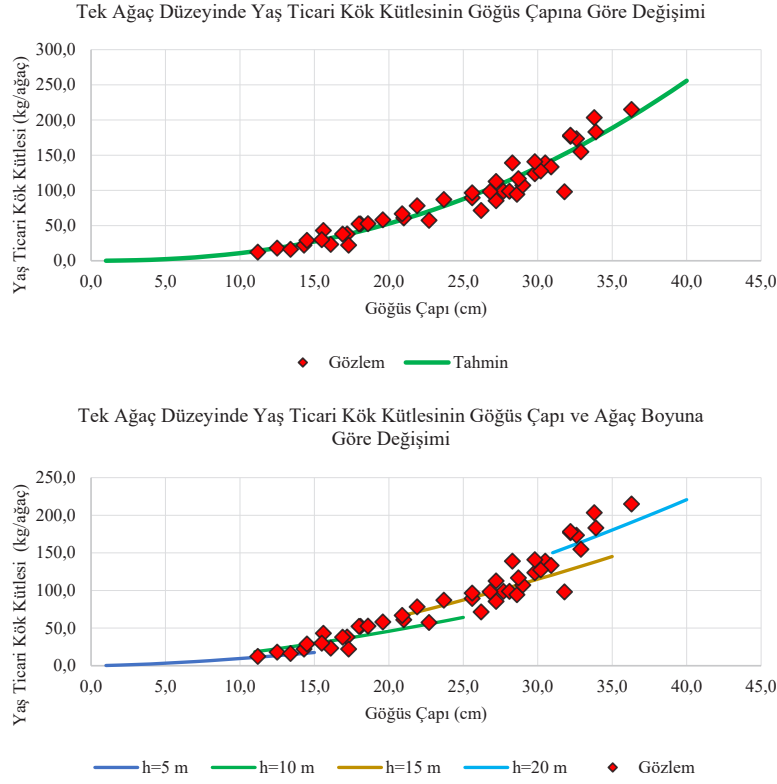
¹ R²_{düz} ve SEE değerleri tekrar olmaması için karar matrisinin bulunduğu Tablo 4'te verilmiştir.
***: p<0,001; **: p<0,01; *: p<0,05; ns: Non-significant (p>0,05)

Kabuklu gövde hacminin bağımsız değişken olduğu tek girişli yaş ticari kök kütlesi denkleminin (Denklem 1) HOKK, OH ve OMH değerleri, sırasıyla, 14,14; >0,01 ve 10,19 biçiminde hesaplanmıştır. Aynı denklemin AIC değeri ise 6,65'tir. Çift girişli denklemlerden göğüs çapı ve ağaç boyunun bağımsız değişken olarak kullanıldığı grupta ise en başarılı denklemin (Denklem 5) nispi sıralama puanı 12,92 olarak tespit edilmiştir. Kabuklu gövde hacmine bağlı olarak tek ağaç yaş ticari kök kütlesini tahmin edebilmek için 1 no'lu denklem en düşük sıralama puanını alırken, diğer denklem

gruplarında ise 5 no'lu denklem en düşük sıralama puanına sahip olmuştur. Buna göre tek ağaç bazında kabuklu gövde hacmi ile yaş ticari kök kütlesi arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir. Dip çap, göğüs çapı, dip çap – boy ve dip çap – boy bağımsız değişken(ler)i ile yaş ticari kök kütlesi arasında en başarılı tahminler logaritmik tahminler veren 5 no'lu denklemden elde edilmiştir (Tablo 4). Ek olarak V_{KGO}, d₀ ve d_{1,3}'un bağımsız değişken oldukları tek girişli regresyon denklemlerinde 6 no'lu denklem için parametre tahminleri hesaplanamamıştır. Diğer bir ifadeyle ilgili veri grupları

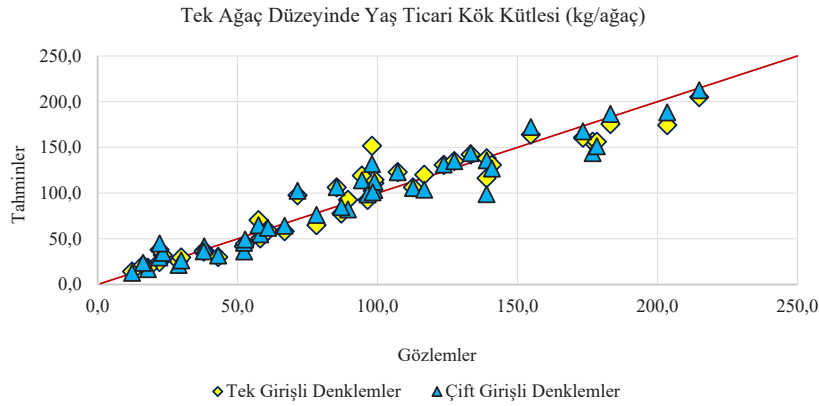
için 6 no'lu denklem çözüme ulaşmamıştır. Bu nedenle söz konusu tek ağaç denklemi gruplarında sıralama puanlaması 9 adet denklem için hesaplamıştır (Tablo 3 ve Tablo 4). Tek ağaç bazında yaş ticari kök kütlelerinin bu çalışma kapsamında üretilen tek girişli ($d_{1,3}$) ve çift girişli ($d_{1,3}$ ve h) regresyon denklemlerine bağlı olarak tahminleri Şekil 3'te

verilmiştir. Söz konusu iki denklem de Tablo 2'de verilen 5 no'lu denklem ile aynı formdadır. Şekil 3'te grafik gösterimleri verilen bu iki ayrı tek ağaç denkleminin tahminleri ile bitkisel kütle envanteri ile gözlenen gerçek yaş ticari kök kütleleri arasındaki ilişki de Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Tek ağaç düzeyinde yaş ticari kök kütlelerinin tek girişli ($d_{1,3}$) (Denk. 5) ve çift girişli ($d_{1,3}$ ve h) (Denk. 5) denklemlere göre tahmini

Figure 3. Estimation of fresh merchantable root biomass at tree level according to single-entry ($d_{1,3}$) (Eq. 5) and double-entry equations ($d_{1,3}$ and h) (Eq. 5)



Şekil 4. Tek ağaç düzeyinde yaş ticari kök kütlelerinin tek ve çift girişli regresyon denklem (Denk. 5) tahminleri ile gözlenen değerler arasındaki ilişki

Figure 4. The relationship between the estimates of single- and double-entry regression equations (Eq. 5) and observed values of fresh merchantable root biomass at single-tree level.

Tablo 4a. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ve sıralama puanları (Karar matrisi)
Table 4a. Performance criteria and ranking scores of regression equations generated on single-tree level (Decision matrix)

	DN*	R ² _{Düz.}	SEE (S _{y,x})	HOKK	HOKK (%)	OH	OH (%)	OMH	OMH (%)	AIC	Σ Puan	
Bağımsız Değişken(ler)	V _{KGO}	1	0,933 (1,09)	14,14 (1,09)	14,14 (1,01)	13,83 (1,01)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	10,19 (1,04)	11,15 (1,04)	6,65 (1,03)	9,32
		2	0,933 (1,09)	14,11 (1,08)	14,11 (1,01)	13,63 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	10,11 (1,03)	11,06 (1,03)	8,65 (5,01)	13,25
		3	0,934 (1,08)	14,03 (1,05)	14,03 (1,01)	13,55 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	9,66 (1,00)	10,56 (1,00)	8,64 (5,00)	13,13
		4	0,932 (1,10)	14,18 (1,11)	14,18 (1,01)	13,53 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	9,73 (1,01)	10,65 (1,01)	10,65 (9,00)	17,23
		5	0,938 (1,00)	13,90 (1,00)	13,90 (1,00)	13,59 (1,00)	-0,51 (1,17)	-0,56 (1,17)	9,82 (1,01)	10,74 (1,01)	6,63 (1,00)	9,35
	7	0,938 (1,00)	13,92 (1,01)	13,92 (1,00)	13,61 (1,00)	1,03 (1,33)	1,13 (1,33)	9,81 (1,01)	10,74 (1,01)	6,63 (1,00)	9,70	
	8	0,466 (9,00)	27,09 (6,00)	208,7 (9,00)	206,4 (9,00)	24,79 (9,00)	27,12 (9,00)	131,3 (9,00)	143,6 (9,00)	7,34 (2,41)	71,41	
	9	0,800 (3,35)	35,00 (9,00)	35,00 (1,87)	34,22 (1,86)	-1,08 (1,35)	-1,19 (1,35)	23,20 (1,89)	25,38 (1,89)	7,56 (2,84)	25,39	
	10	0,927 (1,19)	14,36 (1,17)	14,69 (1,03)	14,19 (1,03)	-0,24 (1,08)	-0,26 (1,08)	10,92 (1,08)	11,94 (1,08)	8,69 (5,09)	13,83	
	d ₀	1	0,830 (2,21)	22,44 (2,04)	22,44 (1,84)	21,94 (1,90)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	18,16 (3,05)	19,87 (3,05)	7,11 (3,27)	19,36
2		0,849 (1,70)	21,16 (1,31)	21,16 (1,08)	20,44 (1,03)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	15,97 (1,12)	17,47 (1,12)	9,05 (6,09)	15,44	
3		0,849 (1,70)	21,15 (1,30)	21,15 (1,07)	20,43 (1,02)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	16,19 (1,31)	17,71 (1,31)	9,05 (6,09)	15,81	
4		0,846 (1,78)	21,37 (1,43)	21,37 (1,20)	20,39 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	15,97 (1,12)	17,47 (1,12)	11,06 (9,00)	18,64	
5		0,875 (1,00)	21,03 (1,23)	21,03 (1,00)	20,55 (1,10)	-0,69 (1,47)	-0,76 (1,47)	15,92 (1,07)	17,41 (1,07)	7,05 (3,18)	12,60	
7		0,875 (1,00)	21,13 (1,29)	21,13 (1,06)	20,65 (1,15)	2,40 (2,64)	2,63 (2,64)	15,83 (1,00)	17,32 (1,00)	7,05 (3,19)	14,98	
8		0,578 (9,00)	34,57 (9,00)	34,57 (9,00)	34,19 (9,00)	11,70 (9,00)	12,80 (9,00)	24,91 (9,00)	27,26 (9,00)	5,54 (1,00)	73,00	
9		0,862 (1,37)	24,05 (2,97)	24,05 (2,78)	23,51 (2,81)	0,90 (1,62)	0,99 (1,62)	17,23 (2,23)	18,85 (2,23)	7,18 (3,37)	20,99	
10		0,850 (1,68)	20,62 (1,00)	21,11 (1,05)	20,39 (1,00)	0,04 (1,03)	0,04 (1,03)	16,00 (1,15)	17,50 (1,15)	9,05 (6,08)	15,16	

* DN: Denklem Numarası; R²_{Düz.}: Düzeltilmiş R²; SEE: Tahminlerin standart hatası (SEE); HOKK: Hataların ortalama karekökü (RMSE); Ortalama hata (OH) (ME ya da MB); OMH: Ortalama mutlak hata (MAE); Akaike bilgi kriteri (AIC)
Parantez içindeki değerler başarı ölçütlerinin sahip oldukları nispi sıralama puanlarını göstermektedir.

Tablo 4b. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ve sıralama puanları (Karar matrisi)
Table 4b. Performance criteria and ranking scores of regression equations generated on single tree level (Decision matrix)

	DN*	R ² _{Düz.}	SEE (S _{y,x})	HOKK	HOKK (%)	OH	OH (%)	OMH	OMH (%)	AIC	Σ Puan	
Bağımsız Değişken(ler)	<i>d_{1,3}</i>	1	0,887 (2,79)	18,33 (3,14)	17,92 (3,18)	19,60 (3,18)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	13,52 (3,54)	14,79 (3,54)	6,89 (3,33)	24,72
		2	0,923 (1,51)	15,08 (1,30)	14,56 (1,32)	15,93 (1,32)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	11,18 (1,62)	12,23 (1,62)	8,68 (6,04)	16,72
		3	0,910 (1,98)	16,35 (2,02)	15,79 (2,00)	17,28 (2,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	12,55 (2,74)	13,73 (2,74)	8,76 (6,16)	21,64
		4	0,928 (1,37)	14,66 (1,07)	13,99 (1,00)	15,31 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	10,43 (1,00)	11,41 (1,00)	10,64 (9,00)	17,43
		5	0,938 (1,00)	15,04 (1,28)	14,70 (1,39)	16,08 (1,39)	-0,50 (1,41)	-0,55 (1,41)	11,01 (1,47)	12,04 (1,47)	6,69 (3,03)	13,87
	7	0,938 (1,00)	15,10 (1,31)	14,76 (1,43)	16,15 (1,43)	1,04 (1,86)	1,14 (1,86)	11,12 (1,57)	12,17 (1,57)	6,69 (3,03)	15,05	
	8	0,710 (9,00)	28,70 (9,00)	28,38 (9,00)	31,04 (9,00)	9,74 (9,00)	10,66 (9,00)	20,14 (9,00)	22,04 (9,00)	5,35 (1,00)	73,00	
	9	0,916 (1,76)	15,77 (1,69)	15,41 (1,79)	16,86 (1,79)	0,06 (1,05)	0,07 (1,05)	11,78 (2,11)	12,88 (2,11)	6,74 (3,10)	16,45	
	10	0,925 (1,45)	14,54 (1,00)	14,38 (1,22)	15,73 (1,22)	0,18 (1,00)	0,19 (1,00)	10,83 (1,32)	11,84 (1,32)	8,67 (6,02)	15,83	
	<i>d_{0-h}</i>	1	0,880 (1,16)	18,92 (1,27)	18,49 (1,27)	20,23 (1,27)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	13,77 (1,10)	15,06 (1,10)	6,92 (3,43)	12,58
2		0,855 (2,10)	20,76 (2,13)	20,06 (2,02)	21,95 (2,02)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	16,89 (3,85)	18,48 (3,85)	9,00 (6,86)	24,82	
3		0,827 (3,16)	22,67 (3,02)	21,90 (2,90)	23,95 (2,90)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	18,15 (4,96)	19,86 (4,96)	9,09 (7,00)	30,90	
4		0,877 (1,26)	19,13 (1,37)	18,26 (1,15)	19,98 (1,15)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	14,65 (1,88)	16,03 (1,88)	10,90 (10,0)	20,69	
5		0,884 (1,00)	18,35 (1,00)	17,94 (1,00)	19,62 (1,00)	-0,55 (1,46)	-0,60 (1,46)	13,67 (1,02)	14,96 (1,02)	6,89 (3,38)	12,34	
6		0,882 (1,04)	19,03 (1,32)	18,38 (1,21)	20,11 (1,21)	-0,63 (1,53)	-0,69 (1,53)	13,98 (1,28)	15,29 (1,28)	8,91 (6,72)	17,14	
7		0,884 (1,00)	18,54 (1,09)	18,13 (1,09)	19,83 (1,09)	2,34 (2,96)	2,56 (2,96)	13,65 (1,00)	14,94 (1,00)	6,90 (3,40)	15,59	
8		0,648 (10,0)	31,60 (7,20)	31,24 (7,37)	34,18 (7,37)	10,74 (10,0)	11,75 (10,0)	22,66 (8,93)	24,79 (8,93)	5,44 (1,00)	70,81	
9		0,755 (5,92)	37,58 (10,0)	36,73 (10,0)	40,18 (10,0)	-0,09 (1,08)	-0,10 (1,08)	23,87 (10,0)	26,12 (10,0)	7,60 (4,56)	62,64	
10		0,881 (1,11)	18,38 (1,01)	18,17 (1,11)	19,88 (1,11)	-0,21 (1,18)	-0,23 (1,18)	14,06 (1,35)	15,38 (1,35)	8,90 (6,70)	16,11	

* DN: Denklem Numarası; R²_{Düz.}: Düzeltilmiş R²; SEE: Tahminlerin standart hatası (SEE); HOKK: Hataların ortalama karekökü (RMSE); Ortalama hata (OH) (ME ya da MB); OMH: Ortalama mutlak hata (MAE); Akaike bilgi kriteri (AIC)
Parantez içindeki değerler başarı ölçütlerinin sahip oldukları nispi sıralama puanlarını göstermektedir.

Tablo 4c. Tek ağaç bazında denetlenen regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ve sıralama puanları (karar matrisi)
Table 4c. Performance criteria and ranking scores of regression equations generated on single-tree level (decision matrix)

	DN*	R ² _{Düz.}	SEE (S _{y,x})	HOKK	HOKK (%)	OH	OH (%)	OMH	OMH (%)	AIC	Σ Puan
Bağımsız Değişken(ler) $d_{1,3} - h$	1	0,923 (1,64)	15,16 (1,11)	14,82 (1,11)	16,22 (1,11)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	11,35 (1,46)	12,42 (1,46)	6,70 (3,33)	13,21
	2	0,889 (3,16)	18,16 (2,23)	17,55 (2,15)	19,20 (2,15)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	13,52 (2,99)	14,79 (2,99)	8,86 (6,92)	24,60
	3	0,891 (3,08)	18,03 (2,18)	17,41 (2,10)	19,05 (2,10)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	13,05 (2,66)	14,28 (2,66)	8,86 (6,91)	23,69
	4	0,915 (1,99)	15,92 (1,39)	15,19 (1,25)	16,62 (1,25)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	12,05 (1,95)	13,18 (1,95)	10,72 (10,0)	21,79
	5	0,921 (1,69)	14,86 (1,00)	14,53 (1,00)	15,89 (1,00)	-0,48 (1,47)	-0,53 (1,47)	10,71 (1,00)	11,72 (1,00)	6,68 (3,29)	12,92
	6	0,937 (1,00)	15,29 (1,16)	14,77 (1,09)	16,16 (1,09)	-0,54 (1,53)	-0,59 (1,53)	11,06 (1,25)	12,10 (1,25)	8,69 (6,64)	16,53
	7	0,921 (1,69)	14,98 (1,05)	14,65 (1,05)	16,02 (1,05)	1,48 (2,44)	1,62 (2,44)	10,74 (1,02)	11,75 (1,02)	6,68 (3,31)	15,05
	8	0,738 (10,0)	27,26 (5,61)	26,96 (5,73)	29,49 (5,73)	9,24 (10,0)	10,11 (10,0)	19,27 (7,07)	21,08 (7,07)	5,29 (1,00)	62,21
	9	0,785 (7,88)	39,05 (10,0)	38,18 (10,0)	41,77 (10,0)	-1,04 (2,01)	-1,14 (2,01)	23,41 (10,0)	25,61 (10,0)	7,64 (4,89)	66,80
	10	0,919 (1,79)	15,13 (1,10)	14,97 (1,17)	16,37 (1,17)	-0,21 (1,21)	-0,23 (1,21)	11,67 (1,68)	12,77 (1,68)	8,71 (6,66)	17,66

* DN: Denklem Numarası; R²_{Düz.}: Düzeltilmiş R²; SEE: Tahminlerin standart hatası (SEE); HOKK: Hataların ortalama karekökü (RMSE); Ortalama hata (OH) (ME ya da MB); OMH: Ortalama mutlak hata (MAE); Akaike bilgi kriteri (AIC)
Parantez içindeki değerler başarı ölçütlerinin sahip oldukları nispi sıralama puanlarını göstermektedir.

3.2. Meşcere düzeyinde yaş ticari kök kütlesi

Meşcere düzeyinde yaş ticari kök kütlesini tahmin edebilmek için kabuklu gövde odunu hacminin (V_{KGO}) (m³/ha) bağımsız değişken olduğu tek girişli regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Bu denklemlerin bağımlı değişkenini temsil eden meşcere yaş ticari kök kütlesinin (t/ha) hesaplayabilmek amacıyla Bölüm 3.1’de ayrıntılı sonuçları verilen göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve boya bağlı (h) çift girişli regresyon denklemlerinden yararlanılmıştır. Bu denklemin bağımsız değişkenleri ise göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve ağaç boyudur (h) (Tablo 3). Örnek alanların hacimlerinin hesaplanmasında ise Tolunay ve ark. (2017) tarafından geliştirilen regresyon denklemlerinden (Eşitlik 3) yararlanılmıştır.

Buna göre sahil çamı ağaçlandırmalarından alınan 45 adet örnek alanda en düşük yaş ticari kök miktarı 22,90 t/ha iken, en yüksek yaş ticari kök miktarı ise 150,02 t/ha olarak hesaplanmıştır. Bu örnek alanlarda kabuklu gövde hacmi ise 75,53 (m³/ha)

ile 874,94 (m³/ha) arasında değişmektedir. Sahil çamı örnek alanlarında yaş ticari kök kütlesinin ortalama ve standart hata değerleri Çmb3, Çmc3 ve Çmcd3 meşcere tiplerine göre, sırasıyla, 47,45±4,01 t/ha; 74,07±3,25 t/ha ve 102,65±6,72 t/ha olarak hesaplanmıştır.

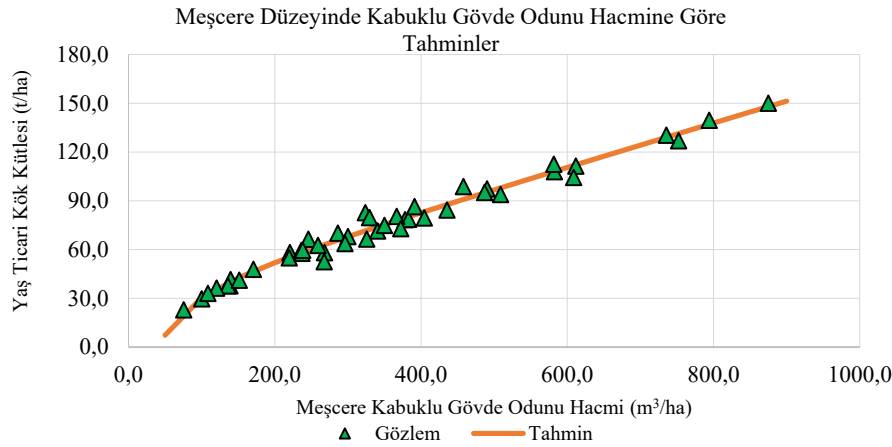
Meşcere hacminden yararlanılarak meşcere yaş ticari kök kütlesini tahmin etmek amacıyla Tablo 2’de genel yapıları verilen 10 ayrı regresyon denkleminin katsayıları hesaplanmıştır. Ancak bu denklemlerden 6 no’lu denklemin β_1 ve β_2 katsayıları hesaplanamamıştır. Daha açık bir ifade ile 6 no’lu denklem yardımıyla meşcere hacmi ile meşcere yaş ticari kök kütlesi arasında herhangi bir regresyon ilişkisi kurabilmek söz konusu değildir (Tablo 5). Ancak geriye kalan 9 adet regresyon denklemi %95 güvenle bir çözüme ulaşabilmektedir. Bu denklemlerin katsayıları ile bunlara ilişkin çeşitli istatistik bilgiler Tablo 5’te verilmiştir.

Söz konusu 9 adet denkleme ilişkin başarı ölçütleri de hesaplanmıştır. Buna göre en yüksek R²_{düz}

Tablo 5. Meşcere bazıdan denetlenen regresyon denklemlerinin katsayıları ve çeşitli istatistik bilgileri¹
Table 5. Coefficients and various statistical information of regression equations generated on stand level¹

Denklem No	Regresyon Katsayıları				F _{Hesap}	f
	β_0	β_1	β_2	B_3		
1	20,9621 ***	0,1502 ***	-	-	1575,46 ***	-
2	14,1642 ***	0,1904 ***	-28,1197 **	-	946,53 ***	-
3	33,5690 ***	0,1329 ***	-1646,12 ***	-	1086,57 ***	-
4	35,7555 ***	0,1254 ***	0,00001 ns	-1804,01 *	708,30 ***	-
5	0,0521 ns	0,7180 ***	-	-	2128,10 ***	1,0018
6	Bu veri grubu için çözüme ulaşılamamıştır.					
7	1,1274 ns	0,7180 ***	-	-	2128,10 ***	-
8	-	0,7388 ***	-	-	218317,36 ***	-
9	3,5061 ***	0,0020 ***	-	-	285,88 ***	-
10	182,3000 ***	2,1270 ***	0,0025 ***	-	524,83 ***	-

¹ $R^2_{Düz.}$ ve SEE değerleri tekrar olmaması için karar matrisinin bulunduğu Tablo 4'te verilmiştir.
***: $p < 0,001$; **: $p < 0,01$; *: $p < 0,05$; ns: Non-significant ($p > 0,05$)



Şekil 5. Meşcere düzeyinde yaş ticari kök kütlelerinin tek girişli denkleme (V_{KGO}) (Denk. 3) göre tahmini.
Figure 5. Estimation of fresh merchantable root biomass at stand level according to single-entry equation (V_{KGO}) (Eq. 3).

değeri 0,980 (3, 4, 5 ve 7 no'lu denklemler) olarak hesaplanmıştır. En düşük $R^2_{Düz.}$ değeri ise 0,866 ile 9 no'lu regresyon denklemi için hesaplanmıştır. SEE değeri en düşük olan denklem 3 no'lu denklem ($SEE = 4,197$) olurken, en yüksek ise yine 9 no'lu denklemdir ($SEE = 12,146$). Tüm denklemlerin HOKK, OH, OMH, vb. diğer başarı ölçütlerinin hesaplanması sonucunda yapılan nispi sıralama puanlaması sonucunda en düşük sıralama puanını (14,37) alarak en başarılı olan denklem ise 3 no'lu denklemdir. Bu denklemin HOKK, OH ve OMH

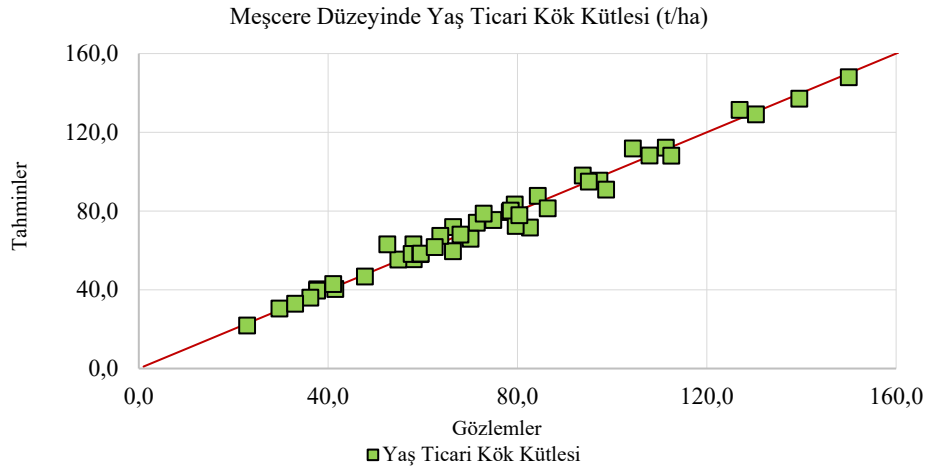
değerleri, sırasıyla, 4,06, 0,00 ve 3,02 biçiminde hesaplanmıştır (Tablo 6). Meşcere bazında denetlenen ve çözüme ulaşılan tüm regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ve nispi sıralama puanları Tablo 6'da bulunmaktadır.

Denklem 3'e göre meşcere hacmi ile yaş ticari kök kütleleri arasında parabolik bir ilişki mevcuttur (Şekil 5). Bu denklemden elde edilen tahminler ile denklemin bağımlı değişkenini oluşturan yaş ticari kök kütleleri arasındaki ilişki de Şekil 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Meşcere bazında denetlenen regresyon denklemlerinin başarı ölçütleri ve sıralama puanları (karar matrisi)
Table 6. Performance criteria and ranking scores of regression equations controlled on a stand basis (decision matrix)

DN*	R ² _{adj}	SEE (S _{y.x})	HOKK	HOKK (%)	OH	OH (%)	OMH	OMH (%)	AIC	Σ Puan
1	0,973 (1,51)	4,911 (1,72)	4,80 (1,77)	6,42 (1,77)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	3,75 (2,09)	5,02 (2,09)	5,57 (3,84)	16,77
2	0,977 (1,20)	4,491 (1,30)	4,34 (1,29)	5,81 (1,29)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	3,47 (1,68)	4,65 (1,68)	7,47 (6,40)	16,85
3	0,980 (1,00)	4,197 (1,00)	4,06 (1,00)	5,43 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	3,02 (1,03)	4,04 (1,03)	7,40 (6,31)	14,37
4	0,980 (1,03)	4,245 (1,05)	4,05 (1,00)	5,42 (1,00)	0,00 (1,00)	0,00 (1,00)	2,99 (1,00)	4,01 (1,00)	9,40 (9,00)	17,08
5	0,980 (1,03)	4,275 (1,08)	4,18 (1,13)	5,59 (1,13)	0,07 (4,18)	0,10 (4,18)	3,27 (1,39)	4,37 (1,39)	5,43 (3,65)	19,16
7	0,980 (1,03)	4,275 (1,08)	4,18 (1,13)	5,59 (1,13)	0,07 (4,18)	0,10 (4,18)	3,27 (1,39)	4,37 (1,39)	5,43 (3,65)	19,16
8	0,978 (1,15)	4,369 (1,17)	4,32 (1,27)	5,78 (1,27)	-0,18 (9,00)	-0,25 (9,00)	3,33 (1,48)	4,45 (1,48)	3,46 (1,00)	26,83
9	0,866 (9,00)	12,15 (9,00)	11,87 (9,00)	15,89 (9,00)	-0,16 (7,88)	-0,21 (7,88)	8,56 (9,00)	11,46 (9,00)	6,47 (5,06)	74,83
10	0,972 (1,57)	4,919 (1,73)	4,75 (1,72)	6,36 (1,72)	-0,06 (3,54)	-0,08 (3,54)	3,88 (2,28)	5,20 (2,28)	7,56 (6,52)	24,88

* DN: Denklem Numarası; R²_{Düz.}: Düzeltilmiş R²; SEE: Tahminlerin standart hatası (SEE); HOKK: Hataların ortalama karekökü (RMSE); Ortalama hata (OH) (ME); OMH: Ortalama mutlak hata (MAE); Akaike bilgi kriteri (AIC)
Parantez içindeki değerler başarı ölçütlerinin sahip oldukları nisni sıralama puanlarını göstermektedir.



Şekil 6. Meşcere düzeyinde gözlenen ve tahmin edilen yaş ticari kök kütleleri arasındaki ilişki
Figure 6. The relationship between the observed and estimated fresh merchantable root biomass on stand level

4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye’de sahil çamı türü toplam 55.926 ha alanda yayılış göstermektedir (OGM, 2022b). Doğal türümüz olmasa da hızlı gelişen bir tür olan sahil çamı, ülkemiz ağaçlandırma çalışmalarında 50 yılı aşan bir süredir kullanılmaktadır. Son yıllarda idare süresini dolduran sahil çamı ağaçlandırmalarının tıraşlanarak kesilmesi ve arazinin yeniden ağaçlandırılması çalışmalarına başlanmıştır. Kesilen bu ağaçların kökleri ise çeşitli sektörlerle satılmaktadır. Ancak dikili damga usulüyle satılan bu ağaçlandırmalarda kök kütlesi miktarını satış öncesi

belirlemede bilimsel araştırma eksikliği nedeniyle çeşitli zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu çalışma ile İstanbul’da bulunan Durusu Kumulundaki sahil çamı ağaçlandırmalarında yaş ticari kök bitkisel kütle tahmin edebilmek için literatürde sıklıkla rastlanan çeşitli denklemlerin parametreleri hesaplanmıştır.

Kullanılan denklemler arasından nispi sıralama puanlaması yardımı ile en uygun denklem seçilmiştir. Yaş ticari kök kütle tahmin edebilmek için hem tek ağaç düzeyinde tek ve çift girişli regresyon denklemleri hem de meşcere düzeyinde tek

girişli regresyon denklemi geliştirilmiştir.

Bitkisel kütleli belirlemede kullanılan yöntemler tek ağaç ve meşcere düzeyinde uygulanabilmekte, her iki düzeyde de kökler de dâhil çeşitli ağaç bileşenlerinin kütlelerini tahmin edecek regresyon denklemleri geliştirilmektedir. Ancak toprakaltı kütle (kök) tahmin çalışmaları, köklerin çıkartılmasındaki zorluklar nedeniyle daha azdır. Yaklaşık 750 araştırmada yer verilen 6000 kadar denklemi değerlendiren Luo ve ark. (2019), bu çalışmalarda toprak altı kısmın yalnızca %23'lük bir oran ile incelendiğini, denklemlerde ise bu oranın %18'e düştüğünü vurgulamışlardır.

Bitkisel kütle tahmin çalışmalarında çoğunlukla çeşitli bağımsız değişkenlerin kullanıldığı denklemler geliştirilerek elde edilen tahminler ölçüm verileri ile karşılaştırılmaktadır. Bu denklem türlerinden üssel denklemlerin ($y=a(X_0)^b$) kullanıldığı çalışmaların bitkisel kütle tahminlerinde istatistiki olarak daha etkin olduğu düşünülmektedir (Pilli ve ark., 2006; Muukkonen, 2007; Zianis, 2008). Nitekim çeşitli araştırmalarda üssel (Peichl ve Arain, 2007; Mendoza-Ponce ve Galicia, 2010; Luo ve ark., 2020) denklemlerin kullanıldığı, bağımsız değişken olarak ise göğüs yüzeyi çapının kabul edildiği (Mugasha ve ark., 2013; Nath ve ark., 2019; Delcourt ve Ververbeke, 2022) görülmektedir. Bunlar haricinde doğrusal ($y=a+bX_0$) denklemlerin (Kurz ve ark., 1996), bağımsız değişken olarak dip çapın (Ritson ve Sochacki, 2003; Lopes ve ark., 2005), kabuklu gövde odunu hacminin (Tolunay, 2012) ya da göğüs yüzeyinin (Ledig, 1972) kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Araştırmamızda yer verilen denklemlerden başka denklem yapılarının tercih edildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Djomo ve Chimí, 2017; Sakici ve ark., 2018; Oberleitner ve ark., 2021).

Augusto ve ark. (2015), Fransa'da aynı yaşlı sahil çamlarında yaptıkları çalışmada $d_{1,3}$ ve kök bitkisel kütlesi arasında oldukça anlamlı ilişkiler olduğunu ve bu ilişkilerin en başarılı şekilde üssel denklemler kullanılarak temsil edilebileceğini bildirmiştir. Lopes ve ark. (2005) ise Portekiz'deki bazı sahil çamı ağaç bileşenlerini $d_{1,3}$, d_0 , ağaç boyu ve tepe çapı kullanarak hesaplamıştır. Önceki çalışmadan farklı olarak, araştırmacılar tek ağaçta toprak üstü bitkisel kütle tahminlerinde $d_{1,3}$ değişkenini en tutarlı bağımsız değişken olarak bildirmiş; fakat bu denklemlerin belirtme katsayısı (R^2) yüksek olsa dahi bu değişkeni kök bitkisel kütlesi için yeterli bir tahmin aracı olarak görmemişlerdir. Bu sebeple bu çalışmada tek ağaç bazında yaş ticari kök kütlesini hem tek başına göğüs çapına bağlı olarak hem de göğüs çapı ve ağaç boyunun bir fonksiyonu olan $(d_{1,3})^2h$ türetilmiş değişkenine bağlı olarak tahmin

etmede kullanılacak regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Bu çalışma ile tek ağaç (Eşitlik 13 – 17) ve meşcere bazında (Eşitlik 18) geliştirilen regresyon denklemleri aşağıdaki eşitliklerde görülmektedir.

$$B_{YTK} = 14,7303 + (186,4657 \times V_{KGO}) \quad (\text{Eşitlik 13})$$

$$\log B_{YTK} = -1,7018 + (2,4076 \times \log d_0) \quad (\text{Eşitlik 14})$$

$$\log B_{YTK} = -1,2491 + (2,2781 \times \log d_{1,3}) \quad (\text{Eşitlik 15})$$

$$\log B_{YTK} = -1,3719 + (0,7870 \times \log((d_0^2)h)) \quad (\text{Eşitlik 16})$$

$$\log B_{YTK} = -1,0705 + (0,7558 \times \log((d_{1,3}^2)h)) \quad (\text{Eşitlik 17})$$

$$B_{YTK} = 33,5690 + (0,1329 \times V_{KGO}) - (1646,1176/V_{KGO}) \quad (\text{Eşitlik 18})$$

Logaritmik regresyon denklemlerinin tahminlerinde sistematik hatalar söz konusudur (Pehlivan, 2010). Bu hatayı gidermek için tek ağaç düzeyinde geliştirilen regresyon denklemleri için bir düzeltme faktörü hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen logaritmik denklemler ile elde edilen tahmini yaş ticari kök kütlelerinin ilgili düzeltme faktörü ile çarpılarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Yukarıdaki eşitliklerden logaritmik yapıda olanlara (Eşitlik 14-17) ilişkin düzeltme faktörleri, sırasıyla, 1,0348; 1,0171; 1,0324 ve 1,0218 biçimindedir.

Denetlenen regresyon denklemlerinin tahmin başarısı denklem yapısı ve örneklenen ağaç sayısı kadar örneklemin bağımsız değişkenlerine ait alt ve üst sınırlarına da bağlıdır. Bu çalışmada tek ağaçlara ait çeşitli bağımsız değişkenlerin sınır değerleri Tablo 1'de yer almaktadır. Buna göre tek ağaç düzeyindeki denklemler bağımsız değişken olarak; a) dip çapın 14-45 cm, b) göğüs çapının 11-36 cm, c) ağaç boyunun 6-23 m ve d) Kabuklu gövde odunu hacminin ise 0,3-1,1 m³/ağaç arasında istatistik olarak anlamlı sonuçlar vereceği unutulmamalıdır. Meşcere düzeyi için geliştirilen denklemde ise bağımsız değişken olarak meşcere hacmi kullanılmıştır. Durusu Kumulu sahil çamı ağaçlandırmalarında meşcere hacminin 75,5-874,9 (m³/ha) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Luo ve ark. (2019), Çin'deki bitkisel kütle tahmin çalışmalarının derlendiği araştırmalarında yedi çam (*Pinus*) türüne ait kalın kök ve kök kütüğü

bileşenlerinin modellenmesi amacıyla göğüs yüksekliğindeki çap ve ağaç boyunun bağımsız değişken olarak kullanıldığı 10 farklı denklem saptanmıştır. Çeşitli varyasyonları ile araştırmacıların belirlediği bu denklemler, sahil çamının modellediği bu çalışmada kullanılan 1, 6 ve 7 numaralı denklemler ile benzerlik gösterdiği, ancak derlemede belirlenen örnek sayısı ile çap ve ağaç boyu aralıklarının bu çalışmadan daha düşük değerlerle sınırlandırıldığı görülmektedir.

Kök kütlesi de dâhil tüm bitkisel kütle çalışmalarında miktarlar çoğunlukla kuru ağırlık olarak ele alınmaktadır. Yaş ağırlıkların kullanıldığı bitkisel kütle çalışmaları oldukça sınırlıdır. Bunlardan Türkiye'deki doğal sarıçam (*Pinus sylvestris*) ormanları ve ağaçlandırmalarında yapılan bir çalışmada göğüs çapları 10-35 cm arasında ağaçların tüm kök yaş ağırlıkları 11,9-232,3 kg/ağaç, ağaçlandırmalarda ise 6,7-223,9 kg/ağaç arasında bulunmuştur (Say, 2016). Çalışmamızda belirlediğimiz yaş ticari kök miktarları bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Ülkemizde yapılan diğer kök kütlesi çalışmalarında sonuçlar kuru ağırlık üzerinden verilmiştir. Örneğin çapları 7-63 cm arasında değişen doğal sarıçam ağaçlarındaki kök kütlesi 7,9-578,7 kg/ağaç arasında bulunmuştur (Çömez, 2010). Toros sediri (*Cedrus libani*) ağaçlandırmalarında çapları 9,5-35,5 cm arasındaki ağaçların kuru kök kütlesi 4,7-95,7 kg/ağaç (Karataş ve ark. (2017); karaçam (*Pinus nigra*) ağaçlandırmalarında ise çap aralığı 10,2-34,9 cm olan ağaçların kuru kök miktarları 4,2-79,8 kg/ağaç olarak saptanmıştır (Güner ve Çömez, 2014). Ritson ve Sochacki (2003), güney batı Avustralya'nın kıyı kesiminde çeşitli çap ve sıklık kademelerinde 148 adet sahil çamında tek ağaç düzeyinde bitkisel kütle tahminleri sonucunda d_0 'ın 40 cm civarında olduğu sık aralıklı ağaçların kök kütlesini 100 kg/ağaç civarında hesaplamışlardır. Meşcere sıklığının azalması ve çapların artması ile bu miktarın yaklaşık olarak 500 kg/ağaç miktarına yükslebileceğini göstermişlerdir.

Cairns ve ark. (1997)'nin dünya çapında birçok ekosistemden elde ettikleri kuru kök kütlesi tahminleri %95 güven aralığının alt ve üst sınırlarıyla sırasıyla 24-87 t/ha ve 45-165 t/ha arasında değiştiği; Amerikan alçak zon ibrelili ormanlarında bu miktarın 99 t/ha'a çıktığını bildirmişlerdir. Araştırmamızda ise yaş ticari kök miktarları 22,9-150,0 t/ha arasında değişmektedir. Bitkisel kütle nem içeriğinin %50 civarında olduğu düşünüldüğünde (Özdemir ve Makineci, 2019) çalışmamızdaki verilerin bu bulgularla tutarlı olduğu değerlendirilmektedir.

Türkiye'deki birim alandaki kuru kök kütle tahmin edildiği çalışmalarda çalışmamıza benzer yöntemler kullanılmıştır. Bunlardan Çömez (2010) doğal sarıçam ormanlarında kuru kök kütle tahmini 5,4-91,5 ton/ha, Güner ve Çömez (2014) karaçam ağaçlandırmalarında 3,8-29,6 t/ha olarak hesaplamışlardır. Aydın (2016), Toros sediri ormanlarında kalın kök ve toplam kök miktarlarını ayrı olarak belirlemiş olup, sırasıyla 53,43 t/ha ve 69,23 t/ha olarak tahmin etmiştir.

Yukarıdaki bulgulardan görülebileceği üzere ağaç köklerinin kütleleri oldukça değişkendir. Correia ve ark. (2010), bitkisel kütle denklemlerinin türe ve coğrafi alanlara özgü olmasını tavsiye etmişler, bunun mümkün olmadığı alanlarda ise kullanılacak denklemlerin doğrulanabilir ve çalışma alanına göre düzenlenebilir olması gerektiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, ormanın yapısındaki kalıcı bölgesel farklılıkları, karbon depolamasını ve akışlarını daha doğru bir şekilde hesaplamak için yerel bitkisel kütle denklemlerinin gerekli olduğunu bildiren Banin ve ark. (2012), özellikle toprak üstü kısımlardaki her ağaç bileşeni için farklı modellemelerin yapılmasının bölgesel çeşitliliğin anlaşılması için gerekli olduğunu savunmaktadırlar. Nitekim daha önce de değinildiği üzere bitkisel kütle ile tek ağaçların çeşitli değişkenleri arasında genellikle üssel formda ilişkiler tespit edilmişken, bu araştırmada tek ağaçlar için hacim hariç diğer ağaç boyutları ile yaş ticari kök kütlesi arasında logaritmik yapıdaki denklemler daha başarılı tahminler vermiştir. Bu hususta temsil kabiliyeti kadar uygulayıcıların takip ettiği mesleki standartlar ve bileşenlerin varyasyon genişliği de (en düşük ve yüksek yaş, çap ya da hacim miktarları) öne çıkmaktadır. Ledig (1972), örneklenen birey ve bileşenlerin amaçlanan çıktı için gerekenden daha yaşlı, büyük ya da fazla olmaması gerektiğini ifade etmektedir.

Meşcere yaş ticari kök kütle tahmininin meşcere hacmine bağlı olarak tahmin edilmesi Orman Genel Müdürlüğü ile uygulama anlamında paralellik sağlamaktadır. Uygulamada kesilen ağaçların kökleri yaş olarak satılmaktadır. Her ne kadar gerek tek ağaçların gerekse meşcerenin hacmini doğrudan ölçmenin çeşitli zorlukları olsa da, ormancılıkta odun üretimi miktarının hacim olarak hesaplandığı düşünüldüğünde meşcere hacminin bilinmesi durumunda yaş ticari kök kütle tahmininin tespiti edilebilmesi mümkün olacaktır. Bu amaçla herhangi bir meşcerenin sahip olduğu yaş ticari kök kütle tahmininin tespiti için orman amenajman planlarındaki 13 no'lu tabloda yer alan ağaç serveti verisinden yararlanılabilir. Böylelikle üretime alınacak bir meşcere elde edilebilecek ticari kök miktarı da uygu-

lamacı tarafından Eşitlik 18'de verilen denklemler tahmin edilebilecektir. Ancak amejman planlarında Tablo 13'deki meşcere tiplerine ilişkin servetin ortalama değerler olduğu ve belirli hata miktarları ile verildiği, farklı bonitet sınıfları, çap dağılımı özellikleri ve ağaç sayısı gibi meşcere parametreleri ile hata varyansının genişleyebileceği uygulamacı tarafından dikkate alınmalıdır.

Önemli bir karbon ve besin maddesi olan kök kütükleri ve diğer köklerin sökülmesi teknik olarak mümkün ve ekonomik olarak kârlı olsa da toprak verimliliği açısından gelecekteki orman üretimini düşürebileceği ve bu yüzden kök hasadının sürdürülebilir bir strateji olmadığı da belirtilmektedir (Augusto ve ark., 2015). Kısa ve uzun vadede çeşitli kök bileşenlerinin ölçmeleri sonucunda ayrışarak toprağa geçen bitki besin maddelerinin toprağı zenginleştirmesi söz konusudur. Besin döngüsüne bitkisel olarak katkı sağlayan bu olgu aynı zamanda toprağın çeşitli fiziksel özelliklerine (toprakların boşluklu kısımlarının yenilenmesi ile drenaj ve solunumun dengelenmesi) ve hayvan topluluklarına da fayda sağlayabilmektedir. Kökler aynı zamanda orman ekosistemlerinde karbon havuzudur ve köklerin sökülmesiyle ormanlardaki karbon stokları azalmaktadır.

Uygulamada göz önüne alınması gereken bir diğer husus da köklerin sökülmesinde kullanılacak yöntemlerdir. Kök hasadı esnasında bozulacak toprak yalnızca kök kütüğü çevresi ile sınırlı kalmayacaktır. Söküm işlemi sırasında yan köklerin de hareketi ile kök sistemi bir bütün olarak hareket edecek ve toprak sisteminde değişiklikler meydana gelecektir. Örneğin toprağın mimarisi (Kantarci, 2000) bozulabilecektir. Ağaç köklerinin eğimli alanlarda stabilizasyon özelliği de bulunmaktadır. Bu nedenlerle her ne kadar kökler satılarak gelir elde edilse de kesilmiş ağaçların köklerinin ekosistemde kalmasının ekolojik etkilerinin olduğu da değerlendirilmeli ve hatta kök sökülmesinin geçmişten bu yana Türk ormancılığında onaylanmayan bir uygulama olduğu unutulmamalıdır (Irmak, 1940).

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG tarafından 1140797 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Augusto, L., Achat, D.L., Bakker, M.R., Bernier, F., Bert, D., Danjon, F., Khelifa, R., Meredieu, C., Trichet, P., 2015. Biomass and nutrients in tree root systems sustainable harvesting of an intensively managed *Pinus pinaster* (Ait.) planted forest. *GCB Bioenergy* 7(2): 231-243. doi.org/10.1111/gcbb.12127

Aydın, A.C., 2016. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde Biyokütle Araştırmaları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.

Banin, L., Feldpausch, T.R., Phillips, O.L., Baker, T.R., Lloyd, J., Affum-Baffoe, K., Arets, E.J.M.M., Berry, N.J., Bradford, M., Brienen, R.J.W., Davies, S., Drescher, M., Higuchi, N., Hilbert, D.W., Hladik, A., Iida, Y., Salim, K.A., Kassim, A.R., King, D.A., Lopez-Gonzalez, G., Metcalfe, D., Nilus, R., Peh, K.S.-H., Reitsma, J.M., Sonké, B., Taedoumg, H., Tan, S., White, L., Wöll, H., Lewis, S.L., 2012. What controls tropical forest architecture? Testing environmental, structural and floristic drivers. *Global Ecology and Biogeography* 21(12): 1179-1190. doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00778.x

Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A., 1997. Root biomass allocation in the World's upland forests. *Oecologia* 111: 1-11.

Çelen, F., 2022. Çankırı-Kenbağ Orman Fidanlığında Üretimi Yapılan Bazı Türlerin Vejetasyon Süresince Periyodik Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Karakterleri Değişimi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.

Correia, A.C., Tomé, M., Pacheco, C.A., Faias, S., Dias, A.C., Freire, J., Carvalho, P.O., Pereira, J.S., 2010. Biomass allometry and carbon factors for a Mediterranean pine (*Pinus pinaster* L.) in Portugal. *Forest Systems* 19 (3): 418-433. doi.org/10.5424/fs/2010193-9082

Çömez, A., 2010. Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Delcourt, C.J.F., Veraverbeke, S., 2022. Allometric equations and wood density parameters for estimating aboveground and woody debris biomass in Cajander larch (*Larix cajanderi*) forests of northeast Siberia. *Biogeosciences* 19(18): 4499-4520. doi.org/10.5194/bg-19-4499-2022

Djomo, A.N., Chimi, C.D., 2017. Tree allometric equations for estimation of above, below and total biomass in a tropical moist forest: Case study with application to remote sensing. *Forest Ecology and Management* 391: 184-193. doi.org/10.1016/j.foreco.2017.02.022

Doğan, N., 2010. Düzce Yöresinde Yetişen Uludağ Gökarnı'nın (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) Çapa Bağlı Biyokütle Denklemi ile Diri-Odun Yaprak Yüzey Alanı İlişkisi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.

Ercanlı, İ., 2020. Innovative deep learning artificial intelligence applications for predicting relationships between individual tree height and diameter at breast height. *Forest Ecosystems* 7(12): 1-18.

Ercanlı, İ., Günlü, A., Şenyurt, M., Çakır, M., Şatır, O.,

- Bulut, S., Bolat, F., Atar, D., Satılmış, E.N., Demirel, T., Şen, K.E., 2023. Batı Karadeniz Bölgesinde Doğal Yayılış Gösteren Saf Doğu Kayını Meşcerelerinin Artım ve Büyümesinin Derin Öğrenme Algoritmaları ile Modellemesi. TÜBİTAK-TOVAG, Proje No: 119O556.
- Fayolle, A., Doucet, J-L., Gillet, J-F., Bourland, N., Lejeune, P., 2013. Tree allometry in Central Africa: testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management* 305: 29-37. doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.036
- Fonseca, T.F., Gonçaves, A.C., Lousada, J., 2022. Maritime pine, its biological and silvicultural traits for the basis of natural resources: An overview. In: Conifers - Recent Advances. C. Gonçaves, A., Fonseca, T. (Eds.), ISBN: 978-1-83969-777-7, IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.102860
- 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, Eskişehir.
- Guner, S.T., Comez, A., 2017: Biomass equations and changes in carbon stock in afforested black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 26(3), 2368-2379.
- Güner, S., Tüfekçioğlu, A., Duman, A., Küçük, M., 2010. Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının ve Bitişigindeki Otlak Alanların Toprak Üstü Biyokütle, Kök Kütle, Kök Üretimi Ve Karbon Depolama Yönelimlerinden Karşılaştırılması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt: III: 1045-1055.
- Irmak, A., 1940. Orman toprağının fizikî vasıflarına müessir olan silvikültür tedbirleri ve amelîyeleri. *Orman ve Av* 9: 264-268.
- İBB, 2009. İstanbul Büyükşehir Belediyesi. 1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Plan Raporu. İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1983. Kerpe Tur-71/521 Ağaçlandırma alanında uygulanan arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemlerinin toprak özellikleri ile sahil çamı fidanlarının gelişimi üzerindeki etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 33 (2): 104-140.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul.
- Karabürk, T., 2011. Bartın İli Gökner Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Hazırlanması. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş., 2017. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi* 4 (2): 107-120. doi.org/10.17568/ogmoad.338029
- Kocamanoğlu, Y.O., 2022. Karadağ Kütleli Doğu Ladinini (*Picea orientalis* (L.) Link) Ağaçlandırmalarında Kök, Toprak ve Ölü Örtüdeki Karbon ve Azot Birikimi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Kurz, W.A., Beukema, S.J., Apps, M.J., 1996. Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Canadian Journal of Forest Research* 26(11): 1973-1979. doi.org/10.1139/x26-223
- Ledig, F.T., 1972. The Application Of Mass Selection In Tree Improvement, 20th Northeastern Forest Tree Improvement Conference, University of New Hampshire, July 31 - August 2, 1972, Durham, New Hampshire.
- Lopes, D., Almeida, L.R., Castro, J.P., Aranha, J., 2005. The Adjustment Of Global And Partial Dry Biomass Models For *Pinus pinaster* In The North-East Of Portugal. 5º Congresso Florestal Nacional, 16-19 Maio 2005, Viseu, República Portuguesa.
- Luo, Y., Wang, X., Ouyang, Z., Lu, F., Feng, L., Tao, J., 2019. ChinAllomeTree 1.0: China's normalized tree biomass equation dataset. *Earth System Science Data Discussions*. doi.org/10.5194/essd-2019-1
- Luo, Y., Wang, X., Ouyang, Z., Lu, F., Feng, L., Tao, J., 2020. A review of biomass equations for China's tree species. *Earth System Science Data* 12(1): 21-40. doi.org/10.5194/essd-12-21-2020
- Makineci, E., Akburak, S., Özturba, A.G., Tolunay, D., 2017. Carbon stocks of fine woody debris in coppice oak forests at different development stages. *Forests* 8 (6): 199. doi.org/10.3390/f8060199
- MathWorks, 2017. Matlab R2017b, Ver. 9.3.0.713579. Natick, Massachusetts. The MathWorks Inc.
- Mendoza-Ponce, A., Galicia, L., 2010. Aboveground and belowground biomass and carbon pools in highland temperate forest landscape in Central Mexico. *Forestry* 83 (5): 497-506. doi.org/10.1093/forestry/cpq032
- Meşe, Ö., 2022. Geçiş İklim Zonunda Farklı Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Populasyonlarının Tohum/Fidan Morfolojik ve Biyokimyasal Özellikleri ile Ekolojik Faktörlerin İlişkilendirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Çankırı.
- Meyer, H.A., 1938. The standart error of estimate of tree volume from logarithmic volume equation. *Journal of Forestry* 36(3), 340-342.
- Mısır, N., Mısır M., 2012. Root biomass and carbon storage in *Abies nordmanniana* S. subsp. *bornmülleriana* (Mattf.) stands (Western Black Sea Region). *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Özel Sayı: 225-227.
- Mugasha, W.A., Eid, T., Bollandsås, O.M., Malimbwi,

- R.E., Chamshama, S.A.O., Zahabu, E., Katani, J.Z., 2013. Allometric models for prediction of above- and belowground biomass of trees in the Miombo Woodlands of Tanzania. *Forest Ecology and Management* 310: 87-101. dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.003
- Muukkonen, P., 2007. Generalized allometric volume and biomass equations for some European tree species in Europe. *European Journal of Forest Research* 126: 157-166.
- Nath, A.J., Tiwari, B.K., Sileshi, G.W., Sahoo, U.K., Brahma, B., Deb, S., Devi, N.B., Das, A.K., Reang, D., Chaturvedi, S.S., Tripathi, O.P., Das, D.J., Gupta, A., 2019. Allometric models for estimation of forest biomass in North East India. *Forests* 10(2): 103. doi.org/10.3390/f10020103
- Ngomanda, A., Obiang, N.L.E., Lebamba, J., Mavouroulou, Q.M., Gomat, H., Mankou, G.S., Loumeto, J., Iponga, D.M., Ditsouga, F.K., Koumba, R.Z., Bobé, K.H.B., Okuyi, C.M., Nyangadouma, R., Lépengué, N., Mbatchi, B., Picard, N., 2014. Site-specific versus pan-tropical allometric equations: Which option to estimate the biomass of a moist Central African forest?. *Forest Ecology and Management* 312: 1-9. doi.org/10.1016/j.foreco.2013.10.029
- Oberleitner, F., Egger, C., Oberdorfer, S., Dullinger, S., Wanek, W., Hietz, P., 2021. Recovery of aboveground biomass, species richness and composition in tropical secondary forests in SW Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 479: 118580. doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118580
- OGM, 2013. Orman Genel Müdürlüğü. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü. Çatalca Orman İşletme Müdürlüğü. Durusu Orman İşletme Şefliği. Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2013-2022), İstanbul.
- OGM, 2022a. Oduna Dayalı Orman Ürünlerinin Satış Usul ve Esasları Hakkında 312 Sayılı Tebliğ. ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/mevzuat/tebligler (Ziyaret Tarihi: 02/05/2023).
- OGM, 2022b. Orman Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri, Ormanlık İstatistikleri 2021. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler (Ziyaret Tarihi: 15/06/2023)
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J., Brooks, J.R. and Wiant Jr., H.V., 2009. Estimating Tree Bole Volume Using Artificial Neural Network models for Four Species in Turkey. *Journal of Environmental Management* 91: 742-753.
- Özdemir, E., Makineci, E., Yilmaz, E., Kumbasli, M., Caliskan, S., Beskardes, V., Ketten, A., Zengin, H., Yilmaz, H., 2019. Biomass estimation of individual trees for coppice-originated oak forests. *European Journal of Forestry Research* 138: 623-637. doi.org/10.1007/s10342-019-01194-2
- Özdemir, E., Makineci, E., 2019. Baltalık meşe meşcerelerinde ağaç biyokütle bileşenlerinin nem oranları. *Türkiye Ormanlık Dergisi* 20(2), 116-122. doi.org/10.18182/tjf.530457
- Peichl, M., Arain, M.A., 2007. Allometry and partitioning of above- and belowground tree biomass in an age-sequence of white pine forests. *Forest Ecology and Management* 253(1-3): 68-80. doi.org/10.1016/j.foreco.2007.07.003
- Pehlivan, S., 2010. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaç hacim tablolarının düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Pilli, R., Anfodillo, T., Carrer, M., 2006. Towards a functional and simplified allometry for estimating forest biomass. *Forest Ecology and Management* 237(1-3): 583-593. doi.org/10.1016/j.foreco.2006.10.004
- Poudel, K.P., Cao, Q.V., 2013. Evaluation of Methods to Predict Weibull Parameters for Characterizing Diameter Distributions. *Forest Science* 59(2): 243-252.
- 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(1-3): 103-117. doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00121-4
- Saatçioğlu, F., Atay, İ., Açıkbaz, M. R., Özman, N., 1978. Terkos Gölünü Tehdit Eden Büyük Kumulun Tespit ve İslahına Matuf Ağaçlandırmaların Emniyeti ve Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. TÜBİTAK Yayınları, Ankara.
- Sakici, O.E., Seki, M., Sağlam, F., 2018. Above-ground biomass and carbon stock equations for Crimean pine stands in Kastamonu Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(10): 7079-7089.
- Saldarriaga, J.G., West, D.C., Tharp, M.L., Uhl, C., 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* 76(4): 938-958.
- Saraçoğlu, Ö., 1986. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşçerelerinde Artım ve Büyüme. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Saraçoğlu, Ö., Bozkuş, F. 1996. Terkos Kumulunun fıstık ve sahil çamlarıyla yapılan ağaçlandırmasında kumul tespit yöntemlerinin başarısı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A 46 (2): 59-70.
- Saranay, S., 2017. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Genç Doğal Karaçam (*Pinus nigra*) Meşçerelerinde Bitkisel Kütle Miktarlarının Belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sargıncı, M., 2014. Batı Karadeniz Orman Ekosistemlerinde Ölü Örtü Dinamiği, Düzce Üniversitesi, Fen Bi-

limleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Düzce.

Sarıyıldız, T., Tanı, M., 2022. Root biomass and root carbon and nitrogen stocks of ash, alder, and oak stands in Karacabey Floodplain Forest. *Forestist* 73(1): 97-107. DOI: 10.5152/forestist.2022.22021

Sarıyıldız, T., 2015. Effects of tree species and topography on fine and small root decomposition rates of three common tree species (*Alnus glutinosa*, *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris*) in Turkey. *Forest Ecology and Management* 335: 71-86. doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.030

Say, Ş., 2016. Çerkeş Orman İşletme Şefliği Doğal ve Plantasyon Genç Sarıçam Bireylerinin Toprak Üstü ve Toprak Altı Biyokütle Miktarları. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.

Solla-Gullón, F., Álvarez, P., Balboa, M.A., Rodríguez Soalleiro, R.J., Merino, A., 2005. Growing stock-based assessment of the carbon stock in a pilot zone of northern Spain: Comparison of biomass equations and biomass expansion factors. *Annals of Forest Science* 62(8). <https://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/2005/08/F5085.pdf>

Sun, O., Uğurlu, S., Araslı, B. 1976. Stepe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde biyolojik kütlelerin Saptanması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 80, Ankara.

Tolunay, D. 2012. Bolu-Aladağ'daki genç sarıçam meşcereleri için oluşturulan bitkisel kütle denklemleri ve katsayıları. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University* 62(2): 97-111.

Tolunay, D., Makineci, E., Şahin, A., Özturna, A.G., Pehlivan, S. Abdelkaim, M.M.A., 2017. İstanbul-Durusu Kumul Alanlarındaki Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ve Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Karbon Birikimi. TÜBİTAK-TOVAG, Proje No: 114O797.

Tüfekçioğlu, A., Güner, S., 2008. Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi, Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyonu Önleme Yönlerinden Araştırılması. TÜBİTAK-TOVAG,

Proje No: 106O418.

Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., 2010. Saf Sarıçam Meşcerelerinde Kök Kütle, Kök Üretimi ve Kök Karbon Depolama Miktarlarının Yaş Sınıflarına Göre Değişimi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt: III: 1030-1037.

Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Tilki, F., 2005a. Thinning effects on production, root biomass and soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey. *Journal of Environmental Biology* 26(1): 91-95.

Tüfekçioğlu, A., Sarıyıldız, T., Güner, S., Küçük, M., 2005b. Artvin Genya Dağı Yöresi Doğu Ladini Meşcerelerinde Kök Kütle, Yıllık İbre Dökümü ve Toprak Solunumu Miktarlarının Değişimleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim 2005, Trabzon, Cilt I: 123-129.

Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., Kırış, K., Zengin, O., 2010. Saf Ve Karışık Sarıçam Meşcerelerinde Kalın Kök Kütle Miktarı Ve Bunu Etkileyen Etmenler. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt: III: 1038-1044.

Ülküdür, M., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.





Yağcı, V., 2010. Hopa Cankurtaran Mevkiindeki Sık Ve Seyrek Yetiştirilen Ve İlk Aralama Çağına Gelen Doğru Kayını Meşcerelerinin Biyokütle Özelliklerinin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Artvin.

Yavuz, H., Mısır, N., Mısır, M., Tüfekçioğlu, A., Karahalil, U., Küçük, M., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. TÜBİTAK-TOVAG, Proje No: 106O274.

Zianis D., 2008. Predicting mean aboveground forest biomass and its associated variance. *Forest Ecology and Management* 256(6): 1400-1407.

Rhizophagus grandis Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae)'in kitle halinde yetiştirilmesinde yeni bir yaklaşım: Giresun Yöntemi

A new approach in mass rearing of *Rhizophagus grandis* Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae): Giresun Method

Nuray ZENGİN¹ 
Hazan ALKAN AKINCI¹ 
Semih BATUM¹ 
Kemal ÖZKAN¹ 

¹ Orman Genel Müdürlüğü, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Giresun

² Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Hazan ALKAN AKINCI
hazan.akinci@artvin.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

18.09.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

11.10.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Mustafa AVCI
mustafaavci@isparta.edu.tr

Atıf (To cite this article): Zengin, N. , Alkan Akinci, H. , Batum, S. & Özkan, K. (2023). *Rhizophagus grandis* Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae)'in kitle halinde yetiştirilmesinde yeni bir yaklaşım: Giresun Yöntemi . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 217-223 . DOI: 10.17568/ogmoad.1362167



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada, bundan sonra Giresun Yöntemi olarak anılabilecek ve *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Monotomidae)'in kitle halinde yetiştirilmesinde yeni bir yaklaşımı içeren yöntem tanıtılmaktadır. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ormanlarındaki en önemli zararlı böcek türlerinden biri olan *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) (Coleoptera: Curculionidae) ile biyolojik mücadelede kullanılan *R. grandis*'in ülkemizdeki Orman Bölge Müdürlükleri bünyesinde faaliyet gösteren Biyolojik Mücadele Laboratuvarlarında en verimli bir şekilde üretilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada ilk kez tanıtımı yapılan Giresun Yönteminde, kütükte üretim yöntemine göre yetiştirme birimi başına elde edilen ergin yırtıcı sayısı daha fazladır ve yetiştirme süresi daha kısadır. Yöntemde, yırtıcı larvalarının meydana geldiği aşamada ölmüş ya da hasta olduğu düşünülen larvaların yetiştirme sürecinden çıkarılması olanağı vardır. Giresun Yöntemi, ayrıca, yetiştirme çalışması sonunda elde edilebilecek ergin yırtıcı sayısının tahmin edilmesi olanağını da sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, Giresun Yöntemi, *Rhizophagus grandis*, doğu ladini

Abstract

In this study, a new approach in the mass rearing of *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Monotomidae) that can be referred as Giresun Method is introduced. It is important to rear *R. grandis* efficiently in the Biological Control Laboratories of the Regional Forestry Directorates that is used in the biological control of *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) (Coleoptera: Curculionidae), which is one of the most important pests of oriental spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) forests. The Giresun Method, which is introduced for the first time in this study, results in higher numbers of adult predators per rearing unit than rearing in logs and has a shorter rearing period of time. In this method, when the predator larvae develop, it is possible to discard dead or sick larvae from the rearing process just before transferring them to sand basins. Giresun Method also offers the possibility of estimating the numbers of adult predators that can be obtained at the end of the rearing study.

Keywords: Biological control, Giresun Method, *Rhizophagus grandis*, oriental spruce

1. Giriş

Dendroctonus Erichson cinsindeki türlerin çoğunluğu Nearktik bölgede bulunurlar. Bunlardan birkaç tanesi son derece önemli orman zararlısıdır. Bu türlerden *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794) (Coleoptera: Curculionidae) Avrasyadaki ladin ormanlarının en önemli zararlılarından biridir. *D. micans*'ın Kuzey Amerika kökenli atasının Wisconsin buzullaşması sırasında Bering Boğazı'nı (Beringia) geçtiği (Furniss, 1996) ve Sibirya'dan batıya doğru yayılış gösterdiği kaydedilmiştir (Grégoire, 1988; Fielding ve ark., 1991; Fielding ve Evans, 1997). *D. micans*, Doğu Sibirya ve Japonya'dan (Hokkaido) Fransa ve İngiltere'ye kadar kuzey Palearktik bölgede geniş bir alana yayılmıştır. Yayılışının kuzey sınırını, İskandinav ülkeleri ve Rusya oluştururken güneyde İtalya, Gürcistan ve Türkiye'de yayılış göstermektedir. Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesindeki doğu ladinini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ormanlarında önemli zararlar yapmaktadır (Khobakhidze, 1967; Acatay, 1968; Carle ve ark., 1979; Alkan, 1985; Grégoire, 1988; Fielding ve ark., 1991; Fielding ve Evans, 1997).

Geniş alanlarda ladin plantasyonları oluşturulması, *D. micans*'ın Avrupa'daki doğal yayılışını genişletmesine yol açmıştır (EPPO, 2023). Ülkemizde ilk kez 1966 yılında Posof'ta tespit edilmesinden (Acatay, 1968) sonra Artvin, Giresun ve Trabzon başta olmak üzere ülkemizdeki ladin ormanlarının tamamına yayılmıştır (Alkan Akıncı ve ark., 2014, 2018; Özcan ve ark., 2021). *D. micans*, meydana getirdiği salgınlarda özellikle yayılış hattının ön cephesinde milyonlarca metre küp doğu ladininin kurumasına yol açmıştır (Alkan, 1985; Eroğlu, 1995; Keskinalemdar ve Özder, 1995; Alkan Akıncı ve ark., 2009).

D. micans'la mücadelede sırasıyla 1966-1971 ve 1972-1985 yıllarında mekanik ve kimyasal mücadele uygulanmasına rağmen böceğin ladin ormanlarındaki yayılışını önlenememiştir. Uygulanan mücadele yöntemlerinden istenilen başarının sağlanamaması üzerine, 1985 yılında *D. micans* ile mücadele için sürdürülebilir, etkin ve çevreye ve hedefte olmayan organizmalara zararlı etkisi en az olan biyolojik mücadele yöntemi uygulanmaya başlanmıştır (Alkan, 1989; Aksu, 2011). Bu amaçla Artvin, Giresun ve Trabzon'da kurulan laboratuvarlarda böceğin özgün yırtıcısı olan *Rhizophagus grandis* Gyllenhal, 1827 (Coleoptera: Monotomidae) kitle halinde yetiştirilerek böceğin zararının sürdürüldüğü ormanlarda istila ettiği ağaçlara yerleştirilmektedir (Alkan, 1989; Kostak, 1997; Aksu, 2011; Aksu ve ark., 2014). Yetiştirilen yırtıcıların özellikle *D. micans*'ın yayılış hattının ön cephesin-

deki istila edilmiş ağaçlara yerleştirilmesi etkin bir mücadele için önemlidir.

Avrupa'da yürütülen yetiştirme programlarında, bir çift yırtıcıdan en fazla 117 yumurta ve bir dişi yırtıcı başına 70 genç ergin elde edildiği kaydedilmiştir (Grégoire ve ark., 1989). İngiltere'deki çalışmalarda, iki dişi ve bir erkek yırtıcıdan 80 ergin elde edilebilmiştir (Fielding ve Evans, 1997).

Türkiye'deki *R. grandis* yetiştirme çalışmaları Gürcü entomologların geliştirdiği kütükte yetiştirme yöntemine dayanmaktadır (Khobakhidze ve ark., 1970). Yırtıcının kitle halinde üretilmesinde ladin kütüklerine *D. micans* larvaları ya da erginleri yerleştirilmektedir. Laboratuvar sıcaklığı 19-22 °C ve nem %70-75 oranında tutulmaktadır. *D. micans* larvalarının kullanıldığı yetiştirme yönteminde, yetiştirme kütüklerine 400 – 1000 adet *D. micans* larvası ve yerleştirilen *D. micans* larvalarının sayısına bağlı olarak 1 çift, 2 çift ya da 2 dişi 1 erkek *R. grandis* ergini yerleştirilmektedir. Yetiştirme süresi ortalama 67 gün olan bu yöntemde, yetiştirilen *R. grandis* erginlerinin miktarı kütük başına ortalama 102 olmaktadır (Aksu, 2011).

D. micans erginlerinin kullanıldığı yetiştirme yönteminde ise her bir yetiştirme kütüğünde 4-10 adet *D. micans* ergini ve 1 çift ya da 2 çift *R. grandis* ergini kullanılmaktadır. Bu yöntemde yetiştirme süresi 90-97 gündür. Yetiştirilen *R. grandis* erginlerinin miktarı kütük başına ortalama 134 olmaktadır (Aksu, 2011).

D. micans larvaları kullanılarak deney tüplerinde ve şeffaf plastik kutularda yürütülen yetiştirme çalışmalarında elde edilen yırtıcı miktarı, kütükte yetiştirme yönteminde elde edilen sonuçlardan daha düşük olmaktadır (Aksu, 2011).

Kütükte yetiştirme yönteminde verimin öngörülemez olması yöntemin önemli bir sakıncasıdır. Bu nedenle yetiştirme sonucunun öngörülebilir olduğu yöntemler biyolojik mücadele çalışmalarının verimliliğine ve etkinliğine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) personeli tarafından geliştirilen yeni bir yöntem tanıtılmaktadır. Yöntemin fikir olarak geliştirilmesinde ve uygulanarak sonuçların ortaya konulmasında yer alan Giresun OBM personelleri makalenin ortak yazarlarıdır. Yöntem, makale içerisinde "Giresun Yöntemi" olarak anılmaktadır. Giresun Yöntemi ülkemizde uygulanan önceki yöntemlere göre daha pratik bir yöntemdir ve yetiştirme süresi daha kısa olmaktadır. Giresun Yönteminin uygulanması sırasında üretilen *R. grandis* larvalarının sayısı ve bu larvalardan ergin hale gelenlerin oranı hesaplanabilmektedir. Böylece yetiştir-

tirme çalışmaları sırasında elde edilecek *R. grandis* ergin sayısını tahmin etmek olanaklı olabilmektedir. Çalışmada, ayrıca, Giresun Yönteminin tanıtımına yönelik 2023 yılında altı teknede yürütülen yetiştirme çalışmasının sonuçları da sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Taban çapı 28 cm, ağız çapı 43 cm ve derinliği 17 cm olan alüminyum üretim teknesi, teknenin üzerini tam olarak kapatacak büyüklükte siyah bez, taze ladin kabuklarının öğütülmesiyle elde edilen ladin talaşı, taze ladin kabukları, taze ladin kütüğü, parafin, dezenfekte edilmiş dere kumu, üretim teknesi başına 1000 – 1200 adet II. ve III. dönem *D. micans* larvası ve 8 dişi 4 erkek *R. grandis* ergini Giresun Yönteminin materyalini oluşturmaktadır.

2.2. Giresun Yöntemi

Yetiştirme çalışmalarına başlarken öncelikle üre-

tim teknesi saf su ile yıkanmaktadır. Üretim teknesinin içerisine ilk olarak taze ladin talaşı ile karıştırılmış olan II. ve III. dönem *D. micans* larvaları yerleştirilmektedir (Şekil 1a). Bu karışımın üzerine taze ladin kabukları dizilmektedir (Şekil 1b). Dizilen kabukların üzerine 8 dişi 4 erkek *R. grandis* ergini bırakılmaktadır (Şekil 1c). Bu aşamada kullanılan *R. grandis* erginleri, laboratuvarında bir arada tutularak çiftleşmeleri sağlanmış erginler olmalıdır. Sonraki adımda ladin kabuklarının üzerine tekrar taze ladin talaşı ile karışık olan *D. micans* larvaları yerleştirilmektedir (Şekil 1d).

Her bir yetiştirme teknesinde toplam 1000 – 1200 adet *D. micans* larvası kullanılmaktadır. Bu şekilde hazırlanan yetiştirme teknesinin üzeri siyah bez ile kapatılarak laboratuvara konulmaktadır (Şekil 2a). Ayrıca her bir yetiştirme teknesinin üzerine hazırlandığı tarihi belirten etiket yapıştırılmaktadır. Laboratuvar sıcaklığı 19-22 °C ve nem %65-70 aralığında tutulmaktadır.



Şekil 1. Yetiştirme teknesinin hazırlanması a) yetiştirme teknesine ladin talaşı ve *D. micans* larvalarının yerleştirilmesi b) taze ladin kabuklarının yerleştirilmesi c) *R. grandis* erginlerinin yerleştirilmesi d) kabukların üzerine ladin talaşı ve *D. micans* larvalarının yerleştirilmesi

Figure 1. Preparation of the rearing basin a) placing spruce bark powder and *D. micans* larvae in the basin b) placing fresh spruce barks c) placing *R. grandis* adults d) placing spruce bark powder and *D. micans* larvae over the barks

Laboratuvarda tutulan yetiştirme tekneleri 25 gün sonra tek tek kontrol edilerek, ladin kabukları altında gelişen *R. grandis* larvaları toplanmaktadır (Şekil 2b). Toplanan yırtıcı larvaları bir sonraki adımda, içinde kaynatılarak dezenfekte edilmiş dere kumu üzerine ladin kütüğü yerleştirilmiş olan teknelere, kütüğün etrafını çepeçevre saracak şe-

kilde yerleştirilmektedir (Şekil 2c ve 2d). *R. grandis* larvalarının kütüklerin çevresine yerleştirilmesinden sonra 25 – 30 gün beklenmektedir. Bu süre sonunda ladin kütükleri kumdan alınarak, gelişen *R. grandis* erginleri kumdan ayıklanmaktadır (Şekil 3a, 3b). Giresun Yönteminde yetiştirme süresi toplam 50 – 55 gün sürmektedir.



Şekil 2. a) Yetiştirme teknelerinin laboratuvardaki görüntüsü b) kabuk altında gelişen *R. grandis* larvaları c) toplanan yırtıcı larvalarının, kum üzerine yerleştirilmiş olan ladin kütüğünün çevresine yerleştirilmesi d) yırtıcı larvalarının kum üzerindeki görüntüsü

Figure 2. a) Rearing basins in the laboratory b) *R. grandis* larvae that are developed under the bark c) placing the predator larvae around the spruce log that is placed in the sand d) predator larvae on the sand

2.3. Giresun Yöntemi ile yetiştirme denemesi kurulması

Giresun Yöntemi kullanılarak 22 Mart 2023 tarihinde üç adet ve 25 Mart 2023 tarihinde üç adet olmak üzere toplam altı adet teknede, yetiştirme

denemesi kurulmuştur. Denemede kullanılan *D. micans* larvaları, *R. grandis* erginleri, ladin kütükleri ve ladin kabukları Ordu Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) Çambaşı Orman İşletme Şefliği (OİŞ) ormanlarından sağlanmıştır.



Şekil 3. a) Ladin kütüğünün kumdan alınması b) yetiştirilen *R. grandis* erginleri
Figure 3. a) Getting the spruce log from sand b) reared *R. grandis* adults

Hazırlanan yetiştirme tekneleri Ordu OİM bünyesinde faaliyet gösteren Biyolojik Mücadele Laboratuvarında tutulmuştur. Yetiştirme teknelerinin

hazırlanacağı tarihler, teknelere yerleştirilen *D. micans* larva sayısı ve predatör erginlerinin sayısı Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Giresun Yöntemine göre hazırlanan yetiştirme denemesine ait veriler
Table 1. Data from the rearing experiment prepared according to the Giresun Method

No.	Yetiştirme teknelerinin hazırlandığı tarih	Her bir tekneye yerleştirilen <i>D. micans</i> larva sayısı	Her bir tekneye yerleştirilen <i>R. grandis</i> ergin sayısı
1	22.03.2023	1180	
2	22.03.2023	1170	
3	22.03.2023	1160	
4	25.03.2023	1140	8 ♀ 4♂
5	25.03.2023	1190	
6	25.03.2023	1150	

3. Bulgular

Yetiştirme teknelerinin hazırlanmasından 25 ile 26 gün sonra olgun *R. grandis* larvaları görülmüştür. Bu larvaların, dezenfekte edilen dere kumu üzerine konulan taze ladin kütüğünün çevresine yerleştirilmesinden 22 – 26 gün sonra da *R. grandis* erginleri meydana gelmiştir. Toplam yetiştirme süresi 51 - 54 günde tamamlanmıştır (Tablo 2).

Giresun Yönteminin uygulandığı yetiştirme çalışmasında toplam 5807 adet *R. grandis* ergini elde edilmiştir. Yetiştirme teknesi başına ortalama

967,83 ergin düşmektedir. Çalışmanın başlangıç aşamasında, her bir yetiştirme teknesine 8 anaç *R. grandis* dişi yerleştirildiği göz önünde bulundurulduğunda, her bir dişi yırtıcı başına elde edilen ergin *R. grandis* sayısı ortalama 120,98 (109,13 – 147,63) olmaktadır (Tablo 2).

4. Tartışma ve Sonuç

Giresun Yöntemi uygulanarak gerçekleştirilen yetiştirme çalışması, *D. micans* larvalarının ya da *D. micans* erginlerinin kullanımıyla uygulanmakta olan kütükte üretim yöntemine göre daha kısa sü-

Tablo 2. Giresun Yöntemine göre gerçekleştirilen yetiştirme çalışması sonuçları
Table 2. Results of the rearing study carried out according to the Giresun Method

No.	Yetiştirme teknelerinin hazırlandığı tarih	Her bir tekneye yerleştirilen <i>D. micans</i> larva sayısı	Her bir tekneye yerleştirilen <i>R. grandis</i> ergin sayısı	<i>R. grandis</i> larvalarının meydana gelmesi	<i>R. grandis</i> erginlerinin meydana gelmesi	Elde edilen <i>R. grandis</i> ergin sayısı	Her bir dişi yırtıcı başına yetiştirilen ergin <i>R. grandis</i> sayısı	Toplam yetiştirme süresi (gün)
1	22.03.2023	1180		17.04.2023	13.05.2023	912	114,00	53
2	22.03.2023	1170		17.04.2023	14.05.2023	873	109,13	54
3	22.03.2023	1160		17.04.2023	14.05.2023	895	111,88	54
4	25.03.2023	1140	8 ♀ 4 ♂	21.04.2023	16.05.2023	1025	128,13	53
5	25.03.2023	1190		21.04.2023	17.05.2023	1181	147,63	54
6	25.03.2023	1150		21.04.2023	14.05.2023	921	115,13	51
Toplam		6990	48 ♀ 24 ♂			5807		

rede tamamlanmıştır. *D. micans* larvalarının kullanıldığı kütükte yetiştirme yönteminde, yetiştirme süresi ortalama 67 gündür. *D. micans* erginlerinin kullanıldığı kütükte yetiştirme yönteminde ise yetiştirme süresi 90 – 97 gün olmaktadır (Aksu, 2011).

Giresun Yönteminin uygulanmasıyla, yetiştirme teknesi başına ortalama 967,83 ergin elde edilmiştir. *D. micans* larvalarının kullanıldığı kütükte yetiştirme yönteminde, yetiştirilen *R. grandis* erginlerinin miktarı kütük başına ortalama 102 iken *D. micans* erginlerinin kullanıldığı yetiştirme yönteminde yetiştirilen *R. grandis* erginlerinin miktarı kütük başına ortalama 134 olmaktadır. *D. micans* larvaları kullanılarak deney tüplerinde ve şeffaf plastik kutularda yürütülen yetiştirme çalışmalarında elde edilen yırtıcı miktarının ise kütükte yetiştirme yönteminde elde edilen sonuçlardan daha düşük olduğu kaydedilmiştir (Aksu, 2011).

Çalışmada, her bir dişi yırtıcı başına elde edilen ergin *R. grandis* sayısı ortalama 120,98'dir. Ayrıca, her bir dişi başına elde edilen ergin *R. grandis* sayısı 147,63'e kadar çıkabilmektedir. Avrupa'da yürütülen yetiştirme programlarında, bir çift yırtıcıdan en fazla 117 yumurta elde edilmiştir. Ayrıca bir dişi yırtıcı başına 70 genç ergin elde edildiği kaydedilmiştir (Grégoire ve ark., 1989). İngiltere'deki çalışmalarda, iki dişi ve bir erkek yırtıcıdan 80 ergin elde edilebilmektedir (Fielding ve Evans, 1997). Kütükte üretim yöntemine göre yapılan yetiştirme denemelerinde, bir dişi *R. grandis* başına ortalama 5,8-18,7 ergin *R. grandis* elde edilmiştir. En yüksek sayıda yeni döl, deneme çalışması erken ilkbaharda ve 6 dişi + 2 erkek *R. grandis* kullanıldığında elde edilmiştir (Ozcan ve ark., 2021).

Sonuç olarak, Giresun Yöntemi ile yapılacak yetiştirme çalışmalarının süresi kütükte yetiştirme yöntemine göre daha kısa olmaktadır.

Yetiştirme birimi (Giresun Yönteminde yetiştirme

teknesi, kütükte yetiştirme yönteminde yetiştirme kütüğü) başına düşen ortalama *R. grandis* ergin sayısı Giresun Yönteminde daha fazla olmuştur. Her bir anaç dişi başına elde edilen ortalama *R. grandis* ergin sayısı da yine Giresun Yönteminde fazladır.

R. grandis'in etkin ve verimli bir şekilde yetiştirilmesi için Giresun Yönteminin kullanılması uygun olacaktır. Giresun Yöntemi, biyolojik mücadele uygulamalarında görev yapan ve *R. grandis* yetiştirme çalışmalarını gerçekleştiren meslektaşlarımıza, kütükte yetiştirme yöntemine göre daha kısa sürede daha yüksek sayıda ergin yırtıcı yetiştirme olanağı sağlamaktadır.

Ayrıca, Giresun Yöntemi, *R. grandis* larvalarının geliştiği ladin kabuklarının altından toplanarak (Şekil 2b), kum üzerine yerleştirilmiş olan ladin kütüğünün çevresine yerleştirilmesi (Şekil 2c) aşamasında, hareketsiz olan, hasta görünen ve /veya üzerinde fungus gelişmiş olanların ayıklanabilmesi olanağını sağlamaktadır. Elde edilen yırtıcı larva sayısına göre gelişecek ergin sayısının da tahmin edilebilmesi mümkün olacaktır. Larva döneminden ergin hale gelinceye kadar %10 dolayında kayıp yaşandığı önceki denemelerde gözlemlenmiştir.

R. grandis yetiştirme çalışmalarının Giresun Yöntemine göre sürdürülmesine karar verilmesi durumunda ya da yırtıcı üretiminin bir kısmını Giresun Yöntemine göre yürütmeyi planlayan meslektaşlarımıza Giresun OBM Orman Zararlılarıyla Mücadele Şubesi çalışanlarınca uygulamalı eğitim verilmesi olanağı bulunmaktadır.

Teşekkür

Giresun Yönteminin ilk fikirlerinin oluşturularak küçük ölçekli denemelerin başlatılmasından itibaren yöntemin bilim camiasına tanıtılacak aşamaya gelmesine kadar geçen iki yıllık süreçteki desteklerinden dolayı Giresun Orman Bölge Müdürü

Sayın Ahmet ULUKAN'a ve 2023 yılında Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü görevini devralan Sayın Zeynel Başdoğan DOMAÇ'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Acatay, A., 1968. Türkiye'de yeni bir ladin tahripçisi, *Dendroctonus micans* Kug. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi 18 (1): 18-36

Aksu, Y., 2011. *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Rhizophagidae)'in Biyolojisi, Laboratuvarında Üretim Yöntemleri, Ormanlara Salınması ve Mücadele Sonuçları. Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 23-25 Kasım 2011, Antalya, s. 73-79

Aksu, Y., Dedeğaoğlu, C., Çelik, B., 2014. *Dendroctonus micans* (Kug) (Coleoptera: Scolytidae)'in Mücadelesinde Kullanılan *Rhizophagus grandis* (Gyll) (Coleoptera: Rhizophagidae)'in Kutu Metodu ile Üretilmesi. Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 7-9 Nisan 2014, Antalya, s. 64-71

Alkan, Ş., 1985. Şavşat İşletmesi ormanlarında *Dendroctonus micans* Kug. (Dev soymuk böceği). *Orman Mühendisliği Dergisi* 1: 59-62.

Alkan, Ş., 1989. *Dendroctonus micans* (Kug.)'la savaş (Dünü, bugünü, yarını). *Orman Mühendisliği Dergisi* 4: 30.

Alkan Akinci, H., Ozcan, G.E., Eroglu, M., 2009. Impacts of site effects on losses of oriental spruce during *Dendroctonus micans* (Kug.) outbreaks in Turkey. *African Journal of Biotechnology* 8 (16): 3934-3939

Alkan Akinci, H., Eroğlu, M., Özcan, G.E., 2014. Attack strategy and development of *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera: Curculionidae) on oriental spruce in Turkey. *Turkish Journal of Entomology* 38 (1): 31-41

Alkan Akinci, H., Erşen Bak, F., Çalışkan, B.A., 2018. *Dendroctonus micans* (Kugelann) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)'in konukçu seçimini etkileyen bazı özellikler: Artvin ladin ormanlarından deneysel sonuçlar. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 19 (2): 186-193

Carle, P., Granet, A.M., Perrot, J.P., 1979. Contribution à l'étude de la dispersion et de l'agressivité chez *Dendroctonus micans* Kug en France. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 52: 185-196

EPPO, 2023. The European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Dendroctonus micans*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. gd.eppo.int/taxon/DENCM1 (Ziyaret tarihi: 11.07.2023)

Eroğlu, M., 1995. *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera, Scolytidae)'in Populasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler Üzerine Araştırmalar. I. Ulusal Karadeniz Or-

mancılık Kongresi Bildirileri, 23-25 Ekim 1995, Trabzon, Cilt 3: 148-159

Fielding, N.J., Evans, H., 1997. Biological control of *Dendroctonus micans* (Scolytidae) in Great Britain. *Biocontrol News and Information* 18 (2): 51-60

Fielding, N.J., Evans, H.F., Williams, J.M., Evans, B., 1991. Distribution and spread of the Great European Spruce Bark Beetle, *Dendroctonus micans*, in Britain-1982 to 1989. *Forestry* 64 (4): 345-358

Furniss, M.M., 1996. Taxonomic status of *Dendroctonus punctatus* and *D. micans* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America* 89 (3): 328-333

Grégoire, J.C., 1988. The Greater European Spruce Beetle. In: Dynamics of Forest Insects Populations (Berryman, A.A.: eds.). Plenum Press, New York, p. 455-478

Grégoire, J.C., Baisier, M., Merlin, J., Naccache, Y., 1989. Interactions Between *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae) and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in The Field and The Laboratory: Their Application for The Biological Control of *Dendroctonus micans* in France. In: The Potential for Biological Control of *Dendroctonus* and *Ips* Bark Beetles (Kulhavy, D.L., Miller, M.C.: eds.). The Stephen Austin University Press, Nagocdoches, USA, p. 95 - 108

Keskinalemdar, E., Özder, Z., 1995. Doğu Karadeniz Ormanlarında Meydana Gelen Önemli Böcek Salgınları ve Yapılan Mücadeleler. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23-25 Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt 3: 175-181

Khobakhidze, D.N., 1967. Der Riesenbaskäfer (*Dendroctonus micans* KUG.) in Georgien (UdSSR). *Anz. Scharhaedlingsk.* 40 (5): 65 - 68

Khobakhidze, D.N., Tvaradze, M.S., Kraveishvili, I.K., 1970. Preliminary results of introduction, study of bioecology, development of methods of artificial rearing and naturalization of the effective entomophage, *Rhizophagus grandis* Gyll., against the European spruce beetle, *Dendroctonus micans* Kugel., in spruce plantations in Georgia. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR* 60: 205-208

Kostak, H., 1997. Doğu Karadeniz Ladin Ormanlarında Zarar Yapan *Dendroctonus micans* (Kug.) Zararlısına Ait Biyolojik Mücadele Yöntemi ve Uygulamalar. Orman Genel Müdürlüğü. Balıkesir - Akçay Orman Zararlılarıyla Mücadele Eğitim Semineri kitapçığı

Ozcan, G.E., M. Eroglu, H. Alkan Akinci, 2021. Assessing the laboratory mass rearing of Predator Beetle *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Monotomidae). *International Journal of Tropical Insect Science* 41 (2): 1835-1843

Orman yangınları konusunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi düzeyi ve eğitimdeki farkındalıklarının belirlenmesi (Bursa ili örneği)

Determination of primary school teachers' knowledge level and awareness in education on forest fires (Case study: Bursa province)

Canberk HAZNEDAR¹

Neşat ERKAN¹

Edanur AYHAN¹

¹ Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Edanur AYHAN

edanur.ayhan@btu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

18.07.2023

Kabul Tarihi (Accepted)

25.10.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Nur DİKTAŞ BULUT

nurdiktasbulut@ogm.gov.tr

Atıf (To cite this article): Haznedar, C. , Erkan, N. & Ayhan, E. (2023). Orman yangınları konusunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi düzeyi ve eğitimdeki farkındalıklarının belirlenmesi (Bursa ili örneği) . Ormanlık Araştırma Dergisi , 10 (2) , 224-234 . DOI: 10.17568/ogmoad.1329332



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Toplumsal farkındalığın birçoğu okul öncesi, ilk ve ortaokul çağlarında kazanılmaktadır. Diğer yandan öğrencilerin davranışlarının, ormancılık ve yaban hayatı dahil çevre bilinçlerinin gelişmesi, öğretmenlerin bilinç seviyesi ve farkındalığı ile doğrudan ilgilidir. Bu çalışmanın amacı, orman yangınları konusunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi seviyesini ve farkındalığını ölçmek ve öğrencilerin etkin bir şekilde bilinçlendirilmeleri ve eğitilmeleri için nasıl bir yöntem uygulanacağı konusunda öğretmenlerin görüşlerine ulaşmaktır. Çalışmada Bursa ilinde sosyal ve ekonomik koşullar dikkate alınarak rastgele seçilen okullarda ilkökul öğretmenleri ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler başta olmak üzere temel bileşenler analizi, Mann-Whitney U testi ve Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi seviyelerinde ve farkındalık düzeylerinde cinsiyete ve yaşa bağlı farklılık görülmemiştir. Yine sonuçlara göre, öğretmenler bilgi düzeylerinin yeterli olduğunu düşünmelerine rağmen, ormanlar, ormanların çevresel etkileri ve bu bağlamda orman yangınlarının sonuçları konularında yeterli bilgiye sahip değildiler. Bu sonuçlardan hareketle, toplumda çocukların eğitimi gibi önemli misyon üstlenen öğretmenlere Orman Genel Müdürlüğü tarafından Millî Eğitim Bakanlığı, üniversiteler, kamu ve sivil toplum kuruluşları ile birliği yaparak konu ile ilgili olarak eğitimler verilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Çevre, eğitim, öğrenci, orman yangını.

Abstract

Most of the social awareness is gained at the pre-school, primary school and secondary school education stage. On the other hand, the development of students' behaviors and environmental awareness, including forestry and wildlife, is directly related to the level of consciousness and awareness of teachers. The aim of this study is to measure the knowledge level and awareness of primary school teachers about forest fires and get their opinion on the methodology of effective training to increase the students' awareness. In the study, a survey was conducted with primary school teachers in randomly selected primary schools, taking into account their social and economic conditions in Bursa. Descriptive statistics, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis test and principal component analysis were used for data analyses. As a result of the analyses, no gender and age-related differences were observed in the knowledge and awareness levels of primary teachers about forest fires. Teachers think that their level of knowledge is sufficient, but the results showed that they do not have enough knowledge about forests, the environmental effects of forests and the consequences of forest fires. Based on these results, it is recommended that teachers of primary school, who undertake an important mission such as the education of children in society, should be given effective training by the Directorate General of Forestry in coordination with the Ministry of National Education, universities, public and non-governmental organizations.

Keywords: Environment, training, student, wild fire

1. Giriş

Orman yangınları biyotik veya abiyotik etkenlere bağlı olarak farklı nedenlerle ortaya çıkmaktadır ve doğal ekosistemin sürekliliğini tehdit etmektedir (Avcı ve Korkmaz, 2021). Orman yangınları ile mücadelede gelişen teknolojinin önemli bir rolü olsa da değişen mevsim koşulları, artan nüfus, hatalı ormancılık uygulamaları sonucunda orman yangını sayısının artacağı bilinmektedir (Ertuğrul, 2005; Bilgili ve ark., 2010).

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 2022 verilerine göre Türkiye’de 2012 ve 2021 dahil 10 yıllık dönemde 24.739 orman yangını çıkmış ve bu yangınlardan 214.852 ha orman alanı etkilenmiştir. Ancak bu anlamda 2021 yılında ekstrem bir dönem yaşanmış ve incelenen 10 yıldaki toplam yanan orman alanının %64’ü bu yılda gerçekleşmiştir. 2021 yılında çıkan yangın sayısı (2.793 adet) 2020 yılına (3.399 adet) göre daha az olsa da 2021 yılında 118.632 ha daha fazla orman alanı yanmıştır (OGM, 2022).

Orman yangınlarının çıkış nedenleri OGM tarafından dört başlık altında toplanmış olup, bunların son 10 yıldaki dağılımı; 1) sebebi bilinmeyen (64.923 ha), 2) ihmal (anız, çöplük, avcılık, çoban ateşi, sigara, piknik) ve kazaya bağlı olarak (enerji, trafik) (84.210 ha), 3) kasıtlı (terör, kundaklama, açma) (52.186 ha) ve 4) doğal yollardan (919 ha) şeklinde ortaya çıkmıştır (OGM, 2022).

Türkiye’de orman yangınlarının biyolojik, fiziksel, ekolojik ve sosyal etkileri ve nedenleri hakkında birçok çalışma yapılmıştır (Mol, 1993; Hakyemez, 1995; Baş, 1997; Bilgili ve Sağlam, 2003; Başaran ve ark., 2007; Coşgun ve ark., 2010; Güney ve ark., 2016; Güney ve ark., 2023) fakat orman yangınları ve insan ilişkileri ele alan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (Stankey, 1976; Özden ve ark., 2012; Yılmaz ve ark., 2012; Turan, 2019). Çalışmaların birçoğu yangın öncesi, yangın sırasında ve yangın sonrası aşamalarına ilişkin değerlendirmeleri içermektedir. Orman yangınları ile ilgili harcamalar incelendiğinde ise çoğunluğunu yangın sonrası söndürme çalışmaları oluşturmaktadır (Coşgun ve ark., 2010). Oysa orman yangınlarına yönelik politikaların, ormanların korunması kavramı üzerine inşa edilmesinden dolayı yangın öncesi alınacak tedbirler büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda yangın tehlike ve risk haritalarının oluşturulması, yanıcı madde ve yangın simülasyonu üzerine çalışmalar yangın öncesi faaliyetler kapsamında artmaktadır (Başaran ve ark., 2004; Güney, 2014; Asri ve ark., 2017). Orman yangınları ile mücadelede çıkan yangınların söndürülmesi

çalışmalarından daha önemlisi yangınların çıkmasının önlenmesi ya da çıkan yangın sayısının azaltılmasıdır. Nitekim kasten ve tedbirsizlik sonucu ortaya çıkan orman yangınları eğitimle doğrudan ilişkilidir ve çıkan yangın sayısının azaltılmasında, özellikle orman ile bir şekilde teması olan toplumların eğitimi ve bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda erken yaşlarda verilecek çevre ve orman yangınları ve etkileri konusundaki eğitimlerin ve farkındalık çalışmalarının önemi büyüktür (Karakaya ve ark., 2011). Ancak bu noktada eğitim aracının, yönteminin ve aktörlerinin isabetli seçilmesi ve etkin bir eğitimin planlanması gerekmektedir.

Çağlar (2017)’ın, 4. ve 5. sınıf ilköğretim öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik algılarına ilişkin yürüttüğü çalışmaya göre çocuklara kazandırılacak çevre bilincinde, davranış ve tutumunda aile, medya ve öğretmenlerin rolü büyük önem taşımaktadır. Yine Öz ve ark., (2013) fen bilgisi öğretmen adayları ile ilköğretim öğretmeni adaylarının çevresel tutum seviyeleri arasında anlamlı bir fark tespit etmişlerdir. Bu farkın fen bilgisi öğretmenlerinin çevre konularına yönelik aldıkları müfredat derslerinden ve eğitiminden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Gül ve ark. (2018)’nin çalışmalarında da öğretmenlerin üniversite eğitimlerinde çevre eğitimi konusunda ders alması ile çevresel tutum kazanması arasında pozitif yönlü ilişki olduğu saptanmıştır.

Stankey (1976) ABD Selway-Bitterroot Wilderness (Yaban Hayatı Koruma Alanı) alanındaki ziyaretçilerin orman yangınlarına yönelik bilgi düzeyinin düşük olduğunu ve orman yangınının ekosistemde yarattığı sonuçlara yönelik soruların yarısını doğru cevaplayabildiğini saptamıştır. Turan (2019) ise, meydana gelen orman yangını sayıları incelendiğinde ön sıralarda yer alan Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nde yürüttüğü çalışmasında orman köylülerinin orman yangınlarına ilişkin yeterli bilgi düzeyine sahip olmadığını, orman işçilerinin ve orman işletme şeflerinin farkındalıklarının artırılması gerektiğini tespit etmiştir.

Yılmaz ve ark. (2012), Mersin ilinde farklı toplum kesimlerinin orman yangınlarına yönelik bilgi, görüş ve deneyimlerini belirlemek amacıyla bir proje yürütmüşlerdir ve proje sonucunda orman yangınları konusunda eğitim için kamu desteğinin artmasına ve orman yangınının olumsuz sonuçlarını azaltmaya yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir. Coşgun ve ark. (2010) Antalya’da orman yangınlarına neden olan sosyoekonomik faktörlerin saptanmasına ilişkin yürüttükleri çalışmalarında ise nüfusun eğitim özellikleri dikkat çeken faktörlerden birisi olmuştur.

Geleceğin inşası genç bireylere dayanmaktadır. Günde en az altı saatini okulda geçiren öğrenciler, temel toplumsal farkındalıklarının çoğunu okulda kazanmaktadır. İhmal ve dikkatsizliğin orman yangınları üzerindeki etkisi göz önüne alındığında genç bireylerin orman yangınlarına yönelik tutumlarının, davranışlarının ve bilgi düzeyinin önemi artmaktadır. Öğretmenler, bildiklerini öğrencilerine aktararak öğrencilerin davranışlarının ve tutumunun temel yol göstericilerinden birisi olmaktadır (IEEP, 1994). Öğrencilere verilecek eğitim programlarının etkisini görebilmek ancak öğretmenlerin konu ile ilgili yeterli bilgi, bilince ve isteğe sahip olması ile sağlanabilmektedir (Oluk ve Oluk, 2011).

Orman yangınları konusunda öğretmenlerin bilgi ve bilinç düzeyini ölçmek ve öğrencilerin bakış açılarını geliştirmesine yönelik fikirlerini belirlemek büyük önem taşımaktadır. Nitekim öğrencilere yönelik eğitim programlarında en önemli aktörlerden birisi öğretmenlerdir. Dolayısıyla bu konuda yapılacak çalışmalarda öncelikle “eğiticilerin eğitimi” başlığı altında ve bilgi eksikliği tespit edilen konularda öğretmenlerin bilgi seviyelerinin artırılması gerekmektedir. Çevresel sorunlara yönelik çalışmalar (Çelikkıran, 1997; Ersoy ve Tükkân, 2010; Yardımcı ve Kılıç, 2010; Sarı, 2022) incelendiğinde Türkiye’de iklim değişimi ile birlikte artan orman yangınları konusunda ilkökul öğretmenlerinin bilgi seviyesinin ölçüldüğü, farkındalıklarının test edildiği ve daha kalıcı çözüm yöntemlerinin araştırıldığı bu çalışma ilk kez gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın ilk amacı, Türkiye için de örnek olmak üzere, Bursa ilindeki ilkokullardaki öğretmenlerin orman yangınları konusunda bilgi ve bilinç düzeylerinin saptanmasıdır. İkinci amacı ise ilkökul düzeyindeki öğrencilerin orman yangınları konusunda etkin bir şekilde bilinçlendirilmeleri ve eğitilmeleri için nasıl bir yöntem uygulanması gerektiği konusunda öğretmenlerin görüşlerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bursa ilinde ilkökul 1.2.3. ve 4. sınıf öğrencilerine kılavuzluk eden ilkökul öğretmenlerinin orman yangınları konusunda bilgi ve bilinç düzeylerinin belirlenmesi amacıyla araştırma ekibi tarafından hazırlanan anketten elde edilen veriler çalışmanın materyalini oluşturmaktadır.

Verilerin toplanmasında Bursa’nın daha iyi temsil edilmesi amacıyla ilçeler, dağ ilçeleri, ova ilçeleri ve merkez ilçeleri olmak üzere üç gruba ayrılmış-

tır. Keles ve Büyükorhan ilçelerinden iki dağ ilkökulu, Gemlik ve İnegöl ilçelerinden iki ova ilkökulu ve Yıldırım ve Nilüfer ilçelerinden dört merkez ilkökulu belirlenerek anketler tamamlanmıştır.

Anket formu 14 adet çoktan seçmeli, 14 adet beşli likert ölçekli ve 3 adet açık uçlu olmak üzere toplam 31 sorudan oluşmaktadır. Hazırlanan anket formunda temelde beş soruya yanıt aranmıştır;

- Öğretmenlerin orman yangınlarına ilişkin bilgi düzeylerini etkileyen faktörler nelerdir?
- Öğretmenler okullardaki eğitim müfredatının orman yangınları konusunda farkındalık yaratılmasında yeterli olduğunu düşünüyor mu?
- Öğretmenler, orman yangını konusunda ilgili kurum ve kuruluşların yaptığı faaliyetlerden bilgi sahibi midir?
- Öğretmenler, orman yangınlarının neden olduğu çevresel sorunların farkında mıdır?
- Öğretmenlerin, öğrencilerin orman yangınları konusundaki farkındalıklarını, bilgi ve bilinç seviyelerini arttırmak için önerileri nelerdir?

2.2. Yöntem

Anket çalışmasına başlamadan önce anketlerin güvenilirliğini test etmek için Bursa ili Yıldırım ilçesinde bir ilkökul belirlenerek 34 öğretmen ile ön anket çalışması yapılmıştır. Anketlerin güvenilirliği testi sonucuna göre anlaşılması güç sorularda değişiklikler yapılmış ve anket güncellenerek asıl anket çalışması belirlenen ilçelerde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma 2022 yılı içerisinde araştırmaya konu edilen ilkökul öğretmenlerinin uygunluk durumuna göre öğretmenler odasında gerçekleştirilmiştir. Gözlem ve görüşmelerden faydalanmak, soruların yanlış anlaşılması veya rastgele doldurulması ihtimaline karşı yüz yüze görüşme tekniği tercih edilmiştir.

Örnek büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla formül 1 kullanılmıştır (Orhunbilge, 2000). Formülde %95 (0,05) anlamlılık düzeyi için Z değeri 1,96 ve göze alınabilir hata miktarı (D) \pm %10 kabul edilmiştir. Çalışmanın ana toplumu Bursa ilindeki ilkökul öğretmenleri oluşturmaktadır. Bursa Milli Eğitim Müdürlüğü ile yapılan görüşme sonucunda toplam ilkökul öğretmeni sayısı N=6.188 olarak tespit edilmiştir. Hesaplama, öğretmenlerin orman yangınlarına ilişkin farkındalıklarının olma olasılığı p=0,5, olmama olasılığı q=0,5 olarak kabul edilmiştir.

$$n \geq \frac{Z^2 * N * p * q}{N * D^2 + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Formül 1 kullanılarak örnek büyüklüğü $n \geq 95$ olarak hesaplanmıştır. Çalışmada okulların ve öğretmenlerin seçiminde rastgele örnekleme metodu tercih edilmiştir ve 148 ilkököl öğretmeni ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

İlkököl öğretmenlerinin cinsiyet ve yaş özelliklerini, orman ve orman yangını konularında temel bilgi seviyelerini ortaya koymak amacıyla frekans (f), yüzde tabloları ve diğer tanımlayıcı istatistiklerden faydalanılmıştır. Analizler için SPSS v. 22.0® (2015) kullanılmıştır.

Öğretmenlerin orman yangınlarına yönelik temel farkındalığının ve düşüncelerinin ölçülmesi için hazırlanan anket formunun iç tutarlılığını ölçmek için Cronbach's değerleri kullanılmıştır. Ankette 14 soru beşli likert ölçeği olarak hazırlanmıştır ve katılımcılar; kesinlikle katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), ne katılıyorum, ne katılmıyorum (3), katılıyorum (4), kesinlikle katılıyorum (5) seçenekleri arasından tercihte bulunmuşlardır. Bu 14 soru için faktör analizi ile öğretmenlerin bilgi düzeylerinin daha az faktörle ifadesi için temel bileşenlerine bakılmıştır. Bunun için öncelikle örneklemin yeterliliği Kaiser-Meyer-Olkin Testi (KMO) ile, sorulara ait değişkenler arasındaki ilişkinin anlamlılığı ise Bartlett's testi ile test edilmiştir. Örneklem uygunluğu için KMO değerinin en az 0,60 ve üzerinde olması; Bartlett's testinde de anlamlılık düzeyinin %95 ten fazla ($p < 0,05$) olması esas alınmıştır (Bursal, 2019).

İlkököl öğretmenlerinin farkındalık ve bilgi düzeylerinin cinsiyete göre farklılaşp farklılaşmadığının test edilmesi amacıyla non-parametrik ikili karşılaştırma testlerinden Mann-Whitney U testi; yaşa bağlı farklılık olup olmadığının test edilmesi amacıyla Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

Orman yangınları konusunda bilgi, bilinç ve farkındalıkların ölçülmesi amacıyla 87 kadın (%59), 61 erkek (%41) ilkököl öğretmeni ile görüşülmüştür. Yaş aralıkları incelendiğinde, 22-32 yaş aralığında 19 kişi (%13), 33-43 yaş aralığında 68 kişi (%46), 44-54 yaş aralığında 51 kişi (%34), 55-65 yaş aralığında ise 10 (%7) öğretmen çalışmaya katılmıştır.

3.1. Öğretmenlerin orman yangınlarına ilişkin bilgi düzeylerine ait bulgular

Öğretmenlere “ormanların her türlü tehlikeye karşı korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir olarak yönetilmesinde hangi kurum veya kuruluşun

rol aldığı” sorulmuştur. Cevap olarak beş seçenek sunulmuştur; %60'ı “Tarım ve Orman Bakanlığı”, %43'ü “Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA)”, %3'ü “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (csb.gov.tr)” yanıtını vermiştir. “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı” ile “Kültür ve Turizm Bakanlığı” da seçenekler arasında yer almasına rağmen işaretleyen öğretmen olmamıştır.

Öğretmenlere “orman yangınlarını söndürmede etkili kuruluş” sorulduğunda yanıtların neredeyse yarısı (%49) ülkemizde “Belediyelere ait İtfaiye Teşkilatı”nın, %40'ı “Orman Genel Müdürlüğü”, %9'u “Türk Silahlı Kuvvetleri” ve “Jandarma”, %2'si ise “Belediyeler”in orman yangınlarında etkili role sahip olduğunu düşünmektedir.

Son yıllarda 112 Acil Çağrı Hattında birçok acil hat birleştirilmesine rağmen, öğretmenlere orman yangın ihbar hattını bilip bilmedikleri sorulduğunda %86'sı orman yangını gördüklerinde ALO177'yi, %10'u ALO110'u, %2'si ALO112'yi, %1'i ALO156'ya, %1'i ALO155'in aranması gerektiğini düşünmektedir.

Son yıllarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları ve diğer nedenlerle artan orman alanları ile ilgili öğretmenlerin bilgi sahibi olup olmadıklarını öğrenmeye yönelik sorulan; “Sizce ülkemizde orman varlığı azalıyor mu, çoğalıyor mu?” sorusuna %80 oranında “azalıyor, gittikçe yok oluyor” yanıtı alınmıştır. %16 oranında “çoğalıyor ve gittikçe artıyor”, %3 oranında da “aynı kalıyor, ne azalıyor ne çoğalıyor” cevabı alınmıştır. Öğretmenlerin %1'i de ilgilenmediğini belirtmiştir.

Anayasa ve ilgili diğer alt mevzuat gereği yanan alanların mutlaka tekrar orman kurularak işletildiğini öğretmenlerin bilip bilmedikleri araştırılmak istenmiştir. Yanan alanların ağaçlandırılarak orman haline getirileceğini düşünen öğretmenlerin oranı %43 olmakla birlikte, %47 gibi önemli bir oranı bu alanların güçlü kişilere verildiğini düşünmektedir. Öğretmenlerin %7'si yanan alanların olduğu gibi kaderlerine terk edildiğini, %3'ü de bu konuda herhangi bir fikri bulunmadığını ifade etmiştir.

Orman yangınlarının nedenleri konusunda toplumda sosyal medyadan veya kitle iletişim araçlarından kaynaklanan yanlış bilgilendirmeler olabilmekte ve öğretmenlerin düşüncelerini de etkileyebilmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin orman yangınlarının çıkma sebepleri için “1” en çok, “7” en az olacak şekilde derecelendirmeleri istenmiştir. Sonuçlara göre 2,37 değeri ile insanların kasten ormanı yaktığı düşüncesi daha fazla ön pla-

na çıkmaktadır. Aynı zamanda insanların dikkatsizliklerinin yangın çıkmasında etkili olduğu ikinci hakim görüş arasında bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Öğretmenlerin, orman yangınlarının çıkma sebebi ile ilgili görüşleri
Table 1. Teachers' opinions on the reason of forest fires

Sizce orman yangınları en çok hangi sebepten çıkmaktadır?	Ortalama (\bar{x})*
İnsanlar kasten ormanı yakmaktadır	2,37
İnsanların dikkatsizlikleri ve ihmal nedeniyle yangın çıkmaktadır	2,78
Bilinmeyen sebeplerden yangın çıkmaktadır	3,86
Arazi açmak için yangın çıkarılmaktadır	3,84
Anız yakma sebebiyle çıkmaktadır	4,09
Doğal olaylardan (şimşek, sıcaklık vb.) kaynaklı yangın çıkmaktadır	5,11
Enerji hatlarının birbirine değmesinden oluşan kıvılcımdan yangın çıkmaktadır	5,30

* 1: en çok çıkan sebebi, 7: en az çıkma sebebi olarak derecelendirilmiştir.

3.2. Öğretmenlerin orman yangınlarına ilişkin farkındalık ve bilinç düzeylerine ait bulgular

Ormanların korunması ve sürekliliğinin sağlanması sadece orman yangınları açısından değil, toplumun birçok ihtiyacına yanıt vermesi açısından da önemlidir. Öğretmenlere ormanların korunmasında en etkili yolun hangisi olduğu sorulmuştur. "1" en etkili yol, "5" en az etkili yol olacak şekilde işaretlenen yanıtlar, ormanların korunmasında yasal düzenlemelerin artması sonucunda ormanların korunacağı ve böylelikle orman yangınlarının azalacağı düşüncesinin hakim olduğunu göstermektedir (Tablo 2). Bu görüş öğretmenlerin ormanların kasten yakıldığı düşüncesini desteklemektedir.

Tablo 2. Öğretmenlerin ormanların korunması yöntemleri konusundaki değerlendirmeleri
Table 2. Teachers' evaluation of forest conservation methods

Ormanların korunmasında en etkili yolun hangisi olduğunu düşünüyorsunuz?	Ortalama (\bar{x})*
Yasal düzenlemelerin artması gerektiğini düşünüyorum	1,19
Halkın bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünüyorum	2,31
Denetimlerin artması gerektiğini düşünüyorum	2,98
Daha fazla orman koruma memuru istihdam edilmesi gerektiğini düşünüyorum	3,34
Toplumun ormanlara yönelik talebinin azaltılmasına yönelik faaliyetlerinin artırılması gerektiğini düşünüyorum	3,34

* 1: en etkili yol, 5: en az etkili yol olarak derecelendirilmiştir.

Orman yangınları sadece yanan alan kapsamında değil, ülke ve hatta küresel bağlamda birçok ekolojik dengenin değişmesine neden olmaktadır. Her bireyin toplumsal sorunlara karşı verdiği önem, anlam ve beklenti derecesi değişmektedir. Öğretmenlerin orman yangınlarının sonuçlarını önemseme sebeplerini "1" en önemli, "10" en düşük önemli olacak şekilde sıralaması istenmiştir. Sonuçlar orman yangınının iklim değişikliği, ekolojik dengenin bozulması, afetlerin artması gibi uzun vadeli sonuçları üzerine etkilerinin önemine dikkat çekmektedir. Turizm, rekreasyon ve ekonomik kayıplar öğretmenlerin en az önemli gördüğü seçenekler arasında bulunmaktadır (Tablo 3).

Orman yangınlarının önlenmesine yönelik yapılacak çalışmalara "1" en önemli, "5" en az önemli olacak şekilde derecelendirme yapmaları istenmiştir. Yanıtlarda caydırıcı cezalar verilmesinin en etkili önleyici yöntem olduğu düşüncesi 2,39 puan ile ilk sırada yer almıştır (Tablo 4). İlkokul öğretmenlerinin görüşleri arasında yer alan ormanların korunmasında yasal düzenlemelerin artırılması düşüncesi ile yangınların önlenmesinde caydırıcı cezaların gerekliliği birleşmektedir. Okullarda verilecek eğitim ise ikinci sırada yer almaktadır. Aynı zamanda öğretmenlerin orman yangınlarının çıkış sebeplerine yönelik görüşlerinde ilk sırada kastın olması, ikincisi sırada dikkatsizliğin olması bu görüşleri desteklemektedir.

Tablo 3. Öğretmenlerin, orman yangınlarının sonuçları konusundaki görüşleri
Table 3. Teachers' opinion on the consequences of forest fires

Orman yangınlarının sonuçlarını önem derecenize göre 1 ile 10 arasında sıralayınız.	Ortalama (\bar{x})*
Karbon, oksijen dengesinin bozulmasından dolayı iklim değişikliğine sebep olmaktadır	3,80
Ekolojik denge bozulmaktadır.	4,09
Canlı ve cansız örtünün yok olmasıyla erozyon, sel-taşkın ve hava kirliliği gibi doğal afetlerin sayısında artış yaşanmaktadır	4,49
Gelecek kuşakların ormanları azalmaktadır	4,67
Ormanlarda yaşayan canlıların yaşam alanları yok olmaktadır	4,91
Karbondioksit miktarı arttıkça ozon tabakasının delinmesi hızlanmaktadır	5,08
Toprak verimliliğini yitirmektedir	5,49
Odun ürünlerinde ve tıbbi bitkilerde ekonomik kayıplar yaşanmaktadır	6,85
Rekreasyon alanı azalmaktadır	6,94
Turizm olumsuz yönde etkilenmektedir	7,24

* 1: en önemseme sebebi, 10: en az önemseme sebebi olarak puanlanmıştır.

Tablo 4. Öğretmenlerin, orman yangınlarının önlenmesi konusundaki görüşleri
Table 4. Teachers' opinions on forest fire prevention

Orman yangınlarını önlemek için yapılması gereken çalışmalar	Ortalama (\bar{x})*
Caydırıcı cezalar olmalıdır.	2,39
Halk kitle iletişim araçları ile uyarılmasıdır.	2,78
Okullarda öğrencilere eğitim etkinlikleri yapılmalıdır.	2,79
Okul kitaplarında orman yangınları ile ilgili bilgilerin yer almasını sağlanmalıdır.	3,34
Çarpıcı, slogan ve semboller kullanılarak orman alanlarında ikaz levhaları yaptırılmalıdır.	3,60

*1:en önemli çalışma, 5: en az önemli çalışma olarak puanlanmıştır.

Orman alanlarının korunması ve devamlılığının sağlanması OGM'nin görev tanımı içerisinde yer almaktadır (URL-1). Öğretmenlerin, OGM'nin görev ve faaliyetleri hakkındaki bilgi düzeyleri ölçüldüğünde ormanların korunması, geliştirilmesi ve sürekliliğine yönelik şıkların seçildiği ve bu konularda farkındalıklarının yüksek, odun ihtiyacının karşılanması, rekreasyon ve kırsal halkın kalkındırılmasına yönelik farkındalıklarının ise orta düzeydedir. Ormanlarda bina ve yolların yapılması, yanan orman alanlarının kullanıma açılması, turizm tesisleri ve gecekondular için yer tahsis edilmesi gibi görev tanımı ve faaliyetleri içerisinde yer almayan ifadelerin çok az kişi tarafından seçildiği görülmektedir. Lisans eğitimlerinde orman yangınları konusunda verilen dersler ile mevcut bilgi düzeyine ulaşan öğretmen oranı %38, sosyal medya ile %34, haberler aracılığı ile %16 ve sadece %12'si gerçek bilgiye ulaşmak için araştırma yolunu tercih etmektedir (Tablo 5).

Öğretmenlere orman varlığı, ormanların korunması, sürekliliğin sağlanması, orman yangınlarının önlenmesi vb. konular ile ilgili eğitim alıp almadıkları sorulduğunda, %84'ü ormancılık ile ilgili kurum ve kuruluşlardan hiçbir eğitim almamıştır ve %4'ünün bu konuda eğitim verildiğinden haberi vardır fakat şahit olmamıştır. Eğitim alan %12'lik kısmın %10'u ise eğitimlerin verimli olmadığını düşünmektedir. Bu durum ülkemizdeki orman varlığı miktarı konusunda, ormanların korunmasında, yangın çıkma sebepleri ve yangın sonrasında yanan alanların akıbeti gibi ölçülen bilgi düzeylerinde verilen yanıtları açıklar niteliktedir. İlkokul öğretmenlerinin bilgi ve bilinç düzeylerine dikkat çeken bu çalışma, ormancılık ile ilgili eğitim veren kurum ve kuruluşların (OGM, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Orman fakülteleri ve ormancılık STK'ları vb.) öğretmenlerin

yaklaşık %85'ine henüz ulaşmadığını göstermektedir. Eğitim alma isteği konusunda öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde %71,5'inin ormancılık ve orman yangınları konusunda eğitim almak istediği, %14,9'unun istemediği, %13,6'sının ise emin olmadığı görülmüştür.

Tablo 5. Öğretmenlerin, ormancılık faaliyetleri konusundaki farkındalık düzeyleri
Table 5. Teachers' awareness of forestry activities

OGM'nin ormancılık faaliyetleri nelerdir?	f	%
Ormanları tehlikelerden ve kaçakçılardan korur.	133	89,9
Ağaçlandırma yapar, ormanları geliştirir.	123	83,1
Orman yangınlarını söndürür.	89	60,1
Orman köylüsüne iş alanı sağlar.	58	39,2
Yakacak odun ve kereste üretir, ülkenin odun ihtiyacını karşılar.	56	37,8
Piknik yerleri açar, halkın istifadesine sunar.	46	31,1
Ormanda bina ve yollar yapar.	31	20,9
Yanan orman alanlarını kullanıma açar.	31	20,9
Turizm tesisleri için ormandan yer tahsis eder.	26	17,6
Gecekondulara arsa tahsis eder.	16	10,8
Orman yangınları ile ilgili bilgileri nereden öğrendiniz?		
Lisans eğitim hayatımda öğrendim.	56	37,8
Sosyal medya aracılığı ile öğrendim.	50	33,8
Haberlerden öğrendim.	25	16,9
Kendim araştırma yaparak öğrendim.	17	11,5

Öğretmenlerin orman yangınları konusunda bilgi düzeyleri ile ilgili sorulan toplam 14 sorunun yapı geçerliliğini test etmek amacıyla faktör analizi yapılmıştır. Öncelikle uygunluk analizi yapılmış ve KMO değeri 0,723; Bartlett's test sonucu 633,219; df:91 ve $p < 0,05$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak örneklemin faktör analizi için uygun olduğu kararına varılmıştır. Faktör analizi yöntemlerinden biri olan temel bileşenler analizi ve doğrudan eğik döndürme (direct oblimum) yöntemi kullanıldığında ilk çözümlemede 14 sorunun dört faktörlü yapıdan oluştuğu görülmüştür. Binişiklik gösteren dört değişken sırasıyla çıkartılıp analiz tekrarlandığında kalan 10 değişken üç alt boyutlu yapıdan oluşmuştur. İki değişkenden oluşan üçüncü faktör grubunun iç tutarlılık katsayısı (Cronbach's alpha:α) 0,21 hesaplandığından analizden çıkarılmıştır.

İkinci çözümlemede kalan 8 değişkenin iki alt boyutlu bir yapıdan oluştuğu ve bu iki faktörün toplam varyansın %60,19'ını açıkladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, ilk faktör grubu varyansın %41,73'ünü, ikincisi ise %24,540'ını açıklamaktadır (Tablo 6). Birinci faktör grubunda beş değişken yer almış ve

Tablo 6. Özdeğer istatistiğine bağlı faktör sayısı ve açıklanan toplam varyans
Table 6. Number of factors based on eigenvalue statistics and total explained variance

Bileşenler	Başlangıç Öz Değerleri			Açıklanan Toplam Varyans		
	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif varyans yüzdesi (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif varyans yüzdesi (%)
1	3,339	41,737	41,737	3,339	41,737	41,737
2	1,477	18,458	60,195	1,477	24,540	60,195
3	0,989	12,367	71,562			
4	0,658	8,223	80,785			
5	0,566	7,072	87,857			
6	0,443	5,540	93,396			
7	0,343	4,289	97,685			
8	0,185	2,315	100,00			

iç tutarlılık katsayısı 0,80; ikinci faktör grubunda üç değişken yer almış ve iç tutarlılık katsayısı 0,71 olarak hesaplanmıştır. İki faktör grubunun iç tutarlılık katsayısı 0,79; KMO değeri 0,735; Bartlett's test sonucu 423,727; df:28 ve $p < 0,05$ olarak hesap-

lanmıştır. Analiz sonucunda ölçek yapısal olarak, “farkındalık” ve “bireysel bilgi düzeyi” şeklinde tanımlanabilecek iki faktör grubu elde edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Faktör analizi sonucunda hesaplanan değişkenlere ait faktör yükleri ve iç tutarlılık katsayıları
Table 7. Factor loads and Cronbach's alpha values of variables calculated as a result of factor analysis

Üretilen Faktör ve Değişkenleri	Kesimlikle katılmıyorum		Katılmıyorum.		Ne katılıyorum, ne katılmıyorum		Katılıyorum		Kesimlikle katılıyorum		Faktör Yüktü	α
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%		
Farkındalık												
Orman yangınlarının önlenmesinde insanlara önemli bir rol düşmektedir.	3	2,0	2	1,4	7	4,7	22	14,9	114	77,0	0,829	0,807
Orman yangınlarının sonuçlarını bariz bir şekilde hissetmekteyim.	5	3,4	2	1,4	3	2,0	45	30,4	93	62,8	0,800	
Orman yangınlarının küresel ısınma ve iklim değişikliğine etkisi çok büyüktür.	3	2,0	4	2,7	10	6,8	26	17,6	105	70,9	0,793	
Okul müfredatında orman ve yangın konusunda ders içeriğinin zenginleştirilmesi gerekmektedir.	3	1,0	6	4,1	16	10,8	46	31,1	77	52,0	0,649	
Orman yangınlarının önlenmesi konusunda kendimi sorumlu hissediyorum.	7	4,7	9	6,1	17	11,5	58	39,5	57	38,5	0,660	0,792
Bireysel Bilgi Düzeyi												
Orman yangınları konusundaki bilgilerim öğrencilerime aktarmak için yeterli olduğunu düşünüyorum.	4	2,7	15	10,1	42	28,4	49	33,1	38	25,7	0,868	0,714
Öğrencilerime orman yangınları konusunda yeterli bilgiyi aktardığımı düşünüyorum.	4	2,7	11	7,4	43	29,1	53	35,8	36	24,3	0,738	
Orman yangınları konusunda yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.	5	3,4	22	14,9	22	14,9	60	40,5	39	26,4	0,758	

Öğretmenlerin orman yangınları konusunda farkındalıklarını ifade ettikleri birinci faktör grubu incelendiğinde genel olarak olumlu yanıtlar ile so-

rumluluk bilincinde oldukları görülmektedir. Farkındalıklarının ve bireysel bilgi düzeylerinin öğretmenlerin cinsiyetine ve yaşına göre farklı olup

olmadığının test edilmesi amacıyla faktörün alt boyutundan aldıkları puanların ortalaması hesaplanmıştır. Cinsiyete göre farklılaşmanın olup olmadığının test edilmesi için Mann Whitney U testi, yaş gruplarına bağlı anlamlı bir fark olup olmadığının test edilmesi için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda, ilkokul öğretmenlerinin orman yangınları konusunda farkındalıklarının ve bireysel bilgi düzeylerinin cinsiyete ve yaşa göre farklılaşmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

3.3. Öğretmenlerin öğrencilerin bilgi seviyesinin ve farkındalıklarını artırılmasına yönelik görüşlerine ait bulgular

Öğretmenlerin, çocukların orman yangınları konusunda farkındalıklarının, bilgi ve bilinç seviyelerinin artırılması için uygulanacak yöntemlere yönelik önerilerini eğitim başlığı altında toplamak mümkündür. Uzmanlar tarafından başta öğretmenler olmak üzere öğrencilere de düzenli eğitim sunumları ders müfredatı kapsamına alınması gerektiği görüşü ön plana çıkmaktadır. Ek olarak orman sevgisi, ormanın öneminin benimsenmesi ve orman yangınlarının sebepleri ve sonuçlarının kavranmasında ders müfredatında geniş yer verilmesi; müfredat içeriklerinin görsellerle, animasyonlu çizgi film serileriyle, boyama kitaplarıyla ve videolarla tamamlanması önerilmektedir.

Eğitim sürecinin sadece teorik olarak değil, uygulamalı eğitimi de kapsamı öneriler arasında bulunmaktadır. Bu öneride, orman alanlarında OGM öncülüğünde ve kamu kuruluşları eşgüdümünde orman ziyaretlerinin planlanması, yanan orman alanı gezileri de dahil, bu alanlarda uzman personel tarafından orman kaynaklarının sağladığı faydalar ile yangın sonucunda meydana gelen zararların öğrencilere aktarılması ve fidan dikilmesi gibi etkinliklerin uygulamalı eğitim yöntemi kapsamına alınmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Çocukluk dönemi; ilgi, farkındalık, bilgi kazanma bakımından kritik bir dönemdir ve okul dönemlerinde oluşturulan bilinç gelecekteki davranışların temelini oluşturmaktadır (Cordes ve Miller, 2000). Bu anlamda okul öncesi, ilkokul ve ortaokul döneminde öğrencilerin bilinçlerinin şekillenmesinde önemli aktörlerden birisi olan öğretmenlerin, öğrencileri orman ve orman yangınları konusunda yeterli düzeyde bilinçlendirebilmeleri için öncelikle kendilerinin bu konuda bilgi seviyesinin ve farkındalıklarının yüksek olması beklenmektedir. Ancak ilkokul öğretmenlerinin bu konuda bilgi ve farkındalık düzeyinin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Örneğin bu çalışmada sınıf öğretmenlerin

%43'ü ormanların korunması, geliştirilmesinde TEMA'nın rol aldığını düşünmektedir. Benzer sonuçlara OGM'nin ormancılık algı araştırmasında (Anonim, 2014) ulaşılmış ve toplum tarafından TEMA'nın milyonlarca ağaç dikerek, ülkemizi yeşillendiren tek kurum olarak görüldüğü ortaya konmuştur. OGM'nin tanınırlığının ve faaliyetlerinin toplum tarafından bilinmesi amacıyla halkla ilişkiler çalışmalarının etkin yürütülmesi toplum farkındalığını da arttıracaktır. Keza OGM'nin mevcut kitle iletişim araçlarından faydalanmasında ve geliştirilecek stratejilerin uygulanmasında köklü bir kurumsal kimliğe sahip olması ve teşkilat içerisinde Basın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü'nün bulunması OGM'nin üstünlükleri arasında yer almaktadır (Kayacan ve ark., 2020).

ALO 177 Orman Yangını İhbar Hattı'nın toplum tarafından yaygın olarak bilinen ALO 112 Acil Çağrı Hattı'na entegre edilmesi asılsız ihbarların önüne geçilmesi, acil yardım hizmeti sunan kurumların koordinasyonunun sağlanması, yanlış kurumların aranmasının önüne geçilmesi ve müdahale hızının artması amacını taşımaktadır. Öğretmenler tarafından ALO 177 Orman Yangını İhbar Hattı'nın genel olarak bilindiğini söylemek mümkündür. OGM, öğretmen kamuoyunda bu konuda dikkat çekmeyi başarmıştır. Anonim (2014)'de olduğu gibi bu çalışmada da orman yangınlarında en etkili kuruluşun İtfaiye Teşkilatı olduğu kanısı ve ülkemizde orman varlığının azaldığı, yanan orman alanların ekonomik, siyasi, mevki vb. bakımlardan güçlü kişilere verildiği gibi yanlış düşüncelerin hakim olduğu görülmektedir. Oysa 6831 sayılı Orman Kanununun 69. maddesinde "Orman idaresi, orman yangınlarını önlemek ve söndürmek amacıyla her türlü hizmeti yapar veya yaptırır" ibaresine yer verilmektedir. Söz konusu yasa gereği de OGM orman yangınlarının önlenmesi ve söndürülmesinde neredeyse tek etkin çalışmayı yapan kuruluştur. Ek olarak ülkemizde 1999 yılında orman varlığımız 20,2 milyon hektar iken 2021 yılında 23,1 hektardır (OGM, 2022) ve anayasanın 169. maddesinde "Devlet, ormanların korunması ve sahalarının genişletilmesi için gerekli kanunları koyar ve tedbirleri alır. Yanan ormanların yerinde yeni orman yetiştirilir, bu yerlerde başka çeşit tarım ve hayvancılık yapılamaz" ibaresi yer almaktadır. Bu sonuçlar, öğretmenlerin ormancılık ve orman varlığı konusundaki bilgileri doğru araçlardan elde etmemelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Toplumun önemli bir aydın kesimini oluşturan öğretmenlerin, toplum ortalamasından daha yüksek bilgi düzeyine sahip olması bekleniyorsa da sonuçların böyle olmadığı anlaşılmaktadır. Orman yangınları ile mücadele konusunda yanan alanların akıbeti ile ilgili olarak öğretmenlerin tamamının

doğru bir şekilde bilgilendirilmesi önemlidir. Nitekim öğretmenler ve özellikle insan hayatının şekillenmesinde çok belirleyici ve zorunlu olan ilkököl öğretmenleri, öğrencilerin doğru bilgilendirilmesi için en yakın ve en etkin aktörlerdir.

OGM'nin verilerine (OGM, 2022) göre dikkatsizlik ve ihmalden çıkan orman yangınları daha fazladır. Oysa bu araştırma sonucu göstermiştir ki, öğretmenlerde bilinçli ve kasıtlı yangınların sayısının daha fazla olduğu ve arazi açmak için yangınların çıkarıldığı görüşü hakim durumdadır. Öğretmenler tarafından, yanan ve diğer orman alanlarının yasal düzenlemelerle korunacağı öncelikli, toplumun bilinçlendirilmesi gerektiği ise ikinci etkili yol olarak görölmektedir. Oysa orman suçları 6831 sayılı yasaya göre cezaları ağır olan ve çıkartılacak aflara hiçbir şekilde konu edilemeyecek kadar önemli müeyyideleri olan suçlardır. Bu konuda öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmadığı, dolayısıyla öğretmenlerin orman yangınlarının önlenmesi için eğitimin cezalandırmadan daha önemli olduğu konusunda bilgilendirilmeleri önem arz etmektedir. Ek olarak OGM'nin orman yangınları ile mücadelede yangının çıkmasına eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları ile engel olmak (önleme); erken uyarı, hızlı ve etkin müdahale (söndürme) ve yanan alanlarının hızla ağaçlandırması (rehabilitasyon) olarak üç temel stratejisi bulunmaktadır (TOB, 2022). Üç temel strateji içerisinde önleme çalışmalarına önem verilmesi ise dikkatsizlik ve ihmalden çıkan orman yangınlarının azaltılmasında ve doğrudan ormanların korunmasında etkisi büyük olacaktır.

Orman yangınlarına ilişkin sahip oldukları bilgileri eğitim hayatından ve sosyal medyadan öğrenen öğretmenler yaklaşık %70 düzeyindedir. Öğretmenlerin %87'si orman yangınları konusunda yeterli bilgiye sahip olduklarını ve öğrencilerine aktardıklarını düşünmektedirler. Fakat öğretmenlerin ormanların korunmasında, yanan orman alanlarının ağaçlandırılmasında, orman yangınlarının nedenleri ve azaltılmasında en etkili olduğunu düşündükleri yollara bakıldığında bilgi düzeylerinin yeterli olmadığı görölmektedir. Toksöz (2011)'e göre eğitim hayatını tamamlasalar bile yeni yetişen nesillerin orman yangınları ve çevre konusunda yeterli bilince sahip olmaları için öğretmenlerin yaşam boyu eğitim anlayışıyla düzenli eğitimler almaları önemlidir. Bu nedenle "Eğitiminin Eğitilmesi Stratejisi" ile öğretmenlerin bilgi seviyelerinin artırılmasına ihtiyaç olduğu görölmektedir.

Bu çalışmada ilkököl öğretmenlerinin bilgi seviyesi ve farkındalık düzeylerinin yaşa ve cinsiyete göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Öz ve ark.

(2013)'nın çalışmalarında ise ilkököl öğretmenlerinin ve fen bilgisi öğretmenlerinin cinsiyeti ile çevreye yönelik tutum seviyeleri arasında fark saptanmıştır. Aynı zamanda öğretmenlere verilen lisans eğitim müfredatının çevre sorunlarına yönelik farkındalığı değiştirdiğini ve fen bilgisi öğretmenlerinin ilkököl öğretmenlerine göre çevresel tutumlarının daha fazla olumlu yönde olduğu ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin öğrencilerine orman ve orman yangınları konusunda verdiği eğitimin sadece teorik olarak değil, uygulamalı eğitimlerle de desteklenmesi faydalı olacaktır. Uygulamalı eğitim öğrencilerin araştırma, sorgulama ve öğrenme isteklerinin teşvik edilmesine ve merak duygularının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Böylelikle ilköğretim öğrencilerine orman ve orman yangını gibi küresel sonuçları olan konularda farkındalık oluşturmak, öğrenci merkezli ve etkinliklere dayalı olduğu öğrencilerin bu farkındalığı davranışa dönüştürmeleri daha kolay olacaktır. İlköğretim müfredatında orman ve orman yangını gibi çevresel sorunlar ile ilişkili ders içeriklerinin artırılması, bu ders programını aktaracak sınıf öğretmenlerinin duyarlı, yeterli bilgi ve farkındalığa sahip ve istekli olmaları sonucunda başarıya ulaşacaktır.

Çalışma ile sınıf öğretmenlerinin ve eğitim üzerine çalışan bilim insanlarının görüşleri değerlendirilerek erken yaşlarda öğrencilere orman ve orman yangınları konusunda bilincin ve farkındalığın kazandırılması için bazı öneriler geliştirilmiştir. Bunun yanında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, tubitak.gov.tr) tarafından düzenlenen Bilim Söyleşileri veya 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Destekleme Programı gibi projeler ile öğrencilerin farkındalıklarının ve bilgi düzeylerini artırmak mümkün olmaktadır (URL-2).

Öğrencilerin doğayı, çevreyi, ormanları ve bu konuda yaşanan toplumsal sorunları kavrayabilmesi amacıyla benzer projeler ve orman yangınları konusunda uzman olan OGM, Milli Eğitim Bakanlığı ile eşgüdümlü ve üniversiteler, kamu ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği ile bilgilendirme eğitimleri süreklilik haline getirilmelidir. Afişler, çizgi filmli animasyonlar ve simülasyonlar hazırlanarak hem öğretmenlere hem öğrencilere ulaşılmalıdır. Yanan sahaların ve ağaçlandırma faaliyetlerinin yerinde görölmelerinin ormanların önemini kavratılmasında etkisi daha fazla olacaktır. Yangınlar dahil ormancılık ve çevre konularının eğitim müfredatına eklenmesinin yanında öğrencilerin doğanın içine karışmaları rutinden çıkararak öğrenmelerini hızlandıracaktır. Ancak bütün bu eğitim faaliyetlerinin başarıya ulaşabilmesi için sınıf öğretmenlerinin

ormanlar, ormanların çevresel etkileri ve bu bağlamda orman yangınlarının sonuçları konusunda yeteri kadar eğitilmiş olmaları gerekmektedir. Söz konusu eğitim OGM tarafından düzenlenen diğer eğitim faaliyetleri arasında planlanabilir ve etkin bir şekilde icra edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma 1919B012107841 başvuru numaralı 2209-A projesi kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2014. OGM Algı Araştırması, Analitik-Teknik Araştırma ve Danışmanlık LTD, analitikarastirma.com.tr/wp-content/uploads/2017/pdf/ogm.pdf (ziyaret tarihi: 23.02.2023).

Asri, G., Çorumluoğlu, Ö., Özdemir, E., 2017. CBS Destekli Orman Yangını Risk Dağılım Analizi; Antalya Örneği. 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Avcı, M., Korkmaz, M., 2021. Türkiye’de orman yangını sorunu: güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. *Turkish Journal of Forestry*, 22 (3): 229-240.

Baş, R., 1997. Türkiye’de orman yangınları nedenleri, zararları ve yangınlara karşı alınacak önlemler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 27(2): 52-73.

Başaran, M. A., Sarıbaşak, H., Cengiz, Y., 2004. Yangın Söndürme Planı Temel Esaslarının Belirlenmesi (Manavgat Örneği). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:18, Antalya.

Başaran, M. A., Sarıbaşak, H., Çamalan, İ., 2007. Yangın Risk ve Tehlike Sınıflarının Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniğinin Kullanılması. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler Sempozyumu, 17-19 Ekim, İstanbul.

Bilgili, E., Sağlam, B., 2003. Fire behavior in maquis fuels in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 184 (1-3): 201-207.

Bilgili E., Durmaz, B. D., Baysal İ., Sağlam B., Küçük Ö., 2010. Doğu Karadeniz Ormanlarında Orman Yangınları. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, 20-22 Mayıs, III. Cilt, pp. 1280-1290.

Bursal, M. (2019). SPSS İle Temel Veri Analizleri. Anı Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara.

Cordes, C., Miller, E., 2000. Fool’s Gold: A Critical Look At Computers In Childhood. Alliance for Childhood, Collage Park, MD., USA.

Coşgun, U., Yolcu, İ., Tolunay A., Orhan H., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde Orman Yangınlarına Neden Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Belirlenmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik

Bülten No:40, Antalya.

Çağlar, A., 2017. 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik algıları. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2017 (9): 311-320.

Çelikkıran, A., 1997. Çevre Sorunları ve Eğitim (Çevre Konusunda Formatör Öğretmen Eğitimi Kursu Uygulama Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Ersoy, A. F., Türkkan, B., 2010. İlköğretim öğrencilerinin çizdikleri karikatürlere yansıtıkları sosyal ve çevresel sorunların incelenmesi, *Education and Science*, 35(156): 96-109.

Ertuğrul, M., 2005. Orman yangınlarının dünyadaki ve Türkiye’deki durumu. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7): 43-50.

Gül, S., Çobanoğlu, İ. H., Aydoğmuş, M., Türk H., 2018. Sınıf öğretmenlerinin çevreye yönelik tutumlarının incelenmesi: Samsun ili örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(2): 139-157.

Güney, C. O., 2014. Orman yangınlarında tutuşma risk haritaları ve kullanma olanakları. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 51 (4-5-6): 13-18.

Güney, C. O., Özkan, K., Şentürk, Ö., 2016. Modelling of spatial prediction of fire ignition risk in the Antalya-Manavgat district. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66 (2): 459-470.

Güney, C. O., Mert, A., Gülsoy, S., 2023. Assessing fire severity in Turkey’s forest ecosystems using spectral indices from satellite images. *Journal of Forestry Research*. <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01620-7>.

Hakyemez, A., 1995. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nde orman yangınları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 45 (1-2): 119-126.

IEEP, 1994. Institute for European Environmental Policy (ieep.eu), An Environmental Education Curriculum For Pre-Service Education Of Secondary Level Teacher. UNESCO-UNEP-IEEP: Environmental Education Series: 43.

Karakaya, M., Özyaral O., Ayra F., Keskin Y., 2011. Çevre Bilinci ve Çevrenin Korunması Konusunda 5-6 Yaş Grubu Çocuklarına Yönelik Algı Değerlendirilmesi. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 4-7 Ekim, Çanakkale.

Kayacan, A., Alkan, S., Yılmaz, E., Bayir, Y., Alkan, U. M., 2020. Ormancılık çalışmalarını kamuoyuna duyuracak etkili kitle iletişim araçlarına yönelik mevcut durum analizi (Isparta OBM örneği). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 7(2): 131-146.

Mol, T., 1993. Orman yangınları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 43(3-4): 69-78.

OGM, 2022. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri, <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Ziyaret tarihi: 15.11.2022).

Oluk, S., Oluk, A. E., 2011. Yüksek Öğretimde Sürdürülebilir Çevre Eğitimi İçin Sorun Merkezli Program Tasarımları. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 4-7 Ekim, Çanakkale.

Orhunbilge, A.N., 2000. Örneklem Yöntemleri ve Hipotez Testleri, Gözden Geçirilmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı, Avcıol Basım ve Yayın, İstanbul.

Öz, A. S., Şahin, S., Korkmaz, T., 2013. İlköğretim fen bilgisi, sınıf ve okul öncesi öğretmen adaylarının çevresel tutum düzeylerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2): 248-267.

Özden, S., Kılıç, H., Ünal H. E., Birben, Ü., 2012. Orman Yangını İnsan İlişkisi. https://www.foresteconomics.org/books/yanigin_kitap.pdf. (Ziyaret tarihi: 19.12.2021).

Sarı, A., 2022. Erken çocukluk döneminde doğa ve yaban hayatı eğitimi bakımından Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nin karşılaştırılması: Trabzon ili-Oregon Eyaleti örneği. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 9(2); 42-50.

SPSS Inc., 2015. SPSS 22.0 Guide to Data Analysis, Published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Stankey, G. H., 1976. Wilderness Fire Policy: An Investigation Of Visitor Knowledge On Beliefs. Ogden, Utah, USDA Forest Service, Research Paper INT-180: 17.

TOB, 2022. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar, III. Tarım Orman Şurası, 18-21 Kasım 2019; Ankara. (www.tarimormansurasi.gov.tr; ziyaret tarihi: 6.12.2022).

Toksöz, S., 2011. Çevre Bilinci ve Eğitim. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 4-7 Ekim, Çanakkale.

Turan, Ö., 2019. Orman Yangınları ve İnsan İlişkilerinin Farklı İlgili Grupları Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin.

URL-1: Orman Genel Müdürlüğü'nün Görevleri, <https://www.ogm.gov.tr/tr/kurulusumuz/genel-bilgiler>. (Ziyaret tarihi: 23.02.2023).

URL-2: 4004- Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları Destekleme Programı Çağrı Metni, https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/13209/4004_cagri_metni_27072018.pdf

Yardımcı, E., Kılıç, G. B., 2010. Çocukların gözünden çevre ve çevre sorunları. *Elementary Education Online*, 9(3); 1122-1136.

Yılmaz, E., Topal, A., Keleş, H., 2012. Farklı Toplum Kesimlerinin Orman Yangınları Yönetimine Yönelik Bilgi, Görüş ve Deneyimlerinin Belirlenmesi, Mersin İli Örneği. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 42, Tarsus.*

Amaç ve Kapsam

Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri tarafından 1952 yılından itibaren Teknik Bülten, Yıllık Bülten, Teknik Rapor, Araştırma Dergisi ve Çeşitli Yayınlar adı altında yayınlanan araştırma sonuçlarını tek çatı altında toplamak amacı ile 2014 yılından itibaren yayımlanmaya başlayan Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi (OGMOAD); Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin çalışma programında yer alan araştırma projelerinin ara veya sonuç raporlarından hazırlanan makaleler ile akademisyen, araştırmacı ve uygulayıcı kişilerin ormancılık konuları ile ilişkili olarak hazırlayacağı ve daha önce başka bir yerde kısmen veya tamamen yayımlanmamış makaleleri içerir.

Ormanlık Araştırma Dergisi, Orman Genel Müdürlüğü'nün resmi dergisi olup ormancılık ile ilgili çeşitli konularda bilgi alışverişi için ulusal ve uluslararası düzeyde bir paylaşım temin etmeyi amaçlamaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, yılda 2 defa Temmuz ve Aralık aylarında Türkçe olarak İngilizce özlü ya da İngilizce olarak Türkçe özlü yayımlanır.

Ormanlık Araştırma Dergisi'nin amaçları, yüksek bilimsel standartta araştırmaya dayalı makalelere öncelik vererek özgün makaleler yayımlamak, ormancılık ile ilişkili alanlarda güncel çalışmalar yaparak faydalanıcıların hizmetine sunmaktır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, aşağıda belirtilen alanlarda ormancılık sorunlarına çözüm getirmek amacı ile temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını içeren ulusal ve uluslararası makaleleri kabul etmektedir.

ISLAH	Tohum, Ağaç Islahı, Genetik, Biyoteknoloji.
YETİŞTİRME	Silvikültür, Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ağaçlandırma ve Bitki Fizyolojisi, Peyzaj.
EKOLOJİ	Toprak ve Ekoloji, Havza Yönetimi, Orman - Su İlişkileri.
İŞLETME	Ekonomi, Hasılat, Amenajman, Ormanlık Politikası, Sosyal Ormanlık, Orman İnşaatı ve Transportu.
KORUMA	Orman Yangınları, Entomoloji, Fitopatoloji, Yaban Hayatı ve Korunan Alanlar.
ORMAN ÜRÜNLERİ	Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri, Orman Endüstrisi.

Ayrıntılı bilgi için lütfen : <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoaad/aim-and-scope>

Yazarlar İçin

-Makale değerlendirme ve yayın süreci

Ormanlık Araştırma Dergisi'ne gönderilen makaleler ilk aşamada editörler tarafından etik, dil ve yazım kontrolünden geçirilerek Bölüm Editörlerine gönderilmektedir. Bölüm Editörleri uygun durumdaki makaleleri hakem değerlendirme sürecine almakta ve süreçleri tamamlanan makaleler mizanpajları yapılarak dergimizde uygun bir sayıda yayınlanmak üzere ön izlemeye alınmaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi çift kör hakem değerlendirme sistemini kullanır.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmemektedir.

-Makale yazım kuralları

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8.000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

Kâğıt Boyutu	A4 Dikey	Yazı Tipi Stili	Normal
Satır Aralığı	Tek (1)	Boyutu (Ana başlık)	14
Üst Kenar Boşluk	3,7 cm	Boyutu (Özetler)	9
Alt Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Normal metin)	10
Sol Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Tablo-grafik)	9
Sağ Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Kaynakça)	9
Yazı Tipi	Times News Roman Tur		

-Araştırma ve yayın etiği, hatalı uygulama beyanı

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisine makale gönderen yazarların 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: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoad/aim-and-scope>

For Authors

-Review and publishing process

Submitted manuscripts are undergone ethic control and language control by the editors and sent to Subject Editors. If the manuscript is appropriate it's sent to two referees. After a double-blind review process the manuscripts with positive reports are sent to Layout Editor, and then published on the web page of the journal.

Turkish Journal of Forestry Research has a double-blind review process.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

-Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as “Research Paper”, “Review Article”, “Letter to the Editor” or “Technical Note”, and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

Paper Size	A4 Vertical	Font Style	Normal
Line Spacing	1	Type Size (Main title)	14
Top Margin	3,7 cm	Type Size (Abstracts)	9
Bottom Margin	3 cm	Type Size (Regular Text)	10
Left Margin	3 cm	Type Size (Table-figure)	9
Right Margin	3 cm	Type Size (References)	9
Font	Times News Roman		

-Research and publication ethics, and malpractice statement

Concurrent submission is not acceptable. Authors must not submit a manuscript to more than one journal simultaneously. Related to this subject, authors should not submit previously published work, as well.

Editors are fully authorized to make necessary changes and edit the paper in order to ensure the compliance with the writing and publishing guideline. All authors must agree with any such addition, removal or rearrangement.

The authors should ensure that if they use other person’s ideas, language, pictures and tables, this has been appropriately cited or quoted and permission has been obtained where necessary.

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made substantial contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the paper (e.g. language editing), they should be recognized in the “Acknowledgements” section.

If the work, particularly in social sciences, involves “scientific researches/studies conducted with the participation of human excluding clinical researches”, the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the human rights legislation, and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If the work involves the use of experimental or wild animals (or animal material), the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the principles of “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, relevant laws and institutional guidelines and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If there are any commercial ties or institutions supporting the research financially, they should be recognized in the “Acknowledgements” section and the authors should state that there are no relationship with the mentioned institution or organization, or if any, nature of the relationship should be stated.

The authors should follow the rules stated in this section (plagiarism, duplication, self-plagiarism, authorship, false citation, fabrication, unethical research and measures, conflict of interest, main principles etc.) for the papers that they sent.

Editors should be aware that any information related to the paper is confidential and should not be shared with anyone, but the authors and the reviewers.

Reviewers should be aware that the information related to the paper and the peer review process is confidential and should not be shared with anyone, but the editor.

By submitting an article, the author(s) certify that the article is their original work, that the paper has not been submitted or published elsewhere (in print, online/blog, etc.), that the article and its contents do not infringe in any way on the rights of third parties, and that they take full responsibility of any risk of therein.



Ormancılıkta
1839 *dan*
Süğüne

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