



ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl
Year 2018

Cilt
Volume 5

Sayı
Issue 1

ISSN 2149-0783
e-ISSN 2149-0775

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry



OGM

1839

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





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

Bölüm Editörleri

Subject Matter Editors

Islah <i>Tree Breeding</i>	Dr. Gaye Eren KANDEMİR
Yetiştirme <i>Growing</i>	Doç. Dr. Ali KAVGACI
Ekoloji <i>Ecology</i>	Ahmet KARAKAŞ
İşletme <i>Forest Management</i>	Dr. Mustafa BATUR Dr. Güven KAYA Dr. Ersin YILMAZ
Koruma <i>Conservation</i>	Meltem Kalay GÖKTEPE Dr. Halil İbrahim YOLCU
Orman Ürünleri <i>Forest Products</i>	Tuğba BOZLAR Akın SARAÇBAŞI
Dil Editörleri <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER Ceren ÖZMEN

CTA Ltd. Şti. (0312 222 66 77) tarafından basılmıştır.

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

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

E-mail: oad@ogm.gov.tr

Danışma Kurulu

Advisory Board

Islah <i>Tree Breeding</i>	Dr. Mehmet ÇALIKOĞLU Dr. Fatma FEYZİOĞLU Ercan VELİOĞLU
Yetiştirme <i>Growing</i>	Erdal ÖRTEL Mehtap ÖZTEKİN Dr. Gaye KANDEMİR Doç. Dr. Ali KAVGACI Dr. Celal TAŞDEMİR
Ekoloji <i>Ecology</i>	Dr. Ş. Teoman GÜNER Ahmet KARAKAŞ Osman POLAT Dr. Sevdâ POLAT
İşletme <i>Forest Management</i>	Özge Volkan AKSU Dr. Hadiye BAŞAR Dr. Mustafa BATUR Dr. Nur DİKTAŞ BULUT Dr. Neşat ERKAN Dr. Güven KAYA Dr. Ersin YILMAZ
Koruma <i>Conservation</i>	Fatih BAŞTAR Dr. İkbâl Meltem ÖZÇANKAYA Meltem Kalay GÖKTEPE Bahadır Nusret ŞANLI İlhami TURAN Dr. Halil İbrahim YOLCU
Orman Ürünleri <i>Forest Products</i>	Sadettin GÜLER Dr. Murat KÖSE Akın SARAÇBAŞI

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article

Yetiştirme / Growing

GAP bölgesinde sulama ve drenaj kanalları ağaçlandırmalarında kullanılabilecek bazı hızlı gelişen yapraklı türlerin belirlenmesi / *Determining some of the fast-growing broadleaved species that can be used in afforestation along irrigation channels (Şanlıurfa-Harran sample)* 01-14

Hüseyin KARATAY, Ali OKUR

İşletme / Forest Management

Seyahat maliyeti yöntemiyle Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarına yönelik bölgesel talebin tahmini / *Estimating regional recreational demand for forest recreation sites in Ankara province with travel cost* 15-30

Güven KAYA, Kenan OK, Tuncay PORSUK, Tuğba DENİZ, Murat ÇETİNER

Koruma / Conservation

Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme / *An evaluation on the relation of bat and forest* 31-43

Tarkan YORULMAZ, Okan ÜRKER, Rıdvan ÖZMEN

Ekoloji / Ecology

Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özellikleri ve beslenme durumuna etkisi / *The effects of seedling density on morphological properties and nutritional status of Taurus cedar seedlings* 44-55

Şükrü Teoman GÜNER, Dilek GÜNER, Uğur ŞAHİN

Orman Ürünleri / Forest Products

Dondurarak-kurutma yöntemi ile üretilmiş nanoselüloz kompozit panellerin yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) / *Life cycle assessment (LCA) of nanocellulose composite panels (NCPs) manufactured using freeze-drying technique* 56-63

Nadir YILDIRIM

Orman Ürünleri / Forest Products

Enzimatik, asidik ve sulu ekstraksiyon metotları ile çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.) yumrularının HPLC ile şeker kompozisyonları / *Sugar compositions by HPLC of asphodel (*Asphodelus aestivus* Brot.) tuber with enzymatic, acidic and water extraction methods* 64-73

Eyyüp KARAOĞUL, Mehmet Hakkı ALMA

İslah / Tree Breeding

Anadolu Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) beş yaşlı fidanlarında bazı kantitatif karakterlerin çeşitliliği / *Diversity of some quantitative characters of Oriental sweet gum (*Liquidambar orientalis* Mill.) for five-year-old seedlings* 74-81

Murat ALAN, Ercan VELİOĞLU, Turgay EZEN, Sadi ŞIKLAR, Hikmet ÖZTÜRK

İşletme / Forest Management

Korunan alanların zamansal ve ekolojik değişiminin parçalılık analizi yardımıyla izlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı örneği / *Monitoring temporal and ecological changes in protected areas with fragmentation analysis: A case study from Karagöl-Sahara National Park* 82-96

Mehmet YAVUZ, Can VATANDAŞLAR

Sulama ve drenaj kanalları ağaçlandırmalarında kullanılabilecek bazı hızlı gelişen yapraklı türlerin belirlenmesi (Şanlıurfa-Harran örneği)

Hüseyin KARATAY (Orcid: 0000-0003-4443-6693)*¹, Ali OKUR (Orcid: 0000-0002-8070-4950)¹

¹ Güneydoğu Anadolu Ormançılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ELAZIĞ

*Sorumlu yazar/Corresponding author: huseyinkaratay@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received: 27.07.2017, Kabul tarihi/Accepted: 05.12.2017

Öz

Bu çalışma GAP bölgesinde Şanlıurfa-Harran ovasının Akören köyü civarında yapılmıştır. Araştırma çalışmasında bölgede yaygın bulunan sulama veya drenaj kanalları ile tarım alanları arasında kalan tampon alanlarda yetiştirilebilecek bazı hızlı gelişen yapraklı türleri belirleme amaçlanmıştır. Denemede, karakavak türünün Kocabey (77/10), Anadolu (TR-56/75) ve 92.126 no'lu klonları, söğüt türlerinden 62.012 (*Salix alba*) ve 84/3 (*S. alba*) klonları ile NZ.1001 (*S. matsudana* x *S. alba*) melez orijini, *Eucalyptus camaldulensis* türünün 7046 no'lu Avustralya orijini, Fırat kavağının (*Populus euphratica* Oliv.) Birecik/Şanlıurfa orijini ve akkavak (Tunceli orijini) kullanılmıştır. Deneme deseninde, çapraz gelecek şekilde iki sıralı fidan dikimleri yapılmıştır. Denemede 5. yıl ölçme ve gözlemlerde çap, boy, böcek zararı ve yaşama yüzdeleri değerlendirilmiştir. Buna göre, okaliptüsün 7046 no'lu orijini başta olmak üzere karakavağın Kocabey klonu ve Fırat kavağının Birecik/Şanlıurfa orijini başarılı bulunmuştur. Bunlardan, Türkiye'de ilk defa bir ağaçlandırma çalışmasında kullanılan Fırat kavağı, iyi bir çap ve boy gelişiminin yanında, yaşama yüzdesi (%100) bakımından diğer tür ve orijinlere göre daha başarılı bir performans göstermiştir. Harran/Şanlıurfa bölgesinde bu üç tür, özellikle okaliptüste ilk yıllarda görülebilecek don tehlikesi dikkate alınarak sulama imkânı olabilecek alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir. Okaliptüs, don zararının kısmen daha az sıklıkta ve düşük şiddette görüldüğü özellikle Şanlıurfa il merkezinin güneyinde kalan Viranşehir, Akçakale, Ceylanpınar ve Harran'ın güney kesimlerinden başlamak üzere sulama ve benzer şekilde drenaj kanalları veya su alabilen yol kenarlarında kullanılabilir. Dikimler, alanın genişliğine ve yörenin koşullarına bağlı olarak 1-3 sıra veya galeri şeklinde uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, Harran, hızlı gelişme, sulama - drenaj kanalları, yapraklı türler

Determining some of the fast-growing broadleaved species that can be used in afforestation along irrigation channels (Şanlıurfa-Harran sample)

Abstract

This study was carried out in the GAP region near Akören village of Şanlıurfa-Harran plain. The research study aimed to identify some of the fast-growing broadleaved species that could be grown in buffer areas between agricultural areas and irrigation or drainage channels that are common in the region. In the experiment, Kocabey clone (77/10), Anadolu (TR-56/75) and 92.126 clones of black poplar (*Populus nigra*), 62.012 (*Salix alba*) and 84/3 (*S. alba*) and NZ.1001 (*S. matsudana* x *S. alba*) hybrid clone of salix species, Australian origin of *Eucalyptus camaldulensis* no.7046, Euphrates poplar (*Populus euphratica* Oliv.) of Birecik/Şanlıurfa origin and white poplar (*P. alba*) of Tunceli origin were used. The seedlings were planted in two rows and crosswise in the experimental design. In the 5th year of the experiment, the diameter, height, insect damage and survival percentages were evaluated. According to them, especially the origin of the eucalyptus no. 7046, Kocabey clone of black poplar and Birecik/Şanlıurfa origin of the euphrates poplar were found to be successful. Among these species, the Euphrates poplar which was used for the first time in the afforestation activity in the Southeastern Anatolia region showed a better performance than the other species and origins regarding survival percentage (100%) as well as good diameter and height development. In Harran/Şanlıurfa region, these 3 species can be used in afforestation activities in areas where irrigation may be possible, especially considering the frost hazard that can be seen in the first years of eucalyptus. Eucalyptus species can be used near the irrigation and similar drainage channels or roadsides with water, starting from the southern part of Viranşehir, Akçakale, Ceylanpınar, and Harran located in the south of Şanlıurfa province where frost damage is seen less frequently and less severely. Depending on the width of the area and conditions of the region, the plantings can be applied in 1 to 3 rows or as a gallery.

Keywords: Afforestation, broadleaved species, fast growing, Harran, irrigation - drainage channels

To cite this article (Atf): KARATAY, H., OKUR, A. "GAP bölgesinde sulama ve drenaj kanalları ağaçlandırmalarında kullanılabilecek bazı hızlı gelişen yapraklı türlerin belirlenmesi". Ormançılık Araştırma Dergisi 5 (2018): 1-14
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.331281>

1. Giriş

Türkiye orman alanları, toplam alanının %28,6'sını kaplamaktadır (Anonim, 2015). Ancak, toplam üretilen yapacak ve yakacak odun miktarı talebi karşılayamamaktadır. Diğer yandan kurulan barajlarla birlikte sulu tarıma geçilen geniş düzlüklere sahip 9 ili (Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Şanlıurfa, Siirt ve Şırnak) kapsayan GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesi son zamanlarda kısa idare süreli hızlı gelişen ağaç plantasyonları için çok yönlü yararlanma imkanı bulunan alternatif bir yetiştirme ortamı olarak önem kazanmıştır. GAP ile bölgede Şanlıurfa başta olmak üzere Fırat ve Dicle havzalarının yer aldığı 9 ilde yaklaşık 2,74 milyon hektar tarım alanının sulanması amaçlanmıştır. 2012 sonu itibarıyla GAP Bölgesi 2.805.540 hektar sulama alanına sahip olup bu alanlarda toplam 62.788 km klasik kanal ve kanalet, 24.775 km drenaj kanalı olmak üzere toplam 87.563 km potansiyel alan mevcuttur. Bunların yanında ana yollar ve 60.000 km²'yi geçen servis yolları ve bu tesisler ile tarım alanları arasında kalan alanlar düşünüldüğünde farklı genişlikte galeri şeklinde binlerce km ağaçlandırılabilir alan bulunmaktadır (Anonim, 2006; Anonim2012).

GAP bölgesinin birçok yerinde olduğu gibi dünyanın en verimli tarım arazilerinden biri olan Harran Ovası 150.000 hektar sulama alanına sahiptir (Anonim, 2004). Harran ovası topoğrafik olarak çevresine göre çukur bir fizyografik yapıya sahiptir. Ova, genellikle Pleyistosen-Holosen alüvyallerinden meydana gelmiştir. Harran Ovası ve Suriye boyunca alüvyal düzlükleri ve nehir konglomeralarındaki çamur, kum ve çakıl yığıntıları Pleyistosen-Holosen zamanında meydana gelmiş ve depresyonların dolması ile oluşmuş birikintileri içermektedir (Dinç ve ark., 1988). Geniş düzlüklere sahip tarım yapılan Harran ovası genel olarak derin ancak, ağır toprak yapısına sahiptir. Ovada bilinçsiz bir şekilde yapılan sulama yüzünden tuzlanma (Anonim, 2004) ve bununla birlikte drenaj problemi başlamıştır. 2001 yılı sonu itibarıyla Harran ovasında yeraltı su seviyesine bağlı olarak ortaya çıkan tuzlanma ve taban suyu problemi olan alanların toplamı 29.700 ha civarındadır. Drenaj sularının miktarını azaltmak için alınabilecek önlemlerden biri de belirli alanların tarımsal ormancılık faaliyetlerine ayrılması şeklinde düşünülebilir (Aydoğdu, 2006). Diğer yandan günümüzde 20'den fazla baraj ve hidroelektrik santrali ile 1,7 milyon ha sulama potansiyeli bulunan GAP bölgesi Türkiye alanının yaklaşık %10'unu kaplamakta ve genel kapsamda ağaçlandırma potansiyeli 400.000 ha olduğu düşünülmektedir (Birler ve Koçer, 1992). Buna rağmen bölgede, bu potansiyelin ancak % 10'luk kısmı

kullanılabilmektedir. Öte yandan günümüzde bölgede yapılan tarımla birlikte tarım ürünlerinin hasadı, depolanması, ambalaj ve nakli gibi aşamalarda ve diğer kullanımlar için odun hammaddesi kaynağı ihtiyacın 1/10'undan daha düşük seviyededir. Bölgede, yapılan barajlarla birlikte çok yönlü yararlanmayı sağlayacak olan hızlı gelişen ağaç türleri ile yapılacak endüstriyel plantasyonlara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu gereksinimler farklı dönemlerde yapılmış; [Aslan (1991), Birler ve Koçer (1992), Ayberk (1996), Uğurlu (1998), Toplu (1998), Toplu ve ark (2001), Öner (2002), Aslan ve Gökdemir (2005), Toplu ve Karatay (2006)] bilimsel çalışmalarla desteklenmektedir.

Ağaçlandırma çalışmalarına yön vermek, birim alanda verimi artırmak gibi amaçlarla farklı genetik yapıya sahip olduğu varsayılan tohum kaynakları farklı yetiştirme ortamlarında denemek en iyi adaptasyon ve büyümeyi yapan tohum kaynakları, diğer bir deyimle orijinler belirlenmektedir. Yine bu sayede belirli bir bölgeye ait orijinlerin ya da genotiplerin coğrafik olarak ne kadar uzağa transfer olabileceği yine orijin denemeleri ile ortaya konmaktadır. Bunun gibi farklı amaçlarla orijin, klon veya tür denemelerine ilişkin araştırma ve uygulama çalışmalarının yapılması ve potansiyeli olan GAP yöresinde halkın katılımının sağlanması gerekmektedir. Bölgede baraj sulaması ile birlikte ağaçlandırmalarda sulu ortamda kullanılabilecek bazı ağaç türlerine ilişkin yeterli çalışma bulunmamaktadır. Son yıllarda okaliptüs ağacının enerji amaçlı üretimi, uçucu yağlarından yararlanılması ve doğal artımda kullanılabilmesi nedeniyle gün geçtikçe önemi artan bir bitki konumuna gelmiştir (Karsavuran ve ark., 2007). Bu türün yanında tuzluluk ve yüksek taban suyu problemi olan yerlerde Fırat kavağı ve diğer bazı türler üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır.

GAP bölgesinin temel taşlarından biri olan ve önemli ağaçlandırma potansiyeli bulunan Şanlıurfa'nın Harran ovası sınırında yapılacak bu çalışmada hızlı gelişen kavak, söğüt ve okaliptüs türlerine ait farklı klonlar ve orijinler kullanılmıştır. Bunlardan, Dünya'da kültürü yapılan ve Türkiye'de ticari amaçla yetiştirilen türlerin başında kavak cinsine ait türler gelmektedir. Ülkemizde, kavak türlerinden karakavak, akkavak, titrek kavak ve Fırat kavağı doğal olarak bulunmaktadır. Bu kavak türlerinden en yaygın olanı ise karakavak türü (*Populus nigra*) olup Anadolu'da halk arasında geleneksel olarak yetiştirilmekte ve geniş bir varyasyona sahip bulunmaktadır. Günümüzde bu varyasyondan yararlanılarak birim alandan daha yüksek verim almaya yönelik olarak genelde çelikle rahatlıkla üretilebilen türlerde özellikle kavak ve söğüt türlerinde klonal ıslah çalışmaları yapılmak-

tadır. Bilindiği gibi klon, aynı ana ağaçtan alınan çeliklerden vejetatif yolla üretilen ve aynı genotipe sahip döllerin tamamı olarak nitelenmektedir. İslah çalışmalarında, ıslah değeri yüksek genetik özelliklere sahip klonlar seçilerek tescil edilmekte ve geçerli bir klon adı almaktadır. Bu ıslah çalışmaları sonucu ülkemizin farklı bölgelerinde başarılı bulunan başlıca Anadolu (TR-56/75), Gazi (TR-56/52), Kocabey (TR-77/10) ve Geyve (67.001) gibi karakavak klonları bulunmaktadır. Bu klonların bazıları bu çalışmada kullanılmıştır. Bu klonların yanında ülkemizde doğal rastlanan akkavak ile Dicle ve Fırat nehirleri ve kollarında yoğun yayılış gösteren, sıcak iklime ve tuzluluğa dayanıklı Fırat kavağı kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan *E. camaldulensis* türünün ait olduğu Okalıptüs cinsi 700'ü aşan türü içerir ve ağırlıklı olarak güney yarımkürede bulunur (Myburg ve ark., 2006). Bataklıkların kurutulması amacıyla kullanılmasının yanında odunu yapı kerestesi, yer döşemesi, maden direği, tekne yapımı, karoser yapımı, mobilyacılık, kaplama ve kontrplak, kağıt hamuru, enerji odunu, odun kömürü, ambalaj sandığı, iç dekorasyon, dolgu malzemesi, doğramacılık ve travers, yonga levha, direk ve kazık, oyuncak, tornacılık ve müzik aletleri gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Gürses, 1992; Yaltırık ve Efe, 2000; Toplu ve ark., 2001). Bu türe ait farklı orijinler GAP bölgesinde susuz ortamda denenmiş ve bunlardan, *E. camaldulensis* Dehn'nin kuraklığa ve dona dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Gülbaba, 1990).

Çalışmada kullanılan söğüt klonlarının içinde yer aldığı söğüt cinsine ait Türkiye'de doğal olarak 20'den fazla türü bulunmakta ve kavak ile birlikte her yerde rastlanabilmektedir. Sanayide başlıca selüloz ve kağıt yapımında olmak üzere, sepet yapımı, çit yapımı, rüzgar perdesi, yakacak, süs bitkisi ve hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Biomas üretimi ve enerji amaçlı tesislerde, hızlı büyümesi, sürgün verme kapasitesinin yüksek olması ve vejetatif olarak kolay üretilmesi gibi karakteristikleri yönünden enerji plantasyonları tesisine uygun tür olarak görülmektedir (Ericson, 1984; Ager ve ark., 1986). Birçok ülkede hızlı gelişen türlerle tesis edilen endüstriyel amaçlı plantasyonlarda kavakların yanında söğütlere de oldukça geniş yer verilmektedir. Bu çalışmada kullandığımız NZ. 1001 (*Salix matsudana* x *Salix alba*) söğüt melez klonu, Yeni Zellanda'nın hibrit söğütü olarak bilinmekte ve çoğunlukla toprak muhafaza ve klon seleksiyonunda kullanılmaktadır (Anonim, 2013a).

Bu çalışmada, Harran yöresinde odun hammaddesinin artımına katkı sağlayacak, en iyi büyümeyi sağlayan, tutma başarıları yüksek, hastalıklara da-

yanıklı ve bölgeye uyum gösteren, aynı zamanda tarım alanlarının kenarlarında, sulama ve drenaj kanal ve kanaletleri ile yol boylarında kullanılacak bazı yapraklı ağaç türlerine ait orijin ve klonların tespiti ve gelişimlerine ilişkin bilgiler ortaya konması amaçlanmıştır. Şanlıurfa ilinin Harran yöresinde ve benzer sulama yapılan alanlarda başarılı olan türler kullanılarak başta odun ürünü elde etmek ve sürdürülebilir faydalanmayı sağlamak, verimliliği artırmak çalışmanın ana hedeflerindedir. Böylece daha geniş alanlarda yapılacak ağaçlandırmalarla bölgenin odun ürünü talebinin karşılanmasında ve aynı zamanda sosyo-ekonomik yönden yöre halkına ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlanabilecektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma alanının tanıtımı

2.1.1.1. Araştırma alanının yeri ve toprak yapısı

Deneme sahası Şanlıurfa ili, merkez ilçeye bağlı Harran yakınındaki Akören Köyü batısında özel şahıs arazisinde, Atatürk Barajı sulama alanı içerisinde yer almaktadır. Deneme sahası Harran ovası devamında ovanın güneydoğu istikametinde tarla kenarı ile DSİ'ye ait açık beton sulama kanaletleri arasındaki doğu batı istikametinde yaklaşık 10 m genişliğindeki asfalt yola paralel olarak devam eden düz bir alanda (Anonim, 2013b) iki sıralı olarak kurulmuştur (Şekil 1).

Deneme sahasında açılan toprak profilinde ve 90 cm'ye kadar alınan toprak örneklerinden toprağın 120 cm'den daha derin ağır tekstürlü tekdüze bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre, pH: 7,45 ile 8,15 arasında S2-S3 sınıfında (uygun ve marjinal uygun) toprak türü olarak kil sınıfında yer almıştır. Toprak tuzluluğu 2 milimhos/cm'den daha düşük değerlerde olup tuzsuz sınıfında ve ancak tuz miktarı, çok hassas bitkilerin zarar görebileceği aralıkta bulunmaktadır. Total kireç %28,35-29,73 arasında olup aktif kireç bakımından özellikle kavak yetiştiriciliği için S3 sınıfında marjinal uygun olan çok kireçli sınıfında bulunmuştur. Organik madde %2,5 – 3,8 arasında olup çok uygundur. Toprak profilinde P₂O₅ (70,17-209,13 ppm), K₂O (111,83-314,36 ppm) ve Na (34,69-49,39 ppm) bakımından zengin olduğu belirlenmiştir.

2.1.2. İklim

Deneme sahasına ait uzun yıllara ait iklim bilgileri için Şanlıurfa merkez verilerinden (Tablo 1), deneme çalışmasının devam ettiği 5 yıllık (2008-2012) ve uzun süreli Harran yöresi iklim verileri de denemeye en yakın Şanlıurfa Toprak ve Su Kay-



Şekil 1. Deneme sahasının kurulduğu Şanlıurfa Akören Köyü (Anonim, 2013b)

Figure 1. Akören Village of Şanlıurfa province where the experiment site was established (Anonymous, 2013b)

nakları Araştırma Enstitüsü'nün ölçüm istasyonu değerlerinden alınmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi ortalama en yüksek sıcaklık Haziran-Eylül ayları arasında olup 30°C 'nin üzerinde bulunmaktadır. 52 yıllık verilere göre nadir de olsa erken ve geç donlara rastlanabilmektedir. Yağışlar genel olarak Aralık-Mart aylarında düşmekte ve en düşük yağış ise Haziran-Eylül ayları arasında (4 aylık sürede aylık $2,4\text{-}4,8\text{ kg/m}^2$) gerçekleşmektedir (Tablo 1). 2008-2012 yılları arasında ise en yüksek sıcaklık, Haziran-Eylül ayları arasında 25°C 'nin üzerinde kaydedilmiştir. Araştırmanın devam ettiği süre içerisinde öncelikle 2010 ve 2008 yıllarında ortalama maksimum yüksek sıcaklıklar yaşanmıştır. En

düşük sıcaklıklar ise vejetasyon mevsimi dışında Aralık-Şubat ayları arasında, ortalama 10°C 'nin altında gerçekleşmiştir. Deneme süresince vejetasyon mevsiminde minimum sıcaklık değerleri genel olarak sıfırın altında gözlenmezken 2008 yılı Şubat ayında $-3,1^{\circ}\text{C}$, 2009 yılı Ocak ayında $-4,7^{\circ}\text{C}$ ve 2011 yılının Kasım ayında $-0,4^{\circ}\text{C}$ 'lik ekstrem bir sıcaklık değeri kaydedilmiştir (Anonim, 2013c).

Şanlıurfa iline ait 1962-2012 yılları arasında yıllık toplam yağış ortalaması $467,6\text{ kg/m}^2$ iken deneme sahasına çok yakın bir yer olan Harran yöresinde 1979-2011 yılları arasında ortalama yağış miktarı $339,7\text{ kg/m}^2$ olmuştur (Tablo 1). 2008-2011 yılları arasında ise $184,7$ ile $234,1\text{ kg/m}^2$ arasında çok daha

Tablo 1. Şanlıurfa iline ait uzun yıllar iklim verileri
Table 1. Long Term Climate data of Şanlıurfa province

Şanlıurfa	(Aylar)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Uzun yıllar içinde gerçekleşen ortalama değerler (1960 - 2012)													
Ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		5,6	6,9	10,9	16,1	22,2	28,2	31,9	31,2	26,8	20,2	12,7	7,5
Ortalama en yüksek sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		10,0	11,8	16,5	22,2	28,6	34,6	38,7	38,2	33,8	26,9	18,5	12,0
Ortalama en düşük sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		2,3	2,9	6,2	10,5	15,6	20,8	24,4	24,0	20,1	14,8	8,4	4,1
Ortalama güneşlenme süresi (saat)		4,0	5,6	6,2	7,4	10,1	12,2	12,3	11,3	10,1	7,5	5,5	4,0
Ortalama yağışlı gün sayısı		12,4	11,3	10,9	9,8	6,5	1,5	0,3	0,2	0,9	5,3	8,1	11,2
Aylık toplam yağış ortalaması (kg/m^2)		86,5	71,2	64,3	48,0	28,3	4,1	2,4	3,8	4,8	27,9	47,5	78,8
Yıllık toplam yağış miktarı ortalaması: $467,6\text{ kg/m}^2$													
Uzun yıllar içinde gerçekleşen en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri (1960 - 2012)													
En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		21,6	22,7	29,5	36,4	40,0	44,0	46,8	44,8	42,0	37,0	29,4	26,0
En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)		-8,0	-9,6	-7,3	-3,2	6,0	10,0	16,0	16,0	11,2	2,5	-2,7	-6,4

düşük seviyede yağış görülmüştür. Şanlıurfa ve ilçelerinin 2008-2012 yıllarını kapsayan kuraklık analizinde, Standart Yağış İndeksi Metodu (SPI)'na göre kuraklık indisi ve sınıflandırmasında, şiddetli kurak (2010) ile orta nemli (2012) arasında değerler almıştır (Anonim, 2013c).

2.1.3. Deneme türleri

Bu denemede materyal olarak *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Populus euphratica* Oliv. ve *Populus alba* türlerinden birer tane orijin ile 3 karakavak ve 3 söğüt klonu kullanılmıştır. Bunlardan Fırat Kavağı (*Populus euphratica* Oliv.: Şanlıurfa-Birecik orijini), akkavak (*Populus alba* L.: Tunceli orijini: Mazgirt/Tunceli-Kovancılar yolu 13,3 km), karakavak türüne (*Populus nigra* L.) ait Kocabey (TR-77/10), Anadolu (*P. thevestina* cl. TR. 56/75) ve N.92.126 (Bilecik-Osmaneli) klonları kullanılmıştır. Söğüt (*Salix*) türlerinden *Salix alba* (62.012: Akyazı-Vakıflar), *Salix alba* (84/3: Edirne-Topsöğüt) klonları ve NZ.1001 (*Salix matsudana* x *Salix alba*): Yeni Zellanda'nın melez söğüt orijini ve Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. türüne ait 7046 no'lu Wiluna/Avustralya orijini kullanılmıştır. Bu orijine ait fidanlar Ceyhan/Adana'da kurulmuş bulunan plantasyon sahasından toplanan tohumların ekimi ile elde edilmiştir.

2.2. Yöntem

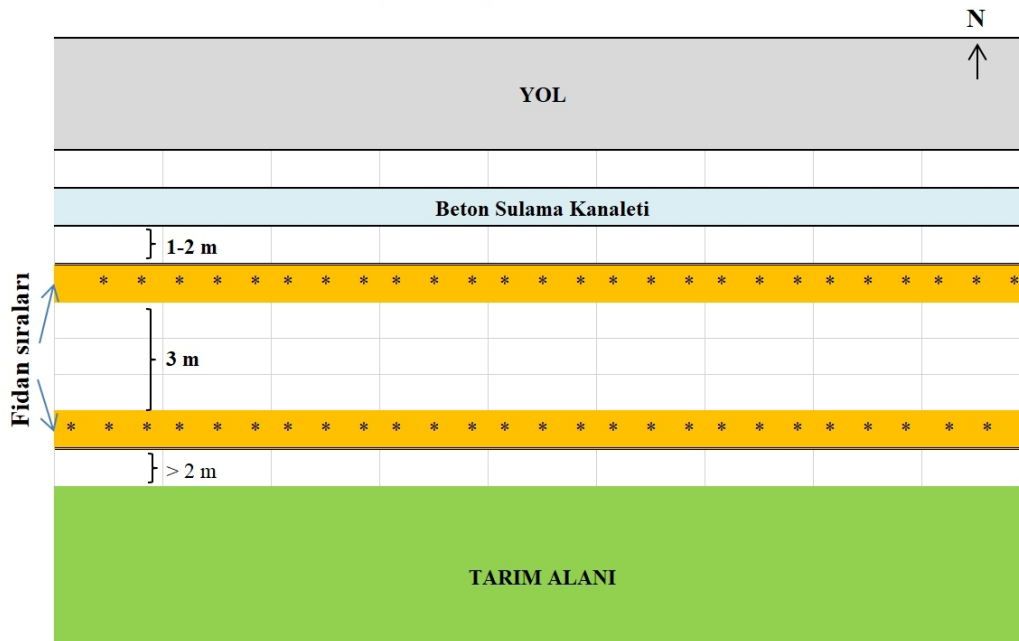
Rastlantı blokları deneme düzenine göre 4 blok halinde ve her blokta her bir tür için 6 fidan kullanılmıştır. Dikimler 2 sıra halinde, sıralar birbirine pa-

rale olarak tarla kenarı boyunca doğu-batı yönünde bir sıradaki fidanlar diğer sıradaki fidanlarla aynı hiza yerine çaprazına gelecek şekilde yapılmıştır. Fidan sıraları arası mesafe ve sıra üzeri 3'er metre olacak şekilde deneme deseni kurulmuştur (Şekil 2).

Araştırma sahası, şahıs tarlasının kuzey sınırında doğu-batı yönünde iki sıra boyunca yapıldığı için tarla boyunca kısıtlı alan olduğundan toplam 9 farklı materyal (klonlar ve orijinler) x 6 fidan x 4 blok x 3 m (324 m'lik 2 sıra) olarak tesis edilmiştir. Ancak, denemenin 4. bloğundaki fidanlar insan baskısı gördüğünden 3 blok üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmede türlere ait klonlar ve orijinler işlem olarak ele alınmıştır.

Klon ve orijinler arasında fidanların dip çap (toprak seviyesinden 5 cm üstten), göğüs çapı (1,30 m) mm hassasiyetinde çap ölçerle, boy ise cm hassasiyetinde elektronik boy ölçerle belirlenmiştir.

Böcek zararı için ağacın hayatıyetine etkisi bakımından daha ayrıntılı ve farkların daha belirgin olması amacıyla genel olarak yapılan böceklenme var (1) ve yok (0) değerlendirmesi yerine Toplu (1997)'nun karakavaklar için kullandığı 5 seviyede oluşturulan ıskala yöntemine göre (5= böcek zararı görmemiş, 4= az zarar görmüş (%25), 3= orta düzeyde zarar görmüş (%50), 2= büyük oranda zarar görmüş (%75) ve 1= tamamen (%100) böcek zararına uğramış) göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, blok düzeyinde fidan yaşama yüzdeleri değerlendirilmeye alınmıştır.



Şekil 2. Harran/Şanlıurfa'da tarım alanı kenarında iki sıralı olarak kurulan deneme deseni
Figure 2. Experimental design on the edge of agriculture area as two rows in Harran/Şanlıurfa

2.2.1. Verilerin değerlendirilmesi

Verilerin analizi için Excel ve SPSS 20.0 istatistik paket programı (Anonim, 2017) kullanılmıştır. Türler için klon ve orijinlerin gelişimlerine ilişkin analizlerde, normal dağılıma uygun olmayan böcek zararlı verilerine karekök dönüşümü ve yaşama yüzdeleri verilerine arc-sin dönüşümü (Ercan, 1997) yapıldıktan sonra varyans analizi aşağıdaki doğrusal modele göre yapılmıştır.

$$V_{ijk} = \mu + B_i + C_j + I_{cij} + e_{ijk}$$

Bu formülde,

V_{ijk} = bir işlem için gözlenen bireysel ağacın değeri,
 μ = genel ortalamayı,

B_i = blok i' nin tesadüf etkisi C_j = klon/orijin j' nin tesadüf etkisi,

I_{cij} = i. bloktaki, j.klon/orijinin tesadüfi etkisi,
yön etkisi,

e_{ijk} = i. bloktaki, j. klon/orijindeki, k. ağacın tesadüfi etkisidir.

Varyasyon analizi sonucu türler için klonlar ve orijinler arasında $\alpha=0,05$ önem düzeyinde farklılık tespit edilmesi durumunda gruplanmaları görmek üzere Duncan testi uygulanmıştır.

Karakavak hacim değerlendirmelerinde, Birler (2010)'da belirtilen yerli karakavaklar için kabuklu gövde hacmi (V), kabuklu göğüs çapı (D) ve ağaç tam boyuna (H) göre, $V=f(D, H)$ fonksiyonu uyarınca hacim değerleri logaritmik olarak

$$\text{Log}(V) = -1,4294 + 2,0447 \text{Log}(D) + 0,92187 \text{Log}(H)$$

şeklinde belirlenmiş ve logaritmik sayılar reel sayıya dönüştürülerek oluşan sistematik hatanın giderilmesi için f 1.00091412 düzeltme katsayısı faktörü (f) kullanılmıştır. Fırat kavağı için de blok ortalama değerlerinden buna paralel hesaplamalar yapılmıştır. Bunun yanında okaliptüs için ise Yıldızbakan ve ark. (2007) çalışmaların okaliptüs baltalıkları için hesaplanan hacim tablolarından yararlanılarak hacim artım ve servet değerleri belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Dip çap ve göğüs çapı

Deneme sahasında 5 yıllık ölçümler neticesinde dip çap ve göğüs çapı değerlerine yapılan varyans analizinde (Tablo 2 ve 4), türler için klonlar ve orijinler arasında $p < 0,001$ olasılık düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bununla birlikte dip ve göğüs çaplarında bloklar etkisiz çıkmıştır. Dip çapa göre yapılan Duncan testinde (Tablo 3) klonlar ve orijinler arasında en iyi gelişimi okaliptüs

(15,18 cm) ve Fırat kavağı (13,27 cm) göstererek ilk grupta yer almışlardır. Karakavağın Kocabey klonu ise 12,29 cm dip çap ile 2. grupta yer almıştır. En düşük dip çap gelişimini ise akkavak (4,87 cm) ve N.92.126 karakavak klonu (5,00 cm) yapmıştır.

Tablo 2. Klonlar ve orijinlerin dip çaplarına ait varyans analizi sonuçları

Table 2. Result of ANOVA for base diameter of clones and origins

Varyasyon kaynağı (Dip çap)	SD	KO	F
Klonlar ve orijinler	8	3.872,220	22,998***
Blok	2	247,864	1,472ns
Hata	16	168,370	
Genel	26		

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, F: F değeri

Tablo 3. Klonlar ve orijinlerin dip çaplarına ait Duncan test sonuçları

Table 3. Results of Duncan test for base diameter of clones and origins

Klonlar ve orijinler	N	Dip çap (mm)
Okaliptüs	3	151,76a
F. kavağı	3	132,73ab
Kocabey	3	122,89bc
NZ.1001	3	105,28cd
Anadolu	3	86,67de
S.84.003	3	84,56de
S.62.012	3	73,89e
N.92.126	3	49,98f
Akkavak	3	48,67f

Duncan testi ($\alpha = 0,05$ önem düzeyi)

N: Örnek sayısı

Tablo 4. Klonlar ve orijinlerin göğüs çaplarına (1,30 m) ait varyans analizi

Table 4. Results of ANOVA for breast height diameter (1,30 m) of clones and origins

Varyasyon kaynağı (Göğüs çapı)	SD	KO	F
Klonlar ve orijinler	8	3.784,648	49,579***
Blok	2	31,471	0,412ns
Hata	16	76,335	
Genel	26		

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

Göğüs çapına göre yapılan Duncan testinde en yüksek çap gelişimini okaliptüs (10,82 cm) ve Fırat kavağı (8,32 cm) yaparak istatistiksel bakımdan farksız olarak ilk grupta yer alırken, Kocabey klonu (7,75 cm) ikinci grupta yer almıştır.

En düşük performansı ise akkavak (1,57 cm) göstermiştir (Tablo 5). Deneme sahasında okalıptüsün 7046 no'lu orijinine ait yıllık 4 cm çap gelişimi gösteren bireylere de rastlanmıştır (Şekil 3).

Tablo 5. Klonlar ve orijinlerin göğüs çaplarına (1,30 m) ait Duncan test sonuçları
Table 5. Results of Duncan test for breast height diameter (1,30 m) of clones and origins

Klonlar ve orijinler	N	Göğüs çapı (mm)
Okalıptüs	3	108,2a
F. kavağı	3	83,2b
Kocabey	3	77,5b
Anadolu	3	33,1c
NZ.1001	3	24,4cd
S.62.012	3	20,7cd
S.84.003	3	18,3cd
N.92.126	3	15,8d
Akkavak	3	15,7d

Duncan testi ($\alpha = 0,05$ önem düzeyi)



Şekil 3. Yıllık ortalama 4 cm çap gelişimi yapan okalıptüs (7046 no'lu orijin)

Figure 3. An eucalyptus (7046 numbered origin) tree grows 4 cm diameter on average per year

3.2. Boy gelişimi

Deneme sahasında türlere ait klonların ve orijinlerin 5 yıllık fidan boy gelişimine ait varyans analizinde boyları arasında $p < 0,001$ olasılık düzeyinde

önemli farklılıklar çıkmıştır (Tablo 6). Bloklar arasında ise farklılık çıkmamıştır. Klonların ve orijinlerin boy farklılıklarına ait Duncan testinde (Tablo 7) okalıptüs 7,94 m boy ile en iyi gelişimi sağlayarak ilk grupta yer almıştır. Karakavağın Kocabey klonu (6,57 m) ve Fırat kavağı (5,50 m) sırayla 2. ve 3. grupta yer almışlardır. En kötü performansı ise akkavak S.84.003 ve N.92.126 klonları yapmışlardır.

Tablo 6. Klon ve orijinlerin boy değerlerine uygulanan varyans analizi

Table 6. Result of ANOVA for height values of clones and origins

Varyasyon kaynağı (Boy)	SD	KO	F
Klonlar ve Orijinler	8	9,526	32,761***
Blok	2	0,889	3,056ns
Hata	16	0,291	
Genel	26		

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

Tablo 7. Klonlar ve orijinlerin boy değerlerine ait Duncan test sonuçları

Table 7. Result of Duncan test for breast height values of clones and origins

Klonlar ve orijinler	N	Boy (m)
Okalıptüs	3	7,94a
Kocabey	3	6,57b
Fırat Kavağı	3	5,50c
Anadolu	3	4,55d
NZ.1001	3	3,79de
S.62.012	3	3,49e
N.92.126	3	3,28ef
S.84.003	3	3,18ef
Akkavak	3	2,61f

Duncan testi ($\alpha = 0,05$ önem düzeyi)

Okalıptüsten sonra boylanma bakımından 2. sırada yer alan karakavağın Kocabey klonuna ait bir görüntü Şekil 4'te yer alırken, 3. sırada boylanma gösteren Fırat kavağı da Şekil 5'te görülen gelişmeyi sağlamıştır.

3.3. Fidan yaşama yüzdeleri

Yaşama yüzdesi bakımından türlere ait klon ve orijinlere uygulanan varyans analizinde $p < 0,001$ olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). Klon ve orijinlerin dönüşüm yapılmış yaşama yüzdesi verilerine Duncan testi (Tablo 9) uygulanmıştır. Dönüşüm yapılmamış yüzde değerlerine göre Fırat kavağı diğerlerine göre



Şekil 4. Karakavağın Kocabey klonunda boy büyümesi (5. yıl)

Figure 4. Height growth of Kocabey clone of black poplar (5th year).

önemli farklılık göstererek %100 yaşama yüzdesi ile ilk sırayı almıştır. N.92.126 karakavak klonu (%77,67), okaliptüsün 7046 no'lu orijini ile Kocabey klonu ikinci grupta ve aynı değerde (%72,33); akkavak ile S.62.012 no'lu söğüt klonları ise %28 seviyesinde yaşama yüzdesi ile son grupta yer alarak çok düşük yaşama yüzdesi göstermişlerdir. Deneme sahasında yapılan gözlemlerde okaliptüste ilk yılda görülen don etkisi, akkavak, karakavak ve söğüt klonlarında ağır toprak koşullarının yanında söğüt klonlarında oluşan gövde yanıkları ve bunun yanında karakavak ile birlikte söğütlerde görülen böcek zararı yaşama yüzdesini etkilemiştir.

3.4. Böcek zararı

Deneme sahasının bulunduğu Harran çevresinde genel stres koşulları olarak ağır toprak şartları, yaz döneminde ekstrem yüksek sıcaklığın oluşması ve bunların yanında tarım alanlarında Haziran-Temmuz aylarına rastlayan ekin hasat döneminde sulamanın kesilmesi neticesinde görülen su nok-



Şekil 5. Fırat kavağının 5. yıl boy büyümesi

Figure 5. Fifth year height growth of Euphrates poplar

sanlığı, özellikle söğüt ve kavak türleri başta olmak üzere uzun süreli yakıcı ve yüksek derecedeki güneşlenmeden dolayı ağaçlar strese girmekte ve büyüme kaybı, gövde yanıkları, böceklenme ve kuruma gibi farklı derecede etkilenmektedir. Deneme sahasında başlıca gövde ve dallarda zarar veren böcek türlerinden *Melanophila picta* Pall. (Kavak süslü böceği) ve *Sciapteron tabaniformis*

Tablo 8. Fidan yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi
Table 8. Variance analysis for sapling survival percentage

Varyasyon kaynağı (Yaşama yüzdesi)	SD	KO	F
Klonlar ve orijinler	8	1.088,292	15,752***
Blok	2	245,253	3,550ns
Hata	16	69,089	
Genel	26		

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

Rott. (Kavak odun arısı) kavak ve söğütlerde, köklerde zarar yapan *Capnodis miliaris* Klug. (Kavak

kök süslü böceği) ise karakavaklarda rastlanmış ve bu böcekler farklı derecelerde zarar vermişlerdir.

Böcek zararına göre, türlere ait klon ve orijinlere uygulanan varyans analizinde (Tablo 10) önemli derecede fark bulunmuştur.

Tablo 9. Fidan yaşama yüzdelerine ilişkin Duncan testi
Table 9. Duncan tests for sapling survival percentage

Klonlar ve orijinler	N	Yaşama yüzdesi (Arc-sin dön.)
F. kavağı	3	90,00a
N.92.126	3	62,19b
Kocabey	3	58,46b
Okalıptüs	3	58,46b
Anadolu	3	51,97bc
S.84.003	3	41,75cd
NZ.1001	3	34,78d
S.62.012	3	31,06d
Akkavak	3	31,06d

Duncan testi ($\alpha = 0,05$ önem düzeyi)

Karekök dönüşümü yapılan verilere uygulanan Duncan testinde (Tablo 11.) okalıptüs, Fırat kavağı, karakavağın Kocabey klonu, S.62.012 no'lu söğüt klonu ve akkavak farksız olarak ilk grupta yer ala-

Tablo 10. Klon ve orijinlerin böcek zararına ilişkin varyans analizi

Table 10. Variance analysis for insect damages of clones and origins

Varyasyon kaynağı (Böcek zararı)	SD	KO	F
Klonlar ve Orijinler	8	0,354	11,917***
Blok	2	0,086	2,893ns
Hata	16	0,030	
Genel	26		

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

rak böcek zararına karşı en fazla direnç gösteren klonlar ve orijinler olmuşlardır. Böceklenmeye karşı en hassas NZ.1001 ve S.84.003 no'lu söğüt klonları ile karakavağın Anadolu klonu olmuştur.

3.6. Deneme sahasında yapılan diğer gözlemlere ilişkin bulgular

Deneme sahasında ölçümler sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi yanında, elde edilen bu verilerden bir kısmını açıklayıcı nitelikte olan ve özellikle türlerin yaşama yüzdesi ile gelişimini etkileyen etmenlere ilişkin gözlemlerde yapılmıştır (Tablo 12).

Tablo 11. Klonların ve orijinlerin böcek zararı bakımından Duncan testi ile karşılaştırılması

Table 11. Comparison of clones and origins according to insect damage using Duncan test

Klonlar ve orijinler	N	Böcek Zararı
Okalıptüs	3	1,097a
Fırat kavağı	3	1,087a
Kocabey	3	1,050ab
N.62.012	3	1,043ab
Akkavak	3	0,940ab
N.92.126	3	0,730bc
N.84.003	3	0,550cd
Anadolu	3	0,390d
NZ.1001	3	0,350d

$\alpha = 0,05$ önem düzeyi

Tablo 12. Deneme sahasında türleri etkileyen bazı biyotik ve abiyotik faktörlere ait gözlemler

Table 12. Observations for some biotic and abiotic factors affecting species in experiment site

Tür	Böcek zararı	Güneş yanığı	Don etkisi	Yüksek taban suyu	Ağır toprak
Okalıptüs	-	Kısmen	+	-	-
Fırat kavağı	-	-	?	-	-
Karakavak	+	-	-	Kısmen	+
Söğüt	+	+	-	?	+
Akkavak	-	?	-	Kısmen	+

-: Etki yok, +: Etki var, ? : Etki gözlenmedi

Tablo 12'de görüldüğü gibi, denemeye alınan türleri etkileyen biyotik ve abiyotik etmenlerden denemenin yapıldığı Şanlıurfa Harran yöresinde kavurucu yaz sıcaklıkları özellikle ince kabuklu söğüt gövdelerinin güney-güneybatı yüzeylerinde ciddi yanıklar oluşturmuştur. Türün kambiyum tabakasına ulaşan güneş yanıkları nedeniyle kurumalar gözlenmiştir. Kurumalardan dolayı kök ve dip kısımları canlı kalabilen fertlerde yanık derecesine göre dal ve gövdede kısmi veya tamamen zarar gören ve zayıflayan, kuruyan ağaçlara böcek saldırısı olmuştur. Kurumalardan dolayı söğütlerde gövdenin dip kısımlarından tekrar yeni sürgünler oluşmuştur. Bu şekilde söğütler, tek gövde üzerinde gelişmekten ziyade bir kökten çıkan birçok sürgün ile sürgün öbeği haline gelmiştir. Yanık izlerine söğütlerin yanında okalıptüs orijininde de rastlanmıştır. Ancak, dal veya gövdeyi kurutacak kadar etkili olmamıştır.

İlk yıllarda okalıptüs orijininde görülen kurumala-

rın başlıca nedeni don etkisinden kaynaklanmış ve tohumdan yetiştirilen taze fidan gövdesinde yanık etkisi de ilk yılda gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda gövde kalınlaştıkça güneş yanığı etkileri düşmüştür. Fırat kavağının soğuk kış şartlarının hüküm sürdüğü ve karlı geçen bölgelerde karın da etkisi ile bu türe ait ağaçların kabukları ve ince gövdeleri kararır kuruma gözlenmektedir. Fırat kavağında kışları genel olarak ılık geçen Harran yöresindeki deneme sahasında buna benzer bir etkiye rastlanmamıştır.

Fidan yaşama yüzdesini, sağlığını ve gelişimini etkileyen etmenlerden biri de ağır toprak şartlarıdır. Genel olarak denemede kullanılan hızlı gelişen türler havadar, kumlu killi balçık, kumlu balçık veya balçık topraklarda rahatlıkla gelişebilmektedir. Ancak, ağır toprak koşulları, özellikle karakavak, söğüt ve akkavakta iyi bir kök sistemi geliştirememesi, dolayısıyla gelişim geriliğine bunun yanında zayıf kalarak böcek istilasına karşı dirençsiz bir hale gelmesine neden olmuştur. Ağır toprak koşullarının genel olarak bulunduğu Harran yöresinde okaliptüs ve Fırat kavağı diğer türlere ait klon ve orijinlere göre daha dayanıklı olup iyi bir gelişim göstermişlerdir.

Fidanlarda kurumaya neden olan etkenlerden biri de 1-3 ay süreli durgun su etkisidir. Tarlalarda yoğun sulamalardan dolayı ağır olan toprakta oluşan taban suyu seviyesinin de yükselmesine bağlı olarak, suya doyan toprakta oluşan durgun su iyi gelişme gösteremeyen akkavak türünde ve kısmen karakavak klonlarında etkili olurken Fırat kavağı ve okaliptüs üzerinde bu etki gözlenmemiştir.

Yıllık olarak ve gün içerisindeki güneşlenme sürelerinin uzun olduğu bu bölgede su ve toprak yapısının da etkisi ile çok yoğun boylu ot baskısı oluşmaktadır. Bu da türlerin özellikle ilk yıllarda büyüme ve gelişmesine ve dolayısıyla yaşama yüzdelere de etki etmektedir. Denemede kullanılan türler arasında Fırat kavağı bu konuda ilk yıllarda oluşan ot baskısına karşı yüksek (%100) yaşama yüzdesi ile çok daha iyi direnç göstermiştir.

Çalışmada, karakavak ve Fırat kavağı için farklı yaşlarda ortalama hacim ve servet hesaplamasında Birler (2010) ve okaliptüs için Yıldızbakan ve ark. (2007) çalışmalarına göre 5 ve 10 yaşlarında yaklaşık hacim değerleri hesaplanmıştır. Buna göre, 7046 no'lu okaliptüs orijini 5 yaşında ortalama 10 cm'den fazla çap yaparken 4. bonitette 3 x 3 m aralık mesafede okaliptüs, karakavağın Kocabey klonu ve Fırat kavağının ağaç başına ortalama hacimleri sırasıyla 38.9 dm³, 13 dm³ ve 14.9 dm³ olmuştur.

4. Tartışma

GAP bölgesinde yapılan barajlardan sağlanan suyun kanal ve kanaletler vasıtasıyla özellikle Şanlıurfa'nın Harran, Ceylanpınar, Viranşehir ve Akçakale gibi geniş ovalara sahip bölgelerde kullanılmasıyla tarım alanlarından elde edilen verim ve buna bağlı gelir katlanmıştır. Ancak, aşırı ve bilinçsiz kullanılan sular, çoğu alanda tuzlanma ve taban suyu seviyesinin yükselmesi gibi sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunları gidermenin veya hafifletmenin yollarından biri de tarım alanları, kanallar ve yol kenarında bulunan boş tampon alanların tarımsal ormancılık faaliyetlerinde kullanılmasıdır.

Tarla kenarları ile sulamada kullanılan beton sulama kanaletleri arasında bulunan boş alanların ve fazla suların aktarıldığı drenaj kanallarındaki suların değerlendirilmesi, ayrıca sulamadan dolayı yol boylarının ağaçlandırma amaçlı kullanılabilmesi yönünde hızlı gelişen kavak, söğüt, okaliptüse ait farklı tür, klon ve orijinleri bu çalışmada ele alınmıştır. Çalışma sonucunda *E. camaldulensis* türünün 7046 no'lu orijini başta olmak üzere Fırat kavağı ve karakavağın Kocabey klonunun Şanlıurfa ilinin Harran yöresinde sulama ve drenaj kanalları boyunca yetiştirilebileceği ortaya konmuştur. Su alma imkanı bulunan yol kenarlarında bu türlerle büyük ölçekte bir ağaçlandırma potansiyelinin olduğu önemle belirtilmiştir.

Bölgede, araştırma yaptığımız türlerden bazılarına ait farklı dönemlerde yapılan benzer çalışmalarda önemli bazı hususlar vurgulanmaktadır. Gürses (1998), okaliptüsün uzun süreli yaz kuraklığına rağmen, yüksek taban suyu ve ekstrem soğukların kısa sürdüğü, kireç bakımından zengin orta tuzlu ortamlarda yetişebildiğini tespit etmiştir. Özellikle sulanabilen alanlarda çok iyi gelişim sağladığını ve *E. camaldulensis* ile *E. grandis* türlerinin Karabucak orijinlerinin başarılı olduğunu bulmuştur. Çalışmada, okaliptüsün 7046 no'lu orijini su ihtiyacının karşılanabildiği Harran yöresinde iyi gelişme gösterdiği ortaya konmuştur. Bu durum, tuzlanan toprakların iyileştirilmesi ve verimli kullanılması yolunu da açmaktadır. Acar (1997) da tuzlu toprakların okaliptüs türleriyle ağaçlandırılması ile toprakta oluşan tuzluluk nedeniyle çoraklaşan toprağı tamamen elden çıkmasının önenebileceği belirtmiştir. Bölgede, okaliptüsün yanında kullanılacak türlerden biri de Fırat kavağıdır. Fırat kavağının tuzluluğu giderdiği ve pH'ı düşürdüğü, rüzgar perdesi olarak kullanıldığı ve bununla birlikte rüzgar perdesi tesisinin genel olarak nisbi rutubeti artırıp yıllık maksimum sıcaklık ortalamasını kısmen düşürdüğüne değinilen farklı araş-

tırma çalışmaları (Ledgard ve Baker, 1992; Shiji, 1994; Uğurlu, 1998; Wang ve ark., 2003; Zeng ve ark., 2009; Junghans ve ark., 2006 gibi) mevcuttur. Bu durum dikkate alınarak GAP bölgesinde sıra, galeri veya sorunlu alanlardaki plantasyonlarda yüksek yaşama yüzdesi, çap-boy gelişimi gösteren ve tuzluluğa dayanıklı olan Fırat kavağının özellikle erkek fertleri kullanılabilir.

Toplu ve Karatay (2006) tarafından, yıllık yağışın 150 mm civarında olduğu ve ekstrem kurak şartların bulunduğu Şanlıurfa- Akçakale yöresinde yapılan yıllık 6 sulamalı koşullarda 5. yıl sonunda yapraklı ve ibrelili tür denemesinde dip çap (toprak seviyesinden 10 cm yukarıda) bakımından Eldar çamı, kızılçam, Halep çamı, adi servi ve tesbih ağacında sırasıyla 2,75 cm; 2,07 cm; 1,9 cm; 1,46 cm ve 1,37 cm gelişme gözlenmiştir. Çalışmamızda ise okaliptüsün 7046 no'lu orijini, Fırat kavağı ve karakavağın Kocabey klonunda göğüs çapı bakımından sırasıyla 10,8 cm; 8,3 cm ve 7,8 cm gelişme tespit edilmiştir.

Boy bakımından ise Akçakale'deki araştırma çalışmasında eldar çamı, halep çamı, kızılçam, adi servi ve tesbih ağacında sırasıyla 113,9 cm; 86,2 cm; 79,6 cm; 77,2 cm ve 66,7 cm boy gelişmesi sağlanırken çalışmamızda ise okaliptüs, karakavağın kocabey klonu ve Fırat kavağı boy gelişimleri sırasıyla 7,9 m; 6,5 m ve 5,5 m olmuştur. Bu çalışmada gerek çap ve gerekse boy bakımından daha iyi bir gelişme olduğunu söyleyebiliriz. Yaşama yüzdesi bakımından ise çalışmamızda Fırat kavağı daha yüksek yaşama yüzdesi gösterirken okaliptüs ve karakavağın kocabey klonu, Toplu ve Karatay (2006)'ın çalışmasındaki en fazla yaşama yüzdesine sahip Eldar çamı (%78) seviyesine yakın, ancak kızılçamın yaşama yüzdesinden daha fazla yaşama yüzdesi göstermiştir. Harran yöresinde yapılan bu çalışmamızdan da görülebileceği üzere, gerek kullanım imkanı ve gerekse tarım yanında ek gelir getirici imkan sunması bakımından kanal boylarının tam plantasyona göre daha avantajlı olduğu söylenebilir.

GAP bölgesinde söğüt klonları çit, kanal ve kanalet boylarında kısmen kullanılabilir. Ancak, başarılı plantasyonlar için taze gövde ve dallarının doğrudan güneş ışınlarına uzun süre maruz kalmasının önüne geçilmesi, durgun sudan kaçınılması, ilk yıllarda aşırı alt dal ve ara dalların budanmaması, kalın dal kesikleri oluşturulmaması, kesilmesi halinde yara yüzeylerinin macun vb. maddelerle kapatılması ve ilk yıllarda şiddetli rüzgarda devrilme riskine karşı ağaçların kazıklarla desteklenmesi gibi tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bunların yanında daha önceki çalışmalar ve yapılan diğer gözlemlere dayanılarak belirtilen kanallar, tarla

kenarları ve yollar boyunca, bölgede az da olsa rastlayabildiğimiz kızılçam ve mavi servi gibi ibrelili türler ile tesbih ağacı, çınar, dut ve iğde gibi sıcaklığa dayanıklı yapraklı türlere de çeşitlilik yönünden yer verilmesi düşünülebilir.

Deneme sahasında başarılı bulunan türler ile yapılacak ağaçlandırmalarda farklı yıllara göre elde edilecek servet ve hacim artım miktarları, yöredeki ağaçlandırmaların geleceği ve kazanç durumu için çok önem taşımaktadır. Yaptığımız denemede başarılı olan türlerin ortalama gelişim değerleri, karakavak ve Fırat kavağı için yerli karakavak için yapılan Birler (2010)'ın çalışması ve okaliptüs için ise Yıldızbakan ve ark. (2007)'e ait çalışmaların okaliptüs baltalıkları için hesaplanan hacim tablolarından yararlanılarak hesaplanmıştır. Birler ve ark. (1995) farklı bir çalışmada, okaliptüsün iyi yetişme ortamında 3 x 3 m dikim aralığında genel ortalama artımın en yüksek olduğu yaştan 10, bu yaştaki meşcere orta çapı 20,1 cm; hektardaki hacmin 245 m³ olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamızda 7046 no'lu okaliptüs orijini ise aynı dikim aralıklarında benzer bir performans göstererek 5 yaşında ortalama 10 cm'den fazla çapa ulaşmıştır. Beş yılın sonunda 4. bonitette okaliptüs, Fırat kavağı ve karakavağın Kocabey klonu ağaç başına ortalama hacim olarak 38,9 dm³, 14,9 dm³ ve 13 dm³ büyüme göstermiştir.

Çalışmamızdan elde edilen veriler ışığında, Harran yöresinde 3. ve 4. bonitetlerde binlerce km uzunluğundaki kanal ve yol boylarında yapılacak okaliptüs ağaçlandırmalarında 10 yılda 6 milyon m³ ten fazla servet elde edilebilmektedir. Bu durum ülke odun emvali üretimine önemli düzeyde katkılar sağlayacaktır.

Bölgede yapılacak ağaçlandırma için emvalin kullanılacağı alana bağlı olarak daha kalın çaplar için daha uzun idare müddetleri gerekecektir. Belirlenen amaçlara göre aralık mesafeler ve idare süreleri değişmekle beraber iyi bonitetlerde daha kısa idare süresi sonunda ve daha yüksek oranda ağaç serveti elde edilebilecektir.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, geniş alüviyal bir ovaya sahip Şanlıurfa ilinin Harran ilçesi yakınlarında tarım alanı kenarında sulama kanaletleri boyunca kurulan araştırma çalışmasında karakavak türünün Kocabey, Anadolu ve N.92.126 klonları, söğüt türlerine ait N.1001 melezi ile N.84.003 ve N.62.012 klonları, akkavak ve Fırat kavağı türleri ile okaliptüsün 7046 no'lu orijinleri kullanılarak 5 yıllık çap, boy, yaşama yüzdesi ve böcek zararı bakımından değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda genel olarak okaliptüs türünün (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) 7046 no'lu orijini gerek dip çap ve göğüs çapı, gerekse boyolanma bakımından 5. yılın sonunda en iyi gelişimi yapmıştır. Bu tür, çalışma süresi sonrasında da bu gelişimini sürdürmüştür. Nitekim deneme alanında yapılan gözlemlerde 7 yaşında 30 cm çap ve 15 m'den fazla boyolanma gösteren bireylere rastlanmıştır. Bu orijinin yanında Fırat kavağı, karakavağın Kocabey klonları da iyi gelişme göstererek başarılı bulunmuştur. Akkavak türü ve söğüt klonları ise genel anlamda düşük performans göstermişlerdir.

Çalışmamızda GAP bölgesinde plantasyon olarak ilk defa kullanılan Fırat kavağı başarılı bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer yandan Fırat kavağının çok sayıda olumlu özelliği yanında 3-5 yıl içerisinde tohum tutmaya başlayan dişi fertlerin tohum yayması nedeniyle kısa sürede çimlenip alana yayılmaması için bu türe ait erkek fertlerin kullanılması veya tohumların Mayıs sonu Haziran başında çimlenmesinin ardından alanın sürülmesi bu olumsuzluğu giderecektir.

Bu çalışma ile GAP bölgesinde sulanabilen uygun tarla kenarları ile kanal, kanalet ve sulanabilen yol kenarlarında ağaçlandırmalarda temel obje olan ağaç türlerinden, sıra veya galeri şeklinde okaliptüs türünün 7046 no'lu orijini, Fırat kavağı ve karakavak türünün 77/10 no'lu Kocabey klonlarının kullanılabilceği ortaya konmuştur. GAP bölgesinde bu türlerle yapılacak plantasyonlarda özellikle okaliptüs türü için bölge ovalarında don etkisinin dikkate alınması gerekmektedir.

GAP kapsamında büyük oranda sulu tarıma geçen ve alan olarak büyük bir bölümü kaplaması bakımından Harran/Şanlıurfa yöresi ile birlikte Ceylanpınar, Viranşehir, Akçakale gibi öncelikle Şanlıurfa'nın güney kesimleri ve daha sonra orta bölgelerinin, tarımın yanında ağaçlandırma alanları olarak değerlendirilme imkanı vardır.

Bu araştırma sonuçlarına dayanılarak başarılı olan hızlı gelişen türlerle sulu koşullarda tesis edilecek endüstriyel plantasyonlardan elde edilecek odun hammaddesi üretimi yaygın etki ile gelecekte çok önemli boyutlara ulaşacak ve odun ve odun ürünleri gereksinimi Bölge içinden karşılanabilecek duruma gelecektir. Bu kapsamda, tarım alanları çevresinde uygun durumdaki boşluklarda tek sıra, iki sıralı veya galeri şeklinde ağaçlandırmalar yapılabilir.

Bu ağaçlandırmalar odun ürünü yanında özellikle Fırat kavağı ve okaliptüsün tuzlanma görülen bölgelerde tuzu bünyesine alarak tuzlanmanın azalmasına ve yüksek taban suyu seviyesini düşürerek tekrar tarım yapılmasına imkan sağlayacaktır.

Bunun yanında bölgede bu türlerle kurulan plantasyonlar, drenaj kanallarından nehir büyüklüğünde boşa akıp giden suları tarla kenarlarında kullanarak yararlı hale getirmektedir. Bunların yanında bölgede yüksek sıcaklık ve kurutucu rüzgarların etkisini azaltarak verim artmasını sağlayan rüzgar perdesi görevini görmektedir. Ayrıca, agroforestry imkanı sağlayarak yapraklarından hayvan yemi, dallarından yakacak, sıcak ortamda gölgelenme, kuşlar için bir yaşam ortamı ve peyzaj etkileri bulunmaktadır. Bölgede yapılacak ağaçlandırma çalışmaları tüm GAP bölgesine yaygınlaştırılması durumunda yaygın etkiler kendini gösterecektir.

Plantasyonlarla idare süreleri sonunda odun ürünleri elde edildikçe bu gelişmeler bu alanlardan elde edilecek odun emvalini kullanacak sanayilerin gelişmesine, yeni iş kollarının açılmasına, odun üretim, taşıma, işleme, yarı mamul ve mamul mal üretimi, mobilya sanayinin kurulması gibi önemli katkılar sağlayacaktır. Dolayısıyla bu durum yeni ve çeşitli iş imkanları ile işsizliğin azaltılmasına ve bölgenin kalkınması ile ülke ekonomisine büyük yararlar sağlayacaktır. Bu olumlu gelişmelerin diğer bir etkisi de Bölgeye yakın ormanlar üzerindeki baskıların azalmasına ve üretimin sağlanmasına dayanmasıyla oluşacak devamlı üretim süreci başlangıçta bu Bölgede ve sonra diğer bölgelerde etkisi görülerek sürdürülebilir ormancılığın yerleşmesine imkan verecektir.

Ayrıca, kurak çöl ikliminin hakim olduğu Bölgenin sınırında bulunan ve sulanabilen GAP bölgesinde, endüstriyel plantasyonlara yapılacak doğru yatırımlarla komşu ülkeler için vazgeçilmez bir odun ürünleri ve sanayi cazibe merkezi haline gelecek ve bu ülkelere ihracat fırsat ve avantajları ortaya çıkacaktır.

Teşekkür

Makale; Orman Genel Müdürlüğü, Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen 24.1712 (2007-2012) numaralı "GAP Bölgesinde Sulama Kanaletleri Boyunca Yapılacak Ağaçlandırmalarda Kullanılacak Bazı Hızlı Gelişen Yapraklı Türlerin Belirlenmesi" adlı projeden yararlanılarak hazırlanmıştır. Projenin yürütüldüğü arazinin sahibi Abdulfafur KILIÇ ve ailesine desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acar, C., 1997. Tuzlu topraklarda kullanılacak bazı ağaç türleri. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü, *Enstitü Dergisi* No: 1997/1, ISSN: 1300-9532, s: 84-107, İzmir.
- Ager, A. Ronnberg, A. C. Thorsen, J., Siren, G., 1986.

- Genetic improvement of willows for energy forestry in Sweden. Swedish university of agricultural sciences, department of ecology and environmental research, Section of Energy Forestry, Uppsala, s.4, 47 s.
- Anonim, 2004. Su dünyası, Mart 2004. Dergi sayı 8, sayfa 38-43.
- Anonim, 2006. DSİ Genel Müdürlüğü 2006 yılı faaliyet raporu. <http://www.dsi.gov.tr/> (Erişim tarihi: 15.08.2013)
- Anonim, 2012. 2012 yılı faaliyet raporu. DSİ Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/> (Erişim tarihi: 15.08.2013)
- Anonim, 2013a. <http://www.fao.org/forestry/> (Erişim tarihi: 05.09.2013)
- Anonim, 2013b. http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Latrans-Turkey_location (Erişim tarihi: 19.08.2013) (Türkiye Haritası).
- Anonim, 2013c. Harran/Koruklu istasyonu meteorolojik verileri, Şanlıurfa Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü.
- Anonim, 2015. Türkiye orman varlığı 2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/> (Erişim tarihi: 08.09.2017)
- Anonim, 2017. IBM SPSS statistics. <http://spss-64bits.en.softonic.com/> (Erişim tarihi: 07.11.2017)
- Aslan, S. 1991. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde iyi gelişim gösteren bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin seçimi (1988 Yılı sonuçları), Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları., Teknik Bülten No: 216, ODC. 232, Ankara.
- Aslan, S., Gökdemir, Ş., 2005. "GAP Bölgesi ağaçlandırmalarında kullanılabilecek bazı iğne yapraklı tür ve orijinler" <http://sura.cevreorman.gov.tr/> (Erişim tarihi: 18.10.2015).
- Ayberk, S. 1996. Ağaçlandırma ve enerji orman alanlarında tarımsal ormançılık uygulamaları üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, *Araştırma Dergisi*, 1996/1, Seri No: 23, ISSN: 1300-3941, s.1-17, İzmit.
- Aydoğdu, M. H., 2006. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), kapsamındaki su kaynakları ve sulama-drenaj sistemlerinin değerlendirilmesi. Harran Üniv. Fen Bil. Enst., İnşaat Mühendisliği ABD., Yüksek Lis. Tezi, s. 89, Şanlıurfa.
- Birler, 2010. Türkiye'de kavak yetiştirme (fidanlık-ağaçlandırma-koruma-hasilat-ekonomi-odun özellikleri) Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, ISSN: 1300-395, Müdürlük Yayın No: 262, İzmit.
- Birler, A. S., Koçer, S. 1992. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) gölgesinde kavak yetiştiriciliğinin optimizasyonu ve sosyo ekonomik önemi. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enst. Çeşitli Yay. Serisi No:1, İzmit.
- Birler, A. S., Koçer, S., Avcıoğlu, E., Diner, A., Gürses, M. K. ve Gülbaba, A. G., 1995. Okaliptüs ağaçlandırmalarında hacim ve kuru madde hasılatı. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 171, 1995/1, İzmit.
- Dinç, U., Şenol, S., Satın, M., Kapur, S., Güzel N., Dericci. R., Yeşilsoy, M. Ş., Yeğingil, İ., Sarı., M., Kaya, Z., Aydın, M., Kettaş, F., Berkman., A., Çolak, A. K., Yılmaz, K., Tunçgöğüs, B., Çavuşgil, V., Özbek, H., Gülüt, K.Y., Kahraman, C., Dinç, O., Kara, E.E, 1988. Güneydoğu Anadolu Toprakları (GAP), I. Harran Ovası, TÜBİTAK, TOAG 534, Kesin Sonuç Raporu, Ankara
- Ercan, M., 1997. Bilimsel araştırmalarda istatistik. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 6, ISSN 1300-3933.
- Ericsson, T., 1984. Nutrient cycling in willow. International energy agency /ENFORI joint report. Canadian Forestry Service, s.2, 32 s.
- Gülbaba, G., 1990. Okaliptüs yapraklarından elde edilen eterik yağlar, kullanım yerleri ve yaprak işletmeciliği. Türkiye'de Okaliptüs yetiştiriciliği'nin 50. yılı, *Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 1:51-64
- Gürses, M. K. 1998. Okaliptüsler (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Eucalytus grandis* W. Hill ex Maiden) ile endüstriyel ağaçlandırma teknikleri, Doğu Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü, *Enstitü Dergisi*, Sayı: 4, ISSN 1300-8540, S: 1-16, Tarsus.
- Gürses, M.K., 1992. Türkiye'de Okaliptüsün orman ürünleri endüstrisindeki yeri ve önemi, 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
- Junghans, U., Polle, A., Düchting, P., Weiler, E., Kuhlman, B., Grube, F. and Teichmann, T., 2006. Adaptation to high salinity in poplar involves changes in xylem anatomy and auxin physiology. *Plant, Cell and Environment*, 29, 1519-1531. doi: 10.1111/j.1365-3040.2006.01529.x
- Karsavuran, Y., Ayvaz, A. ve Doğanlar, M., 2007. Türkiye'de okaliptüs ağaçlarında saptanan zararlı hymenopterler, tanımları, zarar şekilleri, biyolojileri, ekonomik önemleri ve mücadele yöntemleri. Türkiye'de Ormançılık Eğitiminin 150. Yılı, Uluslararası Sempozyum. s. 635-645, İstanbul.
- Ledgard, N. J. ve Baker, G. C., 1992. Tree shelter trials for irrigated pastures. FRI Contact Report. FWE 92/11. New Zealand Milne. P 1985. Shelterbelts in Canterbury. Why? What Sort? How Many? and Where. FRI Leaflet 5. Chistchurch. New Zealand.
- Myburg, Z., Grattapaglia, D., Potts, B., Labate, C., Bosingher, G., Byrne, M., Vaillancourt, R., Sederoff, R., Southerton S., Members of Eucagen, 2006. Sequencing of the Eucalyptus genome: a proposal to doe-jg1, eucagen (Eucalyptus Genome Network).
- Öner, N. 2002. Çankırı ilinin kuraklık bakımından kritiği ile ağaçlandırmalarda kullanılabilecek türler ve ağaçlandırma teknikleri. Kırsal Çevre Yıllığı 2002, ISSN 1303-9334, *Kırsal Çevre ve Ormançılık Sorunları Araştırma Derneği*, Ankara.

-
- Shiji, W. 1994. The status of *Populus euphratica* in China. The Research Institute of Forestry Chinese Academy of Forestry Wan Shou Shan 100091, Beijing, China.
- Toplu, 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Diyarbakır) Melez Kavak Birinci Aşama Klon Denemesi Sonuçları. *GDA Ormancılık Arş. Enstitü Dergisi*, Cilt:1, Sayı:1, s. 45-59 (90), Elazığ.
- Toplu, F. 1998. GAP Bölgesinde endüstriyel plantasyonlara uygun hızlı gelişen ağaç türleri ile ilgili çalışmaların dünü, bugünü ve yarını. Hızlı gelişen türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar workshop. Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Yay. No:083, s. 347-353, Ankara.
- Toplu, F., Karatay, H. 2006. Gap Bölgesinde farklı sulama koşullarında tesis edilecek ağaçlandırmalarda kullanılacak tür seçimi (Akçakale Örneği). GDA Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 10, Orman Bak. Yay. No: 291, ISSN: 1301-9538, ODC: 232.1. Elazığ.
- Toplu, F., Uğurlu, S., Erkan, N., Karatay, H., 2001. GAP Bölgesinde Karakavak (*Populus nigra* L.) klonlarının fidanlık performansları. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 7. ISSN 1301-9538, Elazığ.
- Uğurlu, S. 1998. GAP Yöresinde rüzgar perdeleri tesisi için kullanılacak türlerin tespiti, GDA Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 5, ODC: 266, ISSN: 1301-9538, Elazığ.
- Wang, W., Vinocur, B. and Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance, *Planta* 218, 1-14.
- Yaltrık, F. ve Efe, A. 2000. Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae - Angiospermae, İstanbul üniversitesi yayın No: 4265, Orman Fakültesi, ISBN 975-404-594-1, İstanbul.
- Yıldızbakan, A., Saraçoğlu ve Ö. Özkurt, A., 2007. Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) baltalıklarında hacim ve kuru madde hasılat araştırmaları. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 27. ISBN:978-605-393-024-2, Tarsus.
- Zeng, F., Yan, H. and Arndt, S., K., 2009. Leaf and whole tree adaptations to mild salinity in field grown *Populus euphratica*. *Tree Physiology*, 29, 1237-1246. doi: 10.1093/treephys/tpp055.

Seyahat maliyeti yöntemiyle Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarına yönelik bölgesel talebin tahmini

Güven KAYA (Orcid: 0000-0001-9769-3023)^{*1}, Kenan OK (Orcid: 0000-0002-0292-6152)²,
Tuncay PORSUK (Orcid: 0000-0002-0931-3236)¹, Tuğba DENİZ (Orcid: 0000-0002-0114-8790)²,
Murat ÇETİNER (Orcid: 0000-0001-9352-1849)³

¹ İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

² İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İSTANBUL

³ Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

*Sorumlu yazar/Corresponding author: guvenkaya@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received: 04.12.2017, Kabul tarihi/Accepted: 19.12.2017

Öz

Bu araştırma, seyahat maliyeti yaklaşımı kullanılarak türetilen bir bölgesel rekreasyonel talep fonksiyonu yardımıyla rekreasyon talebini nicel olarak ölçmeyi ve talebi etkileyen değişkenleri belirlemeyi amaçlamıştır. Rekreasyonel ikame ilişkilerinin incelenebileceği mesire yerleri, tabiat parkları ve milli park gibi orman içi rekreasyonel alanlarla, orman dışı pek çok açık hava rekreasyonel fırsat alanı bulunan Ankara ili, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Araştırma alanı Ankara ilindeki biri milli park, beşi tabiat parkı, yedisi mesire yeri, üçü kent ormanı olmak üzere 16 orman içi rekreasyon sahası ile ikame yerlerini kapsamaktadır. Araştırma verileri, aktüel ve potansiyel ziyaretçilere uygulanan anketlerden elde edilmiştir. Ana etkinliğin piknik olduğu rekreasyon etkinlikleri için, bölgesel seyahat maliyeti yaklaşımına dayalı olarak çoklu regresyon analizleriyle iki bölgesel talep fonksiyonu tahmin edilmiştir. Talep fonksiyonlarındaki seyahat maliyeti değişkeninde kuramsal artışlar oluşturularak ikinci aşama talep eğrileri çizilmiştir. Aktüel ve potansiyel ziyaretçilerden elde edilen tüm verilerle oluşturulan talep fonksiyonu dikkate alındığında; 0-503 TL aralığında seyahat maliyeti artışının elde edilebilecek gelir düzeyini artırdığı, bu aralıkta hesaplanan elastikiyet değerinin 0,01 ile 0,75 arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca alanların statüsünün, rekreasyon potansiyelinin, ikame alanın uzaklığının, tesis yeterliliğine yönelik inançların ve alışkanlıkların rekreasyon talebini pozitif etkilediği; buna karşın daha çeşitli etkinlik fırsatları sağlayan, yöresel yemekler için tercih edilen, ikame alanlarda daha çok etkinlik fırsatı olan alanların daha az ziyaret edildiği belirlenmiştir. Araştırmada farklı rekreasyonel alanlar arasında bir ikame etkisinin olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman içi rekreasyon, bölgesel talep, seyahat maliyeti, rekreasyonel ikame, talep değişkenleri

Estimating regional recreational demand for forest recreation sites with travel cost method in Ankara province

Abstract

This research aimed to quantify the regional forest recreation demand and to determine the variables affecting the recreation demand using the regional travel cost approach. Ankara province, which has forest recreation areas such as national parks, nature parks, picnic areas, urban forests and many other outdoor recreation sites in terms of substitution relations, was selected as study area. The research covers 16 forest recreation sites, including one national park, five nature parks, seven picnic areas, three urban forests, and other substitute recreation sites. The main research data were collected by on-site and off-site surveys. Two regional demand functions based on the regional travel cost approach were estimated for forest recreation activities, mainly picnicking, with multiple regression analysis. Then second-stage demand curve was drawn with hypothetical increases in the travel costs by using the regional recreation demand functions. This curve formed using the data obtained from all the users shows that the travel cost increasing up to 503 has positive effects on revenues from the forest recreation sites as the arc elasticity values in this range are between 0.01 and 0.75. Moreover, it was found that the conservation status and recreational potential of the areas, distance of the substitution area, beliefs about facility sufficiency and habits of visitors affect recreational demand positively. However, it was found out that areas providing more and various activity opportunities, preferred for local dishes and having substitute areas with more activity opportunities have been less visited. Substitutional relation among recreational sites was proven in the research.

Keywords: Forest recreation, regional demand, travel cost, recreational substitution, demand variables

To cite this article (Atf): KAYA, G., OK, K., PORSUK, T., DENİZ, T., ÇETİNER, M. (2018). Seyahat maliyeti yöntemiyle Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarına yönelik bölgesel talebin tahmini. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (1), 15-30.
DOI: 10.17568/ogmoad.361810

1. Giriş

Sürdürülebilir orman kaynakları yönetimi, rekreasyon veya diğer tüm orman işlevlerinde, faydalanıcının talepleri, kaynağın nitelikleri ve potansiyeli hakkında, öncelikle bilgi sahibi olmayı, ardından bu bilgileri kullanmayı gerektirir. Bu gereklilik, planlama, finansman ve pazarlama gibi yönetim işlevleri açısından daha belirgindir. Çok yönlü faydalanma ilkesine uygun bir işlevsel tahsis yapılabilmesi, finansman için gerekli kullanım bedellerinin hesaplanabilmesi için; ormanların mevcut ve potansiyel rekreasyon arz ve talebinin nitelik ve nicelik olarak ortaya konması, elde edilebilecek faydanın büyüklüklerinin ölçülmesi gereklidir. İltis ve Ok (2012)'un belirttiği gibi, müşterilerin (muhatapların) kimler olduğu, neleri, neden, ne kadar ve nasıl satın aldıkları sorularının yanıtlarına odaklanabilmiş bir yönetim anlayışına geçmek gerekmektedir. Bu sorular aslında talep araştırmalarının konusudur ve yöneticilere; kullanıcıların rekreasyon davranışlarını tahmin ederek yeni rekreasyon alanlarının tesisi, mevcut alanların talepler doğrultusunda düzenlenmesi kararlarını almalarında destek sağlamaktadır.

Türkiye'de orman içi rekreasyon alanlarının büyük bölümü Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) tarafından yönetilmektedir. 2015 yılı verilerine göre (OGM, 2016), 1.444 mesire yeri (26.185 ha) vardır. DKMP'nin sorumluluğundaki milli parkların sayısı 40'a (828.614 ha) ulaşırken, tabiat parklarının sayısı 204'e (99.393,54 ha) çıkmıştır (OSB, 2016). Cumhuriyet dönemi boyunca rekreasyon taleplerinin arttığı kabul edilerek, rekreasyon alanları, bir başka deyişle, arzı artırılmıştır. Ancak, arz-talep dengesi incelenmeden, yerel veya bölgesel talep farklılıkları dikkate alınmadan, sürekli arzı yükselten bir yaklaşım doğru değildir. Bu kapsamda, Türkiye ormanlarındaki açık hava rekreasyonu hizmet talebinin halen arzdan fazla olduğu varsayılmakta, sürekli ve her yerde yeni alanlar tesis edilmektedir.

Bu kapsamda kent ormanlarının sayısı, 2015 yılı itibarıyla 133'e (10.315 ha) ulaşmıştır (OGM, 2016). 2005-2007 yılları arasında OGM'ye bağlı orman içi mesire yerleri sayısında yıllık %60'a, toplam büyüklüğünde ise %308'e varan artışlar meydana gelirken (OGM, 2016), 2011 yılından itibaren alan artış oranları, önceki yıllardaki gibi %10'un altına gerilemiş, hatta 2013 yılından sonra, eksi değerlere düşmeye başlamıştır. OGM 2014 yılı faaliyet raporuna (OGM, 2014a) göre, 9'u kent ormanı, 73 orman içi rekreasyon alanı ilk kez kurulurken, 10'u kent ormanı, 157 rekreasyon alanının kurulu-

şu iptal edilmiştir. Buna karşın, kent ormanı veya mesire alanı yapılacak yerdeki talep düzeyinin ne olduğu, hedeflenen rekreasyonel tesis ile ne kadarlık ve hangi tipte bir rekreasyonel talebe yanıt verileceğine yönelik somut araştırmaların varlığı bilinmemektedir. OGM'ye devredilen ve devredilmeyen mesire yerlerinin sunduğu hizmetler ve bunlara yönelik toplumsal talebin farklılıklarına yönelik analizlerin eksikliği, verilen kararların etkinliğini sorgulamayı engellemektedir. Bütün bunlar göstermektedir ki, rekreasyonel olanakları artıran tesisleri açma, kapama, statusünü değiştirme gibi kararların, dene-gör yaklaşımından çıkıp, talep analizlerine dayalı ormancılık uygulamaları haline döndürülmesi gereklidir.

İkinci Dünya Savaşı sonrası toplumun artan rekreasyon talebinin baskısıyla, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) orman kaynaklarının sağladığı açık hava rekreasyon hizmetlerine yönelik talep araştırmaları çoğalmıştır. ABD'de 1960 yılında çıkarılan Çok Yönlü Faydalanma ve Sürdürülebilir Hâsıla Kanunu, bir yandan ormancılık mesleğine çok yönlü faydalanma ilkesini kazandırırken, diğer yandan çok boyutlu sayısal analizleri içeren araştırma yöntemlerinin kullanımını teşvik etmiş, kaynak yöneticilerini araştırmalara dayalı tahminleri dikkate alan uygulamalar konusunda desteklemiştir. Bu anlayış zamanla yaygınlaşmış ve örneğin 1974 yılında ABD'de kabul edilen Orman ve Mera Yenilenebilir Kaynaklar Planlama Kanunu ile sorumlu kurum olarak Orman Servisinin, açık hava rekreasyonu dahil, yenilenebilir kaynaklarla ilgili olarak, her on yılda bir ekonomik trendler hakkında bir değerlendirme yapması zorunlu kılınmıştır (English ve ark., 1993). ABD'de yapılan rekreasyon talebi araştırmalarına paralel olarak ekonomik değer tahmin araştırmaları yapılmıştır. Bu durumun temel nedeni, araştırmalarda en çok tercih edilen yöntem olan seyahat maliyeti yönteminin (SMY), hem talebi açıklama, hem değer belirleme amaçlı kullanılabilmesidir.

Nitekim Türkiye Ulusal Ormancılık Programında (2004-2023) da rekreasyon araştırmaları stratejik olarak teşvik edilmiştir (ÇOB, 2004). Ancak idarenin talebinden ziyade, akademik merakla yapılan ve SMY kullanılan orman içi rekreasyon araştırmalarında (Akesen, 1983; Kaya ve ark., 2000; Pak, 2003; Ortaççeşme ve ark., 2002; Gürlük, 2006; Başar, 2007; Özdemir, 2006; Kaya ve ark., 2009) genellikle ekonomik değer tahminine odaklanılmış, maliyet, giriş ücreti, gelir, talep esneklikleri, kalite ve ikame etkisi gibi iktisadi değişkenler çok nadir analiz edilmiştir. ABD'de olduğu gibi, periyodik olarak tekrarlanan, metodolojik temelleri sağlam rekreasyon talebi araştırmaları Türkiye'nin sorum-

lu kurumlarınca ne talep edilmiş, ne de yapılmıştır.

Türkiye’de yeni rekreasyon tesislerinin açılma veya kapatılmasının yanı sıra, mevcut sahaların yönetim planlarının içereceği etkinliklerin idaresinde de problemler gözlenmektedir. Orman içi rekreasyon alanları arasında, tıpkı iktisadi mallarda görüldüğü gibi ikame, rekabet veya tamamlayıcı ilişkiler bulunabilmektedir. O nedenle, tekil araştırmalar yanında, bir bölgedeki tüm rekreasyon alanlarına yönelik kullanıcıların davranışlarını dikkate alan bölgesel rekreasyon talep araştırmalarının yapılması gereklidir.

Türkiye’de mevcut orman içi rekreasyon talebi araştırmalarının genellikle tek bir alan için yapıldığı, birden fazla rekreasyon alanının konu edildiği araştırmalarda da analizin her bir alan için ayrı ayrı gerçekleştirildiği görülmektedir. ABD’de ise rekreasyon talebi araştırmalarında (English ve ark., 1993) bölgesel analizlerin tercih edildiği bilinmektedir. Dünya genelinde de, geniş coğrafi alanlarda rekreasyon talebi ve toplam değerini araştıran çok az çalışmanın olduğu (Lutz ve ark., 2000; Garber-Yonts, 2005), tek veya küçük alanlı çalışmaların karar verme sürecine sınırlı bilgi sağladığı (Hill ve Courtney, 2006), bu yüzden tüm alanların etkileşiminin ve toplam değerlerin ölçülmesi gerektiği (Heal ve ark., 2005) ifade edilmektedir (Bestard ve Font, 2010).

Bununla birlikte, ziyaretçilerin alınan rekreasyon kararları karşısında gösterebilecekleri olası tutumların da bilinmesi gereklidir. Giriş ücreti talep etmek ve park yerlerinden ücret almak gibi, alan yönetimiyle ilgili kararların, ziyaretçilerce nasıl karşılanacağını öngörülmesine yarayan çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Olası ziyaretçi sayıları, rekreasyon giderleri, alan yönetiminin elde edileceği gelirler üzerinde sağlam tartışmaların yapılabilmesi için, talep analizleri yapılmalı ve elde edilen talep fonksiyonlarının, özellikle fiyat ve gelir esneklikleri ortaya konmalıdır.

Kaynak israfına neden olmadan, Türkiye’de halen arttığı varsayılan rekreasyon taleplerini karşılamak için, toplumun orman içi rekreasyon alanlarına yönelik aktüel ve potansiyel taleplerinin ve ziyaretçilerin rekreasyon davranışlarının bölgesel düzeyde ölçülmesine yönelik araştırmaların önemini arttırmaktadır.

Yukarıdaki gerekçelerle gerçekleştirilen bu araştırma, seyahat maliyeti yaklaşımı kullanılarak türetilen bir bölgesel rekreasyonel talep fonksiyonu yardımıyla, rekreasyon talebini nicel olarak ölçmeyi ve talebi etkileyen değişkenleri belirlemeyi amaçlamıştır.

1.1. Seyahat maliyeti yöntemi

Harold Hotelling (1947), milli parkların değeri hakkında bilim adamlarının görüşlerine başvuran ABD Milli Parklar Servisi’ne 1947 yılında bir mektup göndererek, bu yöntemin temel düşüncesini ifade etmiştir (Pearce, 2002). Hotelling’in mektubu, Clawson (1959) tarafından geliştirilen seyahat maliyeti yönteminin (SMY) temelini oluşturmuştur. Bölgesel seyahat maliyeti araştırmaları 1980’li yıllarda ABD’de oldukça yaygınlaşmıştır. SMY araştırmalarına; ABD Washington, Oregon ve Idaho eyaletlerine 195 alanda kampçılık, balık tutma, yüzme ve rafting etkinliklerinin (Sutherland, 1983), California Çölü su rezervuarlardaki rekreasyon hizmetlerinin (Ward ve ark., 1996), Colorado eyaletinde yabanıl alanlarda rekreasyon hizmetlerinin (Hof ve Loomis, 1983), 86.700 acre büyüklüğündeki bir orman alanında 30 yıllık periyotta odun hammaddesi üretiminin rekreasyon ve ticari amaçlı balık avlama etkinlikleri üzerindeki etkilerinin (Loomis, 1988), ABD Oregon’da 20 avlakta av etkinliklerinin (Shalloof, 1985) ve yine Oregon’da sportif alabalık avının (Abdullah, 1988) ekonomik değerlerini tahmin etmeye yönelik çalışmalar örnek verilebilir. 1990’lı yılların sonlarına doğru ise çok alanlı SMY uygulamalarında daha gelişmiş ekonometrik modellerin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. ABD’de bu dönemde; Güney Dakota’da 19 rekreasyon alanında rafting ve kamp yapma etkinliklerine (Piper, 1997), Snake Irmağında sportif balıkçılığa (McKean ve ark., 2001), yine Snake Irmağında kamp yapma, rafting, su kayağı, yüzme ve piknik etkinliklerine (McKean ve ark., 2005), New Mexico eyaletinde altı su rezervuarında rekreasyon hizmetlerine (Brinegar ve Ward, 2009), Alaska’da 29 yerde rekreasyon amaçlı balıkçılığa (Carson ve ark., 2009) yönelik talep ve ekonomik değer tahmin araştırmaları yapılmıştır. ABD dışında İspanya / Mallorca’da ise 59 orman alanında açık hava rekreasyonunun ekonomik değerini tahmin etmek için özgün bir araştırma (Bestard ve Font, 2010) gerçekleştirilmiştir.

Seyahat Maliyeti Yöntemi (SMY) bir alandaki rekreasyonel etkinliklere ilişkin talep eğrisini türetirken, fiyat yerine seyahat maliyetini vekil olarak kullanır. SMY, “*bir rekreasyon alanına yapılan yıllık ziyaret sayısının, ziyaretlerin seyahat maliyetleriyle ters orantılı değiştiği*” varsayımından hareket eder (Kaya, 2002). SMY’ye göre, rekreasyon alanının talebi veya ziyaret sayısı (ZS), ziyaretçilerin seyahat maliyeti (SM), geliri (G), rekreasyon alanının kalitesi (AK), ikame rekreasyon alanının kalitesi (İK), demografik ve diğer sosyoekonomik değişkenler (DSE) ve ziyaretçilerin zevk, tercih ve beklentilerinin (ZT) bir fonksiyonudur (Formül 1):

$$ZS = f(SM, G, AK, İK, DSE, ZT) \quad (1)$$

Formül 1 aslında SMY talep fonksiyonunun genel formudur. Uygulamada bireysel-zonal ve tek alanlı-bölgesel (çok alanlı) şeklinde farklı SMY yaklaşımları geliştirilmiştir. Bireysel ve zonal yaklaşımlar arasındaki temel fark; talep birimi olarak bireylerin veya yerleşim yerlerinin (ziyaret orijinlerinin) esas alınması, dolayısıyla talep fonksiyonunda taleplerle ilgili bağımlı ve bağımsız değişkenlerin seçiminden kaynaklanır. Bireysel yaklaşımda bağımlı değişken, rekreasyon alanının çekim alanında kaldığı kabul edilen yerleşim yerlerinden gelen her bir ziyaretçinin yıllık ziyaret sayısıdır. Bu yaklaşımda ziyaret sayısını etkileyebildiği düşünülür; gelir, yaş, cinsiyet, meslek, zevk ve tercihler gibi değişkenler için bireysel nitelikler kullanılır.

Zonal yaklaşımda ise rekreasyon alanına uzaklık açısından birbirine yakın ziyaret orijinleri (yerleşim yerleri), zonlar altında gruplandırılır. Zonal yaklaşımda bağımlı değişken, her bir zondan rekreasyon alanına yapılan ziyaretlerin zonların nüfusuna bölünerek elde edilen kişi başına ziyaret sayısı veya katılım oranıdır. Bu tip bir analizde, ziyaretçilerin demografik ve sosyoekonomik nitelikleri ile zevk ve tercih değişkenleri için, her bir zonu yansıtacak ortalama değerler kullanılır.

SMY ile birden fazla rekreasyon alanına yönelik talep fonksiyonu türetilerek, ekonomik değer tahminleri de yapılabilir. Çok alanlı yahut bölgesel yaklaşım olarak bilinen bu yaklaşımda, zonal ve bireysel SMY yaklaşımları kullanılabilir. Bölge ve zon yaklaşımlarını birlikte kullanarak bir SMY yaklaşımı geliştirildiğinde, bağımlı değişken, her bir ziyaret orijiniinden, her bir rekreasyon alanına yapılan ziyaretlere katılım oranıdır. Loomis ve ark. (1986)'na göre; bölgesel rekreasyon talep modelleri yahut çok alanlı talep modelleri, basit kaynak sorunlarına cevap üretmek açısından, tek alanlı modellere göre daha maliyet etkin ve daha güvenilir değildir. Bununla birlikte, yeni rekreasyon alanının tesis edilmesi veya mevcut bir alanın kalitesini iyileştirmekten doğan faydaların değerlendirilmesi gibi yönetsel sorunlar varsa bölgesel yaklaşım tercih edilmelidir.

1.2. Türkiye'de SMY araştırmaları

Türkiye'de rekreasyonel talep tahmin yöntemlerinin irdelendiği bilinen ilk yayın Geray'ın (1972) çalışmasıdır. SMY'nin ilk uygulaması ise Akesen (1983) tarafından Fethiye'deki iki orman içi rekreasyon alanında gerçekleştirilmiştir. Çevresel değer belirlemeye yönelik akademik ilgi artışı ile birlikte, 2000 yılından itibaren SMY kullanılarak bazı araştırmalar yapılmıştır. SMY'nin, Soğuksu Milli

Parkı (Kaya ve ark., 2000), Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı (Ortaçesme ve ark., 2002), Trabzon ve Kahramanmaraş'da yedi orman içi rekreasyon alanını (Pak, 2003), Manyas Gölü Kuş Cenneti (Gürlük, 2006), Dilek yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkı (Başar, 2007) ve Beynam orman içi rekreasyon alanında (Özdemir, 2006) piknik başta olmak üzere rekreasyon hizmetlerine ve Bartın'da rekreasyon amaçlı avcılığa (Kaya ve ark., 2009) yönelik araştırmalarda kullanıldığı görülmektedir.

Akesen (1983) dışındaki araştırmalar, rekreasyon hizmetlerinin ekonomik değerinin belirlenmesine yöneliktir ve çoğunda elde edilen veri ve fonksiyonlarla talep analizleri yapma olanağı varken, nadiren (Kaya ve ark., 2000) bu analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca SMY araştırmalarında, doğal avlamlarda avcılığın ekonomik değerinin araştırıldığı bir çalışma (Kaya ve ark., 2009) dışında, birden fazla alan kapsayanlar da dahil olmak üzere, bölgesel veya çok alanlı yaklaşımın kullanıldığı başka bir SMY araştırması bulunmamaktadır. Üstelik bu araştırmaların talep fonksiyonlarında çalışma alanı veya ikame alanların kalitesine yönelik değişkenler kullanılmamıştır. Bu araştırmalar arasında, türetilen fonksiyonların rekreasyon talebini açıklama düzeyini gösteren belirlilik katsayıları (R^2) %93 gibi yüksek değerlere ulaşan çalışmalar (Kaya ve ark., 2000) olduğu gibi; %4,5 gibi oldukça düşük değerler bulunan araştırmalar (Ortaçesme ve ark., 2002) da mevcuttur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

DKMP ve OGM'nin araştırma amacına uygun resmi yazışmaları, yayınlanmış ve yayınlanmamış istatistikleri, bölge haritaları, web bilgileri ve broşürleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma yöntemi ile ilgili yayınlar ise bir diğer araştırma materyalini oluşturmuştur. Bunlara ek olarak, araştırma yönteminin gerektirdiği birincil verileri toplamak üzere, araştırma ekibince aktüel ziyaretçi (alan içi) ve potansiyel ziyaretçi (alan dışı) anket formları üretilmiş ve çalışmanın özgün materyali olarak kullanılmıştır.

2.2. Araştırmada uygulanan seyahat maliyeti yöntemi yaklaşımı

Araştırmada ziyaret orijin zonlarının (yerleşim yerlerinin) talep birimi kabul edildiği *bölgesel-zonal seyahat maliyeti yaklaşımı* ana yöntem olarak kullanılmıştır. Araştırma sürecinde, bir SMY araştırmasının gerektirdiği aşamalar izlenmiştir. Bu aşamalar ve uygulama biçimleri aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

2.2.1. Rekreasyon alanlarının, hedef toplumun ve zonların belirlenmesi

Araştırma alanı, Ankara ilinde OGM ve DKMP tarafından yönetilen orman içi rekreasyon alanlarını ve bu alanları ikame edebilecek yerlerle sınırlandırılmıştır. Ülke ormanlarının %1,97'sinin (441.242 ha) yer aldığı Ankara ilinde 2016 yılı itibarıyla 2 milli park (MP), 9 tabiat parkı (TP), 15 A, B ve

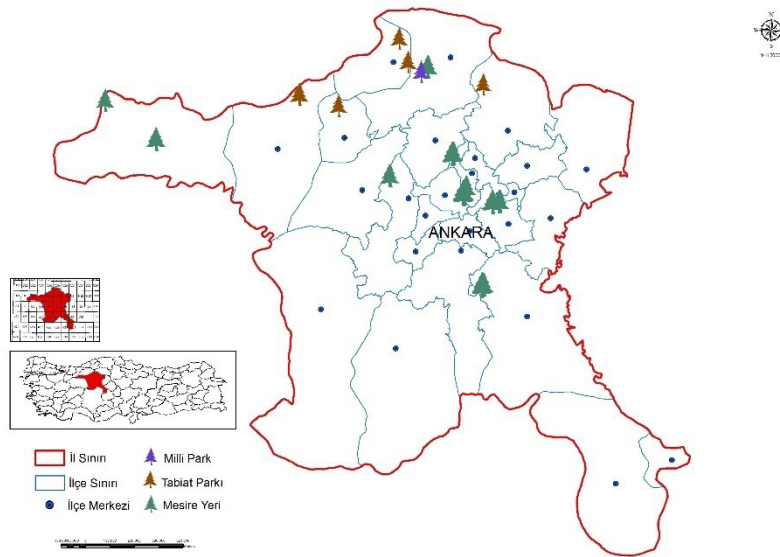
C tipi mesire yeri ve 7 kent ormanı bulunmaktadır (OSB IX. Bölge Müdürlüğü, 2016; OGM, 2016). Bu alanların bir bölümü aktif olarak kullanılmadığından araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır. Araştırmada, Tablo1'de listelenen ve Ankara il haritasındaki konumları Şekil 1'de verilen 16 orman içi rekreasyon alanına yönelik talebin tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

Tablo 1. Araştırma alanlarının içerdiği rekreasyonel alanlar
Table 1. Forest recreation sites in the research area

Alan adı	Statüsü	İlçesi	Alanı (ha)	Ziyaret sayısı
Soğuksu	Milli park	Kızılcahamam	1183,00	200.000
Aluçdağı	Tabiat parkı	Çamlıdere	90,00	20.000
Çamkoru	Tabiat parkı	Çamlıdere	215,00	12.000
Eğriova	Tabiat parkı	Beypazarı	10,00	1.000
Karagöl	Tabiat parkı	Çubuk	10,79	14.000
Sorgun	Tabiat parkı	Güdül	50,00	5.000
Hoşbebe	A tipi mesire yeri	Nallıhan	7,50	2.000
Meşelidağ	A tipi mesire yeri	Altındağ	19,49	2.000
Yeşildere	B tipi mesire yeri	Sincan	7,20	7.500
Beynam	C tipi mesire yeri	Bala	87,38	8.000
Karakaya	C tipi mesire yeri	Keçiören	17,01	5.000
Kılıçlar	C tipi mesire yeri	Kahramankazan	27,66	6.000
Uluhan	C tipi mesire yeri	Nallıhan	2,50	1.000
Başkent (Kartaltepe)	D tipi mesire yeri (Kent ormanı)	Keçiören	66,40	10.000
Beşikkaya (Altinköy)	D tipi mesire yeri (Kent ormanı)	Altındağ	19,37	5.000
Kızılcahamam	D tipi mesire yeri (Kent ormanı)	Kızılcahamam	24,40	2.500
Toplam			1837,70	301.000

Yukarıda listelenen orman içi rekreasyon alanları dışında kalan, çoklukla ormancılık kurumları dışındaki birimlerce yönetilen ve ziyaretçilere benzer

rekreasyonel fırsatlar sunabilen parklar, bahçeler ve diğer açık hava dinlenme alanları araştırmanın ikame alanları olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Ankara ili orman içi rekreasyon alanları haritası
Figure 1. Forest recreation sites in Ankara province

Bir bölgede yer alan orman içi rekreasyon alanlarına yönelik talebin, talep üzerinde etkili değişkenlerin sağlıklı tahmin edilmesi için, alan üzerindeki ziyaretçiler kadar, alanları daha önce ziyaret eden, fakat tercihlerini değiştirenlerle, hiç ziyaret etmeyenlerin de talep ve beklentilerinin ölçülmesi gerekir. O nedenle Ankara ilinde yer alan orman içi rekreasyon alanlarının aktüel ve potansiyel ziyaretçileri, araştırmanın hedef toplumu olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada; araştırma alanı içerisinde kalan herhangi bir rekreasyon alanında, en az bir rekreasyon etkinliği yapmak üzere fiilen bulunan kişiler *aktüel ziyaretçi* olarak adlandırılmıştır. *Potansiyel ziyaretçi* terimi ise araştırma alanı içerisinde kalan bir rekreasyon alanını halen ziyaret etmeyen, fakat daha önce ziyaret etmiş veya etmemiş olmakla birlikte, sürekli yaşadığı alan dikkate alındığında ziyaret etme olasılığı bulunan kişileri tanımlamak için kullanılmıştır. Aktüel ziyaretçilere rekreasyon alanları içerisinde yapılan anketlerle ulaşılrken, potansiyel ziyaretçi görüşmeleri rekreasyon alanları dışında yapılmıştır. Araştırma maliyetleri düşünülerek potansiyel ziyaretçiler Ankara ilinde ikamet eden toplumla sınırlandırılmıştır. Bu bağlamda Ankara ili ilçeleri birer *orijin zonu* olarak kabul edilmiştir.

2.2.2. Rekreasyon talep modeli ve veri gereksinimi

Zonal yaklaşıma uygun olarak i. orijin zonu (ilçesi) ve j. orman içi rekreasyon alanı için rekreasyon talep modeli Formül 2'deki gibi kurulmuştur:

$$KATOR_{ij} = f(SM_{ij}, G_i, AK_j, İK_{ij}, DSE_i, ZT_i) \quad (2)$$

Formül 2'deki modelde bağımlı değişken olan i. ziyaret orijini zonundan j. orman içi rekreasyon alanına ziyaretlere katılım oranı ($KATOR_{ij}$), i. orijin zonundan (ilçeden) j. rekreasyon alanına ziyaret sayısının (ZS_{ij}) i. orijin zonunun (ilçenin) nüfusuna (N_i) oranlanmasıyla (Formül 3) elde edilmiştir:

$$KATOR_{ij} = ZS_{ij}/N_i \quad (3)$$

Araştırmada seyahat maliyetinin (Formül 4) ise i. zondan j. alana ziyaretlerde ulaşım harcamaları (UH_{ij}), ulaşım süresinin fırsat maliyeti (USM_{ij}), alanda rekreasyon etkinliği zamanının fırsat maliyeti (RSM_{ij}), j. alana giriş ve/veya otopark ücretinden (GB_j) ve alana özgü harcamalardan (AH_j) oluştuğu kabul edilmiştir:

$$SM_{ij} = UH_{ij} + USM_{ij} + RSM_{ij} + GB_j + AH_j \quad (4)$$

Bu seyahat maliyeti kalemleri ayrı değişkenler olarak tasarlanmış, ancak otokorelasyon tehlikesinden sakınmak için, ulaşım harcamaları esas alınmak

üzere, diğerleriyle farklı bileşkelerinin türetilmesi öngörülmüştür. Burada temel varsayım olarak; ziyaretçilerin öncelikle ziyaret için gerekli harcamaların bir veya birkaçını ulaşım harcamaları ile toplayarak ödedikleri kabul edilmiştir. Ayrıca seyahat maliyetlerinin kişi başına hesaplanması anlayışı benimsenmiştir. Çok amaçlı ziyaretler dışlanmamış, fakat ziyaretin toplam maliyeti içinde rekreasyon alanına özgü seyahat maliyetleri dikkate alınmıştır.

Ziyaretçilerin özel araç, toplu taşıma, özel turlar veya yaya olarak alana ulaşabilecekleri araç olarak, bisiklet, motosiklet, otomobil, minibüs, otobüs veya cip gibi araçları kullanabilecekleri düşünülmüştür. Özel araçla rekreasyon alanına ulaşanlar için kişi başına ulaşım harcaması Formül 5 ile hesaplanmıştır:

$$UH_{ij} = UZ_{ij} \times BUM/KS_{ij} \quad (5)$$

Formül 5'deki UZ_{ij} , i. orijin zonundan j. alana giriş-dönüş uzaklığını; BUM, birim ulaşım maliyetini; KS_{ij} , araç başına kişi sayısını göstermektedir. BUM, 0,30 TL/km olarak kabul edilmiştir. Diğer araçları kullananlar için ise grup büyüklüğünün dikkate alınması veya rapor ettikleri değerlerin kullanılması yaklaşımı benimsenmiştir.

Seyahat maliyeti değişkeninin diğer bileşeni olan zaman maliyetinin (USM_{ij} ve RSM_{ij}) hesabında; Cesario ve Knetsch (1970)'in saatlik ücret oranlarınının 1/3'ünün esas alınması önerisi dikkate alınmıştır. Bu hesaplarda hem deneklerin rapor ettikleri değerler, hem de genel istatistiklere dayanan veriler kullanılmıştır.

2.2.3. Verilerin toplanması

Aktüel ziyaretçi anket formunu kullanarak, talep fonksiyonundaki seyahat maliyetiyle ilgili değişkenleri üretmek üzere, ziyaretçilerin mevcut gezilerinin temel özellikleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda; ikamet, alanı ziyaret sayıları, ayları ve günleri, ziyaret amaçları, mevcut gezinin süresi, ziyaretçi grup büyüklüğü ve niteliği, ulaşım aracı, araç başına kişi sayısı ve gezi masrafları sorgulanmıştır. Talep fonksiyonunun alan kalitesi ile ilgili değişkenlerinin verilerini elde etmek üzere alandaki etkinlikler, alanı tercih nedenleri, alanın içerdiği tesisler, donatılar ve idari yönlerden yeterliliğine yönelik sorular anket formunda yer almıştır. İkame rekreasyon alanlarına ait değişkenleri üretmek için ise, bu nitelikteki orman içi ve dışı rekreasyon alanlarına ziyaret sayıları sorulmuştur. Anket formunda son olarak, demografik ve sosyoekonomik niteliklere ilişkin değişkenler üretmek üzere; ziyaretçinin yaşı, eğitimi, geliri, hane halkı büyüklü-

ğü vb. kişisel özellikleri sorgulanmıştır.

Potansiyel ziyaretçi anket formu soruları, büyük ölçüde aktüel ziyaretçi anket formuna benzemektedir. Aralarındaki en belirgin fark, aktüel ziyaretçi anketlerindeki mevcut gezi kesiti yerine, potansiyel ziyaretçi anket formunda son bir yıl içinde Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarına gerçekleştirilen son geziye ilişkin bilgilerin sorgulanmasıdır.

Araştırmada anket çalışması için aktüel ve potansiyel ziyaretçilerin örnek büyüklükleri hesabında Formül 6'da verilen ana kütle büyüklüğü bilinen olasılıklı örnekleme formülü (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004; Daşdemir, 2016) kullanılmıştır:

$$n \geq N \cdot p \cdot q \cdot Z^2 / [(N - 1) \cdot d^2 + p \cdot q \cdot Z^2] \quad (6)$$

Formül 6'da n, örnek büyüklüğünü; N, ana kütle büyüklüğünü; p, ölçülmek istenen özelliğin ana kütle içerisinde bulunma olasılığını; q, ölçülmek istenen özelliğin ana kütle içerisinde bulunmama olasılığını; Z, %95 güven düzeyinde Z test değerini (1,96); d, hata payını göstermektedir.

Aktüel ziyaretçiler için ana kütle büyüklüğü (N_1), çalışma alanındaki orman içi rekreasyon alanlarına yıllık ziyaret sayısıdır ve yaklaşık 301.000 kişi olarak belirlenmiştir (OGM, 2014b; OSB IX. Bölge Müdürlüğü, 2014). Potansiyel ziyaretçiler için ana kütle büyüklüğü (N_2) ise Ankara ili hane halkı sayısı olan 1.572.133'dür.

Bölgesel seyahat maliyeti yaklaşımının geçerliliği için, ikame ilişkilerini dikkate alarak istenen özellik (p), "deneklerin son bir yıl içinde birden fazla alanı ziyaret etmesi" olarak öngörülmüştür. İlk 100'er anket çalışması sonuçlarına göre, deneklerin birden fazla alanı ziyaret etme olasılığı %25 (p), etmeme olasılığı ise %75 (q) olarak kabul edilmiştir. Potansiyel ziyaretçi anketlerinde örnek büyüklüğünü artırmak için p, %50 olarak alınmıştır.

Hata payı (d), potansiyel ziyaretçiler için 0,05 olarak kabul edilirken, aktüel ziyaretçiler için daha homojen grup olmalarını ve araştırma maliyetlerini dikkate alarak, biraz daha yüksek (0,07) alınmıştır. Bu değerler Formül 6'da yerleştirildiğinde örnek büyüklüğünün aktüel ziyaretçiler (n_1) için en az 147 ziyaretçi, potansiyel ziyaretçiler (n_2) için en az 384 hane halkından oluşması gerektiği belirlenmiştir.

Minimum örnek büyüklükleri aktüel ziyaretçiler için alan bazında yıllık ziyaretçi sayısı, potansiyel ziyaretçiler için ilçeler bazında hane halkı sayısına göre tabakalandırılmıştır. Bazı tabakalardaki düşük örnek sayılarını artırmak üzere, aktüel ziyaretçiler için minimum örnek büyüklüğü 20 olarak kabul edilmiş, potansiyel ziyaretçiler için 5'in

katları olacak şekilde yukarıya doğru yuvarlama yapılmıştır.

Anket çalışmaları, Temmuz 2014 - Ağustos 2016 arasında yapılmıştır. Aktüel ziyaretçi anketleri araştırma alanı içinde kalan orman içi rekreasyon alanlarında ve ziyaretçi grubu temsilcileriyle gerçekleştirilmiştir. Potansiyel ziyaretçi anketleri için ise ilçe merkezlerinde ve hane halkı temsilcileriyle, basit rasgele örnekleme yöntemiyle çalışılmıştır. Toplamda 350 aktüel ziyaretçi, 600 potansiyel ziyaretçi anketi gerçekleştirilmiş, hatalı ve eksik doldurulan anketler elenerek 312 aktüel, 556 potansiyel ziyaretçi anketi değerlendirilmiştir.

Rekreasyon alanlarının niteliklerine dayanan objektif değişkenler türetmek için Gülez (1990) tarafından geliştirilen rekreasyon potansiyeli değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Ziyaret orijinleri ve orman içi rekreasyon alanları arasındaki uzaklık ve ulaşım süresi, "Google Haritalar" web aracıyla ölçülerek elde edilmiştir. Rekreasyon potansiyeli için gerekli iklim verileri (yaz ayları sıcaklık, yağış, bulutlu gün sayısı ve rüzgâr hızı), uzun yıllar ortalaması olarak yakın istasyonlar için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Yerleşim yerlerinin demografik ve sosyoekonomik nitelikleri ile deneklerin gelir ve harcamalarının analiz zamanındaki değerinin hesabında kullanılan tüketici fiyatları endeksi (2003 = 100) Türkiye İstatistik Kurumu web sayfasından (TÜİK, 2016) temin edilmiştir.

2.2.4. İstatistik analizler ve talep eğrilerinin türetilmesi

Talep fonksiyonu türetmek için aktüel ve potansiyel ziyaretçi anketlerinden elde edilen son gezi verileri, alanlar bazında birleştirilerek rekreasyon alanı -ziyaret orijini (ilçe) kombinasyonları oluşturulmuştur. Anket formlarından elde edilen verilerin işlenmesi, nitel verilerin sayısallaştırılması, değişkenlerin türetilmesi, aritmetik ortalamalar, yüzde hesapları gibi basit istatistik analizler ve grafiklerin hazırlanmasında MS Office Excel yazılımı kullanılmıştır. Çoklu korelasyon ve çoklu regresyon analizleri ise SPSS 24.0 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Talep fonksiyonu için değişkenler seçerken, otokorelasyon probleminde sakınmak üzere çoklu korelasyon analizinden faydalanılmış, çoklu regresyon analizinde ise birçok fonksiyon tipi denenerek yarı logaritmik (Formül 7) fonksiyon tipinin kullanılmasına karar verilmiştir:

$$\ln(KATOR_{ij}) = \alpha_0 + \beta S M_{ij} + \gamma G_i + \delta A K_{ij} + \theta i K_{ij} + \theta D S E_i + \theta Z T_i + \varepsilon \quad (7)$$

Talep fonksiyonları türetildiğinde, talebi etkileyen değişkenlerle ilgili analizler bu fonksiyonlar üzerinde yapılırken, kuramsal olarak artırılan seyahat maliyetleriyle ikinci aşama talep eğrisi çizilmiştir. Giriş ücretleri artışı-gelir değişimi ve talep esneklikleri hesapları ikinci aşama talep eğrileri üzerinde yapılmıştır. İkinci aşama talep eğrisi üzerinde A noktasından B noktasına hareket edildiğinde ziyaret sayısı ZS_A 'dan ZS_B 'ye, seyahat maliyeti de SM_A 'dan SM_B 'ye değiştiğinde, AB arasında talebin yay esnekliği Formül 8 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$E_{AB} = \frac{ZS_B - ZS_A}{ZS_B + ZS_A} \times \frac{SM_B - SM_A}{SM_B + SM_A} \quad (8)$$

Rekreasyon talep fonksiyonları üzerinde seyahat maliyetlerindeki değişimin yanı sıra, diğer değiş-

kenler kullanılarak da iktisadi-sosyal analizler yapılabilmektedir. Bu doğrultuda öne çıkan bağımsız değişkenler üzerinde kuramsal artış ve azalışlar öngörülerek, geleceğe yönelik olarak toplam rekreasyon talebindeki değişimler tahmin edilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Ziyaretçiler ve davranışları üzerine genel bulgular

Aktüel ve potansiyel ziyaretçi anket çalışması gerçekleştirilen deneklerin ortalama 40 yaş ve üstü, %82'den fazlasının erkek, hane halkı büyüklüğünün 3,6'dan fazla, eğitimlerinin liseden yüksek olduğu belirlenmiştir. Aktüel ve potansiyel ziyaretçi anket verilerine göre, deneklerin rekreasyonel davranışlarına ait temel bulgular Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Deneklerin Temel Rekreasyonel Özellikleri
Table 2. Basic recreational characteristics of the respondents

Nitelik	Aktüel ziyaretçiler	Potansiyel ziyaretçiler
İlk kez ziyaret oranı (%)	39,4	n/a
Ortalama yıllık ziyaret sayısı	3,49	3,44
Çok amaçlı gezilerin oranı (%)	31,1	22,6
Ortalama gezi süresi (saat)	9,70	7,69
Alanda ortalama rekreasyon süresi (saat)	8,08	6,05
Ulaşım aracı-otomobil (%)	88,5	88,9
Ulaşım aracı-kişisel (%)	91,7	88,9
Kişisel araçta kişi sayısı	3,79	3,76
Ortalama ziyaretçi grubu büyüklüğü	5,41	5,46
<18 ziyaretçi sayısı	1,40	1,19

n/a: Veri yok

Aktüel ziyaretçilerin yaklaşık %40'ı orman içi rekreasyon alanlarını ilk kez ziyaret etmiştir. Son bir yıl içinde ziyaretçilerin alanları 3 defadan fazla ziyaret ettikleri, son gezileri dikkate alındığında uzun zaman geçirdikleri, ortalama ulaşım süresinin 1,5 saatten fazla olduğu, ulaşımda kişisel araçlarını, özellikle otomobilleri kullandıkları görülmüştür. Ziyaretçi grupları 5 kişiden büyüktür ve her grupta 18 yaşından küçük en az bir ziyaretçi bulunmaktadır. Rekreasyon etkinlikleri incelendiğinde aktüel ve potansiyel ziyaretçilerin %83'ünün piknik etkinliği, en az %70'inin mangal, %60'ının manzara seyretmek, %50'sinin yürüyüş yapmak, %35'inin doğa gözlemi etkinliklerini gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

3.2. Talebi etkileyen değişkenler ve birinci aşama bölgesel orman içi rekreasyon talep fonksiyonları

Talep fonksiyonlarında yer alan değişkenlerin tanımları, betimleyici istatistikleri (aritmetik ortalama, standart sapma, σ) ve beklenen işaretleri (+/-)

Tablo 3'de gösterilmiştir. Seyahat maliyeti, ikame etkinliklerin kalitesi ve çeşitliliği dışındaki değişkenlerin işaretlerinin pozitif olması beklenmiştir.

Aktüel ve potansiyel ziyaretçi verileri kullanılarak çoklu regresyon analizleriyle kurulan iki bölgesel talep fonksiyonu, Tablo 4'te verilmiştir. Her iki fonksiyon da %99 güven düzeyinde anlamlıdır. Birinci talep fonksiyonu, rekreasyon alanlarına ziyaretlere orijin zonlarından katılım oranının %59,1'ini, ikinci fonksiyon ise %54,1'ini açıklamaktadır. Birinci aşama niteliğindeki talep fonksiyonlarının her birinde seyahat maliyeti değişkeni %99 güven düzeyinde anlamlıdır ve işaretleri beklediği gibi negatiftir.

SMY'nin doğasına uygun olarak, seyahat maliyetleri arttıkça katılım oranının azaldığı ortaya çıkmaktadır. Ziyaret edilen alanın kalitesini gösteren dört değişkenden, STATÜ ve REKPOT değişkenleri de %99 güven düzeyinde anlamlıdır ve işareti beklediği gibi pozitifdir. Mesire yerlerinden millî parka doğru korunan alan statüsü değiştikçe, ala-

Tablo 3. Talep fonksiyonlarında yer alan değişkenlerin tanımları, betimleyici istatistikleri ve beklenen işaretleri
Table 3. Definitions, descriptive statistics and expected signs of variables in demand equations

Değişkenler	Tanımlar	\bar{x}	σ	+/-
KATOR	i. orijin zonundan (ilçeden) j. rekreasyon alanına ziyaretlere katılım oranı	0,074	0,504	*
SEMAL	i. zondan j. rekreasyon alanına son ziyarette deneklerin ortalama seyahat maliyeti (ulaşım harcamaları, giriş ücreti ve ulaşım zamanının fırsat maliyeti toplamı)	495,93	538,91	-
ETKÇEŞ	j. alanda piknik dışındaki etkinlik fırsatları çeşitliliğinin yeterliliğine yönelik ziyaretçilerin inançlarının ortalama puanı	3,08	0,78	+
STATÜ	j. alanın statüsü: milli park (3), tabiat parkı (2), mesire yeri veya kent ormanı (1)	1,81	0,79	+
REKPOT	j. rekreasyon alanının Gülez (1990)'daki araçla rekreasyon potansiyeli	65,94	8,95	+
İKETKÇEŞ	j. alan için i. orijine en yakın alanda etkinlik fırsatlarının yeterliliğine yönelik ziyaretçilerin inançlarının ortalama puanı	3,23	0,46	-
İKETKLT	j. alan için i. orijine en yakın alanda etkinliklerin kalitesine yönelik ziyaretçilerin inançlarının ortalama puanı	3,30	0,42	-
İKUZ	j. alan için i. orijine en yakın alanın uzaklığı (km)	21,02	19,08	+
KGELİR	i. orijinden ziyaretçilerin aylık kişisel gelirlerinin ortalaması	3.014,87	1.321,53	+
EĞİTİM	i. zondan j. rekreasyon alanını ziyaret edenlerin eğitim seviyesi: İlkokul, 1; ilköğretim, 2; Lise, 3; ön lisans, 4; lisans, 5; yüksek lisans, 6; doktora, 7.	3,44	1,22	+
ALISK	j. alanı alışkanlıkla ziyaret edenlerin oranı	0,23	0,35	+
TESYET	j. alanı tesis ve donatıların yeterliliği için ziyaret edenlerin oranı	0,09	0,21	+
YORESL	j. alanı yöresel yemekler için ziyaret edenlerin oranı	0,09	0,25	+

*: Bağımlı değişken

na yönelik rekreasyon talebi artmaktadır. Alanın rekreasyon potansiyeli yükseldikçe de ziyaret orijinlerinden rekreasyon gezilerine katılım oranı, dolayısıyla ziyaret sayısı artmaktadır. İki talep fonksiyonuna da anlamlı olarak giren kalite değişkeninin (ETKÇEŞ) işareti beklentinin aksine ne-

gatif çıkmaktadır. Fonksiyonlarda orman içi rekreasyon alanlarının sunulan etkinlik fırsatlarının çeşitliliği açısından yeterliliğine yönelik ziyaretçi inançları (ETKÇEŞ) arttıkça, ziyaretlere katılım oranının azaldığı görülmektedir.

Tablo 4. Birinci aşama bölgesel talep fonksiyonları
Table 4. First stage regional demand functions

Değişkenler	I. FONKSİYON		II. FONKSİYON	
	Katsayı	t değeri	Katsayı	t değeri
Sabit	-0,8756	-0,553	-4,5021**	-2,484
SEMAL	-0,0021***	-5,886	-0,0016***	-5,080
ETKÇEŞ	-0,5410**	-2,574	-0,4655**	-2,208
STATÜ	1,2321***	5,143		
REKPOT			0,0757***	3,657
İKETKÇEŞ	-0,9719*	-1,983	-1,5029***	-4,253
İKETKLT	-0,7023	-1,291		
İKUZ	0,0257***	2,813	0,0320***	3,664
EĞİTİM	-0,0434	-0,316		
KGELİR	0,0001	0,789		
ALISK	0,8672*	1,836	1,4037***	2,943
TESYET	1,7774**	2,337	1,2982*	1,733
YORESL	-1,9672***	-2,831	-2,9376***	-4,349
Bağımlı Değişken	LN (KATOR)			
Gözlem sayısı	96		96	
F-test	13,486***		14,995***	
R ²	0,638		0,580	
Düzeltilmiş R ²	0,591		0,541	

* %90 güven düzeyinde anlamlı;

** %95 güven düzeyinde anlamlı;

*** %99 güven düzeyinde anlamlı.

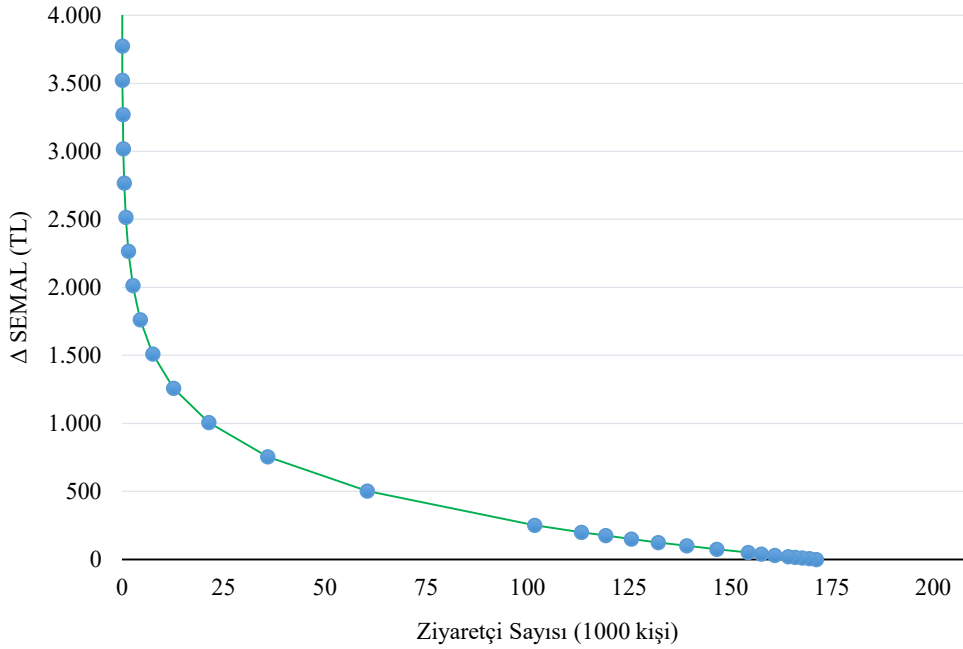
Fonksiyonlarda ikame alanlarla ilgili üç değişken de (İKETKÇEŞ, İKETKLT ve İKUZ) anlamlı olarak yer almıştır ve işaretleri beklentilere uygundur. Ziyaretçilerin ikame alanda etkinlik fırsatlarının çeşitliliği ve kalitesinin yeterliliğine yönelik inançları (İKETKÇEŞ ve İKETKLT) arttıkça, ikame ettiği orman içi rekreasyon alanına ziyaretlere katılım oranı azalmaktadır. Katılım oranı, ikame alanın uzaklığıyla (İKUZ) ise ters orantılıdır. Ziyaretçilerin tercih ve beklentilerini açıklamak için alan tercih nedenlerini yansıtan ve üçüncü ve dördüncü talep fonksiyonunda anlamlı olarak yer alan üç değişkenden, alışkanlıklar (ALISK) ve tesislerin yeterliliğinin (TESYET) pozitif etkili olduğu görülmektedir. Yöresel yemekleri (YORESL) nedeniyle tercih edilmeyen alanlarda, ziyaretlere katılım oranı, beklentinin aksine daha yüksektir.

Ziyaretçilerin sosyoekonomik özelliklerini yansıtan değişkenlerden KGELİR ve EĞİTİM değişkenleri birinci fonksiyonda yer almıştır; ancak anlamlı değildir. KGELİR değişkeninin işareti, kişisel gelirin ziyaret oranlarını arttırıcı etkisini gösterirken, EĞİTİM değişkeninin işareti beklentilerin aksine negatiftir.

3.3. Kuramsal değişimlerle bölgesel rekreasyon talep fonksiyonu bulguları

3.3.1. İkinci aşama talep eğrisi

Literatür açıklanırken de belirtildiği gibi, bu tip araştırmalarda çoklukla ihmal edilmiş ikinci aşama talep eğrisi birinci talep fonksiyonundan türetilerek Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Aktüel ve potansiyel ziyaretçiler için ikinci aşama talep eğrisi
Figure 2. Second stage demand curve for actual and potential visitors

Şekil 3’teki talep eğrisinde de giriş ücretlerinin artması, kullanım bedellerinin istenmesi gibi yönetsel nedenlerle ortaya çıkabilen kuramsal seyahat maliyeti (SEMAL) artışları karşısında, ziyaret sayıları azalmaktadır. Bu ikinci aşama talep eğrisi yardımıyla, giriş ücretleri artışı karşısında Ankara ili orman içi rekreasyon alanlarının ziyaretçi sayıları ile gelir değişimleri (Δ Gelir) ve talep eğrisinin farklı noktalarındaki yay esneklikleri (E_{AB}) tahmin edilerek, Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5’te talep fonksiyonlarının yapısının bir sonucu olarak, “Gelir” sütunlarının bir maksimumu gözlenmektedir. Seyahat maliyetlerindeki 503

TL’lik artışın, ziyaret sayısını yaklaşık 1/3 oranında düşürse de alan yönetimini maksimum gelire eriştiği görülmektedir. Seyahat maliyetlerinin 0 TL’den 251,61 TL düzeyine yükselmesi ziyaretçi sayılarının azalmasına neden olurken, toplam geliri artırıcı bir etki yapmaktadır. Ancak, Δ Gelir ve toplam gelir düzeyinin maksimum olduğu nokta olan 503,22 TL seviyesini geçen maliyet artışları hem ziyaretçi sayısının hem elde edilecek gelirlerin azalmasına neden olmaktadır.

Tablo 5’in yay esneklikleri (E_{AB}) sütunları, Formül 8 yardımıyla hesaplanmıştır. İkinci aşama talep eğrisinde gelirin maksimum olduğu noktadan

Tablo 5. Seyahat maliyetleri, gelir değişimi ve talep esneklikleri
Table 5. Travel costs, changes in revenues and demand elasticities

Ziyaret Sayısı	Δ SEMAL	Gelir (TL)	Δ Gelir (TL)	E_{AB}
171.222	0,00	0,00	0,00	
169.461	5,00	847.302,62	847.302,62	0,01
167.718	10,00	1.677.175,11	829.872,49	0,02
164.285	20,00	3.285.701,71	795.815,31	0,04
160.923	30,00	4.827.687,19	1.541.985,48	0,05
154.404	50,00	7.720.178,29	1.414.996,86	0,09
146.625	75,00	10.996.840,14	3.276.661,85	0,13
139.237	100,00	13.923.742,11	2.926.901,98	0,18
101.767	251,61	25.605.542,46	2.959.972,43	0,47
60.449	503,22	30.419.050,17	4.813.507,70	0,76
35.927	754,83	27.118.792,51	-3.300.257,66	1,27
21.353	1.006,44	21.490.291,90	-5.628.500,60	1,78
1	4780,592	4.780,59	-2.828,10	9,39

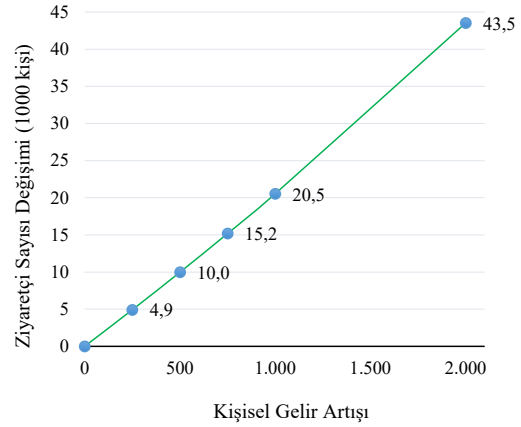
sonra yay esnekliği 1'den büyük değerlere dönüşmektedir. Bu durum genel iktisadi kurallara da uygun bir bulgu olup, yüksek seyahat maliyetlerine karşılık gelen bölgede esneklik birden büyük hesaplanmışken, seyahat maliyetinin düşük, ziyaretçi sayısının yüksek olduğu noktalarda esneklik birden küçük bulunmuştur. Bununla birlikte seyahat maliyetlerinde, dolayısıyla giriş ücretinde kişi başına 5 TL'lik bir artış, esneklik 0'a yakın olduğundan, ziyaretçi sayısında önemli bir değişiklik yaratmadan Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarından elde edilecek geliri yaklaşık 850.000 TL artırmaktadır.

3.3.2. Talebi etkileyen diğer değişkenler

Tablo 3'te açık tanımları verilen KGELİR, TESYET, İKETKÇEŞ, İKRTKLT ve İKUZ değişkenlerinin değerlerinde meydana gelebilecek kuramsal değişimler karşısında, bölgesel rekreasyon talebindeki olası değişiklikleri öğrenmek için, birinci talep fonksiyonu kullanılmıştır. REKPOT değişkeni ile yapılan iktisadi analizler ise ikinci talep fonksiyonu ile gerçekleştirilmiştir. Orman kaynakları yönetimi için dışsal bir değişken olan, kişi başına gelirin gelecekte, örneğin beş yıl sonra artacağı varsayıldığında farklı seviyelerdeki kuramsal artışlar karşısında, bölgesel rekreasyon talebindeki (ziyaret sayısı) tahmini değişim Şekil 3'te verilmiştir.

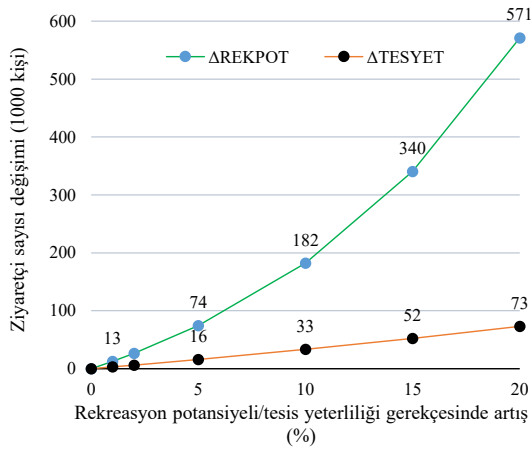
Şekil 3'e göre, mevcut orman içi rekreasyon alanlarının sayısı, büyüklük ve kalitelerinde değişim olmadığı, ayrıca diğer değişkenlerin sabit olduğu varsayımıyla, kişi başına gelirin reel olarak 1.000 TL artması halinde, Ankara ilinde mevcut orman içi rekreasyon alanlarına yaklaşık 20.000 ziyaretçilik bir talep artışı gerçekleşmesi ön görülmelidir.

Gelir artışı 2.000 TL'ye yükseldiğinde ise, toplam ziyaretçi sayısında yaklaşık 43.500 ziyaretçilik bir artış olması beklenmelidir.



Şekil 3. Kişisel gelir-ziyaretçi sayısı etkileşimi
Figure 3. Effects of individual incomes on recreation demand

Zamanla orman içi rekreasyon alanlarında tesis ve donatıların nicelik ve niteliğinin iyileştirilmesi, etkinlik olanaklarının artırılması, alan büyüklüğünün genişlemesi, olumsuz etkenlerin azalması halinde araştırma alanlarının rekreasyon potansiyelleri (REKPOT) yükselecektir. Bölgesel düzeyde rekreasyon alanlarında oluşabilecek sayısal ziyaretçi artışlarını gösteren Şekil 4'e göre, her bir alanın rekreasyon potansiyelinin %1 artması halinde dahi, toplam rekreasyon talebi 12.650 ziyaretçi artmaktadır. Örneğin, gölet, kır gazinosu ve konaklama tesisleri inşası ile her alanın rekreasyon potansiyeli %10 artırıldığında toplam ziyaretçi talebinin 182.000 kişi artacağı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Alan kalitesinde iyileşmelerin ziyaretçi sayılarına olası yansımaları

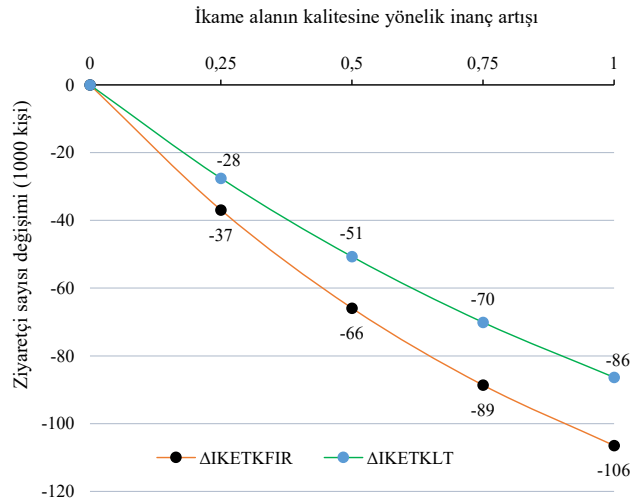
Figure 4. Effects of site quality on recreation demand

Şekil 4'teki rekreasyon potansiyeli-talep analizi tekil alanlar için de kullanılabilir. Örneğin, sadece Beynam Mesire yerinin rekreasyon potan-

siyeli %10 arttığında rekreasyon talebinin, mevcut ziyaretçi sayısından fazla, 9.200 kişi artacağı hesaplanabilmektedir.

Orman içi rekreasyon alanlarındaki tesis ve donatılar nitel ve nicel olarak iyileştikçe, ziyaretçilerin bu alanları tercihi artabilir. Şekil 4'e göre, örneğin beş yıllık bir yatırım projesi çerçevesinde Ankara ili orman içi rekreasyon alanlarında tesis ve donatıları toplumun beklentilerine uygun olarak %5, %10 ve %20 oranlarında iyileştirilirse (TESYET), bölgesel talep sırasıyla, yaklaşık 16.000, 33.500 ve 73.000 ziyaretçi kadar artmaktadır.

Bölgesel talep fonksiyonu, ikame alanlarda etkinlik fırsatları ve kalitesinin yeterliliği arttıkça, gözlem alanındaki ziyaretlere katılım oranının, dolayısıyla ziyaret sayısının azaldığını göstermektedir. Şekil 5 ikame alanlarda etkinlik fırsatlarının (IKETKFIR) ve etkinlik kalitesinin yeterliliğine (IKETKLT) yönelik ziyaretçilerin inanç seviyesindeki yüzdelik artışlar karşısında talep seviyesindeki düşüşleri göstermektedir.



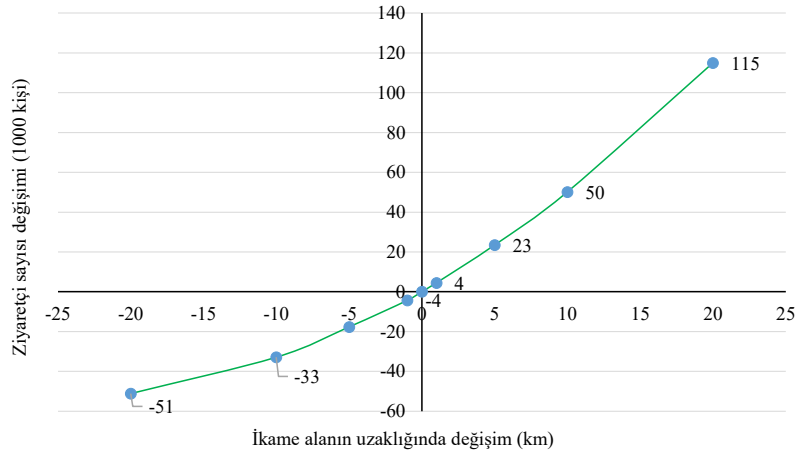
Şekil 5. İkame alanların kalitesi-ziyaretçi sayısı etkileşimi
Figure 5. Effects of quality of substitute sites on recreation demand

Şekil 6 ziyaretçilerin, ikame alanlarda *etkinlik fırsatlarının* mevcut duruma göre bir seviye daha iyi olduğuna inanmaları halinde, orman içi rekreasyon alanlarında ziyaret sayısının yaklaşık 100.000 kişi azalacağını göstermektedir. Buna ek olarak, ikame alanlardaki rekreasyon *etkinliklerinin kalitesine* yönelik ziyaretçi inancının bir seviyelik artışının, orman içi rekreasyonel alanların bölgesel talebinde yaklaşık 86.000 ziyaretçi kadar azalışa neden olacağı, Şekil 5'ten tahmin edilmektedir.

Ankara ilinde orman içi rekreasyon alanlarına yö-

nelik bölgesel rekreasyon talebi fonksiyonundan türetilebilecek bir başka bulgu, ikame alanların uzaklığı ile rekreasyon talebi arasındaki etkileşimdir (Şekil 6).

Şekil 6'da x eksenini, ikame alanların uzaklığındaki değişimi ifade etmektedir. Eksendeki pozitif değerler, ikame alanların uzaklığındaki artışları, negatif değerler ise azalmayı göstermektedir. Buna karşın y eksenini, ziyaretçi sayısındaki değişimi açıklamaktadır. Bu eksendeki pozitif değerler, ziyaretçi sayısındaki artışları, eksi değerler ise azalmayı göster-



Şekil 6. İkame alan uzaklığı rekreasyon talebi etkileşimi
Figure 6. Effects of distance from substitute sites on recreation demand

mektedir. Şekil 6'ya göre, bir orman içi rekreasyon alanının çevresindeki ikame alanların uzaklığında 10 km'lik bir artış, mevcut rekreasyon talebini 50.000 ziyaretçi artırmaktadır. 10 km'lik azalma ise talebi yaklaşık 33.000 ziyaretçi kıstırmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Ulusal literatürde araştırma sonuçlarının karşılaştırılabileceği ve değerlendirileceği bir bölgesel rekreasyon talebi araştırması bulunmamaktadır. Bununla birlikte, araştırma alanlarının toplam ziyaretçi sayısının büyük bölümünü oluşturan Soğuksu Milli Parkı için yıllar önce gerçekleştirilen tek alanlı-zonal SMY araştırmasının (Kaya ve ark., 2000) ötesinde bu çalışmada; alan kalitesi, ikame alanların kalitesi ve ziyaretçilerin sosyoekonomik özellikleriyle ilgili bazı değişkenler de kullanılmıştır.

Araştırmada üretilen talep fonksiyonlarındaki en şaşırtıcı bulgu, ziyaretçilerin piknik dışındaki etkinlikler ve etkinlik çeşitliliği açısından daha yetersiz buldukları alanları daha çok ziyaret etmeleridir. Oysa alanın kalitesi ile ziyaret sayısının doğru orantılı olması gerekir. Ziyaretçilerin büyük bölümünün piknik ve mangal etkinliklerini gerçekleştirilmesi, alanların diğer etkinlikler için kullanılmasına kayıtsız kalmalarını açıklayabilir. Ancak piknik dışındaki etkinliklerin ve çeşitliliğinin yeterli olmasına yönelik inançları ile ziyaret oranları arasındaki negatif ilişki, piknik-mangal bileşkesi dışındaki etkinlikleri alanda görmek istemediklerini ima etmektedir. İlde nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ilçelerdeki belediye piknik alanlarında gözlenen taşıma kapasitesinin oldukça üzerindeki kullanımlar da bu iddiayı doğrulayabilir. Bu noktada yapılması gereken, toplumun belediye piknik alanlarındaki alışkanlıklarını ve rekreasyon davranışlarını doğal ekosistemler olan

ormanlara taşınmasının önünü açmak ve orman içi rekreasyon alanlarını benzer tesisler haline getirmek olmamalıdır. Toplumun rekreasyon davranışlarını dönüştürücü ve alternatif rekreasyon etkinlikleri için talep yaratıcı çalışmalar yapılmalıdır.

Eğitim seviyesi ile orman içi rekreasyon alanlarına ziyaret sayısı arasındaki negatif ilişkinin şimdilik geçerli olduğu ve son yıllardaki yüksek göç ve kentleşme oranlarının etkisiyle kırsala duyulan özlemin artışından kaynaklandığı düşünülmektedir. Geleceğe yönelik senaryolar düşünülürken, eğitimin azalacağı bir durum için tasarım yapmak yerine, gelecekte eğitim seviyesi daha yüksek bir toplumun beklentilerine uygun rekreasyon fırsatları sağlamak üzere hazırlık yapılmalıdır.

Bir başka ilginç bulgu, yöresel yemekler nedeniyle tercih edilen alanlarda ziyaret sayısının azalmasıdır. Restoran işletmeciliğinin ön plana çıktığı sahalardan kaynaklandığı düşünülen böyle durumlarda sürdürülebilir faydalanma için restoranlar orman içi rekreasyon etkinlikleri ile uygun şekilde bütünleştirilmelidir.

Aktüel ve potansiyel ziyaretçilerin son gezileri hakkında toplanan verilerin bütünleştirilmesiyle oluşturulan birinci talep fonksiyonu ve elastikiyet değerleri dikkate alındığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- Aktüel ve potansiyel ziyaretçi anketi verilerinin kapsadığı araştırma alanı içerisinde kalan rekreasyon alanlarının ziyaretçi talebi dikkate alındığında, 0-503 TL aralığında seyahat maliyetlerinin artması araştırma alanlarından elde edilebilecek gelir düzeyini artırmaktadır. Bu aralıkta hesaplanan elastikiyet değeri 0,01 ile 0,76 arasında değişmektedir. Bir başka deyişle,

talep fonksiyonunun inelastik olduğu bir durum gözlenmekte ve alan yöneticisinin seyahat maliyetlerini artıracak, giriş ücreti, otopark ücreti, etkinlik bedeli, vb. kararlarının, elde edeceği gelirleri artırması beklenmelidir.

- Buna karşılık, hesaplanan esneklik değerinin 1'den büyük değerlere dönüştüğü, 755 TL ve üstü seyahat maliyeti artışları, gelirleri azaltan bir sonuç yaratmaktadır. Ziyaretçilerin rekreasyon maliyetlerini 755 TL ve daha büyük değerde artıran kararlar alan yöneticilerinin gelirlerini azaltıcı etki yapmaktadır. Bu nedenle alınan kararların sadece ziyaretçi sayılarına etkisine odaklanmak yerine, gelir etkisinin de dikkate alınması, bunun için de talep ve elastikiyet özellikleriyle ilgilenilmesi gereklidir.
- Toplam ziyaretlerin büyük bölümünü karşılayan Soğuksu Milli Parkı ve birçok alanda giriş veya otopark ücreti ve alanda alışveriş olanaklarının olmaması, birçok bulguya yansımıştır. İkinci aşama talep eğrisiyle yapılan analizler, ilde ziyaretçilerin uygulanan giriş ücretleri veya otopark ücretlerinin çok üzerinde tüketici rantı elde ettiğine işaret etmektedir. Taşıma kapasitesini aşan kullanımlar veya alanlardan sürdürülebilir faydalanma için tehdit oluşturan bir kalabalık oluştuğunda, giriş ücretleri veya belirli tesis veya ekipman kullanım bedelleri talep edilerek, faydalanma düzenlenebilir. Bu doğrultuda ikinci aşama talep eğrisi geniş bir olanak olduğunu kanıtlamaktadır. Ancak bu olanağın kullanımının sınırsız olduğu düşünülmemelidir. Kullanım bedelleri arttığında, talebin esnek olduğu noktaya kadar gelirlerde bir azalma öngörülmemesine rağmen, azalan ziyaretçi sayısının toplumun sağlık harcamalarında artış anlamına gelebileceği göz önünde tutulmalıdır.
- Bölgesel talep fonksiyonları, tekil alanlar için talep değişimlerinin kestirilmesine de olanak sağlamaktadır.

Talep fonksiyonu kullanılarak yapılan geleceğe yönelik tahminler, talebi etkileyen değişkenlerin değerlerindeki küçük değişikliklerin bölgede mevcut ziyaretçi sayısının çok üzerinde bölgesel talep artışlarına yol açacağını göstermektedir. Araştırmanın kanıtladığı rekreasyonel ikame ilişkilerinden yola çıkarak, orman içi rekreasyonel arzı artırmaya karar vermeden önce, gelecekte kişi başına gelir ve belediyelerin piknik alanı kapasitelerindeki değişimler ciddi şekilde takip edilmelidir.

Yeni alanların tesisinde talep değişimlerine dikkat edilmelidir. İhtiyaç olduğunda dahi, yeni alan tesislerinin ikame ilişkilerine dahil olacağı, türetilen talep fonksiyonlarından görülmektedir. Bölgesel düzeyde mevcut orman içi rekreasyon alanları sistemine yeni bir alanın eklenmesi veya eksiltilmesinin yaratacağı rekreasyon talebi değişiminin ikame alanlara yönelik talep üzerindeki etkileri talep fonksiyonları yardımıyla irdelenmelidir.

Araştırmada karşılaşılan ve rekreasyon kaynakları yönetimi açısından taleple ilgili en önemli sorun, “müşterilerim - muhataplarım kimlerdir” sorusuna verilen yanıtın belirsizliğidir. Bu belirsizlikle çağdaş pazarlama yaklaşımına ulaşmak mümkün değilken, Türkiye’de rekreasyon kaynakların kaç kullanıcı olduğuna dair güvenli bir yanıt bulunmak güçtür. Türkiye’de birçok alanda olduğu gibi Ankara ilinde de orman içi rekreasyon alanlarının ziyaretçi sayıları belirsizdir. Birçok alanda girişler denetimsizdir. Giriş ücreti alınmamakta veya kayıtları düzenli tutulmamaktadır. Ziyaretçi istatistikleri ise tutarsızdır. Talep araştırmalarının sağlıklı yapılabilmesi için girişlerin denetimli olması, ziyaretçi istatistiklerinin düzenli tutulması gerekir.

Bu araştırma, Türkiye’de ilk defa rekreasyon alanlarına yönelik talebin tahmin edilmesine bölgesel-zonal bir yaklaşım getirmiş, orman kaynakları yönetiminde sayısal iktisadi analizlerin önemini vurgulama doğrultusunda katkı yapmaya çabalamıştır. Sürdürülebilir rekreasyonel hizmet yönetimini sağlayabilmek için bu tür araştırmaların düzenli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gelecekteki araştırmalarda daha ileri ekonometrik teknikler ve bölgesel (çok alanlı)-bireysel yaklaşımlar kullanılarak ülkedeki metodolojik gelişim sağlanmalıdır.

Not: Bu makale, 2013-2016 yıllarında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne “Seyahat Maliyeti Yöntemi ile Ankara İlinde Orman İçi Rekreasyon Alanlarına Yönelik Bölgesel Talebin Tahmini” başlıklı projenin, OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen Sonuç Raporunun özetidir.

Kaynaklar

Abdullah, N.M., 1988. Estimation of average and incremental net economic values of Oregon ocean sport caught salmon: An aggregated travel cost approach. PhD dissertation. Oregon State University.

Akesen, A., 1983. Fethiye Yöresinde Rekreasyon Amacı ile Kullanılan Bazı Orman Alanlarında Rekreasyon Talep Değerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, İstanbul

bul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 346, İstanbul.

Başar, H., 2007. Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkının Rekreasyon Amacıyla Kullanımının Ekonomik Değerinin Saptanması: Bir Seyahat Maliyeti Uygulaması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek lisans Tezi, İzmir.

Bestard, A. B., Font, A. R., 2010. Estimating the aggregate value of forest recreation in a regional context. *Journal of Forest Economics*, Elsevier, vol. 16(3), pages 205-216, August.

Brinegar, H., Ward, F. A., 2009. Basin Impacts of Irrigation Water Conservation Policy, *Ecological Economics*, 69, 414-426.

Carson, R. T., Hanemann, W. M., Wegge, T. C., 2009. A nested logit model of recreational fishing demand in Alaska. *Marine Resource Economics*, 24(2), 101-129.

Cesario, F. J., Knetsch, J. L., 1970. The Time Bias in Recreation Benefit Estimates. *Water Resources Research*, 6, 700-704.

Clawson, M., 1959. Methods of Measuring the Demand for and Value of Outdoor Recreation. *The Economics of The Environment*, Wallace E. Oates, Edward Elgar Publishing, ISBN: 1-85898-002-X, Cheltenham.

ÇOB, 2004. Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023), Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Daşdemir, İ., 2016. Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Nobel Akademik Yayıncılık ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 1536, 210 s., Ankara.

English, D. B. K., Betz, C. J., Young, J. M., Bergstrom, J. C., Cordell, H. K., 1993. Regional demand and supply projections for outdoor recreation. Gen. Tech. Rep. RM-230. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 39 p.

Garber-Yonts, B., 2005. Conceptualizing and Measuring Demand for Recreation on National Forests: A Review and Synthesis. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-645. Portland, OR. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

Geray, U., 1972. Ormanın Rekreatif Gayeyle Kullanılmasında Ekonominin Yeri. İ. Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 22, No.1.

Güleç, S., 1990. Orman içi Rekreasyon Alanının Saptanması İçin Geliştirilen Bir Değerlendirme Yöntemi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, A, 40/2: 132-147, İstanbul.

Gürlük, S. (2006) Manyas Gölü ve Kuş Cenneti'nin Çevresel Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.

Heal, G. M., Barbier, E. B., Boyle, K. J., Covich, A., Gloss, S. P., Hershner, C. H., 2005. Valuing Ecosystem

Services: Towards Better Environmental Decision-making. Washington DC: National Academies Press.

Hill, G. W., Courtney, P. R., 2006. Demand analysis projections for recreational visits to countryside woodlands in Great Britain. *Forestry*, 79(2), 185-200.

Hof, J. G., Loomis, J. B., 1983. Recreation Optimization Model Based on the Travel Cost Method. *Western Journal of Agricultural Economics*, 8(1), pp. 76-85

Hotelling, H., 1947. Letter Cited on Page 9 in R. A. Pre-witt, 1949. *The Economics of Public Recreation: An Economic Study of Monetary Valuation of Recreation in The National Parks*. U. S. Dep. of Interior, National Park Service, Washington, D. C.

İlter, E., Ok, K., 2012. Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi. 3. Baskı, 423. s., İstanbul.

Kaya, G., Daşdemir, İ., Akça, Y., 2000. Soğuksu Milli Parkının Ekonomik Değerinin Belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2, 59-87.

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

Kaya, G., Aytakin, A., Yıldız, Y., Şaltu Z., 2009. Bartın İlinde Yaban Hayatı Kaynaklarını Korumanın ve Avlanma Hizmetinin Ekonomik Değerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK 107O072 Projesi Sonuç Raporu.

Loomis, J. B., 1988. The bioeconomic effects of timber harvesting on recreational and commercial salmon and steelhead fishing: A case study of the Siuslaw National Forest. *Marine Pollution Bulletin* 5:43-60.

Loomis, J. B., Sorg, C. F., Donnely, D. M., 1986. Evaluating Regional Demand Models for Estimating Recreation Use and Economic Benefits: A Case Study, *Water Resources Research*, Vol. 22, No. 4, p. 431.

Lutz, J., Englin, J., Shonkwiler, J. S., 2000. On the Aggregate Value of Recreational Activities: A Nested Price Index Approach Using Poisson Demand Systems. *Environmental and Resource Economics*, 15(3), 217-226.

McKean, J. R., Johnson, D., Taylor, R. G., Johnson, R. L., 2001. The Value of Sport Fishing in the Snake River Basin of Central Idaho. Western Agricultural Economics Association, 2001 Annual Meeting, July 8-11, 2001, Logan, UT.

McKean, J. R., Johnson, D., Taylor, R. G., Johnson, R. L., 2005. Willingness to pay for non-angler recreation at the lower Snake River reservoirs. *Journal of Leisure Research*, 37(2), 178-194.

OGM, 2014a. Orman Genel Müdürlüğü 2014 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara.

OGM, 2014b. Orman Genel Müdürlüğü Mesire yerleri Bilgi Cetveli. Ankara orman Bölge Müdürlüğü Odun

Dışı Ürün ve Hizmetler Şube Müdürlüğü, Ankara.

OGM, 2016. Ormancılık İstatistikleri. <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx> (Ziyaret Tarihi: 01.10.2016).

OSB, 2016. Orman ve Su İşleri Bakanlığı web sayfası. <http://www.ormansu.gov.tr/> (Ziyaret Tarihi: 01.10.2016).

OSB IX. Bölge Müdürlüğü, 2014. Ankara Şube Müdürlüğü korunan alanlar dosyaları. Ankara.

OSB IX. Bölge Müdürlüğü, 2016. Ankara Şube Müdürlüğü web sayfası. <http://bolge9.ormansu.gov.tr> (Ziyaret Tarihi: 01.10.2016).

Ortaçesme, V., Özkan, B., Karagüzel, O., 2002. An Estimation the, Recreation Use Value Of Kursunlu Waterfall Nature Park by the Individual Travel Cost Method. *Turk J Agric For*, 26, pp.57-62.

Özdemir, E., 2006. Çevre Sorunlarının Ekonomik Niteliği Bağlamında Dışsallıkların Ortadan Kaldırılması. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara. 151 s.

Pak, M., 2003. Orman Kaynağından Rekreasyon Amaçlı Yararlanmanın Ekonomik Değerinin Tahmin Edilmesi ve Bu Değer Üzerinde Etkili Olan Değişkenler Üzerine Bir Araştırma (Doğu Akdeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesi Orman İçi Dinlenme Yerleri Örneği), (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ens-

titüsü, Trabzon.

Pearce, D., 2002. An intellectual history of environmental economics. *Annual Review of Energy and the Environment* 27, 57-81.

Piper, S., 1997. Regional impacts and benefits of water-based activities: An application in the Black Hills region of South Dakota and Wyoming. *Impact Assessment* 15: 335-359.

Shalloof, F.M., 1985. Impact of various factors upon benefits from big game hunting estimated by the travel cost method. PhD dissertation. Corvallis, OR: Oregon State University.

TÜİK, 2016. Tüketici Fiyatları Endeksi. <http://www.tuik.gov.tr> (Ziyaret Tarihi: 03.10.2016).

Sutherland, W. J., 1983. Aggregation and the "ideal free" distribution. *Journal of Animal Ecology*, 52:821-828.

Yazıcıoğlu, Y., Erdoğan, S., 2004. SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Detay Yayıncılık, Ankara.

Ward, F. A., Roach, B., A., Ready, R. C., Henderson, J. E., 1996. Regional Recreation Demand Models for Large Reservoirs: Database Development, Model Estimation, and Management Applications. Final report to U.S. Army Corps of Engineers

Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme

Tarkan YORULMAZ (Orcid: 0000-0002-9033-7162)*¹, Okan ÜRKER (Orcid: 0000-0002-5103-7757)²,
Rıdvan ÖZMEN (Orcid: 0000-0001-9251-3353)²

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, ÇANKIRI

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ÇANKIRI

*Sorumlu yazar/Corresponding author: tyorulmaz@karatekin.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 10.01.2018, Kabul tarihi/Accepted: 21.01.2018

Öz

Dünyada 5490 memeli türü yayılış göstermektedir. 1300 türle yarasalar toplam memelilerin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. Yarasalar beslenmek, tünemek ve üremek için çok farklı habitatları ve ekosistemleri kullanabilirler. Bu alanların en önemlilerinden biri ormanlardır. Ormanlar, yarasaların kimi zaman tüneme ve barınma yeri iken, kimi zaman da beslenme alanlarıdır. Bu çalışmada, ormanların yarasalar açısından önemi ve yarasaların ormanlarda yaşadıkları genel problemlere yönelik çözüm önerilerine vurgu yapılmak istenmiştir. Türkiye’de yaşayan 39 yarasa türünün 30’unun ormanla doğrudan veya dolaylı yönden ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Yarasaların tüneme ve beslenmelerile ilgili çalışmalar derlendiğinde, Türkiye’de ormanla ilişkisi tespit edilmiş 30 yarasa türünden 28’inin ormanları beslenme amaçlı kullandığı kaydedilmiştir. Ormanlarla ilişkili olduğu ifade edilen bu 30 yarasa türünden 15’inin ise ormanları tüneme amaçlı kullandığı rapor edilmiştir. Yarasaların ormanlarda yaşlı ağaçları, gevşek kabuk arkalarını, bazı kuş yuvalarını, devrilmiş ağaç kütüklerini, çeşitli doğal süreçlerle oluşmuş ağaç yarıklarını, kovuklarını ve boşluklarını tercih ettiği bilinmektedir. Yarasaların yaşaması muhtemel olan ormanlık alanlarda ışık tuzakları, dedektörler ve ağlar kullanılarak teşhisleri yapılabilmektedir. Ayrıca yarasalara takılan izleme cihazları ile orman içerisinde hangi alanları tüneme ve beslenme amacıyla tercih ettikleri, mevsimsel olarak orman içerisindeki aktivitelerinin nasıl olduğu da izlenebilmektedir. Orman alanlarında bilinçsiz ve kontrolsüz ağaç kesimleri, çeşitli nedenlerle bağlı gözlenen habitat parçalanmaları, orman yangınları, böceklerle yönelik kimyasal mücadele, madencilik faaliyetleri ve rüzgâr türbinlerinin kurulması gibi insan faaliyetleri, ormanı kullanan yarasaları tehdit etmektedir. Bu tarz olumsuz insan faaliyetlerinin önlenmesi için orman amenajman planlarına biyolojik çeşitlilik verilerinin entegrasyonu, böceklerle biyolojik mücadele, bilimsel odaklı çevresel etki değerlendirme çalışmaları ve halkın bilinçlendirilmesi gibi çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Orman, yarasa, yarasa ekolojisi, doğa koruma

An evaluation on the relation of bat and forest

Abstract

There are 5490 mammal species in the world. Approximately one quarter of them are the bats. The bats use very different habitats to feed, roost and breed. One of the most important habitats, the forests are also used as roosting, resting, breeding and feeding places by bats. In this study, it is aimed to emphasize the importance of the forests for bats and the conservation suggestions regarding the challenges that forests pose for bats. It was stated out that 30 out of 39 bat species in Turkey are directly or indirectly related to the forests. 28 of these 30 species use the forest for feeding and 15 species of them use it as roosting places. It is known that the bats prefer aged trees, loose bark backs, some bird nests, overturned tree logs, tree crevices, cavities and voids formed by various natural processes in the forests. The light traps, detectors, sweep nets and the tracking devices are used to identify the bats and understand their feeding, breeding, hibernation and roosting areas in the forests seasonally. The general threats against the bats in the forests may be summarized as unconscious and uncontrolled tree cuttings, habitat fragmentations, forest fires, chemical pest control, mining activities and establishment of wind turbines. Studies on integration of biological diversity data into the forestry management plans, biological pest control, science-based environmental impact assessment, and public awareness activities are required in order to prevent these problems.

Keywords: Forest, bat, bat ecology, nature conservation

To cite this article (Atıf): YORULMAZ, T., ÜRKER, O., ÖZMEN, R. (2018). Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5(1), 31-43.
DOI: <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.377123>

1. Giriş

Dünyada 5490 memeli türü yayılış göstermektedir. Memelilerin içinde 32 familya ve yaklaşık

2300 türü ile kemiriciler en kalabalık takımı oluşturmaktadır (Wilson ve Reeder, 2005). Memeli sınıfının tür bakımından en zengin ikinci takımı ise 18 familya, 197 cins ve yaklaşık 1300 türü ile

yarasalar (Merriam, 2010; Richardson, 2011; Bogdanowicz ve ark., 2014). Hayvanlar (Animalia) âlemine ait memeli (Mammalia) sınıfı içindeki gerçek uçuş özelliği gösteren tek takım yarasalardır (Albayrak, 1999). Türkiye’de biri Megachiroptera, 38’i Microchiroptera altordosuna ait 39 yarasal türü yayılmış göstermektedir (Yorulmaz ve Arslan, 2016a; Yorulmaz ve ark., 2016).

Yarasalar beslenmek, tünemek ve üremek için farklı habitat ve yapıları kullanabilirler. Bu habitatlardan en önemlilerinden biri ormanlardır. Ormanlar yarasaların kimi zaman tüneme ve barınma yeri iken, kimi zaman da beslenme alanlarıdır. Orman içinde bulunan yaşlı ve kovuğa sahip ağaçlar pek çok yarasanın tünemesi için ideal ortamlar sağlamaktadır. Bu bağlamda ormanı tünemek, üremek ve/veya beslenmek amacıyla kullandığı bilinen yarasaların orman ve ağaçlarla ilişkisinin bilinmesi ve Türkiye’de ormancılık faaliyetlerinin bu bilgiye göre yönetilmesi günümüzde ekolojik ormancılığın önemli aşamalarından biri olacaktır. Bu çalışma ormancılık faaliyetlerinde yarasaların önemini, yönetiminin ve izlenmesinin nasıl olması gerektiğini vurgulamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Yarasalar için ormanlar

Yarasalarla ormanlar arasında önemli derecede yüksek ve süreklilik arz eden bir ilişki olduğu belirtilmiştir (Waldien ve Hayes, 2001). Türkiye’de bulunan 39 yarasal türünden 30’u ormanı tünemek ya da avlanmak için kullanmaktadır (Yorulmaz ve ark., 2016). Türkiye’deki yarasalar beslenmek amacıyla özellikle çayırlar, sucul habitatlar ve ormanları tercih etmektedir. Orman alanları kendilerine özgü ekosistemleri ile yarasalar için barınak ve beslenme alanı olmaktadır. Orman ekosistemlerinin gizemli türleri olan yarasalar orman içinde var olan böcekleri tüketmektedir. Böylece orman içindeki zararlı böcek popülasyonlarının dengelenmesi sağlanmaktadır. Yarasalar genellikle mağara türleri olarak bilinmektedir. Ancak çoğu yarasal türü bütün yaşamı boyunca ormana bağımlıdır. Yarasaların korunması ve yönetimi yaşam alanları olan ormanların sağlıklı olmasına bağlıdır.

Yarasalar ormanları ağaçlarda tünemek, beslenmek ve avcılarından kaçınmak için kullanmaktadır (Taylor, 2006). Tünekler yarasalar için kritik önem taşırlar, çünkü yarasalar bu tünekleri kötü hava koşullarından ve potansiyel yırtıcılardan korunma, çiftleşme yeri, büyüme, kış uykusunu geçirme, besinleri sindirme ve diğer bireylerle sosyal olarak etkileşim kurma faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır (Anthony ve Kunz, 1977).

2.1. Türkiye ormanları

Türkiye, kuzeyde Sibirya fitocoğrafik bölgesi, güney ve batıda Akdeniz fitocoğrafik bölgesi ve orta ve doğu Anadolu’da ise İran-Turan fitocoğrafik bölgesi bulunduğu zengin bir bitki çeşitliliğine sahiptir (Eken ve ark., 2006). Bu durum orman varlığı ve orman ekosistem çeşitliliğine de yansımaktadır. Bu nedenle birbirinden farklı özellikleri bulunan Türkiye’deki orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetiminin sağlanması da önemli bir konudur. Orman Genel Müdürlüğü’nün (OGM) 2015 yılında hazırladığı Türkiye’nin Orman Varlığı envanter verilerine göre ormanlık alanlar, ülke alanının yaklaşık %28,6’sını kaplamaktadır. Aynı raporda ormanların fonksiyonlarını ve alanlarını belirlemenin sürdürülebilir orman yönetimi açısından önem arz ettiği de ifade edilmiştir (OGM, 2015). Bu çerçevede, ekosistem yaklaşımını, katılımcılığı ve fonksiyonel planlamayı esas alan “Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Yönetmeliği” 05.02.2008 tarihli ve 26778 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe konmuştur. Bu yönetmeliğe göre; devlet ormanlarının işletme gayeleri, ulusal ormancılık programı çerçevesinde, ormanların ekonomik, ekolojik ve sosyokültürel fonksiyonları dikkate alınarak katılımcılık ve ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımı hedef alınarak Orman Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmekte, orman amenajman planları hazırlanmakta ve uygulanmaktadır (OGM, 2015).

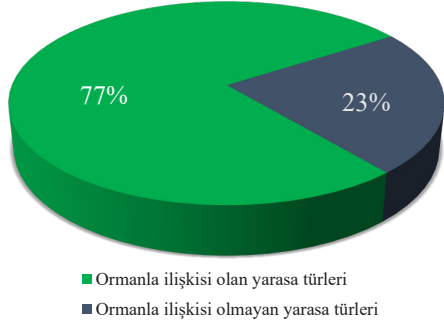
2.2. Yarasaların ormanda beslenme stratejileri

Farklı vücut formundaki yarasalar, farklı hareket ve uçuş kabiliyetine sahiptir. Bu nedenle kullandıkları habitatlar değişiklik göstermektedir. Örneğin, uzun kanatlı yarasalar hızlı olup daha uzaklara uçabilme kabiliyetine sahip olduklarından orman üstünden beslenmeyi tercih etmektedir. Buna karşın, geniş kanatlı yarasalar ise yakın mesafeli uçarlar ve yüksek manevra kabiliyetine sahip olduklarından orman içerisinde beslenebilirler. Hız ve manevra kabiliyeti yüksek olan uzun ve geniş kanatlı yarasalar ise orman içi açıklıklar, yollar ve orman sınırlarında beslenebilirler (Neuweiler, 1990).

3. Türkiye’de bulunan yarasaların tüneme ve beslenme yerleri

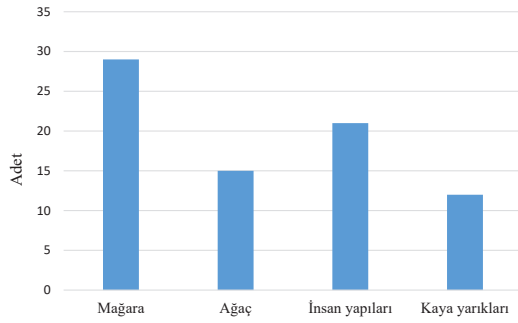
Türkiye’de 5 familyaya bağlı 39 tür yarasal bulunmaktadır. Bu yarasal türlerinin beslenme ve tüneme yerleri bugüne kadar Türkiye yarasaları ile ilgili yapılmış çalışmalar ve aynı türlerin habitat tercihleri ile ilgili yapılmış çalışmalar dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Yorulmaz ve Arslan, 2016b). Bu değerlendirmeler sonucunda Türkiye’deki 39

yarasanın %77'si tüneme ve beslenme için orman ekosistemini (Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3) tercih etmektedir (Dietz ve ark., 2009; Yorulmaz ve ark., 2016b).



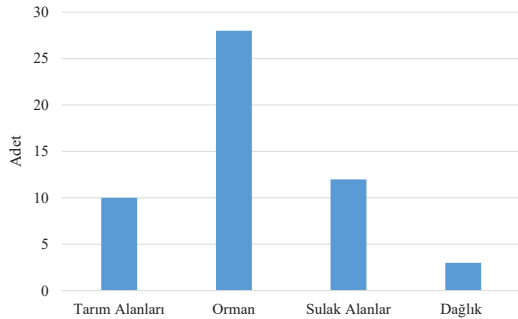
Şekil 1. Türkiye’de yaşayan 39 yarasalar türünün beslenme ve/veya tüneme amacıyla ormanları kullanma oranı

Figure 1. The distribution of 39 bat species in forests for feeding and/or roosting in Turkey



Şekil 2. Türkiye’de yaşayan yarasalar türlerinin tüneme alanlarına göre dağılımı

Figure 2. The distribution of the preference of the different roosting places of the bats in Turkey



Şekil 3. Türkiye’deki yaşayan yarasalar türlerinin beslenme alanı tercihlerine göre sayısal dağılımı

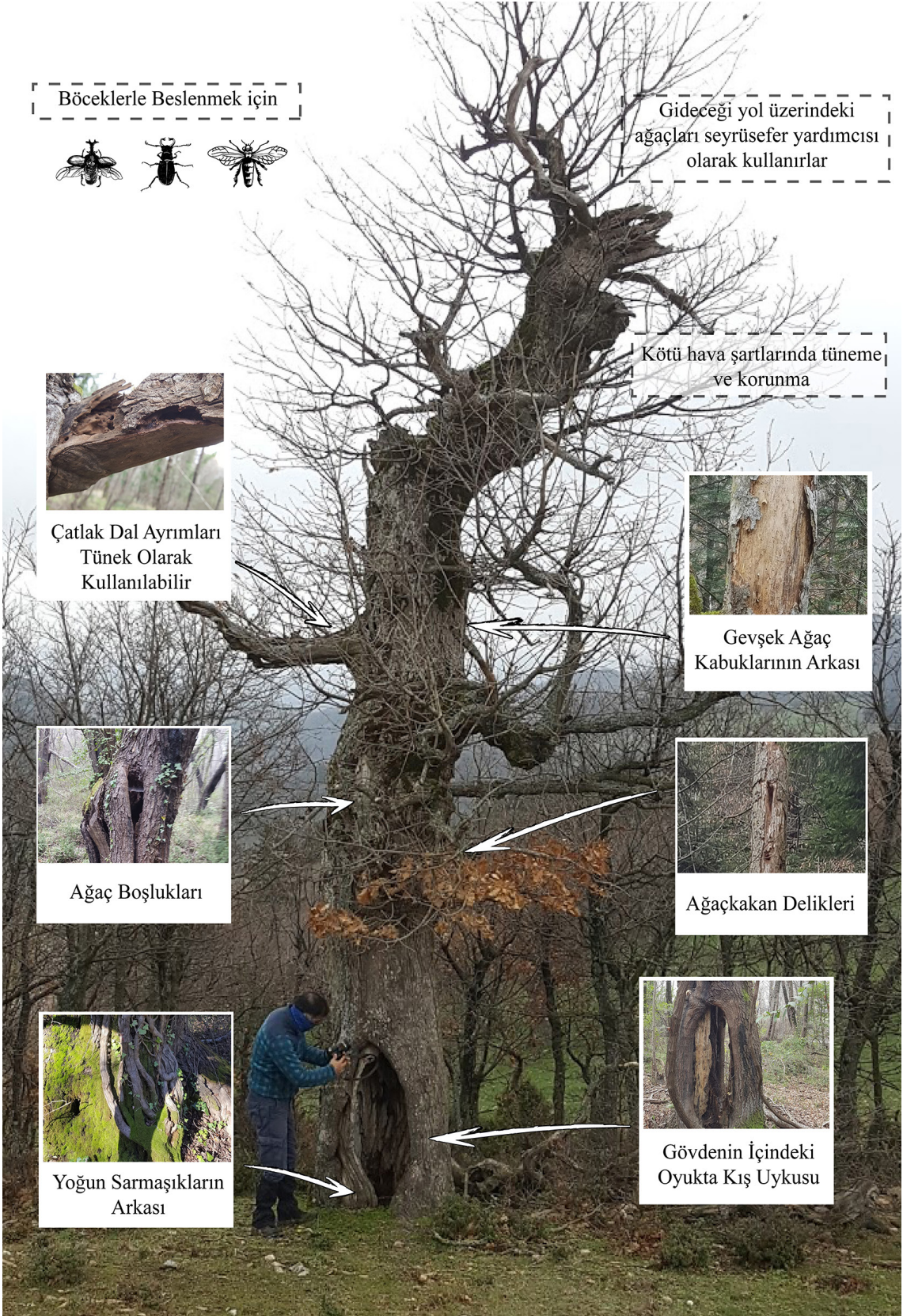
Figure 3. The distribution of the preference of the different feeding places of the bats in Turkey

4. Yarasalar için potansiyel tüneme özellikleri

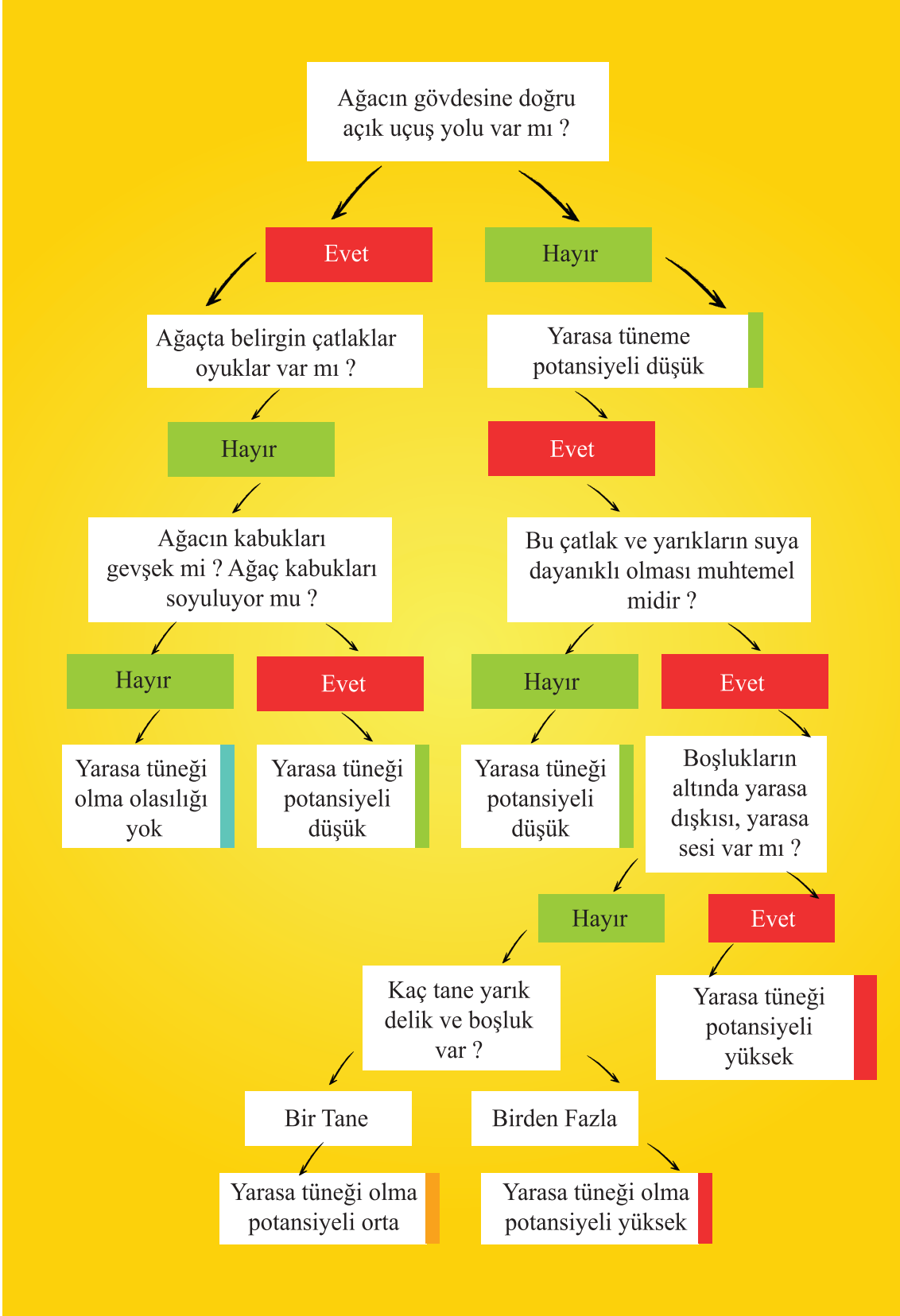
Bazı araştırmacılar tüneme aktivitelerinin, yarasalar topluluklarının çeşitliliğini etkilediğini (Humphrey, 1975), oyukların tahrip edilmesi ile birlikte yarasalar popülasyonlarında azalma olduğunu belirtmiştir (Evelyn ve ark., 2004; Lunney ve ark., 1988). Tünemelerin gündüz ve gece boyunca veya kış uykusu sırasında kullanılmasının yanı sıra, yırtıcılardan ve çevre koşullarından korunmanın bir yolu olarak da tercih edildiği ifade edilmiştir (O’Shea ve Bogan, 2003). Buna ek olarak, beslenme alanı ile tüneme yeri arasındaki mesafenin kısaltılması amacıyla orman içinde beslenen pek çok yarasalar türü de ağaçları tüneme amaçlı kullanmaktadır (Speakman ve Thomas, 2003). Yarasalar, ağaçların üzerindeki ağaç boşluklarını, ağaçkakan gibi kuşların açtıkları delikleri, doğal çürüme ile oluşan çatlakları, kısmen ayrılmış kabukların gevşek kabuk atlarını, yıldırım çarpması gibi doğal süreçlerle oluşabilen yarıkları tüneme amacıyla kullanabilmektedir (Jackson, 2015) (Şekil 4). Ayrıca yarasalar, yönlerini bulmak, avcılardan ve tehlikeli hava koşullarından korunmak için de ağaçları kullanabilirler. Tüneme ağaçlarının mevcut ağaçlardan çok daha uzun boylu ağaçlar olduğu tespit edilmiştir (Brigham ve ark., 2002; Evelyn ve ark., 2004; Vonhof ve ark., 2004).

5. Ormanlarda yarasalar nasıl tespit edilmektedir?

Ormanları çeşitli amaçlarla kullanan yarasalar türlerinin uzun vadeli korunmasını sağlamak amacıyla izleme çalışmalarının yapılması önemlidir. Genel olarak ormanlarda yaşayan yarasaları izlerken çalışılacak alanın coğrafi konumu, iklimsel özellikleri (yıl içinde ortalama sıcaklık-nem-rüzgâr değişimleri, en sıcak ve soğuk aylar, yıllık yağış vb.), su kaynaklarına olan mesafesi, yüz ölçümü, bölgenin bitki örtüsü, meşcere yapısı, iğne yapraklı ya da karışık olması vb.) belirlenerek çalışılacak alan paftalara ayrılmaktadır. Her bir paftada örnekleme işlemleri gerçekleştirilir. Çalışılacak ekipmanlar örnekleme metoduna uygun bir şekilde tespit edilir. Bu ekipmanlar, ultrasonik dedektörler, halkalar, radyo vericileri, çeşitli gözenek aralığına sahip ağlar, ultraviyole ışıklar, yarasalar kutuları, eldiven ve fener olarak sıralanabilir. Örnekleme metodu, kullanılacak ekipmanlar ve iş akışının belirlenmesinin ardından genellikle yarasaların aktif olduğu dönemlerde (çoğunlukla Mayıs-Ekim ayları arasında) örnekleme çalışmalarına başlanılmaktadır (Kunz ve ark., 1996; Taylor, 2006; Tillion ve ark., 2016).



Şekil 4. Yarasaların ağaçları kullanımına ilişkin genel bir özet
Figure 4. A summary of bats' tree use



Şekil 5. Ormancılık uygulamaları sırasında ağaçlarda tüneyen yarasaların tespiti için önerilen bir yol
 Figure 5. Suggested method to determine the bats roosting on the trees during forestry applications

Orman içerisindeki araştırmalarda son yıllarda özellikle dolaylı bir tespit metodu olan ultrasonik dedektörler kullanılarak ekolojasyon çağrılarının izlenmesi ve bunların istatistiksel olarak yorumlanması şeklinde yarasaların ormanlardaki yaşam özellikleri ortaya konulmaktadır (Taylor 2006). Orman içerisindeki doğrudan tespit ve inceleme yöntemleri ise yarasa kutularının yerleştirilmesi, atrap kullanımı, çeşitli boyutlardaki özel yarasa ağlarıyla yapılan yakalama işlemleri ve bunların sonucunda yarasalara takılan izleme halkaları ve uydu vericileri olarak özetlenebilir (Kuntz ve ark., 1996; Kunz 1998; Hundt, 2012).

Öte yandan çalışılan orman alanı ile bağlantılı olduğu düşünülen yakın çevredeki mağara, in, boş bina, çatı arası ve benzeri yerler de gündüz veya gece özel eldivenler, el veya baş feneri yardımıyla doğrudan araştırılarak orman ile ilişkileri incelenmektedir (Kuntz ve ark., 1996; Kunz 1998; Hundt, 2012). Bununla beraber orman içerisinde yarasaların doğrudan tespiti için ultraviyole ışınlar kullanılarak böceklerin ışığa gelmesi sağlanabilmekte ve bu böceklerden beslenen yarasaların daha rahat örneklenebilmesi açısından bu noktalara gelmeleri özendirilmektedir (Kuntz ve ark., 1996; Kunz 1998; Hundt, 2012) Yarasa kutuları kullanılarak çalışılan bölgedeki yarasalar mevsimsel olarak düzenli biçimde izlenebilmektedir (Kuntz ve ark., 1996; Kunz 1998; Hundt, 2012). Ayrıca yarasa dışkılarından DNA analiziyle diyet tercihleri de tespit edilebilmektedir (Zelae ve ark., 2011).

6. Ormanda yaşayan yarasaları etkileyen unsurlar

Yarasa ve orman ilişkileri bazında yapılan çalışmalarda, gerek ormancılık, gerekse diğer insan aktivitelerinin yarasaları olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır (Lacki ve ark., 2007; Huston ve ark., 2001; Yorulmaz ve ark., 2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b). Bu faaliyetler yoğun ve plansız ağaç kesimleri, madencilik faaliyetleri, orman yangınları, böceklerle mücadele ve rüzgâr türbinleri ana başlıkları altında toplanabilir (Tillion ve ark., 2016,).

Ağaç kesimi: Özellikle yarasaların faal olduğu Mayıs-Eylül ayları arasında zorunlu olmadıkça ağaç kesimlerinden kaçınılması gereklidir. Yaşlı ağaçların üzerinde çatlak, yarık ve kabuk boşluğu olma ihtimali yüksek olduğundan, bu ağaçlar yarasalar açısından potansiyel tünek özelliğine sahiptir. Bu nedenle ormanlardaki yaşlı ağaçların azami ölçüde sahada bırakılmasına gayret gösterilmelidir. Yarasalar ağaçları yön ve yol bulmak için kullandıklarından özellikle üreme dönemlerinde tıraşlama kesim metodundan ve orman içinde ağaç çeşitliliğinin değiştirilmesi gibi aktivitelerden uzak durulmalıdır.

Uygulamacılar ormanlarda bir ağacın yarasalar tarafından tünek olarak kullanıp kullanmadığını basit aşamalarla kontrol veya tespit edebilirler (Anonim 1, 2018) (Şekil 5). Bu aşamaları gösteren tabloya göre, tünek olma potansiyeli düşükse budama ya da kesim yapılabilir. Ancak ilgili çalışmalar yine de Mart-Temmuz ayları arasında yapılmamalıdır. Ayrıca kabuklarda açıklık varsa dikkat edilmelidir. Eğer tünek olma potansiyeli orta derecede ise yarasalar bazı durumlarda bu ağaçları kullanabilir. Bu tür ağaçlar daha detaylı incelenmelidir. Ağaca müdahale, Eylül ayı ortası ile Kasım ayı ortası arasında yapılmalıdır. Eğer tünek olma potansiyeli yüksek ise, bununla birlikte ağacın kesilmesi veya budanması gerekiyorsa, yarasa yuvası veya tüneği olmadığını kesin olarak ispatlamak gerekir. Bu ağacın kesilmesi uzman eşliğinde Eylül ayının sonu ile Kasım ayı ortası arasındaki dönemde gerçekleştirilmelidir.

Orman yangınları: Orman yangınları yalnızca ormanlar için değil, hemen hemen yangının gerçekleştiği yakın çevresindeki tüm diğer ekosistemler için de çeşitli tehlikeler barındırmaktadır. Bu nedenle orman yangınları aynı zamanda yarasaları doğrudan tehdit eden bir unsur olmakla beraber dolaylı yoldan yaşam alanlarını da tehdit etmektedir. Orman yangınları ile mücadele edebilmek için öncelikle yangın riskinin ve yangınların fazla olduğu yerler yeniden tespit edilmeli ve bu alanlarda sıcaklık, yağış, bağıl nem ve rüzgâr gibi iklim elementleri sürekli izlenerek yangın sezonlarında çok daha fazla dikkatli olunmalıdır. Yangına duyarlı olan bölgelerdeki ormanlık sahalarda, özellikle yangın mevsimlerinde gerçekleştirilecek turistik aktivitelere yeni düzenlemeler ve kısıtlamalar getirilmelidir. Çıkan yangınların büyümeden söndürülmesi için orman alanlarının gerekli yerlerine acil müdahale ekipleri yerleştirilmelidir. Uyarı levhalarının sayısı artırılarak farkındalık ve bilinçlendirme çalışmaları sıklaştırılmalıdır (Perry 2011).

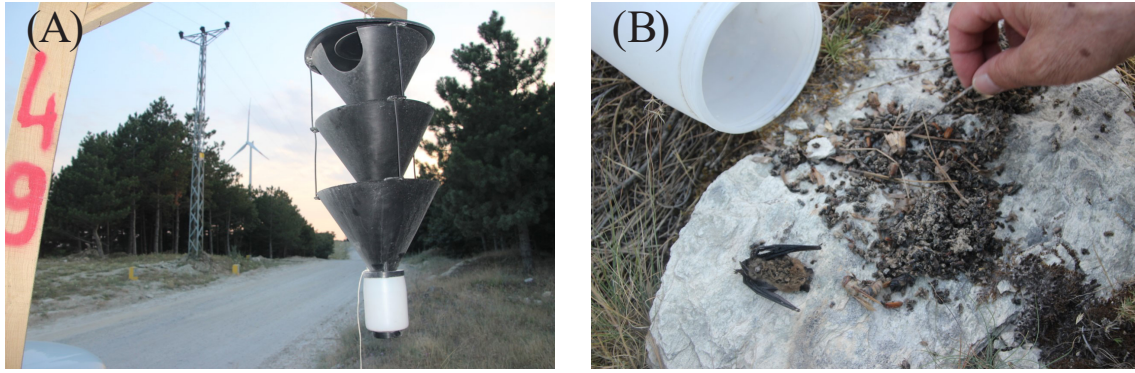
Böceklerle mücadele: Zararlı böcek türlerinin popülasyonlarının belirli düzeyin üzerine çıkması ekonomik açıdan istenmeyen bir durumdur. Özellikle tarım ve ormancılıkta en zararlı hayvanlar böceklerdir. Aşırı üremeleri halinde cüsseleri ile kıyaslanamayacak büyüklükte zararlara sebep olmaktadır. Böceklerin boyutlarının küçük olması, yüksek irtifalardan uçuş yapamamaları, yüksek üreme enerjilerine karşı kısa rejenerasyon süreleri, tam başkalaşımly hayat dönemine sahip olmaları ve yaşam ortamlarına (orman, toprak vb.) uyum kabiliyetlerinin çok yüksek olması bu hayvanların yaşama şanslarını büyük ölçüde artırmaktadır.

Ülkemizde zararlı böcekler ile mücadelede bir kısmı çok yoğun, bir kısmı da çok az veya henüz deneme halinde kullanılan 5 yaygın yöntem bulunmaktadır. Bunlar, mekanik mücadele, biyolojik mücadele, kimyasal mücadele, biyoteknik mücadele, biyolojik insektislerle mücadele yöntemleri olarak sıralanabilir (Anonim 2; OGM 2016). Bu yöntemleri kısaca değerlendirdiğimizde, kimyasal mücadele yönteminde aşırı dozda insektisit kullanımını söz konusu olduğu için böcekçil yarasaların besinlerinin de yok edilmesine bağlı olarak yarasaların popülasyonlarının dolaylı yolda etkilendikleri bilinmektedir (Hutson 2001). Yarasaların tuzaklara yönelen böceklerin peşinden giderken ilgili tuzaklara yakalanarak ölme riski ile karşı karşıya olmaları nedeniyle ülkemizde sıklıkla kullanılan ve yüksek maliyetli olan feromon tuzakları da ciddi tehlikeler barındırmaktadır (Yorulmaz ve ark., 2016) (Şekil 6). Öte yandan, Türkiye’de zararlı böceklerle mücadele için çeşitli biyolojik yöntemler

de kullanılmaktadır (Anonim, 2; OGM, 2016).

Şu ana kadar böcek yiyen kuşlar, balık, kurbağa, semenderler ve yırtıcı avcı böcekler kullanılmış; fakat böcek popülasyonlarını çok önemli derecede dengeleme becerisine sahip olan yarasalar ile ilgili henüz bir çalışma yapılmamıştır. Yarasalar özellikle geceleri böceklerle mücadelede çok önemli bir biyolojik unsurdur. Bu noktada yarasaların kutularının hem tarımsal arazilerde hem de ormanlık alanlarda kullanılabilir nitelikte olup zararlı böceklerle biyolojik mücadelede büyük başarı elde etme potansiyeline sahip olduğu, ancak bu potansiyelin henüz ülkemizde değerlendirilmediği de ifade edilmelidir (Şekil 7).

Madencilik faaliyetleri: Orman alanı içinde taş ocakları, mermer ocakları, değerli madenler gibi farklı türlerden madenlerin aranması ve işlenmesi doğrudan habitat kayıplarının yanı sıra, deprem etkisi yaratan patlatmalarla yer altı sularının



Şekil 6. Zararlı böceklerle mücadele için ormanda kullanılan bir feromon tuzağı (A). Böceği izlerken bu feromon tuzağına düşmüş ölü bir yarası (B)

Figure 6. A pheromone trap used in pest control (A). A bat that fell on this trap and died while following an insect (B).



Şekil 7. Yarası kutularının ağaç üzerindeki kullanımı

Figure 7. The usage of bat boxes on the trees

tahrip olması, çıkan yoğun toz sonucu ağaçlarda döllemenin engellenmesi ve sularda oluşan kirliliğe bağlı olarak balık ölümlerinin artması gibi çok ciddi çevresel tahribatlar da yaratmaktadır (Lacki ve ark., 2007; Huston ve ark, 2001). Söz konusu bu tahribatlardan ormanları kullanan yarasalar da strese girme, yaşam alanını kaybetme ve/veya değiştirme, üreme kapasitesinde düşüş ve yavru ölümlerinde artış gibi birçok ciddi tehditle karşı karşıya kalmaktadır (Lacki ve ark., 2007; Huston ve ark, 2001). Taş ocaklarının orman ve su üretim alanlarıyla yerleşim yerlerinin uzağında ve ağaçlandırlamayacak kayalık arazilerde açılması, madenin işi bittikten sonra ağaçlandırma ve düzenleme çalışmaları yapılması ormanı kullanan yarasaların bu tarz faaliyetlerden minimum düzeyde etkilenmesi açısından ciddi fayda sağlayacaktır (Lacki ve ark., 2007; Huston ve ark, 2001).

Rüzgâr türbinleri: Orman alanlarında kurulan rüzgâr türbinlerine bağlı olarak ta yarasalar ve kuşların rüzgâr türbinleri ile etkileşime girerek çarpışma, basınç gibi direkt etkiler ile habitat kayıpları, trafik, gürültü, toz benzeri dolaylı etkilere de maruz kalmalarıyla türlerin popülasyon yoğunluklarında ciddi baskılar gözlenebilmektedir (Hutson ve ark., 2001; Yorulmaz, 2013). Bu tarz etkileri asgari düzeylerde tutabilmek amacıyla ilgili tesisi inşa ederken örneğin yakınlarında kuşların veya yarasaların yuvalarının ve tüneme alanlarının olup olmadığına ya da göçmen kuşların konaklama noktalarının bu çevrelerde bulunup bulunmadığına, mağara ve su kaynağı gibi yarasaları cezbedecek alanların olup olmadığına dikkat edilmelidir. Bu noktalara önem verilirse, kuşkusuz ortaya çıkacak çok sayıda zararın önüne geçilmiş olacaktır (Hutson ve ark., 2001; Yorulmaz, 2013).

7. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında derlenen çalışmalar dikkate alındığında ormana bağımlı yarasaların varlığına bağlı olarak orman yapısının yönetimi hakkında bazı önerilerde bulunulmuştur. Türkiye, yüzölçümünün yaklaşık %27'si orman alanları ile kaplı bir ülke olmasının yanı sıra, 38'i böceklerle 1 tanesi meyve ile beslenen toplam 39 yarasaya da ev sahipliği yapmaktadır. Bununla birlikte Türkiye yarasalarının yaklaşık %77'sinin de beslenmek ve/veya tünemek için ormanda oldukları bilinmektedir (Yorulmaz ve ark., 2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b). Ancak bu bilgilere rağmen, bugüne kadar Türkiye'de orman ve yarasaları konu eden çalışmalara rastlanılmamaktadır.

Son yıllarda Orman Genel Müdürlüğü tarafından amenajman planlarının orman içi biyolojik çeşitliliğin de dikkate alınarak revize edilmeye başlanmış

olması önemli bir adımdır. Ormancılık faaliyetleri, orman yangınları, orman için doğal kaynakların kullanımına yönelik faaliyetler, orman içi zararlı böceklerle mücadelede kimyasalların kullanımı, orman içi madencilik faaliyetleri ve son dönemlerde giderek artan Rüzgâr Enerji Santrallerinin (RES) orman alanlarına da kurulması gibi durumlarda ormana bağımlı yarasalar türlerinin izlenmesi ve korunması çalışmaları daha çok önem kazanmaktadır. İlgili faaliyetlerin ormanları kullanan yarasalara yönelik olası ve doğrudan etkilerini azaltmak amacıyla bu tarz faaliyetlere başlanmadan önce mutlaka ormana bağımlı yarasalar türlerinin belirlenmesi, tespit edilenlerin içerisinde koruma önceliği olan türlerin ve ormanla ilişkilerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Orman içerisinde bahsi geçen bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi durumunda yarasaların korunmasına yönelik tedbirler üç farklı aşamada ele alınmalıdır (Hutson ve ark., 2001):

-Tüneme alanları: Yarasalar genel olarak karanlık, nispeten nemli ve ılık (15-30 °C) alanları tünemek için kullanırlar. Bu alanlar mağaralar, terk edilmiş yapılar, ağaç kovukları ve kaya yarıkları gibi alanlardır. Orman içlerinde bu yapılar tespit edilerek mümkün olduğunca korunmalıdır.

-Beslenme alanları: Yarasalar genellikle yüksek bitki örtüsüne sahip alanları ve su kıyılarını beslenmek için kullanırlar. Orman ekosistemlerinde ise orman içi açıklıklar, orman içi dereler, geniş yapraklı ormanlar ve karışık orman özelliği gösteren habitatlar öncelikli beslenme alanlarıdır. Bu alanlarda ormancılık faaliyetleri, alanın mevcut örüntüsünü değiştirmeyecek düzeyde yapılmalıdır.

-Biyolojik döngüleri: Yarasalar Ekim-Nisan ayları arasında tüneme noktalarında kış uykusuna yatarlar. Bu alanlar ağaç kovukları, ağaçkakan yuvaları, kabuklu ağaçların kabuk atları olabilmektedir. Bu dönemde yapılacak ağaç kesimlerinde yarasaların yaşayabileceği ağaçlarda hayvan varlığına dikkat edilmelidir. Yarasalar, Haziran-Temmuz ayları arasında ise yavruleme ve yavru bakımı aşamasındadır. Bu dönemlerde yapılacak ormancılık faaliyetlerinde de özellikle kesimi yapılacak ağaçların kovuk ve kabuk durumu kontrol edilerek hayvan varlığı dikkate alınmalıdır. Ağustos-Eylül aylarında ise yarasalar çiftleşme aşamasında olup, bu dönemde yoğun göç hareketleri ve beslenme faaliyetleri sergilemektedirler. Bu dönemlerde yarasaların ses kayıtlarının alındığı yani beslenmeleri için önemli alanlarda keskin habitat değişimine yol açacak faaliyetler yapılmamalıdır. Bu bilgiler doğrultusunda, yarasalar türlerini korunma önceliği sırasına göre 3 gruba ayırarak bir öneri sunulabilir

(Hutson ve ark., 2001; Taylor 2006; Lacki ve ark., 2007; Yorulmaz ve ark., 2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b):

-Koruma önceliği olan türler: Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN Red List, 2017) kriterle-

rine göre bir statüde sınıflandırılan yarasalar türleri ile Türkiye’de yaşayan yarasalar türlerinin koruma statüleri ve durumları aynı değildir. Bu sebeple bu çalışmada koruma önceliklerine göre verilen türler IUCN’nin koruma statülerine ek olarak Türkiye’deki popülasyon durumu (Yorulmaz ve ark.,

Tablo 1. Koruma önceliği olan yarasalar türleri
Table 1. Bat species with protection priority

Türler	Türkçe ismi	Beslenme yerleri	Tüneme yerleri	IUCN tehlike kategorisi
<i>Rousettus aegyptiacus</i>	Mısır meyve yarasası	Meyve bahçeleri	Mağara, terk edilmiş binalar,	LC
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Nalburunlu yarasalar	Bozkır, çayır otlak	Mağaralar	VU
<i>Rhinolophus euryale</i>	Akdeniz nalburunlu yarasası	Ormanlık, çalılık alanlar	Doğal ve yapay mağaralar	NT
<i>Rhinolophus blasii</i>	Blasius nalburunlu yarasası	Ormanlık, çalılık fundalık	Mağaralar	LC
<i>Myotis daubentonii</i>	Su yarasası	Kırsal ve kentsel alanlar	Ağaçlar, mağaralar, binalar	LC
<i>Myotis brandtii</i>	Sakallı yarasalar	Kırsal ve kentsel alanlar	Ağaçlar, mağaralar, binalar	LC
<i>Myotis capaccinii</i>	Uzun ayaklı yarasalar	Sucul habitatlar, riparian alanlar	Genelde mağaralar	VU
<i>Myotis mystacinus</i>	Küçük sakallı yarasalar	Kırsal ve kentsel alanlar	Ağaçlar, mağaralar, binalar, kaya delikleri	LC
<i>Myotis nipalensis</i>	Bıyıklı nepal yarasalar	Fundalık, çalılık, ormanlık, çayır alanları, çöl	Binalar, kaya yarıkları, mağaralar	LC
<i>Myotis borchsteinii</i>	Büyük kulaklı yarasalar	Ormanlar, yapay bahçeler	Ağaçlar	NT
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	Büyük akşamcı yarasalar	Ormanlar, sulak alanlar	Ağaçlar, binalar, kaya yarıkları	NT
<i>Vespertilio murinus</i>	Çift renkli yarasalar	Kırsal ve kentsel alanlar	Ağaç, mağaralar, kaya yarıkları	LC
<i>Plecotus auritus</i>	Kahverengi uzun kulaklı yarasalar	Orman	Ağaçlar	LC
<i>Barbastella barbastellus</i>	Basık burunlu yarasalar	Ormanlık	Ağaçlar mağaralar kaya aralıkları	NT
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Uzun kanatlı yarasalar	Orman	Mağara	NT

VU: Hassas (Yaban hayatında soyu tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan türler)

NT: Neredeyse Tehdit Altında (Şu anda soyu tehlikede olmayan ancak yakın zamanda tehlike altına girebilecek türler)

LC: Asgari Endişede (Yaygın ve tehdit seviyesi en düşük olan türler)

2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b) ve yaşam alanları dikkate alınarak hazırlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 2. Yaygın ancak koruma önceliği olan yarasa türleri
Table 2. Widespread bat species with protection priority

Türler	Türkçe ismi	Beslenme yerleri	Tüneme yerleri	IUCN tehlike kategorisi
<i>Myotis emerginatus</i>	Çentikli yarasa	Ormanda bulunabilir	Genelde mağaralar	LC
<i>Myotis capaccinii</i>	Uzun ayaklı yarasa	Sucul habitatlar, riparian alanlar	Genelde mağaralar	VU
<i>Myotis nattereri</i>	Saçaklı yarasa	Ormanlar, sulak alanlar	Ağaçlar, mağara, bina	LC
<i>Myotis schaubi</i>	İran saçaklı yarasa	Orman, fundalık, çalılık	Mağara, kaya çatlakları, binalar	LC
<i>Myotis alcaethoe</i>	Bıyıklı yarasa	Ormanlık	Ağaçlar, mağaralar	LC
<i>Nyctalus leisleri</i>	Ağaç yarasası	Ormanlık	Ağaçlar, binalar, mağaralar	LC
<i>Nyctalus noctula</i>	Bayağı akşamcı yarasa	Sulak alanlar, meralar, ormanlık alanlar	Ağaçlar, kaya yarıkları, binalar, mağaralar	LC
<i>Eptesicus serotinus</i>	Geniş kanatlı yarasa	Fundalık, çalılık, ormanlık, çayır alanları, açık alanlar	Ağaçlar, binalar, kaya yarıkları	LC
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Akdeniz cüce yarasası	Orman ve sulak alan	Ağaçlar, kaya yarıkları, binalar,	LC
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pürtük derili yarasa	Ormanlar, sulak alanlar	Ağaç, mağaralar, binalar	LC
<i>Hypsugo savii</i>	Savinin cüce yarasası	Dağlık seyrek bitki örtüsü	Ağaç delikleri kaya yarıkları	LC
<i>Otonycteris hemprichii</i>	Uzun kulaklı çöl yarasası	Kurak yaşam	Mağaralar kaya yarıkları	LC

Yaygın, ancak korunma hassasiyeti olan türler: Türkiye’de yaygın olan, ancak uluslararası koruma statüsü (IUCN) itibariyle düşük tehdit içinde değerlendirilen türlerdir. Bu türlerin Türkiye’deki popülasyon durumu çok fazla bilinmemekle birlikte, nadiren rastlanan türler olarak değerlendirilmiştir (Yorulmaz ve ark., 2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b). Yaşam alanları da dikkate alınarak koruma hassasiyeti gereken türler Tablo 2’de belirtilmiştir.

En az etkilenecek türler (Düşük düzeyde korunma ihtiyacı olan türler): Bu türler hem uluslararası koruma statülerince (IUCN, 2017) hem de Türkiye’deki dağılımları, popülasyon durumları (Yorulmaz ve ark., 2016; Yorulmaz ve Arslan 2016a, 2016b) ile ilgili tahminler ve yüksek habitat çeşitliliğine sahip olmaları bakımından bu kategoride yer almışlardır (Tablo 3).

Orman alanlarında uzman kişilerce yapılacak olan

tür tespiti, aktivite yoğunluğu ve orman alanının yarasalar tarafından kullanım durumu gibi verilerin elde edilmesinden sonra yukarıda farklı kategorilerde önerilmiş olan türlerle ilgili olarak;

Orman alanında ve yakınlarında bulunacak mağaraların mutlak koruma altına alınması gerekmektedir. Bu mağaraların özellikle giriş kısımlarının ormancılık faaliyetlerinden etkilenmemesi için giriş kısımlarına 100 m mesafede bir alanın koruma zonu olarak belirlenmesi önerilmektedir. Ayrıca Şekil 2’te anlatıldığı gibi orman içinde tüneme özelliği taşıyan ağaçların belirlenmesi ve korunması önerilmektedir. Bununla birlikte bu türlerin tespit edildiği alanlarda orman ağaç kompozisyonu da korunmalıdır.

Yarasaların ses kayıtlarının alındığı bölgelerde yani beslenme davranışı sergiledikleri alanlarda bireysel ağaç kesiminden çok fazla etkilenmemekle birlikte

Tablo 3. En az etkilenecek olan yarasa türleri
Table 3. Bat species to be affected least (LC)

Türler	Türkçe ismi	Beslenme yerleri	Tüneme yerleri	IUCN tehlike kategorisi
<i>Taphozous nudiventris</i>	Çıplak karınlı yarasa	Ormanlık alan düz yerler nehir kenarları	Kaya yarıkları, çatlakları mağaralar, mezarlar	LC
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Büyük nalburunlu yarasa	Kırsal ve kentsel alanlar	Ormanlar, binalar, mağaralar, yarıklar	LC
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Küçük nalburunlu yarasa	Yaprak döken ormanlar, ormanların kenarları	Doğal yapay mağaralar bina çatıları	LC
<i>Myotis myotis</i>	Büyük farekulaklı yarasa	Ormanlık alan düz yerler nehir kenarları	Mağaralar	LC
<i>Myotis aurascens</i>	Bozkır bıyıklı yarasası	Ormanlık ve çalılık	Kaya yarıkları çatlakları	LC
<i>Myotis blythii</i>	Küçük farekulaklı yarasa	Tarım arazileri, bodur çayır habitatları	Mağaralar, eski binalar, madenler	LC
<i>Eptesicus bottae</i>	Akdeniz geniş kanatlı yarasa	Tarım alanları	Kaya yarıkları, mezarlar binalar	LC
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Cüce yarasa	Ormanlık, tarım arazileri orman kenarları	Ağaçlar, mağara, kaya yarıkları, binalar	LC
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Beyaz şeritli yarasa	Tarımsal ve kentsel alanlarda	Ağaç, kaya yarıkları, binalar	LC
<i>Plecotus Austriacus</i>	Gri uzun kulaklı yarasa	Tarımsal araziler, ovalar vadiler	Kaya yarıkları, mağaralar	LC
<i>Plecotus Kolombatovici</i>	Balkan uzun kulaklı yarası	Tarımsal alanlar sokaklar	Mağara ve çatlaklar	LC
<i>Plecotus Macrobullaris</i>	Dağ uzun kulaklı yarasası	Dağlık alan	Mağara ve çatılar	LC
<i>Tadarida Teniotis</i>	Kuyruklu yarasa	Dağlık alan yarı çöl alan	Kayalık habitatlar boşluklar	LC

daha çok büyük alanları içeren tıraşlama benzeri faaliyetlerden olumsuz etkilenecektir. Bu sebeple, izleme ve etki azaltıcı tedbirlerin alınması şartıyla ses kayıtlarının veya izlerin tespit edildiği alanlarda habitat özelliğinin tamamen değişimine yol açmayacak küçük çaplı faaliyetlere izin verilmelidir.

Bu çalışma ile ormanlardaki yarasalar hakkında öncül bilgiler derlenmiş ve öneriler sunulmuştur. Bu konu ile ilgili daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'nin orman ve yarasa varlığının yanı sıra, gelecekte insan faaliyetlerinin orman alanlarını daha fazla etkileyecek olması gerçeği de dikkate alındığında, bu konudaki araştırma ve koruma çalışmalarına ihtiyacın artacağı da göz önünde tutulmalıdır.

Kaynaklar

Albayrak, İ., Aşan, N. 1999. Distributional Status of the Bats from Turkey. Communications of the Faculty of Sciences of the University of Ankara, Series C, 17(1/2): 59-68.

Altringham, J.D. 1996. *Bats: Biology and Behaviour*. Oxford University Press, Oxford; New York, 262 p.

Anonim 1, 2015. www.yorkshiredales.org.uk/_/Bats-in-trees-Oct-2015.pdf (Erişim tarihi: 2 Ocak 2018)

Anonim 2. OGM Orman zararlıları ile mücadele esasları. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/Orman%20Zararlı%C4%B1lar%C4%B1%20%20C4%B01e%20M%C3%BCcadede%20Esaslar%C4%B1.pdf>

- Anonim 3, 2018. <http://treeheritage.co.uk/bats-birds-and-other-wildlife/> (Erişim tarihi: 2 Ocak 2018)
- Anthony, E.L.P., Kunz, T.H. 1977. Feeding strategies of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in southern New Hampshire. *Ecology*, 58: 775-786.
- Bogdanowicz, W., Rajan, K. E., Arasamuthu, A. S., Marimuthu, G., Dabrowski, M., 2014. *Baby sitting and aspects of non-maternal infant support in the carnivorous bat Megaderma lyra*. XIIIth European Bat Research Symposium, 1- 5 th September 2014, Siberik, Croatia.
- Brigham, R.M., R.M.R. Barclay, J.M. Psyllakis, D.J.H. Sleep, and K.T. Lowrey. 2002. Guano traps as a means of assessing habitat use by foraging bats. *Northwest Naturalist* 85:15–18.
- Dietz C, von Helvesen O, Nill D., 2009. Greater Noctula Bat Bats of Britain, Europe & Northwest Africa (English Edition). UK:A & C Black Publishers Ltd., London
- Eken G, Bozdoğan M, İsfendiyaroglu S, Kılıç DT, Lise Y. 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. (Turkey's Key Biodiversity Areas). Doğa Derneği & Kitap Yayınevi, İstanbul. II Volumes – 1200 pp.
- Evelyn, M. J., D. A. Stiles, and R. A. Young. 2004. Conservation of bats in suburban landscapes: roost selection by *Myotis yumanensis* in a residential area in California. *Biological Conservation* 1 15:463-473
- Findley, 1972. J.S., Phenetic Relationships among Bats of the Genus *Myotis*. *Systematic Biology*. 21 (1): 31-52.
- Humphrey, S.R., 1975. Nursery Roosts and Community Diversity of Nearctic Bats. *Journal of Mammalogy*, Volume 56, Issue 2, 30 May 1975, Pages 321–346.
- Hundt L 2012. Bat Surveys: Good Practice Guidelines, 2nd edition, Bat Conservation Trust 1-99.
- Hutson AM, Mickleburgh SP, Racey PA 2001 Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group, p 36–46
- IUCN Redlist of threatened species, version 2017-3. <www.IUCNRedlist.org>. (Erişim tarihi: 2 Ocak 2018)
- Jackson, 2015. The Leaflet of Bats & Trees www.bats.org.uk/data/files/publications/Bats_Trees.pdf (Erişim tarihi: 2 Ocak 2018)
- Kunz, T.H. (Ed.) 1988. Ecological and Behavioural Methods for the Study of Bats. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kunz TH, Thomas DW, Richards GC, Tidemann CR, Pierson ED, Racey PA (1996) Observational techniques for bats. In: Wilson DE, Cole FR, Nichols JD, Rudran R, Foster MS (eds) Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press, Washington and London, pp 105–114
- Kunz, T.H., 1996. Methods of marking bats. In: Wilson, D.E., Cole, F.R., Nichols, J.D., Rudran, R., Foster, M.S. (Eds.), *ARTICLE IN PRESS*. Muñoz-Romo et al. / *Mamm. biol.* 73 (2008) 214–221 *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, pp. 304–310.
- Lacki, Michael J.; Hayes, John P.; Kurta, Allen, eds. 2007. *Bats in forests: Conservation and management*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press: 177-205
- Lunney, D., Barker, J., Priddel, D., and O'Connell, M. 1988. Roost selection by Gould's long-eared bat, *Nyctophilus gouldi* Tomes (Chiroptera: Vespertilionidae), in logged forest on the south coast of New South Wales. *Aust. Wildl. Res.* 15: 375-384.
- Merritt, J.F. 2010. The biology of small mammals. *The Johns Hopkins University Press*. Baltimore, 1-312, 2010.
- Neuweiler, G. 1990. Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiological Reviews*, Vol. 70. No.3, July 1990. Pages 615-637. Printed in USA.
- Neuweiler, G. 2000. The biology of bats. *New York: Oxford University Press*. 310 p.
- Nowak, R.M. 1994. Walker's Bats of the World. Baltimore (MD): *The Johns Hopkins University Press*, 287 p.
- Nowak, R.M. 1999. Walker's Mammals of the World. 6th ed. Baltimore: *The Johns Hopkins University Press*, 836 p.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM 2016. Orman Bitkilerinde Zararlı Ve Hastalıklarla Mücadelede Kullanılan İlaçlar., CTA Reklam Hiz. Bas. Yay. Ltd. Şti. Ankara
- O'Shea, T. J., Bogan, M. A., 2003. Introduction. Pp. 1-7 in O'Shea, T. J. and M. A. Bogan (eds.), *Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: problems and prospects*. U.S. Geological Survey, Information and Technology Report 2003-003, 274 pp.
- Perry, RW., 2011. A Review Of Fire Effects On Bats And Bat Habitat In The Eastern Oak Region, Proceedings of the 4th Fire in Eastern Oak Forests Conference, Springfield, MO, May 17-19, GTR-NRS-P-102, 170-191 pp
- Racey, P.A. 1982. *Ecology of bat reproduction*. In: *Ecology of bats*, Ed. by I. Kunz, H. Thomas. New York: Plenum Publishing Corporation, pp. 57-68.
- Richardson, E., P., 2011. Bats. *Natural History Museum Life Sciences*. London Natural History Museum, London, 1-128.
- Schober, W., Grimmberger, E. 1997. *The Bats of Europe and North America*. T.F.H. Publications, USA., 239 p.

-
- Speakman, JR, Thomas, DW, 2003. *Physiological ecology and energetics of bats*. In: Kunz TH, Fenton MB (eds) *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago, pp 430–492.
- Taylor, DAR., 2006. *Forest Management and Bats*. Bat Conservation International, 1-14.
- Tillon L., Bouget C., Paillet Y., Aulagnier S., 2016. How does deadwood structure temperate forest bat assemblages? *Eur. J. For. Res.*, 135(3): 433-449.
- Yorulmaz, T., 2013. Rüzgar Enerjisi ve Yarasalar (Tam Metin Bildir).Türkiye Yarasaları Sempozyumu I, 25-26 Ekim 2013-Balıkesir.
- Yorulmaz T, Arslan N, 2016a. Türkiye Yarasalarının (Mammalia: Chiroptera) Son Durumu ve Ulusal Korunma Statüleri İçin Öneriler (Poster Sunum) 23. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 5-9 Eylül 2016, Gaziantep.
- Yorulmaz T, Arslan N. 2016b. Türkiye Yarasaları ve Ekolojik Tercihleri. *Uluslararası Ekoloji 2016 Adnan Aldemir Sempozyumu*, 16-19 Mayıs 2016, Kars.
- Yorulmaz T, Yetkin D, Arslan N, Erdoğan A. 2016. Türkiye Yarasalarında Aktivite Yoğunluğunun Sıcaklık, Rüzgâr Hızı, Yükseklik ve Bitki Örtüsü ile ilişkisinin Belirlenmesi 23. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 5-9 Eylül 2016, Gaziantep.
- Waldien, D.L., and J.P. Hayes. 2001. Activity areas of female long-eared *Myotis* in coniferous forests in western Oregon. *Northwest Science* 75: 307–314.
- Vonhof, M.J., H. Whitehead, and M.B. Fenton. 2004. Analysis of Spix's disk-winged bat association patterns and roosting home ranges reveal a novel social structure among bats. *Animal Behaviour* 68:507–521.
- Whitaker, J.O.Jr. 1995. Food of the big brown bat, *Eptesicus fuscus*, from maternity colonies in Indiana and Illinois. *American Midland Naturalist*, 134: 346-360.
- Wilkinson, G.S., South, J.M. 2002. Life history, ecology and longevity in bats. *Aging Cell*, 1(2): 124-131.
- Wilson, D.E., Reeder, D.A.M., 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 2. Cilt., JHU Press.
- Zeale MRK, Butlin RK, Barker GLA, Lees DC, Jones G. 2011. Taxon-specific PCR for DNA barcoding arthropod prey in bat faeces. *Mol Ecol Res.* 236–244.

Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özellikleri ve beslenme durumuna etkisi

Şükrü Teoman GÜNER(Orcid: 0000-0002-3058-7899)^{1*}, Dilek GÜNER(Orcid: 0000-0002-6600-5045)¹,
Uğur ŞAHİN(Orcid: 0000-0003-0339-233X)¹

¹Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

*Sorumlu yazar/Corresponding author: teomanguner@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received: 24.11.2017, Kabul tarihi/Accepted: 08.03.2018

Öz

Bu çalışmanın amacı, fidanlık koşullarında yetiştirme sıklığının 2+0 yaşlı Toros sediri (*Cedrus libani*) fidanlarının bazı morfolojik özellikleri ile beslenme durumu üzerine etkisini araştırmaktır. Araştırmada, Isparta-Kapıdağ orijinli tohumlar kullanılmıştır. Eskişehir Orman Fidanlığı'nda 1,2 m genişliğindeki yüksek yastıklara, 15 cm aralıklarla oluşturulan 7 ekim çizgisinde, kontrol (~1,5); 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların bazı morfolojik özellikleri ile ibre, gövde ve kök besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Denemede rastlantı parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Veriler varyans analizi, Duncan testi ve korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Yetiştirme sıklığı fidan boyu (FB), kök boğazı çapı (KBC), FB/KBC oranı, sak taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, fidan taze ağırlığı, sak kuru ağırlığı (SKA), kök kuru ağırlığı (KKA), fidan kuru ağırlığı (FKA), SKA/KKA oranı ve kök yüzdesini (KKA/FKA oranı) önemli derecede etkilemiştir. İncelenen fidan morfolojik özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Fidanların sahip olduğu toplam N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu ve Mn içeriği bakımından yetiştirme sıklıkları arasındaki farklılıklar önemli ($P<0,001$) bulunmuştur. Yetiştirme sıklığı azaldıkça fidanların toplam besin elementi içeriği artmıştır. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanların topraktan kaldırdığı besin stokları arasında anlamlı farklılıklar belirlenmiş, sıklığının azalması ile fidanların birim alandan kaldırdığı besin stokları azalmıştır. Bütün bulgular birlikte değerlendirildiğinde, kurak-yarı kurak alan ağaçlandırmalarında fidanlıkta 2,5 cm mesafeyle (232 fidan/m²); yarı nemli-nemli alan ağaçlandırmalarında ise 7,5 cm mesafeyle (77 fidan/m²) fidan yetiştirmenin uygun olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Cedrus libani*, yetiştirme sıklığı, fidan kalitesi, besin elementleri, morfoloji

The effects of seedling density on morphological properties and nutritional status of Taurus cedar seedlings

Abstract

The purpose of this study was to find out the effects of seedling density on some morphological characteristics and nutrient of 2+0 aged Taurus cedar (*Cedrus libani*) seedlings under nursery conditions. Seeds used in this study were collected from Isparta-Kapıdağ. Some morphological characteristics and needles, stems and root nutrient contents of the seedlings sown in control (~1.5 cm) and 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 cm spacing in 1.2 m wide high seedbeds on 7 rows with 15 cm intervals were identified in Eskişehir Forest Nursery. Randomized parcels experimental design was used in this study and data were assessed using correlation analysis and ANOVA with Duncan test. Seedling density had a significant effect on the seedling height (SH), root collar diameter (RCD), SH/RCD ratio, shoot fresh weight, root fresh weight, seedling fresh weight, shoot dry weight (SDw), root dry weight (RDw), seedling dry weight (SeDw), SDw/RDw ratio and root percentage (RDw/SeDw ratio). There were significant relationships among the seedling morphological characteristics. Significant differences ($P<0.001$) were found between spacing in terms of total N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu and Mn contents of the seedlings. Total nutrient contents of the seedlings increased depending on the decrease in seedling density. Significant differences were found between different spacing in terms of the nutrient uptake from the soil by seedlings and nutrients uptake from soil was decreased with decreasing seedling densities. All these findings suggest that 2.5 cm (232 seedling/m²) seedling densities in nursery will be suitable for dry-semi dry area afforestation, while 7.5 cm (77 seedling/m²) seedling density is better for semi humid and humid area afforestation.

Keywords: *Cedrus libani*, seedling density, seedling quality, nutrients, morphology

To cite this article (Atf): GÜNER, Ş, T, GÜNER, D, ŞAHİN, U. (2018). Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özellikleri ve beslenme durumuna etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (1), 44-55.
DOI: 10.17568/ogmoad.357442

1. Giriş

Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) doğal yayılışını Anadolu, Lübnan ve Suriye’de yapmaktadır. Çok değerli odunu sebebiyle binlerce yıldan beri tahrip edilmiş ve doğal yayılış alanları oldukça sınırlanmıştır (Boydak ve Çalıkoğlu, 2008; Yaltırık ve Akkemik, 2011). Türkiye orman alanı 22.342.935 hektar olup, Toros sediri 482.391 hektarlık yayılışı ile Türkiye ormanlarının % 2,16’sını oluşturmaktadır (Anonim, 2015).

Adaptasyon yeteneği ve fidan yaşama yüzdesi yüksek olan Toros sediri, farklı ekolojik koşullara sahip olan doğal yayılış alanı dışındaki ağaçlandırmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye’deki ağaçlandırmalarda kızılçam ve karaçamdan sonra en fazla kullanılan tür Toros sediridir. Türkiye dışında İtalya, İran ve Bulgaristan’daki ağaçlandırmalarda da kullanıldığı bildirilmektedir (Boydak ve Çalıkoğlu, 2008).

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

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

konusunda, Eğirdir Orman Fidanlığı’nda Isparta-Kapıdağ orijininde (Çatal, 2002), Hazar Orman Fidanlığı’nda Suçatı orijininde (Kayadibi, 2011), Eskişehir Orman Fidanlığı’nda Konya-Bademli, Mersin-Erdemli ve Isparta-Belceğiz orijinlerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma, Eskişehir Orman Fidanlığı koşullarında Isparta-Kapıdağ orijinli tohumlarla yapılması, farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların topraktan kaldırdığı besin stoklarını ortaya koyması ve arazi denemesinin olması bakımından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, yetiştirme sıklığının 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarının (Kapıdağ orijinli) bazı morfolojik özellikleri ile beslenme durumu üzerine olan etkisini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırmada, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Senirkent Orman İşletme Şefliği, 88 ve 93 numaralı bölmelerdeki Kapıdağ orijinli Toros sediri tohum meşceresinden (TM 239) toplanan tohumlar kullanılmıştır. 38° 05’ 23’’ enlem ve 30° 42’ 20’’ boylamları arasında yer alan meşcerenin ortalama yükseltisi 1600 m, bakışı kuzeydir.

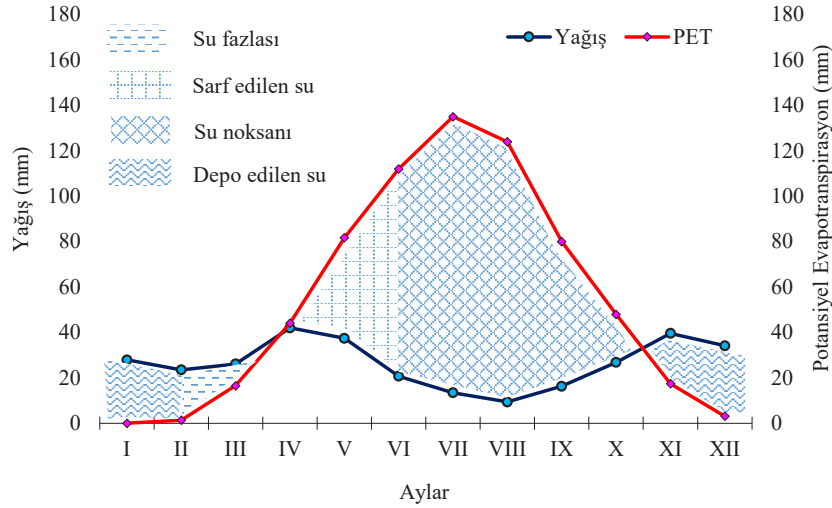
Çalışmanın fidanlık aşaması 804 m yükseltide, 39° 43’ 18’’-39° 44’ 48’’ enlemleri ile 30° 25’ 06’’-30° 26’ 43’’ boylamları arasında bulunan Eskişehir Orman Fidanlığı’nda gerçekleştirilmiştir. Eskişehir soğuk-yarı karasal iklim tipine sahiptir. Eskişehir meteoroloji istasyonunun 1975–2006 yıllarını kapsayan verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 10,6 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 307,2 mm dir (Anonim, 2006). Büyüme süresi yaklaşık 240 gündür. Thornthwaite metoduna göre iklim tipi yarı kuraktır. Sıcaklık ilişkileri bakımından orta sıcaklıklar hâkimdir. Su açığı 305,5 mm olup, haziran-ekim ayları arasındaki beş aylık dönemi kapsamaktadır (Şekil 1). Fidanların yetiştirildiği yastığın 0-30 cm lik derinlik kademesi ile kapatma materyaline ait toprak özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre denemenin kurulduğu yastık kil; kapatma materyali ise balçıklı kum türündedir.

2.2. Fidanlık çalışmaları

Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü tarafından 2014 yılı sonbaharında (ekim-kasım) Isparta-Kapıdağ orijinli tohum meşceresinden toplanan Toros sediri kozalakları kışın (aralık-ocak) fidanlıkta açılmış ve elde edilen tohumlar 03 Mart 2015 tarihinde 120 cm eninde ve 7 ekim çizgisine sahip (ekim çizgileri arası 15 cm) yastıklara ekilmiş-

Tablo 1. Fidanların yetiştirildiği yastığa ve kapatma materyaline ait toprak özellikleri
Table 1. Soil properties of seedbed and mulching material of seedlings

Toprak özellikleri	Yastık	Kapatma materyali	Toprak özellikleri	Yastık	Kapatma materyali
Renk	7,5YR4/3	5Y6/2	Toplam azot (%)	0,12	0,08
Kum (%)	25,4	83,6	P (ppm)	52	38
Toz (%)	27,7	6,2	Ca ⁺⁺ (ppm)	3143	1014
Kil (%)	46,9	10,2	Mg ⁺⁺ (ppm)	2690	1014
Toprak türü	Kil	Balçıklı kum	K ⁺ (ppm)	765	200
Toprak reaksiyonu (pH)	8,06	8,08	Na ⁺ (ppm)	40	28
Toplam kireç (%)	8,54	19,20	Tarla kapasitesi (%)	30,37	16,07
Elektriki iletkenlik (mS/cm)	0,15	0,18	Solma noktası (%)	21,62	10,36
Organik madde (%)	1,86	5,38	Yarayışlı rutubet (%)	8,75	5,71



Şekil 1. Thornthwaite yöntemine göre Eskişehir ilinin su bilançosu
Figure 1. Water balance of Eskişehir province according to Thornthwaite method

tir (220 g/m²). Denemede kullanılan tohumların, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yapılan kalite kontrolünde; temizliği % 82, 1000 tane ağırlığı 84,4 g, nem içeriği % 34,56, çimlenme hızı % 22 ve çimlenme yüzdesi % 52 olarak tespit edilmiştir. Çimlenmelerin tamamlanmasından yaklaşık bir ay sonra (02 Haziran 2015), fidanlar arasında 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe olacak şekilde dört düzeyde seyreltme yapılmış ve işlem parselleri arasında 30 cm genişliğinde tampon zonlar bırakılmıştır. Araştırma kapsamında uygulanan işlemler ve m²'deki fidan adetleri Tablo 2'de verilmiştir. İşlemlerin yastıklara dağıtımında, "rastlantı parselleri deneme deseni" kullanılmış ve deneme 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Ayrıca, yine tesadüfi olarak belirlenen üç kontrol parseli de denemeye ilave edilmiştir. Kontrol parsellerinde her hangi bir

seyreltme işlemi uygulanmamış olup, Tablo 2'de kontrol işlemi için verilen 1,5 cm mesafe, m²'deki fidan adedinden hesaplanmıştır. Deneme fidanlıkta applike edildikten sonra, iki vejetasyon dönemi boyunca rutin ot alma, sulama, gübreleme ve kök kesimi faaliyetlerine devam edilmiştir. 2+0 yaşına gelen fidanlar 2017 yılı ilkbaharında (27.02.2017) kök kesimi yapıldıktan sonra yastıktan elle sökülüştür. Kök kesimi, köklerin yüksekten kesilmesi riski göz önünde bulundurularak, denemenin zarar görmemesi adına, yaklaşık 30 cm derinlikte yapılmıştır. Daha sonra fidan kökleri basınçlı su ile yıkanarak ölçümler öncesinde kökler, kök boğazından itibaren 20 cm uzunlukta kesilmiştir. Araştırmada yastığın ortasında kalan beş sıradaki fidanlar kullanılmış, yastığın her iki tarafında kenarlara gelen birer sıra fidan tecrit zonu olarak bırakılmıştır.

Tablo 2. İşlemlerde uygulanan aralık-mesafeler
Table 2. Spacings applied as treatments

İşlemler	Uygulanan aralık-mesafe (cmxcm)	Ortalama fidan adedi (fidan/m ²)
I (kontrol)	15x1,5	387
II	15x2,5	232
III	15x5,0	116
IV	15x7,5	77
V	15x10,0	58

2.3. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvarında her işlem parselinden rastgele seçilen 30 fidanda FB (fidan boyu), KBÇ (kök boğazı çapı), STA (sak taze ağırlığı), KTA (kök taze ağırlığı), SKA (sak kuru ağırlığı) ve KKA (kök kuru ağırlığı) değerleri belirlenmiştir. Sak ve kök kuru ağırlık değerleri, fidanlar 70 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar (ortalama 48 saat) bekletilerek elde edilmiştir. Bu ölçüm değerlerinden faydalanılarak gürbüzlük indisi (FB/KBÇ oranı), katlılık (SKA/KKA oranı) ve kök yüzdesi (KKA/FKA oranı) değerleri her bir fidan için ayrı ayrı belirlenmiştir (Yahyaoglu ve Genç, 2007).

Morfolojik özellikleri tespit edilen her işleme ait 30 fidan, onarlı üç gruba ayrılarak her gruba ait karma ibre, gövde ve kök örneklerinde (3 grup x 3 organ x 5 işlem x 3 yinleme = 135 örnek) bitki besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) analizi yapılmıştır. İbre, gövde ve kök örneklerinde, N Kjeldahl metoduna göre FOSS 8400 cihazında tayin edilmiştir. Nitrik asit (HNO₃) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) ile yaş yakılan bitki örneklerinde; P amonyum metavanadat sarı renk metoduna göre; Na ve K Jenway PFP 7 flame photometer cihazında; Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ise Shimadzu 6601-F atomic absorption spectrometer cihazında tayin edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

2.4. Değerlendirme

Farklı sıklıklarda yetiştirilen fidanların beslenme durumlarının değerlendirilmesinde, yüzde değerler (100 g kuru maddedeki miktar) yanında toplam değerler de kullanılmıştır. Bunun için bitki örneklerinin (ibre, gövde, kök) analiz sonucu elde edilen yüzde değerleri ait olduğu bitki örneğinin kuru kütlesi ile çarpılarak o örneğe ait toplam besin elementi miktarı bulunmuştur. Daha sonra ibre, gövde ve köke ait besin elementleri toplanarak bir fidana ait toplam besin elementi miktarı bulunmuştur. Bir fidana ait toplam besin elementi miktarı ile m² deki fidan adedi çarpılmak suretiyle de farklı sıklıkta yetiştirilmiş Toros sediri fidanlarının birim alan-

dan kaldırdığı besin stoğu hesaplanmıştır.

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarının, TS2265/Şubat 1988 tarihli “İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı”na göre kalite sınıflarına dağılımı değerlendirilmiştir (Anonim, 1988).

Veriler, istatistik analiz öncesinde normalite dene-timine tabi tutulmuştur. Normal dağılım göstermeyen FB, STA, KTA, FTA (fidan taze ağırlığı), FB/KBÇ oranı ve STA/KTA oranı değerlerine karekök (\sqrt{x}) dönüşümü uygulanmıştır. Kontrol dâhil beş sıklık derecesinin 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri ile beslenme durumu üzerine etkileri her bir özellik bazında ayrı ayrı varyans analizi ve Duncan testi ile denetlenmiştir. Yetiştirme sıklığı ile fidan morfolojik özellikleri arasındaki ikili ilişkiler ise korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir (Kalıpsız, 1994; Özdamar 2002). Araştırmada aşağıdaki istatistik model kullanılmıştır:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Modelde, y_{ij} : farklı sıklıkta yetiştirilmiş bir fidana ait morfolojik ve fizyolojik özelliği,

μ : bir fidan özelliğine ait genel ortalama değeri,

α_i : yetiştirme sıklığının etkisini,

ε_{ij} : raslantı hatasını ifade etmektedir.

3. Bulgular

3.1. Fidan morfolojik özelliklerine ait bulgular

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilmiş 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki farklılıklar Tablo 3'te verilmiştir. Farklı sıklık derecesinde yetiştirilen fidanlar FB, KBÇ, FB/KBÇ oranı, STA, KTA, FTA, SKA, KKA ve FKA (fidan kuru ağırlığı) bakımından $P < 0,001$, SKA/KKA bakımından $P < 0,01$, KKA/FKA bakımından $P < 0,05$ önem düzeyinde farklılıklar göstermiştir. FB, KBÇ, FB/KBÇ oranı, STA, KTA, FTA, SKA, KKA ve FKA bakımından 10,0 cm mesafe, SKA/KKA ve KKA/FKA bakımından ise 2,5 ve 7,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar en iyi gelişimi göstermiştir.

Yetiştirme sıklığı ile fidanların morfolojik özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre, yetiştirme sıklığı ile FB, KBÇ, STA, KTA ve FTA arasında $P < 0,01$ önem düzeyinde pozitif, FB/KBÇ oranı arasında $P < 0,05$ önem düzeyinde negatif ilişkiler bulunmuştur. Yetiştirme sıklığı ile STA/KTA oranı ve KY arasında ise istatistiksel bakımdan anlamlı

Tablo 3. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının morfolojik özellikleri arasındaki farklılıklar (Ort±SH)
Table 3. Differences between morphological characteristics of 2+0 aged Taurus cedar seedlings grown in different densities (Mean±SE)

Morfolojik özellikler	İşlemler					F Oranı	Önem Düzeyi
	I (Kontrol)	II (2,5 cm)	III (5,0 cm)	IV (7,5 cm)	V (10,0 cm)		
FB (cm)	24,87±0,50 a	24,36±0,49 a	29,56±0,59 b	29,85±0,58 b	31,63±0,62 c	34,403	<i>P</i> <0,001
KBÇ (mm)	3,24±0,06 a	3,94±0,10 b	4,94±0,08 c	5,26±0,10 d	5,78±0,12 e	115,689	<i>P</i> <0,001
FB/KBÇ (Gİ)	7,72±0,11 d	6,34±0,11 c	6,01±0,09 b	5,71±0,08 a	5,52±0,07 a	73,230	<i>P</i> <0,001
STA (g)	5,98±0,30 a	8,15±0,45 b	14,50±0,62 c	15,97±0,86 c	19,29±0,97 d	82,453	<i>P</i> <0,001
KTA (g)	1,89±0,07 a	3,19±0,16 b	4,97±0,17 c	5,84±0,25 d	6,77±0,26 e	129,337	<i>P</i> <0,001
FTA (g)	7,87±0,37 a	11,34±0,58 b	19,47±0,75 c	21,8±1,08 c	26,07±1,18 d	100,556	<i>P</i> <0,001
SKA (g)	2,80±0,22 a	3,65±0,27 a	6,61±0,37 b	7,47±0,56 b	8,92±0,53 c	38,480	<i>P</i> <0,001
KKA (g)	1,01±0,05 a	1,61±0,10 b	2,54±0,10 c	3,00±0,15 d	3,50±0,12 e	75,573	<i>P</i> <0,001
FKA (g)	3,82±0,27 a	5,29±0,36 b	9,15±0,46 c	10,47±0,70 c	12,43±0,63 d	48,386	<i>P</i> <0,001
SKA/KKA (K)	2,73±0,08 b	2,23±0,09 a	2,59±0,08 b	2,48±0,10 ab	2,54±0,10 b	3,667	<i>P</i> <0,01
KKA/FKA (KY)	26,92±0,62 a	31,14±0,91 b	27,95±0,65 a	28,91±0,86 ab	28,46±0,90 a	3,793	<i>P</i> <0,05

FB: fidan boyu (cm), KBÇ: kök boğazı çapı (mm), Gİ: gürbüzlük indisi, STA: sak taze ağırlığı (g), KTA: kök taze ağırlığı (g), FTA: fidan taze ağırlığı (g), SKA: sak kuru ağırlığı (g), KKA: kök kuru ağırlığı (g), FKA: fidan kuru ağırlığı (g), K: katlılık, KY: kök yüzdesi (%), Ort: ortalama, SH: standart hata, *P*: önem düzeyi, Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir.

bir ilişki belirlenememiştir. Yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak FB, KBÇ, STA, KTA ve FTA artmış, FB/KBÇ oranı ise azalmıştır. Yine incelenen morfolojik özellikler arasında kuvvetli ve önemli ilişkiler (*P*<0,05) bulunmuştur (Tablo 4).

3.2. Fidanların besin elementi içeriklerine ait bulgular

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarının ibre, gövde ve köklerdeki besin elementi içerikleri (% , mg kg⁻¹) Tablo 5'te verilmiştir. Fidanlar ibrelerindeki K, Ca ve Mg; gövdelerindeki K, Ca ve Na; kökle-

rindeki K ve Ca yoğunlukları bakımından yetiştirme sıklıklarına göre önemli farklılıklar göstermiştir (*P*<0,05).

Fidanların sahip olduğu toplam besin elementi içeriğinin (mg fidan⁻¹) sıklıklara göre değişimi Tablo 6'da verilmiştir. Fidanların sahip olduğu toplam besin elementi içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) bakımından yetiştirme sıklıkları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan önemli (*P*<0,001) bulunmuştur. Toplam besin elementi içerikleri yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak artmıştır (Tablo 6).

Farklı sıklıklarda yetiştirilen fidanların toprak-

Tablo 4. Yetiştirme sıklığı ile fidan morfolojik özellikleri arasındaki ilişkiler
Table 4. Relationships between seedling density and their morphological characteristics

	YS	FB	KBÇ	STA	KTA	FTA	FB/KBÇ	STA/KTA	KY
YS	1	0,450**	0,689**	0,592**	0,668**	0,626**	-0,543**	-0,049 ^{ns}	-0,063 ^{ns}
FB		1	0,742**	0,823**	0,676**	0,809**	0,009 ^{ns}	0,427**	0,358**
KBÇ			1	0,885**	0,883**	0,908**	-0,634**	0,142**	0,081 ^{ns}
STA				1	0,859**	0,992**	-0,371**	0,353**	0,349**
KTA					1	0,917**	-0,537**	-0,109*	-0,092 ^{ns}
FTA						1	-0,422**	0,248**	0,250**
FB/KBÇ							1	0,303**	0,292**
STA/KTA								1	0,875**
KY									1

YS: sıklık, FB: fidan boyu, KBÇ: kök boğazı çapı, STA: sak taze ağırlığı, KTA: kök taze ağırlığı, FTA: fidan taze ağırlığı, KY: % kök, ^{ns}: önemsiz, *: *P*<0,05, **: *P*<0,01

Tablo 5. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının ibre, gövde ve kök besin yoğunlukları arasındaki farklılıklar
Table 5. Differences between the needle, stem and root nutrients of 2+0 aged Taurus cedar seedlings grown in different densities

Fidan Bileşenleri	İşlemler	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)
İbre	I	1,01 a ^A	1118 a	5206 b	5411 a	2981 a	108 ab	479 a	5,4 a	14,6 a	35 a
	II	1,05 a	1168 a	4771 a	5764 ab	3273 b	90 a	556 a	7,8 a	14,2 a	42 a
	III	1,02 a	1142 a	4793 a	5957 b	3394 bc	102 ab	584 a	9,1 a	16,4 a	40 a
	IV	1,03 a	1134 a	4768 a	6521 c	3392 bc	102 ab	476 a	8,8 a	17,6 a	38 a
	V	1,00 a	1100 a	4540 a	6646 c	3440 c	116 b	509 a	8,9 a	16,6 a	38 a
	F oranı	0,377	0,605	3,050	13,620	16,043	2,293	1,843	1,838	1,062	1,978
	P	>0,05	>0,05	<0,05	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Gövde	I	0,50 a	779 a	5480 b	3268 a	2289 a	105 b	485 a	20,2 a	20,1 a	34 a
	II	0,50 a	786 a	5000 a	3413 ab	2301 a	78 a	523 a	20,7 a	20,3 a	35 a
	III	0,47 a	725 a	4768 a	3495 b	2242 a	78 a	499 a	20,3 a	19,8 a	31 a
	IV	0,49 a	764 a	4977 ab	3702 c	2346 a	90 ab	504 a	20,7 a	21,6 a	32 a
	V	0,47 a	704 a	4811 b	3601 bc	2178 a	102 b	482 a	24,2 a	19,8 a	36 a
	F oranı	1,103	1,884	4,811	6,547	0,620	4,294	0,799	2,593	0,508	0,286
	P	>0,05	>0,05	<0,01	<0,001	>0,05	<0,01	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
Kök	I	0,52 a	711 a	4317 ab	6243 b	2870 a	194 a	1127 a	30,2 a	17,4 a	35 a
	II	0,51 a	709 a	4628 b	5095 a	2762 a	183 a	1099 a	30,3 a	18,1 a	36 a
	III	0,49 a	683 a	4131 a	4983 a	2517 a	159 a	970 a	30,3 a	17,0 a	34 a
	IV	0,47 a	675 a	4273 ab	4661 a	2455 a	151 a	938 a	32,6 a	19,7 a	37 a
	V	0,52 a	692 a	4646 b	5068 a	2863 a	169 a	1131 a	31,6 a	18,6 a	38 a
	F oranı	2,244	0,666	3,022	5,909	2,099	1,432	2,008	0,333	1,410	0,351
	P	>0,05	>0,05	<0,05	<0,01	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

^ASütunlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir

Tablo 6. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının besin stokları arasındaki farklılıklar
Table 6. Differences between the nutrient contents of 2+0 aged Taurus cedar seedlings grown in different densities

İşlemler	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
mg fidan ⁻¹										
I	26,595 a ^A	3,396 a	19,308 a	18,649 a	10,314 a	0,497 a	2,509 a	0,066 a	0,066 a	0,134 a
II	37,060 b	4,750 b	25,460 a	25,286 a	14,844 b	0,629 a	3,821 a	0,099 a	0,093 a	0,204 a
III	62,370 c	7,919 c	42,287 b	44,228 b	25,195 c	1,009 b	6,096 b	0,173 b	0,163 b	0,331 b
IV	71,162 c	9,120 cd	49,292 b	52,303 c	28,882 c	1,183 b	6,598 b	0,210 b	0,210 c	0,377 b
V	84,003 d	10,428 d	57,819 c	63,073 d	35,005 d	1,564 c	8,334 c	0,262 c	0,227 c	0,468 c
F oranı	50,713	41,066	43,079	45,290	43,910	28,197	22,497	31,601	25,257	25,073
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

^ASütunlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir

tan kaldırdıkları besin stokları (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn) arasındaki farklılıklar önemli ($P<0,001$) bulunmuştur (Tablo 7). Toprakta kaldırılan besin stokları yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak azalmış, topraktan besin stoklarını en fazla kontrol fidanları, en az ise 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar kaldırmıştır.

3.3. Fidanların kalite sınıflarına dağılımına ait bulgular

Farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nün iğne yapraklı ağaç fidanları için hazırladığı standarta (Anonim, 1988) göre dağılımı Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde, Kontrol; 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe

Tablo 7. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının topraktan kaldırdığı besin stokları arasındaki farklılıklar
Table 7. Differences between the nutrient uptakes from the soil by 2+0 aged Taurus cedar seedlings grown in different densities

İşlemler	N g/m ²	P g/m ²	K g/m ²	Ca g/m ²	Mg g/m ²	Na mg/m ²	Fe mg/m ²	Cu mg/m ²	Zn mg/m ²	Mn mg/m ²
I	10,292 d ^A	1,314 c	7,472 c	7,217 c	3,991 c	192,593 c	971,290 c	25,577 d	25,674 d	52,010 d
II	8,598 c	1,102 b	5,906 b	5,866 b	3,443 bc	146,117 b	886,549 bc	23,049 cd	21,580 cd	47,365 cd
III	7,234 b	0,918 b	4,905 b	5,130 b	2,922 b	117,149 ab	707,183 b	20,069 bc	18,991 bc	38,399 bc
IV	5,479 a	0,702 a	3,795 a	4,027 a	2,223 a	91,096 a	508,072 a	16,217 ab	16,185 ab	29,080 ab
V	4,872 a	0,604 a	3,353 a	3,658 a	2,030 a	90,730 a	483,381 a	15,204 a	13,179 a	27,193 a
F oranı	22,521	19,888	21,612	14,208	15,816	13,389	11,508	8,225	8,980	8,645
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

^ASütunlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir

Tablo 8. TS2265/Şubat 1988 tarihli fidan kalite sınıflandırmasına göre fidanların fidan boyu, kök boğazı çapı ve gövde/kök oranına göre kalite sınıflarına dağılımı
Table 8. Distribution of seedlings to the quality classes by seedling height, root-collar diameter and shot/root ratio according to TS2265/February 1988 seedling quality classification

İşlemler	Fidan kalite sınıfları									
	I. sınıf KBC \geq 2 mm FB \geq 12 cm				II. sınıf KBC \geq 2 mm 10 \leq FB < 12 cm				Standart dışı KBC < 2 mm FB < 10 cm G/K > 4/1	
	Ia G/K < 3/1		Ib 3/1 \leq G/K \leq 4/1		IIa G/K < 3/1		IIb 3/1 \leq G/K \leq 4/1			
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
I	40	44,4	35	38,9					15	16,7
II	69	76,7	15	16,7					6	6,6
III	52	57,6	28	31,2					10	11,2
IV	62	68,9	24	26,7					4	4,4
V	57	63,3	24	26,7					9	10,0

ile yetiştirilen fidanların ıskarta oranı sırasıyla % 16,7; 6,6; 11,2; 4,4 ve 10,0 olarak bulunmuştur. Ia sınıfında kalan fidanlarda en yüksek oran, % 76,7 ile 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar olmuştur. Bunu % 68,9 ile 7,5 cm, % 63,3 ile 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar izlemiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Fidan morfolojik özellikleri

Bu çalışmada, 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarında morfolojik özelliklerinin, yetiştirme sıklığına göre önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yetiştirme sıklığındaki azalışa paralel olarak fidan morfolojik özellikleri genel olarak olumlu yönde etkilenmiştir. Bu durumun fidan başına düşen su, ışık, besin maddesi ve alan artışından kaynaklandığı düşünülmektedir. Keza, konu

ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmış, sıklığın azalmasına bağlı olarak fidan morfolojik özellikleri artış göstermiştir (Özdemir, 1971; Eyüboğlu, 1975; Eyüboğlu ve ark., 1984; Keskin, 1992; Tetik, 1995; Cengiz ve Şahin, 2002; Çatal, 2002; Çiçek ve ark., 2007; Alım ve ark., 2008; Güner ve ark., 2008; Semerci ve ark., 2008; Gülcü ve Uysal, 2010; Çanakçı, 2011; Kayadibi, 2011; Kestek, 2012; Yücedağ ve Gailing, 2012; Deligöz, 2012; Bayar ve Deligöz, 2016; Güner ve ark., 2016; Alım ve Kavgacı, 2017).

Fidan boyu, fidanların özellikle diri örtü ile mücadelesinde önemli bir kalite ölçütüdür. Çalışmamızda yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak fidan boyu artmıştır. Bu durum, fidan üretim kapasitesi yeterli olan fidanlıklarda, boylu fidan yetiştirmek için seyreltme mesafesinin arttırılabileceğini göstermektedir. Konu ile ilgili olarak, Anadolu kara-

çamında (Güner ve ark., 2008) ve Toros sedirinde (Güner ve ark., 2016) yapılan çalışmalarda benzer bulgulara ulaşılrken, sarıçamda (Tetik, 1995) ve diken ardıcında (Alım ve Kavgacı, 2017) yetiştirme sıklığı ile boy gelişimi arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiş, dişbudak yapraklı akçaağaç (Deligöz, 2012) ve kokulu ardıç (Özüberk ve Deligöz, 2016) türlerinde ise yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak, fidanların boy gelişimi azalmıştır. Bu durumun türlerin biyolojik özellikleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kök boğazı çapı, fidan kalitesi saptamalarında, fidan boyundan daha önemli bir ölçüttür. Çünkü kalın çaplı fidanlar, yaprak miktarları daha fazla olduğu için, besin maddesi muhtevası bakımından daha zengindir. Daha kalın bir kesit yüzeyine; dolayısıyla, yeterli kök sistemine sahip olmak şartıyla, daha fazla su emme ve tutma kapasitesine sahiptir. Ayrıca, kalın bir kütikula ve odun tabakasına sahip olduklarından, mekanik baskılara karşı daha dayanıklıdır (Yahyaoglu ve Genç, 2007). İç Anadolu Bölgesi'nde Toros sediri fidanlarının beşinci yıl performanslarının araştırıldığı bir çalışmada, dikimde kullanılan fidanların morfolojisinin, arazi-deki tutma başarısının önceden tahmini için iyi bir gösterge olmadığı, ancak dikim sonrası büyüme potansiyelinin belirlenmesinde kök boğazı çapının iyi bir gösterge olduğu belirlenmiştir (Semerci, 2005). Yapılan araştırmalar, özellikle kök boğazı çapı kalınlığının gerek diri örtü ile mücadelede gerekse dikim sonrası büyüme potansiyeli üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Yetiştirme sıklığı ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, ekim yastığında fidan sıklığı arttıkça, fidan kök boğazı çapının azaldığı sonucunu ortaya koymuştur (Eyüboğlu ve ark., 1984; Kennedy, 1988; South ve ark., 1990; Alım ve ark., 2008; Güner ve ark., 2008; Gülcü ve Uysal, 2010; Özüberk ve Deligöz, 2016; Güner ve ark., 2016; Alım ve Kavgacı, 2017). Elde ettiğimiz bulgular, bu konuda yapılmış diğer araştırmalarda elde edilen bulgularla uyum içindedir.

Katlılık (SKA/KKA oranı) ve gürbüzlük indisi (FB/KBÇ oranı) fidan kalite sınıflandırmalarında kullanılan diğer kalite kriterleridir. Ağaçlandırmalarda SKA/KKA ve FB/KBÇ oranı düşük olan fidanların kullanılması önerilmektedir. SKA/KKA oranı, aslında fidanın içinde bulunduğu su stresi, bir başka ifadeyle, fidanın fizyolojik durumu üzerinde de etkilidir. Dolayısıyla, SKA/KKA oranı azami 3 olan fidanların, kurak alanlarda tutma başarısı daha yüksektir. Zira, fidanlar transpirasyon ile kaybedecekleri suyu kökleriyle alabilecek güçtedir. Bu nedenlerden dolayı özellikle kurak mntikalarda yapılacak ağaçlandırmalarda SKA/KKA

oranları en fazla 3 olan fidanların kullanılması önerilmektedir (Eyüboğlu, 1979). Çalışmamızda, beş farklı sıklık derecesinde yetiştirilen fidanların SKA/KKA oranı 3'ün altındadır (Bkz. Tablo 3). SKA/KKA oranı 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda en düşük (2,23) bulunmuş olup, yarı kurak iklim özelliklerine sahip olan ağaçlandırmalarda bu fidanların kullanılması uygun olacaktır. Katlılıkta olduğu gibi gürbüzlük indisi değerinin de fidanların kalitesi açısından küçük olması istenir. Çalışmamızda gürbüzlük indisi yetiştirme sıklıkları arasında önemli farklılıklar göstermiş, en yüksek değer kontrol fidanlarında (7,72), en düşük değer ise 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda (5,52) tespit edilmiştir. Anadolu karaçamı (Güner ve ark., 2008), Toros sediri (Güner ve ark., 2016), kokulu ardıç (Özüberk ve Deligöz, 2016) ve diken ardıcı (Alım ve Kavgacı, 2017) türlerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmış olup, gürbüzlük indisi değeri yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak azalış göstermiştir.

Fidan morfolojik özelliklerinden taze ve kuru ağırlıklar araştırma kapsamında değerlendirilmiş, STA, KTA, FTA, SKA, KKA ve FKA bakımından yetiştirme sıklıkları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Gerek taze ağırlıklar gerekse kuru ağırlıklar bakımından en düşük değerler kontrol fidanlarında elde edilmiş ve bu değerler yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak artmıştır. Konu ile ilgili olarak yapılan birçok çalışmada benzer bulgulara ulaşılmış ve yetiştirme sıklığındaki azalışın fidan ağırlığını arttırdığı ortaya konulmuştur (Çiçek ve ark., 2007; Güner ve ark., 2008; Semerci ve ark., 2008; Özüberk ve Deligöz, 2016; Güner ve ark., 2016).

Araştırma kapsamında değerlendirilen diğer bir fidan morfolojik özelliği ise kök yüzdesidir. Bu özelliğin genelde yüksek olması istenir. Kök yüzdesi bakımından yetiştirme sıklıkları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmakla birlikte, yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak bir artış ya da azalış belirlenmemiştir (Bkz. Tablo 3). Kök yüzdesi 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda en yüksek, kontrol fidanlarında ise en düşük olarak tespit edilmiştir. Anadolu karaçamı (Güner ve ark., 2008), kokulu ardıç (Özüberk ve Deligöz, 2016) ve diken ardıcı (Alım ve Kavgacı, 2017) türlerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmış, yetiştirme sıklığı ile kök yüzdesi arasında artan ya da azalan yönde bir ilişki bulunmamıştır.

Çalışmamızda yetiştirme sıklığı ile fidan morfolojik özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiş, yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak FB, KBÇ, STA, KTA, FTA artmış, FB/KBÇ oranı ise

azalış göstermiştir. Keza, Anadolu karaçamında yapılan çalışmada, yetiştirme sıklığı ile FB, KBÇ, STA, KTA, TTU (tepe tomurcuğu uzunluğu), EUYDU (en uzun yan dal uzunluğu), DS (dal sayısı), SÜTS (sürgün üstündeki tomurcuk sayısı), SKA ve KKA arasında pozitif ($P<0,01$); FB/KBÇ oranı arasında ise negatif ($P<0,01$) ilişkiler belirlenmiştir (Güner ve ark., 2008). Yine incelenen morfolojik karakterler arasında da kuvvetli ve önemli ilişkiler bulunmuştur (Bkz. Tablo 4). Benzer şekilde, Toros sedirinde KBÇ ile FB, FB/KBÇ, SKA, KKA ve SKA/KKA arasında (Güner ve ark., 2016); fıstık çamında FB ile KBÇ arasında (Bilir ve ark., 2010); *Amygdalus communis* L., *Prunus avium* L., *Pyrus elaeagnifolia* Pall. ve *Eriolobus trilobatus* (Poir.) Roemer türlerinde FB, KBÇ, ana kök uzunluğu ve ince kök sayısı arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (Yücedağ ve Gailing, 2012).

4.2. Fidan fizyolojik özellikleri

Fidan fizyolojik özelliklerinden biri olan beslenme durumu, araştırmamız kapsamında incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, fidanların ibrelerindeki K, Ca ve Mg; gövdelerindeki K, Ca ve Na; köklerindeki K ve Ca yetiştirme sıklıklarına göre önemli farklılıklar göstermiştir. Yetiştirme sıklığı azalırken ibrelerdeki K yoğunluğu ile köklerdeki Ca yoğunluğu azalmış; ibredeki Ca ve Mg yoğunluğu ile gövdedeki Ca yoğunluğu artmıştır. Toros sedirinde fidan morfolojik özellikleri ile bitki besin elementi yoğunlukları arasında genelde negatif ilişkiler bulunmuştur (Bilir, 2002). Toros sedirinde yapılan başka bir çalışmada ise fidanların ibrelerindeki N, P ve Fe; gövdelerindeki K, Fe ve Zn; köklerindeki Zn yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak artmıştır (Güner ve ark., 2016). Anadolu karaçamında, N ve Zn dışında kalan diğer besin yoğunlukları yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak azalmıştır (Güner ve ark., 2008). Koniğer fidanlarında yetiştirme sıklığı 1200 fidan/m²'den 300 fidan/m²'ye düşürüldüğünde, fidanların N, Ca ve Mg içeriği 3 kat; P içeriği 5 kat ve K içeriği 4 kat artmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Meşe ve dişbudakta, yetiştirme sıklığı fidanların kök ve gövdelerindeki besin elementi miktarını genel olarak etkilememiştir (Kennedy, 1988). Benzer şekilde, *Pinus radiata* fidanlarında yetiştirme sıklığının besin elementi içeriği üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Bowles, 1981). Buna göre yetiştirme sıklığındaki azalış, bir grup araştırmada fidanlardaki besin elementi içeriklerini pozitif yönde etkilerken, bir grup araştırmada negatif yönde etkilemiştir. Bazı araştırmalarda ise, yetiştirme sıklığı ile fidanların besin elementi içerikleri arasında her hangi bir ilişkiye

rastlanılmamıştır. Ancak burada değerlendirilmesi gereken önemli bir konu, besin maddesi içeriklerinin yüzde değerler (100 gr kuru maddedeki miktar) üzerinden yapılmış olmasıdır. Çalışmamızda buna ilaveten, farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların beslenme durumlarının değerlendirilmesinde, besin elementlerinin fidan başına düşen stok değerleri (fidanların toplam besin elementi içeriği) de kullanılmıştır. Buna göre, farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanların N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn stoğu yetiştirme sıklıklarına göre önemli farklılıklar göstermiştir. Fidanların sahip oldukları toplam besin elementleri, yetiştirme sıklığının azalmasına bağlı olarak artmıştır. Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanların besin elementi içeriklerinin yüzde değerleri arasında belirgin bir farklılık bulunmamasına rağmen, fidanların toplam besin elementi içerikleri arasında net farklılıkların olması, fidanların topraktan daha fazla besin elementi aldığını ve daha iyi bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Anadolu karaçamı (Güner ve ark., 2008), yalancı akasya (Semerci ve ark., 2008), Douglas-fir (Yıldız ve ark., 2011) ve Toros sediri (Güner ve ark., 2016) türlerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır.

Fidanların ibre besin elementi içeriklerine ait bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, farklı sıklıkta yetiştirilen fidanların yeterli düzeyde beslendikleri söylenebilir. Türkiye'de bazı iğne yapraklı türlerin besin elementi içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada, Toros sediri ibrelerindeki N % 0,910-2,266, P % 0,091-0,196, K % 0,474-1,744, Ca % 0,400-1,873, S % 0,110-0,261, Mg % 0,110-0,580, Na 100-350 ppm, Fe 124-404 ppm, Mn 110-580 ppm, Zn 12,7-21,2 ppm, Cu Trace-10 ppm arasında bulunmuştur (Sevgi ve ark., 2001). Buna göre ibrelerdeki Fe değerinin yüksek, Mn değerinin ise düşük olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 5). Keza, Güner ve ark. (2016) tarafından Toros sedirinde yapılan çalışmada da ibrelerdeki S ve Fe değerlerinin yüksek, Mn değerlerinin ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, Eskişehir Orman Fidanlığı'nın gübreleme programında dikkate alınması önem taşımaktadır.

Farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen 2+0 yaşlı Toros sediri fidanlarının topraktan kaldırdığı besin stokları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Yetiştirme sıklığındaki azalışa bağlı olarak fidanların topraktan kaldırılan besin stokları azalmış ve sık yetiştirilen fidanlar topraktan daha fazla besin stoğu kaldırmıştır (Bkz. Tablo 7). Elde edilen bulgular, 2+0 yaşlı Toros sediri fidanı üretiminde, gübreleme programlarının hazırlanmasında kullanılabilir.

4.3. Fidanların kalite sınıflarına dağılımı

Plantasyonların başarısı, öncelikle, yetiştirme ortamı koşullarına ve meşcere kuruluş amacına uygun kaliteli fidan kullanımına bağlıdır. TSE tarafından ortaya konulan iğne yapraklı ağaç fidanları standardına göre (Anonim, 1988) kontrol; 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların iskarta oranı sırasıyla % 16,7; 6,6; 11,2; 4,4 ve 10,0 olarak bulunmuştur. Ia sınıfında kalan fidanlarda en yüksek oran, % 76,7 ile 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar olmuştur. Bunu % 68,9 ile 7,5 cm, % 63,3 ile 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlar izlemiştir. Toros sedirinin üç farklı orijini (Konya-Bademli, Mersin-Erdemli ve Isparta-Belceviz) ile yapılan bir çalışmada, farklı sıklık derecelerinde yetiştirilen fidanların tamamı I. sınıfta yer almıştır (Güner ve ark., 2016). Bu çalışmaya göre kontrol ve 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların tamamı Ia sınıfında kalırken, 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların sırasıyla % 22, % 44 ve % 33'ü Ib sınıfında yani SKA/KKA oranı 3/1-4/1 arasında kalmıştır. Araştırmacılar, kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmaları açısından yerinde kök kesimi uygulamaları ile bu oranın 3'ün altına düşürülmesini önermektedir. Eğirdir Orman Fidanlığında Kapıdağ orijinli tohumlarla yapılan bir çalışmada, kontrol işlemine ait fidanların % 29'u iskarta, % 58'i I. sınıf, % 13'ü II. sınıf fidan niteğindedir. 2,5; 5,0; 7,5 ve 10,0 cm mesafe ile yetiştirilen fidanların tamamı ise I. sınıfta kalmıştır (Çatal, 2002). Aynı türe ait üç çalışmada üretilen fidanların kalite sınıflarına dağılımı arasındaki farkın büyük oranda orijinler arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak Eskişehir Orman Fidanlığı koşullarında yapılan iki çalışmada da, Ia sınıfında kalan fidanlarda en yüksek oran 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen fidanlarda bulunmuştur.

Elde edilen bulgular, yukarıda tartışılan araştırma sonuçları ve fidanlıklarda birim alandan dikime elverişli fazla sayıda fidan üretme gerekliliği dikkate alındığında, kurak-yarı kurak alan ağaçlandırmalarında, fidanlıkta SKA/KKA oranı en düşük olan 2,5 cm mesafe ile yetiştirilen (232 fidan/m²) fidanların kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Yarı nemli-nemli alan ağaçlandırmalarında ve diri örtü sorunu olan alanlarda gerek diri örtünün mekanik baskısına karşı, gerekse diri örtü ile mücadelede ilk yıllardaki kültür bakımını giderlerinin azaltılması bakımından fidanlıkta 7,5 cm mesafe (77 fidan/m²) ile fidan yetiştirilmesinin uygun olacağı söylenebilir.

Teşekkür

Bu makale Orman Genel Müdürlüğü'nce desteklenen "Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde

Yetiştirme Sıklığının Önemli Morfolojik Fidan Özellikleri, Beslenme Durumu ve Arazi Başarısına Etkisi (ESK-24(1202)/2015-2020)" adlı çalışmadan hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Alım, E., Şahin, M., Gültekin, H.C., 2008. Fidan sıklığının badem (*Prunus amygdalus* L.) fidanlarının morfolojik özellikleri üzerine etkisi. *Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi* 9(1): 29-41.

Alım, E., Kavgacı, A., 2017. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda diken ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) fidan yetiştirme sıklığının fidan morfolojisine etkileri. *Ormançılık Araştırma Dergisi* 4(1): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.309242>

Anonim, 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü, TS 2265/Şubat 1988, Ankara.

Anonim, 2006. Eskişehir ili meteorolojik verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Yayını, Ankara.

Bayar, E., Deligöz, A., 2016. Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) fidanlarının morfolojisi ve kök gelişme potansiyeli üzerinde yetiştirme sıklığının etkisi. *Türkiye Ormançılık Dergisi* 17(1): 7-11. DOI:10.18182/tjf.45691

Bilir, N., 2002. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Kurulan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Orijin Denemelerinin İlk Sonuçları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Bilir, N., Kaya, C., Uluhan, MD., 2010. Aydın orijinli fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) fidanlarında morfolojik özellikler ve fidan kalitesi. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi* 10 (1): 37-43.

Bowles, G.P., 1981. Nursery Spacing and Seedling Quality, In Proc. of FRI Symposium No 22, March 23-27, Chavosse, C.G.R. (ed.) Forest Nursery And Establishment Practice, New Zealand Forest Service, Forest Research Institute, New Zealand, 101-102.

Boydak, M., Çalikoğlu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ormançılık Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (Ogem-Vak) Yayını, 284 s, Ankara.

Cengiz, Y., Şahin, M., 2002. Bazı yapraklı ağaç fidanlarının yetiştirilmesinde ekim sıklığının büyüme üzerine etkileri. *Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 4: 123-135.

Çanakçı, Z.E., 2011. İran Palamut Meşesinde Ekim Sıklığı ve Derinliğinin Bazı Morfolojik Fidan Özellikleri Üzerine Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi,

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45 s, Artvin.

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

CEM, 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri, <http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/istatistikler.aspx?sflang=tr> (Ziyaret tarihi: 06.04.2015)

Çiçek, E., Çiçek, N., Bilir, N., 2007. Effects of seedbed density on one-year-old *Fraxinus angustifolia* seedling characteristics and outplanting performance. *New Forests* 33: 81-91. DOI 10.1007/s11056-006-9015-6

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

Eyüboğlu, A.K., 1975. Kızılağacın (*Alnus barbata*) Fidanlıkta Yetiştirilmesinde Uygun Ekim Sıklığının Saplanması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:74, 14 s, Ankara.

Eyüboğlu, A.K., 1979. Fidan. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2: 31-67.

Eyüboğlu, A.K., Atasoy, H., Küçük, M., 1984. Sıklığın Doğu ladini (*Picea orientalis* Link.) fidanlarına etkisi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 60: 41-50.

Gülcü, S., Uysal, Ç.S., 2010. Kuş iğdesi'nde (*Elaeagnus angustifolia* L.) yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A(2): 74-81.

Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M., 2008. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkisi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 325, Müdürlük Yayın No: 1, 55 s., Eskişehir.

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

Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Kalıpsız, A. K., 1994. İstatistik Yöntemler, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No. 3835/427, 558 s, İstanbul.

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

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46 s, Artvin.

Kennedy, Jr. H. E., 1988. Effects of Seedbed Density and Row Spacing on Growth and Nutrient Concentrations of Nuttall Oak and Green Ash Seedlings, Research Note, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, SO-349, 5p.

Keskin, S., 1992. Kızılcımda (*Pinus brutia* Ten.) Fidan Sıklığının Önemli Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No. 227: 5-34, Ankara.

Kestek, D., 2012. Sapsız Meşe Türünde Yapılan Seyreltmenin Fidanların Bazı Morfolojik Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Araştırılması. Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 42 s, Artvin.

Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1, Kaan Kitabevi, 686 s, Eskişehir.

Özdemir, Ö.L., 1971. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'ın Fidanlıklarda Yetiştirilme Tekniği Üzerine Bazı Deneimler. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No. 49, 51 s, Ankara.

Özüberk, Ş. D., Deligöz, A., 2016. Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) fidanlarının morfolojisi, kök gelişme potansiyeli ve karbonhidrat içeriği üzerinde yetiştirme sıklığının etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 20 (2): 369-375. DOI: 10.19113/sdufbed.38899

Semerci, A., 2005. Fifth year performance of morphologically graded *Cedrus libani* seedlings in the Central Anatolia Region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 483-491.

Semerci, A., Güner, Ş.T., Çömez, A., Çelik, N., Karataş, R., Koray, E. Ş., Genç, M., Tuncer, E., Güner, D., 2008. Yetiştirme Sıklığının Yalancı Akasya (*Robinia pseudo-acacia* L.) Fidanlarının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkileri: Eskişehir Örneği. Çevre ve Orman Bakanlığı, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No. 285, 33 s, Ankara.

Sevgi, O., Makineci, E., Tecimen, H.B., 2001. An investigation of the nutrient amounts of main conifer forests in Turkey. Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 175-184.

South, D.B., Larsen, H.S., Boyer, J.N., Williams, H.M., 1990. Seed spacing and seedling biomass: Effect on root growth potential of loblolly pine (*Pinus taeda*), *New Forests* 4 (3): 179-192.

Tetik, M., 1995. Sarıçam Fidanlığında Ekim Sıklığının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarının Kalitesine ve

Dikimdeki Başarısına Etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No. 244: 28 s, Ankara.

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

Yahyaoglu, Z., Genç, M., 2007. Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştirme'nin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No. 75, 555 s, Isparta.

Yalıtık, F., Akkemik, Ü., 2011. Türkiye'nin Doğal Gymnospermleri, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 214 s, Ankara.

Yıldız, O., Cromack, Jr. K., Radosevich, S.R., Martinez-Ghersa, M.A., Baham, J.E., 2011. Comparison of 5th- and 14th-year Douglas-fir and understory vegetation responses to selective vegetation removal, *Forest Ecology and Management* 262: 586–597. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.015>

Yücedağ, C., Gailing, O., 2012. Effects of seedbed density on seedling morphological characteristics of four broadleaved species, *Forest Systems* 21 (2): 218-222. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2012212-02535>

Life cycle assessment (LCA) of nanocellulose composite panels (NCPs) manufactured using freeze-drying technique

Nadir YILDIRIM (Orcid:0000-0003-2751-9593)^{1*}

¹Bursa Technical University, BURSA

*Corresponding author/Sorumlu yazar: nadir.yildirim@btu.edu.tr, Received/Geliş tarihi: 07.02.2018, Accepted/Kabul tarihi: 20.03.2018

Abstract

The life cycle assessment (LCA) is a powerful technique to investigate the environmental impacts of current and new products and production processes. In this research, the LCA of nanocellulose composite panels (NCPs) produced using freeze-drying techniques were studied. The environmental effects of the final product and the production method were reported. The nanocellulose is a bio-based raw material that can be obtained from a variety of natural sources and used in building, construction, packaging, pharmaceutical, and insulation industry. The wood-based cellulose nanofibrils (CNF) produced using mechanical grinding, and the industrial corn-starch (Ethylex 2025) were used as raw materials in this study. The n-Dodecenyl Succinic Anhydride (DDSA) and boric acid (BA - ((B(OH)₃)) - 99.94 % pure) were used as treatment materials. As a result of this explanatory research, the cellulose nanofibrils (CNFs) produced using mechanical process were found environmentally friendly as expected. The production process, freeze-drying technique, was not found eco-friendly in laboratory scale. However, using solar energy in full-scale production can decrease the energy consumption up to 76% and would make the process eco-friendlier. The nanocellulose composite panels (NCPs) can be produced using the freeze-drying technique. The findings of this study showed that freeze-drying technique would be feasible and nature-friendly in full-scale production using renewable energy sources.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), wood based material, nanocellulose, composite panels, freeze-drying

Dondurarak-kurutma yöntemi ile üretilmiş nanoselüloz kompozit panellerin yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD)

Öz

Yaşam döngüsü değerlendirme (YDD) yöntemi malzemelerin çevreye etkilerini incelemekte etkin bir araçtır. Bu çalışmada, dondurarak-kurutma yöntemi ile üretilmiş nanoselüloz kompozit panellerin (NKP) YDD'leri incelenmiştir. Son ürün ve üretim aşamalarının çevreye etkileri belirlenmiş ve raporlanmıştır. Nanoselüloz, biyo bazlı çevreye zararlı olmayan ve doğada birçok kaynaktan elde edilebilen, ambalajlama, inşaat, yapı ve benzeri endüstrilerde kullanılan doğal bir polimerdir. Bu çalışmada mekaniksel yöntemlerle odun malzemeden üretilmiş selüloz nanolifler (SNL), endüstriyel mısır nişastası (MN), Dodecenyl Succinic Anhydride (DDSA) ve borik asit (BA - ((B(OH)₃)) - % 99.94 saflık) kullanılmıştır. Araştırmaya dayalı bu çalışmanın sonucunda, odun malzemeden üretilmiş selüloz nanolifler kullanılarak üretilen malzemelerin beklendiği gibi çevreci malzemeler olduğu belirlenmiştir. Dondurarak-kurutma yönteminin ise laboratuvar ölçeğinde kullanımı çevreci bulunmamıştır. Yapılan ek incelemeler ve araştırmalar; tam ölçekli üretimde, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında % 76'lık bir iyileştirme olabileceğini göstermiştir. Selüloz nanolif bazlı kompozit malzemelerin dondurarak-kurutma yöntemi ile üretilmesi; tam ölçekli üretim kullanılması ve de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasında çevreci bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD), ahşap esaslı malzeme, nanoselüloz, kompozit panel, dondurarak kurutma

To cite this article (Atıf): Yıldırım, N , Life Cycle Assessment (LCA) of Nanocellulose Composite Panels (NCPs) Manufactured using Freeze-drying Technique , 2018. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5(1):56-63
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.391400>

1. Introduction

Life-cycle assessment (LCA) is a comprehensive technique to analyze the potential effects of products and processes that might have on the environment (Puettmann et al., 2016a; Chin et al., 2016). Many studies were performed since the 1960s to evaluate the cumulative energy demand to design

and manufacture new products (Fava and Page, 1992). LCA's mission is to evaluate the potential impacts to the environment through the production and use of these product's life cycle. LCA tool is capable of investigating products' full production processes (cradle to grave), or capable of focusing only a pre-determined portion (cradle to gate) (Pu-

ettman et al., 2009). LCA is defined as a multiphase process consisting of following steps (Fig. 1) (ISO, 2006). The LCA steps (Figure 1.), components of

the LCA, are connected to each other and the outcomes of the project are dependent on the overall project purpose.

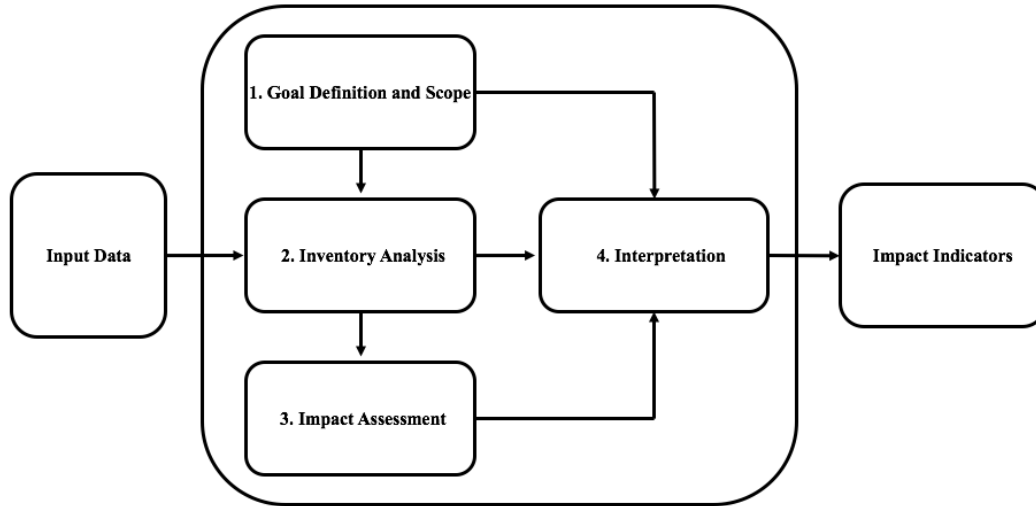


Figure 1. Life cycle assessment (LCA) steps
Şekil 1. Yaşam döngüsü değerlendirme (YDD) adımları

LCA is becoming more critical with the increased environmental awareness in many industries. The environmental impacts, types of energy, and overall embodied energy are very critical attributes in building materials used today (Qarout, 2017). During the life cycle of an average building, energy used for heating and cooling represents the largest use from cradle to grave, also representing the greatest opportunity for energy reductions. The thermal insulation foams can provide energy savings equivalent to heating and cooling up 56 million households or operate 135 million cars annually (URL-1).

Nowadays, green certification programs that credits the building or materials are offered in many countries (LEED - Leadership in energy and Environmental Design) (URL-2). The points from crediting can be achieved based on recycled content (10-20%) (1-2 pts), use of materials extracted and produced (10-20%) within 500 miles radius (up to 10 pts), and energy performance (1-10 pts). Similar systems can be found in other countries.

Most rigid foam insulation products available today are primarily made from petroleum-based materials. The development of insulation made from renewable materials that support green building criteria, such as LEED, can provide customers with energy benefits during use in addition to the overall reduced embodied energy of the product. The purpose of this research is to perform life cycle

assessment of a cellulose nanofibrils (CNFs) and corn-starch (CS) based insulation material referred to here as nanocellulose composite panel (NCP). The inputs and the outputs used for modeling the production of NCP are primary data based on a lab-scale manufacturing process.

NCP made from biopolymers can be classified as a renewable material to be used in buildings. CNF is a type of nanocellulose and can be obtained from natural sources (Moon et al., 2010). Corn-starch is another environmentally friendly polymer that is commonly used in many industries including food, packaging, and pharmaceutical (Dale, 2003). CNFs have strong ability to reinforce otherwise weak panel materials, enabling the development of new composite products with enhanced performance properties such as insulating attributes (Yildirim et al., 2014). Although being an abundant and environmentally friendly polymers, CNF and CS both have drawback properties; flammability and hydrophilicity (Lavoine et al., 2012) that limits the usage of these polymers in many potential industry applications (Bayer et al., 2011).

In this research, the life cycle assessment (LCA) of an environmentally-friendly NCPs treated with boric acid (BA - (B(OH)₃) - 99.94 % pure) (Horrocks et al., 2005; Alongi and Malucelli, 2015) against flammability and the n-dodecenyl succinic anhydride against water adsorption (N-DDSA) (Salmiinen, 2012) were studied.

The overall purpose of this study was to determine cumulative energy demand (CED) and environmental impacts associated with the production of NCPs using the freeze-drying technique. The data were obtained through a laboratory-scaled production process. Table 1 lists the physical properties of the lab-scale NCP.

Table 1. Physical properties of NCP used for the LCA
Tablo 1. YDD'si yapılan NCP'nin fiziksel özellikleri

NCP Product	Meters
Width	0.24
Length	0.49
Thickness	0.02
Mass/area	1.32 kg/m ² , 1.47 cm basis
Density	89.58 kg/m ³
R-value	3.10 – 3.50

2. Materials and Method

The softwood cellulose nanofibrils (CNF) produced through mechanical grinding without chemical treatment, and the industrial corn-starch (Ethylex 2025) purchased from Tate&Lyle were used as raw materials in this study. The n-Dodecenyl Succinic Anhydride (DDSA) (Vertellus Inc. The United States) and the boric acid (BA - ((B(OH)₃)) - 99.94% pure) (Rose Mill Co. The United States) was used as ancillary materials.

This study investigates 'cradle to gate' LCA to produce NCP using resources and material common to North America. This study was performed according to following laboratory location; Nutting Hall, University of Maine, Orono, ME, United States. It covers the impacts regarding input materials and electricity through to the outputs of the NCP product and emissions. The following investigations were performed under this study;

2.1. Life cycle inventory (LCI)

The life cycle inventory is a data-based process that quantifies raw material and energy requirements, solid waste, air emissions, waterborne effluents, and other environmental releases occurring within the pre-determined system boundaries.

2.2. Life cycle impact assessment (LCIA)

The TRACI (Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts) impact technique were used, which is a mid-point oriented LCIA methodology developed by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

(Bare, 2011). TRACI was available through the LCA software used for modeling NCP process (URL-3).

2.3. Life cycle interpretation

The life cycle interpretation investigates the findings of either the LCI or the LCIA, or both, and evaluates in relation to the defined goal and scope to reach conclusions and recommendations.

2.4. Functional unit

In this LCA study, the functional unit was 1 m² of insulation material with a thickness of 0.578 inches (0.015 m). One (1) m² was equal to 1.315 kg.

2.5. System boundaries

The planting growth was followed by the harvest of the softwood trees destined for a pulp mill, and ends with the final NCP products (cradle to gate). The extraction module includes forest regeneration and stand management, if any, felling the trees with a feller buncher, processing the trees by removing limbs, and cutting to shipping lengths, and transportation of logs to landing using a skidder. The extraction modules; maintenance and repair of equipment, and building and maintenance of logging roads, logging camps, and weigh stations were excluded.

Pulp production represents average North American production (URL-4). The process includes pulp production from wood and drying. Purchased energy is included and upstream flows associated with its generation. Product transportation is included as reported for NCP production. Air emissions from process sources are included along with emissions related to the combustion of fuels used in pulp production and upstream processes.

NCP production (Figure 2) includes primary data received according to lab-scale process. Data for the process included electricity, chemicals and raw materials. The cradle to gate outputs include 1 m² of NCP ready to be shipped, air and water emissions, and solid waste.

2.6. Data sourcing

The LCA for NCP contains the production of softwood pulp (cellulose nanofibrils), the production of chemicals and ancillary materials, production of electricity and fuels, and transportation of inputs to the NCP production facility. Primary data was collected to produce NCP, and secondary data sources were used for all other materials, energy and transportation (Table 2).

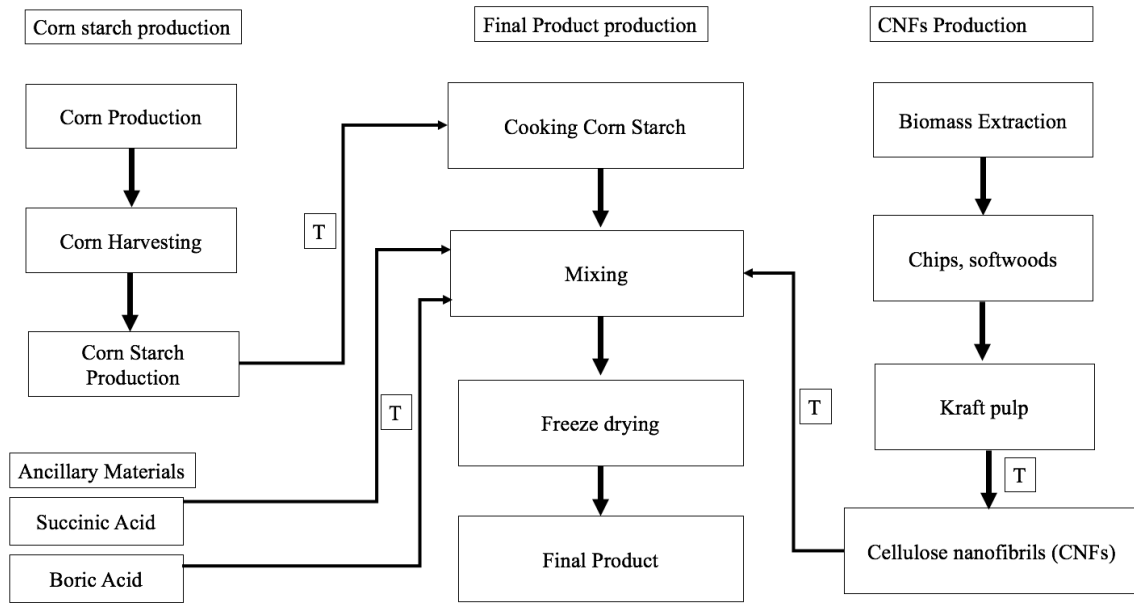


Figure 2. The process flow for the production of NCP. (T: Transportation)
 Şekil 2. NCP üretimi akış diagramı. (T: Ulaşım)

Table 2. Secondary LCI data sources used to model the cradle to gate LCA for NCP production

Tablo 2. NCP'nin beşikten - kapiya YDD'si yapılırken kullanılan ikincil yaşam döngü envanteri veri bankası

Process	Reference
Diesel truck	(URL-5)
Electricity	(Puettmann, 2000)
Electricity- Maine	(Puettmann et al., 2012)
Wood residue production	(Puettmann et al., 2016b)
Kraft Pulp	(Dunn et al., 2015)
Corn-starch	(URL-5)
Boric Acid	(Puettmann, 2000; Puettmann et al., 2016b)
Succinic acid	(Dunn et al., 2015)

LCIA phase created a bridge between the LCI results and expected environmental impacts as mentioned earlier in this study. The LCIA calculated the impact indicators (global warming potential, smog). These impact indicators provide general, but quantifiable, indications of potential environmental impacts. The target impact indicator, the impact category, and means of characterizing the impacts are summarized in Table 3. Environmental impacts are determined using the TRACI method (Bare, 2011).

The selected impact indicators are given in Table 3. It showed the measure of an aspect of a potential impact.

The life cycle assessment (LCA) performed under this study investigated the environmental impacts and the cumulative energy demand of a novel, environmentally-friendly NCPs as an alternative to fossil-based insulation materials used in building construction.

3. Results

3.1. Resource and material transport

The material transportation was provided by a truck. The transportation distances were regionally based (<1000 miles (1609 km)) except for corn-starch (Table 4). The inputs to the transportation process was diesel fuel and the outputs were emission to air and water and solid waste generated from the production and combustion of the fuel.

3.2. Electricity generation

Energy to produce NCP (on-site) comes exclusively from electricity. Emission resulting from the production of electricity were a grid composition for the New England region of the U.S. (Table 5). Two other electricity sources were evaluated: 1. Maine electricity generation, and 2. 100% solar energy for production of NCP.

As it was proposed in Table 5, the NCP could be manufactured using 100 percent solar energy. If this is the case, solar energy provides a 76% reduction from the current electricity use using the NEWWE grid and a 43% reduction from the Maine electricity after 50% electricity reduction is applied.

Table 3. Pre-determined impact indicators, characterization models and impact categories.
Tablo 3. Önceden belirlenmiş etki indeksleri, modelleri ve etki kategorileri

Impact Indicator	Characterization Model	Impact Category
Greenhouse gas (GHG) emissions	The total emissions in the reference unit of carbon dioxide (CO ₂) equivalents for CO ₂ , methane, and nitrous oxide.	Global warming
Releases to air decreasing or thinning of ozone layer	ozone-forming chemicals (chlorofluorocarbon (CFC's) hydro chlorofluorocarbon (HCFC's) chlorine (Cl) bromine (Br)) in the stratosphere. Ozone depletion values are measured in the reference units of CFC equivalents.	Ozone depletion
Releases to air potentially resulting in acid rain (acidification)	Calculate total sulfur dioxide (SO ₂) equivalent for releases of acid-forming chemicals such as sulfur oxides (SO _x), nitrogen oxides (NO _x), hydrochloric acid (HCl), and ammonia (NH ₃). Acidification value of SO ₂ is used as a reference unit.	Acidification
Releases to air potentially resulting in smog	Calculate total substances that can be photo-chemically oxidized. The smog-forming potential of ozone (O ₃) is used as a reference unit.	Photochemical smog
Releases to air potentially resulting in eutrophication of water bodies	Calculate total substances that contain available nitrogen or phosphorus. Eutrophication potential of N-eq. is used as a reference unit.	Eutrophication
Non-renewable, fossil	Coal bituminous, coal brown, coal hard, natural gas, methane, oil crude, peat	-
Non-renewable, nuclear	Uranium, uranium ore, energy from uranium	-
Non-renewable, biomass	Energy, gross calorific value, in biomass, primary forest	-
Renewable, biomass	Wood, biomass	-
Renewable, wind, solar, geothermal	Energy from geothermal, wind, solar	-
Renewable, water	Hydropower	-

The Cumulative Energy Demand (CED) calculated using the impact method by Frischknecht et al. (Frischknecht and Jungbluth, 2003) are given in Table 6. Total energy for the current use, NCP, 50 percent electricity reduction using NEWE, Maine and solar is; 989 MJ/m², 47 MJ/m², 514 MJ/m², 410 MJ/m² and 235 MJ per m², respectively.

3.3. Environmental categories

Cradle to gate LCIA of NCP under three electricity scenarios is shown in Table 7. Looking only at 50 percent electricity reduction option, solar energy generation profiles the best environmental choice.

In most situations (Table 7), the impact shifts from one category to another. A good example is compa-

Table 4. One-way transportation distances for raw and ancillary materials for NCP production
Tablo 4. NCP üretimi için gerekli olan tek yön ulaşım mesafeleri

Material	From:	To:	miles	km	Manufacture
Wood Residue	Forest road	Pulp mill	435	700	From database
Kraft Pulp	Saint Felicien, Quebec, Canada	Orono, ME	413	665	Resolute Forest Products
Corn-starch (Ethylex 2025)	Decatur, IL	Orono, ME	1,361	2,190	Tate and Lyle
Boric acid	West Hartford, CT	Orono, ME	342	550	Rose Mill Co.
Succinic acid	Delaware Water Gap, PA	Orono, ME	519	835	Vertellus

ring the NEWE and Maine electricity grids. There is a decrease from 27% to 45% in all categories except for smog, which increases by 216% under the Maine electricity scenario. Further examination into this impact category showed that the incre-

ase was a result of higher renewable biomass used in Maine electricity production. The switch to the solar model, resulted in decreases in all impact categories from 71% to 97% (Table 7).

Table 5. Allocation of fuel sources for electricity generation for the New England grid, Maine electricity generation, and proposed for NCP production.

Tablo 5. NCP üretimi için gerekli olan alternatifli enerji kaynaklarının üretiminde kullanılan yakıt yüzdeleri.

Fuel Source	NEWE Electricity Grid	Maine Electricity Generation	NCP Production Goal
Natural gas	41.17%	37.79%	0
Nuclear	28.26%	0.00%	0
Coal	11.22%	0.60%	0
Diesel	6.80%	-	0
Other	6.21%	3.06%	0
Hydro	5.39%	27.355	0
Residual fuel oil	0.67%	2.30%	0
Wind	0.29%	8.28%	0
Solar	0.00%	0.00%	100%
Wood		24.07%	0
Other Biomass		1.55%	0

3.4. Treatment of biogenic carbon

Treatment of biogenic carbon is consistent with the Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) (Simon et al., 2006) inventory reporting framework.

The approach to the treatment of biogenic carbon was taken for the Norwegian Solid Wood Product PCR (Aasestad, 2008), and the North American PCR has adopted an identical approach to ensure

comparability and consistency. The default TRA-CI impact assessment method was used, which did not count the CO₂ emissions released during the combustion of woody biomass during production. The complete list of emissions factors for the GWP method used can be found in Bare's study (Bare, 2011). As a result, 59 kg CO₂ eq. were released in the production of 1 m² of Arbolate (current electricity use and grid). That same 1 m² stores 0.541 kg CO₂ eq resulting in a net GWP of 44.38 (Table 8).

Table 6. Cradle to gate Cumulative energy demand (CED) for 1 square meter (m²) of NCP.

Tablo 6. Beşikten-kapıya 1 metrekare NCP üretimi için gerekli olan toplam enerji miktarı.

Impact Category	NEWE Grid			Maine Electricity	Proposed Solar
	Current Electricity Consumption	Using NCP Electricity Rates	50% Electricity Reduction	50% Electricity Reduction	50% Electricity Reduction
	MJ/m ²				
Non-renewable, fossil	931.4200	28.53	475.65	271.09	13.86
Non-renewable, nuclear	0.0267	0.0267	0.0267	0.0267	0.0267
Non-renewable, biomass	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Renewable, biomass	34.4400	17.8600	26.0700	66.6700	17.5900
Renewable, wind, solar, geothermal	1.2000	0.0200	0.6100	16.8900	203.8800
Renewable, hydro	22.3400	0.3700	11.2500	55.7700	0.0100
Total	989.4200	46.8100	513.6000	410.4400	235.3700

Table 7. Life cycle impact assessment results for production of NCP under three alternative electricity generation scenarios

Tablo 7. NCP üretimi için gerekli olan 3 farklı enerji kaynağına göre hazırlanmış yaşam döngüsü etki değerlendirmesi sonuçları

Impact category	NCP	NCP	NCP
	50% NEWE	50% Maine	50% Solar
Ozone depletion	0.0000	0.0000	0.0000
Global warming	30.2600	16.6500	1.0600
Smog	1.1900	3.7500	0.0900
Acidification	0.2343	0.1430	0.0098
Eutrophication	0.0040	0.0029	0.0011
Carcinogenic	0.0000	0.0000	0.0000
Non-carcinogenic	0.0000	0.0000	0.0000
Respiratory effects	0.0128	0.0078	0.0007
Ecotoxicity	41.1000	25.6300	4.4000
Fossil fuel depletion	57.1100	39.1500	1.6800

Table 8. Net Carbon emissions
Tablo 8. Net Karbon Salınımı

	Arbolate	Arbolate	Arbolate	Arbolate
	NEWE Current	50% NEWE	50% Maine	50% Solar
Released for extraction and manufacturing	44.92	30.26	16.65	1.06
CO2 eq. stored in product	0.54	0.54	0.54	0.54
Net carbon emissions (kg CO2 eq.)	44.38	29.72	16.15	0.52

4. Conclusions

The life cycle assessment (LCA) is a comprehensive technique that provides information about the potential environmental effects of the products and processes. The comprehensive analyses provide detailed information about the manufacturing process. It also offers details about the required energy and the overall costs.

In this research, the life cycle assessment (LCA) of nanocellulose composite panels (NCPs) produced using freeze-drying techniques was investigated and reported. Electricity consumption during NCP production (on-site) was the largest consumer of energy over all life cycle stages from cradle to gate. When assuming a 50% reduction in electricity consumption for the full-scale production, the following results were achieved: A reduction of 48% in total energy (cradle to gate) using the current NEW E New England regional grid, A reduction of 58% in total energy (cradle to gate) using a Maine electricity production grid, A reduction of 76% in total energy (cradle to gate) using a 100% solar energy option, GWP was decreased by 45% using

a Maine electricity production grid, GWP is decreased by 97% using a 100% solar energy option.

Non-renewable fossil-based fuels were reduced by 28% when a Maine electricity grid was used. Renewable fuels (hydro and biomass) are increased by 23% when a Maine electricity grid is used. Smog impact category was increased by 216% by switching from the current NEW E grid to a Maine electricity production grid.

Consequently, using solar energy for the overall production process and being close to energy providers would produce significantly lower energy demand and would provide environmentally process and a final product.

References

- Aasestad K. (2008). The Norwegian Emission Inventory Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants.
- Alongi, J. and Malucelli, G. (2015). Cotton Flame Retardancy: state of the art and future perspectives. 5; 24239-24263.

- Bare, J. (2011). TRACI 2.0: the tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts 2.0. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 5; 687-696.
- Bayer, I. S. Fragouli, D. Attanasio, A. Sorce, B. Bertoni, G. Brescia, R. Corato, R. D. Pellegrino, T. Kalyva, M. Sabella, S. Pompa, P. P. Cingolani, R. and Athanassiou A. (2011). Water-Repellent Cellulose Fiber Networks with Multifunctional Properties. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 3; 4024-4031.
- Chin, J. L. Heidrich, O. and Roskilly, A. P. (2016). Life cycle assessment (LCA) – from analysing methodology development to introducing an LCA framework for marine photovoltaic (PV) systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59; 352-378.
- Dale B. E. (2003). ‘Greening’ the chemical industry: research and development priorities for biobased industrial products. *J Chem Technol Biotechnol*. 78; 1093-1103.
- Dunn, J. B. Adom, F. Han, J. and Snyder S. (2015). Life Cycle Analysis Of Bioproducts And Their Conventional Counterparts In GREET. GREET (2016) v1.3.0.13081. September 2015. Production of Succinic Acid 95 pp. <https://greet.es.anl.gov/>.
- Fava, J.A. and Page, A. (1992). Application of Product Life-cycle Assessment to Product Stewardship and Pollution Prevention Programs. *Water Science and Technology*, 26; 275-287.
- Frischknecht, R. and Jungbluth, N. (2003). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Cumulative Energy Demand (CED), Ecoinvent version 2.0.
- Horrocks, A.R. Kandola, B.K. Davies, P.J. Zhang, S. Padbury, S.A. (2005). Developments in flame retardant textiles e a review. *Polymer Degradation and Stability*. 88; 3-12.
- International Organization for Standardization (ISO) (2006). Environmental management - life-cycle assessment - requirements and guidelines. ISO 14044., Geneva, Switzerland, pp. 46 pp.
- Lavoine, N. Desloges, I. Dufresne A. and Bras J. (2012). Microfibrillated cellulose – Its barrier properties and applications in cellulosic materials: A review. *Carbohydrate Polymers*. 90; 735-764.
- Moon, R. J. Martini, A. Nairn, J. Simonsen, J. Youngblood, J. (2010). Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. *Chem. Soc. Rev*. 40:3941–3944.
- Puettmann, M. E. Bergman, R. Hubbard, S. Johnson, L. Lippke, B. Oneil, E. and Wagner F. G. (2009). Cradle-To-Gate Life-Cycle Inventory of Us Wood Products Production: Corrim Phase I And Phase Ii Products. *Wood and Fiber Science*, 42; 15-28.
- Puettmann, M. (2000). Environmental LCA of Preservative Treated Southern Yellow Pine Lumber with Borate Wood Preservative. MSc. Thesis. The University of Minnesota.
- Puettmann, M. Oneil, E. and Bergman, R. (2012). Cradle to Gate Life Cycle Assessment of Softwood Lumber Production from the Northeast-North Central. Technical Report.
- Puettmann, M. Bergman R. and Oneil E. (2016a). Cradle to Gate Life Cycle Assessment of North American Hardboard and Engineered Wood Siding and Trim Production. CORRIM Final Report, 77 pages, prepared for Composiste Panel Association (CPA). University of Washington, Seattle, WA, US.
- Puettmann, M. Bergman R. and Oneil E. (2016b). Cradle to Gate Life Cycle Assessment of North American Cellulosic Fiberboard Production. Technical Report, 66 pages, prepared for The American Wood Council. University of Washington, Seattle, WA, US.
- Qarout L. (2017). Reducing the Environmental Impacts of Building Materials: Embodied Energy Analysis of a High- performance Building. Ph.D. Thesis. The University of Wisconsin.
- Salminen (2012). Hydrophobic microfibrous cellulose and method of producing the same. Patent: WO 2012089929 A1.
- Simon, E. Leandro, B. Kyoko, M. Todd, N. and Kiyoto, T. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.
- (URL-1). Building green with energy-efficient materials: Insulation (Accessed: February 5, 2018) <https://www.usgbc.org/articles/building-green-energyefficient-materials-insulation>.
- (URL-2). Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (Accessed: February 6, 2018) <https://new.usgbc.org/leed>.
- (URL-3). PreConsultants. (2012). SimaPro 8.0+ Life-cycle assessment software package. <https://www.pre-sustainability.com/simapro>.
- (URL-4). AF&PA (2010) - American Forest & Paper Association. (Accessed: February 7, 2018) <http://www.afandpa.org>.
- (URL-5). National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2012) U.S. Life Cycle Inventory Database. <https://www.lcacommons.gov/nrel/search>. (Accessed: February 7, 2018)
- Yildirim, N. Shaler, S. M. Gardner, D. J. Rice, R. Bousfield D. W. (2014). Cellulose nanofibrils (CNFs) Reinforced Starch Insulating Foams. *Cellulose*. 21;4337-4347.

Enzimatik, asidik ve sulu ekstraksiyon metotları ile çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.) yumrularının HPLC ile şeker kompozisyonları

Eyyüp KARAOĞUL (Orcid: 0000-0001-8162-6838)^{*1}, Mehmet Hakkı ALMA (Orcid: 0000-0001-7011-3965)²

¹ Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ŞANLIURFA

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi, KAHRAMANMARAŞ

*Sorumlu yazar/Corresponding author: eyyupkaraogul@gmail.com, Geliş tarihi/Received: 04.03.2018, Kabul tarihi/Accepted: 23.03.2018

Öz

Çalışmanın amacı çiriş otu (*Asphodelus aestivus* Brot.) yumrularının ekstraksiyon verimlerini ve çözünebilir şeker kompozisyonlarını incelemektir. Çiriş yumrularının ekstraksiyon işlemleri; 150 µL, 300 µL ve 450 µL hacimlerinde Gluko-Amilaz, α-Amilaz ve eşit oranlarda α-Amilaz&Gluko-Amilaz enzim takviyeleri 60 dk, 90 dk, 120 dk ve 180 dk sürelerinde saf su ve 0,8 M ve 1,6 M konsantrasyonunda asetik ve sülfürik asit takviyeleri ile yapılmıştır. Bu yumrularında şeker kompozisyonlarının tespiti için yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve refraktif-indeks dedektörü (HPLC-RID) cihazı kullanılmıştır. Çiriş otu yumrularının ekstraksiyon verimleri gravimetrik yöntemle tespit edilmiştir. Çiriş otu yumrularında şeker kompozisyonlarının belirlenmesi için glukoz, galaktoz, ksiloz, fruktoz ve sukroz referans olarak kullanılmış ve bunların kalibrasyon grafikleri çizilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulanan farklı ekstraksiyon türleri, hem verimlerin hem de şeker birimlerinin farklı oranlarda çıkmasına sebep olmuş; genellikle ekstraksiyon verimleri % 81-96 arasında seyretmiştir. Ancak en yüksek ekstraksiyon verimi(% 96), enzim veya asit takviyeleri ile yapılan metotların aksine, bir katkının olmadığı saf su ekstraksiyonunda tespit edilmiştir. Çiriş otu yumruları içerisinde glukoz, galaktoz, ksiloz, fruktoz ve sukroz şeker kompozisyonları belirlenmiştir. Çiriş yumrularından elde edilen şekerlerin ana bileşimleri, sukroz için enzimatik metotta 2.510 µg/ml, asidik metotlarda ksiloz için 1.043 µg/ml ve galaktoz için 2.180 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Bazı şeker birimleri ise ekstraksiyon metoduna bağlı olarak hidroliz edilememiştir. Elde edilen sonuçlardan ekstraksiyon metotları oligomer veya polimer formunda olan karbonhidratları hidroliz ederek sukroz oranının daha yüksek çıkmasına sebep olduğu anlaşılmıştır. Ekstraksiyona uygulanan takviyeler, sukrozu hidroliz ederek hem glukoz, hem de fruktoz miktarının daha fazla çıkmasını sağlamıştır. Ekstraksiyon koşullarının daha ekstrem olduğu şartlarda ise şekerlerin hidroksimetilfurfurala dönüşmesi şekerlerin tükendiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çiriş otu (*Asphodelus aestivus* Brot.) Yumruları, Ekstraksiyon metotları, Ekstraksiyon Verimleri, HPLC-RID, Şeker kompozisyonları

Sugar compositions by HPLC of asphodel (*Asphodelus aestivus* Brot.) tuber with enzymatic, acidic and water extraction methods

Abstract

The aim of this study was to investigate extraction yield and soluble sugar composition of asphodel (*Asphodelus aestivus* Brot.) tubers. The tubers of asphodel were extracted with enzymatic extraction methods (150 µL, 300 µL and 450 µL added Gluko-Amilaz, α-Amilaz and simultaneously α-Amilaz & Gluko-Amilaz enzyme), deionized water extraction methods (60 min, 90 min, 120 min and 180 min extraction time) and acidic extraction methods (0,8 M and 1,6 M concentration with acetic and sulfuric acid). The sugar compositions of tubers were determined by high performance liquid chromatography and refractive index detector (HPLC-RID). The extraction yields were also detected by gravimetric method. The glucose, galactose, xylose, fructose and sucrose were used as reference compounds. The calibration curves were plotted based on linear regression analysis of the integrated peak areas (x) and versus concentrations (y, µg/ml) in the reference solutions. All results were evaluated as concentration (µg/ml) for every extraction method. Various types of extraction caused differences in both yields and sugar units. Generally, extraction yields were determined about 81-96% for all extraction methods. However, the highest extraction yield was found 96% for deionized water unlike the ones added enzyme or acid. At the same time, results showed that glucose, fructose, mannose and sucrose were found in tubers in all methods. The main concentrations of sugar in the tuber were identified as 2.510 µg/ml for sucrose in enzymatic method, 50.144 µg/ml for glucose, 21.066 µg/ml for fructose, 1.043 µg/ml for xylose and 2.180 µg/ml for galactose in acidic methods. Nevertheless, the lowest amount of glucose and fructose were found in deionized water extraction method at 180 min. The results indicated that sucrose amount had higher concentration in some extraction methods due to hydrolysis of carbohydrates in oligomer or polymer form. Moreover, glucose and fructose were also determined higher amounts in some extraction methods due to hydrolysis of sucrose. It can be understood that when the extraction conditions are more extreme, all sugar unit may convert to hydroxymethylfurfural.

Keywords: Asphodel tubers (*Asphodelus aestivus* Brot.), extraction methods, extraction yield, HPLC-RID, sugar compositions

To cite this article (Atf): KARAOĞUL, E., ALMA, M. (2018). Enzimatik, asidik ve sulu ekstraksiyon metotları ile çiriş (*Asphodelus aestivus* Brot.) yumrularının HPLC ile şeker kompozisyonları. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (1), 64-73.
DOI: 10.17568/ogmoad.401318

1. Giriş

Geçmiş yıllardan bugüne kadar insanlar kendi yöresinde bulunan bitki ve ağaçların ikincil metabolitlerinden farklı amaçlarla faydalanmışlardır. İnsanlar doğadan topladıkları yabancı bitkileri önce kullanmış, sonra ise en çok kullandıklarının tarımını yapmışlardır (Karaogul ve ark., 2016; Alma ve ark., 2011). Çiriş otu bitkisi (*Asphodelus aestivus* Brot.) 50-150 cm boyunda, yaprakları uzun ve sivri, 35-45 cm boy ve 3 cm enindedir. Bitki nisan ya da mayıs aylarında çiçeklenen, 7 mm büyüklüğünde küçük yeşil meyvelere sahip, bütün sene boyunca yeşil ve özellikle kuru, besince fakir, kumlu, kültüre edilmeyen topraklarda büyüyen ve ayrıca Afrika, Arap ülkeleri, Mısır, Türkiye ve Avrupa'nın bazı kesimlerinde yayılış gösteren çok yıllık bir bitkidir (Davis, 1965). Çiriş otu çevre kirliliği ve toprak ıslahında etkili olan ve topraktaki istenmeyen ağır metaller gibi kirleticileri ortamdaki uzaklaştıran önemli bir bitkidir (Yağan ve ark., 2008).

Beyaz çiriş, yabancı çiriş, yalancı çiriş ve çiriş otu gibi isimlerle anılan çiriş bitkisi hemoroit, saçkıran ve mafsalsız hastalıklarının tedavisinde ve maya endüstrisinde, ciltçilik ve ayakkabı yapıştırıcısı olarak, deriye ve kumaşa sertlik ve parlaklık vermek amacıyla tercih edilmektedir (Baytop, 1999; Ugulu ve ark., 2009; Gürhan ve Ezer, 2004). Bu bitkinin modern tıpta kullanımına ilişkin bilgiler oldukça azdır (Polunin ve Huxley, 1987). Çiriş otunun beyaz kan hücrelerini (WBC) fazlalaştırdığı ve dolayısıyla savunma sistemimiz için önemli bir özelliğe sahip olduğu rapor edilmektedir (Karataş ve ark. 2011; URL-1). Çiriş otunun antimikrobial özelliği ile ilgili çalışmalar yapılmış ve etkili antimikrobial özelliğe sahip olduğu gözlenmektedir (Oskay ve ark., 2007; Tosun ve ark., 2004). Çiriş otu antioksidan özelliği de göstermektedir (Peksel ve İmamoglu, 2009). Çiriş otu ve yumrusu glutasyon, C ve B3 vitamini açısından yüksek orana sahiptir (Karataş ve ark., 2011). İmamoglu (2010), çiriş otunun yüksek oranda flavanoidlere, karatenoidlere, antosiyanin ve pirolin miktarlarına sahip olduğunu tespit etmiştir. Aynı çalışmada farklı radikal süpürücüler ile antioksidant aktivite çalışmaları da yapılmış ve bitkinin yüksek oranda antioksidan özelliğe olduğunu belirtilmiştir.

Tablo 1'de çiriş otu yumrusunun tam kuru ağırlığa göre kimyasal kompozisyonu verilmektedir. Besin değerleri açısından yumru; nişasta, çözülebilir şekerler, proteinler, vitaminler, lif ve mineral açısından zengin gözüktüğü de, koyunlarda yapılan bir çalışmada çiriş otu yiyen koyunlarda şiddetli sinirsel sendromla birlikte yoğun nöronal pigmentasyon tanımlanmaktadır (Birincioğlu ve ark., 2005).

Çiriş otu bitkisinin yumruları ile ilgili önceki çalışmalarda bitkinin yumrusundaki kimyasal kompozisyonları bulunmaktadır. Hatta vitamin içeriği, protein ve prolin oranları, toplam flavanoid ve antosiyanin miktarları ile bitkinin biyolojik aktiviteleri de mevcuttur. Ancak çiriş otu yumrusunun içerisinde, yüksek oranda karbonhidrat var olmasına rağmen, şimdiye kadar şeker birimlerinin hangi kompozisyonlardan oluştuğu üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. O yüzden bu çalışmanın ana amacı, şimdiye kadar yapılmamış olan çiriş otu yumrusunun farklı ekstraksiyon metodları ile verimlerini belirlemek ve ekstraksiyon sonrası içerisindeki şeker bileşimlerini incelemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Kullanılan numuneler Kahramanmaraş ili 37°34'37.1" kuzey paraleli ve 36°51'00.4" doğu meridyeni koordinatından temin edilmiştir. Toplanan örnekler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde Botanik Uzmanı Öğr. Gör. Tolga OK tarafından teşhis edilmiştir. Ekstraksiyonda kullanılan α -Amilaz ve Gluko-Amilaz enzimleri Novozymes marka olup Danimarka'dan temin edilmiş ve Sigma Aldrich marka referans şekerleri kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Ekstraktların hazırlanması

Çiriş otu yumruları toplandıktan sonra üzerlerinde bulunan topraklarından arındırıldı ve sonra gölgede hava ortamında kurutulmuş kurutulmuş yumruların kabukları soyulmuş ve öğütülmüştür. Elekte 60 mesh ve altında kalan öğütülmüş yumru örneklerinden 2 g tartılarak 200 ml su ile 100°C sıcaklıkta ekstraksiyon yapılmıştır. Çiriş otu yumrularının ekstraksiyon işlemi; farklı hacimlerde

Tablo 1. Çiriş otu yumrusunun tam kuru ağırlığa göre kimyasal kompozisyonu (Polycarpus, 2009)
Table 1. Chemical composition of *Asphodel* tubers by dry weight (Polycarpus, 2009)

Maddeler	Nişasta	Çözülebilir şekerler	Protein	Lif	Kül
Miktar (%)	53,3	15,8	3,7	23,7	3,5

enzim varlığında (Gluko-Amilaz, α -Amilaz ve α -Amilaz & Gluko-Amilaz birlikte), farklı ekstraksiyon sürelerinde, hidrolizi destekleyici bir katkı olmaksızın su ile (60 dk, 90 dk, 120 dk ve 180 dk) ve değişen konsantrasyonlarda kuvvetli (Sülfirik Asit) ve zayıf asit (Asetik asit) varlığında (0,8 M ve 1,6 M) gerçekleştirilmiştir. Enzim ve asit varlığında yapılan ekstraksiyonlar 60 dk boyunca sabit tutularak yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemleri bittikten sonra süpernatantın elde edilmesi için her bir örnek 10 dk süreyle 5.000 rpm devirde santrifüjde bekletilmiş ve 0.45 μ m partikül çapında milipurdan süzülerek şeker analizine hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan örnekler analiz yapılana kadar buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir. Çiriş otu yumrularının ekstraksiyonu 3 tekrar ile yapılmış ve bu yumruların verimleri aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak hesaplanmıştır ki eşitlikte; *EV*: Ekstraksiyon verimi; *W₀*: Numune ağırlığı (g) ve *W₁*: Ekstraksiyon sonrası çözünmeyen yumru miktarı ağırlığıdır (g).

$$EV (\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

2.2.2. Referans kimyasalların hazırlanması

Referans kimyasallar olarak glukoz, galaktoz, ksiloz, fruktoz, arabinoz, mannoz ve sükröz şekerleri kullanılmış; bu şeker standartları yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve refraktif indeks dedektöründe (HPLC-RID) tanıtılmak amacıyla farklı konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Tablo 2’de her bir şeker standardı konsantrasyonlarının lineer aralıkları (μ g/ml) bulunmaktadır.

2.2.3. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC-RID) şartları

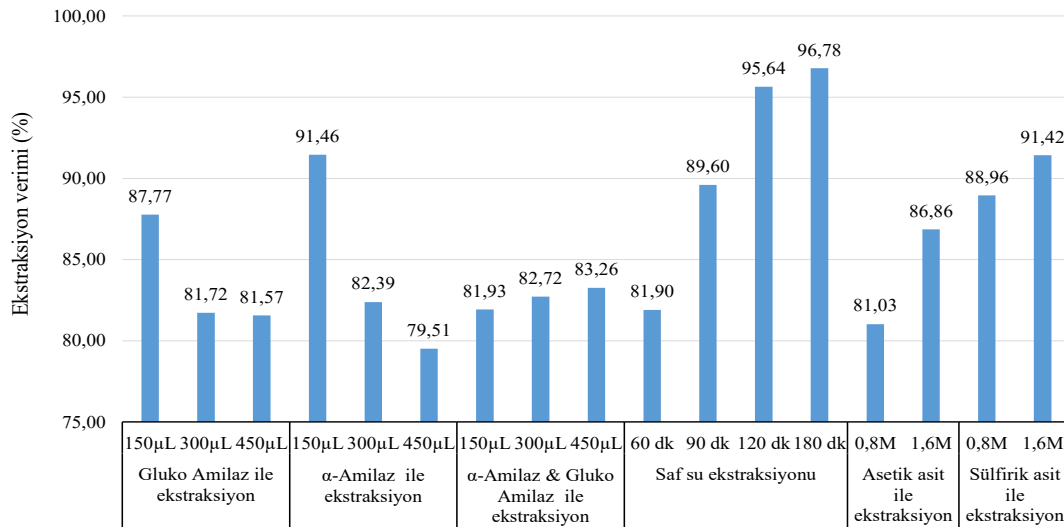
Çiriş otu yumrularının şeker içeriğinin belirlenmesi için yüksek performanslı sıvı kromatografisi LC-20AD model (HPLC) ve refraktif indeks dedektörü RID 10A model (RID) Shimadzu marka cihaz kullanılmıştır. Kullanılan kolon HyperREZ Pb++ marka olup 250 x 4,6 mm uzunluğundadır ve partikül çapının boyut genişliği 8 μ m’dir. Taşıyıcı faz olarak 0,25 μ m partikül çapında milipurdan süzölmüş ultra saf su kullanılmıştır. Akış hızı bütün şeker birimlerinin daha iyi ayrılması için 0,2 ml/dk olarak belirlenmiş, kolon 80°C sıcaklığa getirilmiş ve şiringanın enjeksiyon hacmi 20 μ l olarak ayarlanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Ekstraksiyon verimleri

Çiriş otu yumrularının ekstraksiyon sonrası verim miktarları hesaplanmış olup Tablo 2’de ağırlıkça hesaplanan yüzde verim miktarları gösterilmektedir. Farklı ekstraksiyon türlerine göre ekstraksiyon verimleri değişiklikler göstermekte ve genel olarak ekstraksiyon verimleri % 81 ile % 96 arasında seyretmektedir.

Enzim takviyesi eşliğinde yapılan ekstraksiyonlar birbirleri arasında değerlendirildiğinde, çözücü içine eklenen enzim miktarının artması ekstraksiyon verimini hem Gluko-Amilaz için, hemde α -Amilaz için olumsuz etkilemiştir. Her iki enzimde de kullanılan 150 μ L hacimdeki enzim varlığı en yüksek ekstrakt verimine sebep olmuş; en düşük ekstrakt



Şekil 1. Çiriş otu yumrularının ekstraksiyon sonrası ağırlıkça yüzde (%) verimleri
Figure 1. Yield of Asphodel tubers by weight after the extraction (%)

verimi ise en yüksek oranda kullanılan enzim hacmi varlığında ortaya çıkmıştır. Enzimler kendi arasında karşılaştırıldığında ise α -Amilaz en yüksek ekstrakt verimi sergilemiş; en düşük ekstrakt verimi de 450 μ L α -Amilaz ile ekstraksiyon işleminde ortaya çıkmıştır. Enzimlerin sinerjik etkisinin ekstraksiyona olan etkisi incelendiğinde eşit hacimlerde karışım olarak çözücü içine eklenen α -Amilaz ve Gluko-Amilaz konsantrasyonlarının artması ekstrakt verimlerini de artırmış; fakat enzimlerin ayrı ayrı uygulanmasına göre verimler çok daha düşük değerler vermiştir. Muhtemelen enzimler arası sinerji etkileşim ekstraksiyon verimine olumsuz yansiyarak hidrolize takviye edici bir etki göstermemiştir.

Herhangi bir katkının olmadığı (saf su ile) ekstraksiyon işlemi kendi içinde değerlendirildiğinde, ekstraksiyon süresinin 60 dk'dan 180 dk'ya uzatılması ile verim % 81,90'dan % 96,79'a artmıştır. 60 dk saf su ekstraksiyonunda her iki enzimin de ortamda olması verimi pozitif etkilemiştir. Ancak enzim veya asit olmaksızın 120 dk ve 180 dk sürede saf su ile ekstraksiyon, bütün ekstraksiyon türlerinin en üstünde verim göstermiştir. Verim açısından değerlendirildiğinde saf su ile ekstraksiyon yapılması bir başka katkı yapılmasına gerek olmaksızın yeterli gözükmiştir (Şekil 1).

Çiriş otu yumrularında ekstraksiyon verimini hidroliz ederek artırmak için asit katalizli ortamda ekstraksiyon yapılmış ve bu maksatla yumrular farklı konsantrasyonlarda kuvvetli ve zayıf asitli ortamda hidroliz edilmiştir. Verim açısından değerlendirildiğinde, asitlerin konsantrasyonunun 0,8 M'dan 1,6 M'a artması ile asetik asit için verim % 81,00'den % 86,86'ya; sülfirik asit için ise verim % 88,96'dan % 91,43'e yükselmiştir. Sülfirik asitli ortamda asetik aside göre verimin daha yüksek olmasının nedeni, yumru liflerinin kuvvetli asit ile hidroliz derecesinin yüksek olmasıdır. Asit konsantrasyonunun artması oligomer veya polimer formunda bulunan kompozisyonu da hidroliz etmiş ve bu durum ekstraksiyon verimini yükseltmiştir.

Polycarpos (2009), çiriş otu yumrularının suda çözünbilme miktarlarını % 76,30 olarak tespit etmiş; lif içeriğini ise % 23,70 olarak yorumlamıştır. Çalışmamızda ise ekstraksiyon verimi % 81 ile % 96 arasında belirlenmiş ve çalışmada kullanılan çiriş otu yumrularının öğütme ve ekstraksiyondan önce kabuklarının soyulmuş olması gerçek yumru kompozisyonunu göstermiştir. Literatürde çözünebilir değerler düşük çıkmasının nedeni ise muhtemelen kabuklarından arındırılmadan ekstraksiyon işlemlerinin yapılmasıdır. Literatürden çıkan sonuçlar gerçek yumru kompozisyonunu yansıtmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre çiriş otu

yumrusunun suda çözünbilir yapısı en yüksek oran için % 96 olarak tespit edilmiş olup bu sonuç lif oranlarının da çok düşük değerde olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. Çiriş otu yumrularının ağırlık olarak yüzde (%) verimleri
Table 2. Yield of Asphodel tubers by weight (%)

Ekstraksiyon tipi	Ekstraksiyon verimi (%)		
Gluko-Amilaz ile ekstraksiyon	150 μ L ¹	87,77	\pm 2,27
	300 μ L	81,72	\pm 1,58
	450 μ L	81,57	\pm 2,24
α -Amilaz ile ekstraksiyon	150 μ L	91,46	\pm 3,49
	300 μ L	82,39	\pm 2,34
	450 μ L	79,51	\pm 1,37
α -Amilaz & Gluko-Amilaz ile ekstraksiyon	150 μ L	81,93	\pm 2,26
	300 μ L	82,72	\pm 2,26
	450 μ L	83,26	\pm 1,39
Saf su ekstraksiyonu	60 dk ²	81,90	\pm 1,58
	90 dk	89,60	\pm 1,43
	120 dk	95,64	\pm 1,46
Asetik asit ile ekstraksiyon	180 dk	96,78	\pm 1,47
	0,8 M ³	81,03	\pm 3,19
	1,6 M	86,86	\pm 1,42
Sülfirik asit ile ekstraksiyon	0,8 M	88,96	\pm 2,30
	1,6 M	91,42	\pm 1,43

¹Ekstraksiyon çözücüsüne eklenen enzimin hacmi, ²Ekstraksiyon süresi (dakika), ³Ekstraksiyon çözücüsüne eklenen asidin konsantrasyonu (Molarite),

3.2 HPLC-RID analiz sonuçları

Ekstrakte edilen çiriş otu yumrularının içerisinde hangi şeker birimlerinin var olduğunu tespit edilebilmesi için ilk olarak referans kimyasallar farklı konsantrasyonlarda analiz edilmiş ve her bir şeker standartlarının HPLC cihazına enjeksiyonu yapılarak alıkonma zamanları belirlenmiştir. Tablo 3'te her bir şeker standardının alıkonma zamanları (dk) ve kalibrasyon eğrileri için hazırlanan şeker konsantrasyonlarının lineer aralıkları (μ g/ml) bulunmaktadır. Tabloda kalibrasyon eğrilerinden oluşturulan denklemler ve bunların regresyon eşitlikleri de mevcut olup her bir şeker standartlarının ölçülebilir en alt sınır (LOD), Kabul edilebilir hassasiyet sınırında en düşük konsantrasyon (LOQ), belirsizlik oranı ve aynı konsantrasyonun tekrar enjeksiyonu ile geri kazanım yüzde oranı (Kesinlik) değerleri de verilmiştir. Referans kimyasalların

alıkonma zamanlarını tespit etmek için şekerler karışım halinde çözelti olarak hazırlanmış olup Şekil 2'de referans kimyasalların alıkonma zamanlarını gösteren bir HPLC diyagramı bulunmaktadır.

Çiriş otu yumru ekstrelerinin bileşiminde bulunan şeker birimi konsantrasyonlarının tespiti için HPLC-RID ile analizler yapılmış; kromatogramlardan oluşturulan kalibrasyon eğrilerinin denklemlerinden faydalanılarak çiriş otu yumrularının şeker birimleri ve konsantrasyonları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların güvenilirlik seviyesinin

yüksek oranda olduğunu gösteren veriler Tablo 2'de belirtilmiştir. Yüksek regrasyon, düşük LOD ve LOQ değerleri, yüksek geri kazanım oranı ve tekrarlanabilirliğinde düşük belirsizlik ile oluşturulan denklemlerden çiriş otu yumrularının şeker birimleri $\mu\text{g/ml}$ cinsinden hesaplanmıştır.

Amilaz enzimleri (Gluko-Amilaz ve α -Amilaz) nişastanın hidrolizine takviye açısından önemli bir yere sahiptir; bu enzimler nişastanın α -1,4 ve karbohidratların β -1,4 glukozidik bağlarını hidroliz ederek parçalayabilmektedir (Özdemir ve Sıdal,

Tablo 3. Şeker standartlarının kalibrasyon eğrilerinin değerleri ve güven aralıkları
Table 3. Values and confidence intervals of calibration curves of sugar standards

Z	Şeker türleri	Alıkonma zamanı (dk)	Lineer aralık ($\mu\text{g/ml}$)	Kalibrasyon denklemi	Regrasyon (R^2)	LOD ¹	LOQ ²	Geri kazanım (Kesinlik) (%)	U_{95} (%) ³
1	Glukoz	39,1	100-400	$y=0,0013x-9,2182$	0,9983	37,8	133,4	100,21	2,23
2	Galaktoz	46,9	130-1000	$y=0,001x-6,6472$	0,9999	29,2	102	96,28	2,60
3	Ksiloz	42,1	120-1100	$y=0,0011x-21,089$	0,9992	34,1	147,2	100,24	6,03
4	Fruktoz	58,7	150-950	$y=0,001x+46,308$	0,9998	90,9	181,6	97,13	3,00
5	Sükroz	32,8	250-2000	$y=0,0024x+0,333$	0,9999	50,8	153,5	101,51	2,07

¹Ölçülebilen en alt sınır ($\mu\text{g/ml}$), ²Kabul edilebilir hassasiyet ve sınırdaki en düşük konsantrasyon ($\mu\text{g/ml}$), ³Belirsizlik oranı

2013). Çiriş otu yumrusu içerisinde yüksek oranda nişasta olması, çözücü içerisinde bu enzimlerin eklenerek ekstraksiyon işleminin yapılmasını gerektirmiş ve etkileri incelenmiştir. Hatta enzimlerin sinerjik etkisinin ekstraksiyon sonrası şeker oranlarına tesirinin anlaşılması için eşit oranlarda karışım halinde α -Amilaz ve Gluko-Amilaz birlikte de kullanılmış olup Şekil 3'te enzim ekstraksiyonu ile çiriş yumrularının şeker miktarları gösterilmektedir.

Ekstraksiyon işlemlerinde enzim takviyesi yapılan çiriş otu yumrularının şeker bileşimleri kendi içinde değerlendirildiğinde, çözücü içerisinde Gluko-Amilaz ve α -Amilaz enzim miktarlarının artması sükroz konsantrasyonunu her iki enzim türü için de pozitif etkilemiştir. En düşük (411 $\mu\text{g/ml}$) sükroz konsantrasyonu 150 μL hacim ile Gluko-Amilaz enzimi varlığında iken; en yüksek (2120 $\mu\text{g/ml}$) sükroz konsantrasyonu 450 μL hacim ile α -Amilaz enzimi varlığında tespit edilmiştir. Nişastanın hidrolizinde takviye olarak kullanılan enzimler çiriş yumrusu içerisindeki nişastanın hidrolize uğraması ile sükroz konsantrasyonunun artmasına sebep olmuştur. Enzimlerin sinerjik etkisinin incelendiği ekstraksiyonda konsantrasyonun artması, sükroz oranını 1.028 $\mu\text{g/ml}$ 'den 2.510 $\mu\text{g/ml}$ 'ye artırmıştır ki bu oran enzim muamelesinde sükroz konsantrasyonunun en yüksek değeridir. Sonuçlara göre sükroz konsantrasyonunda enzimlerin sinerjik etkisi,

ayrı ayrı uygulanan enzim ekstraksiyonu işleminde daha etkili çıkmıştır. Nişastanın hidrolizinde enzimlerin aynı ortamda beraber olması sükroz konsantrasyonunu olumlu etkilemiştir (Tablo 2).

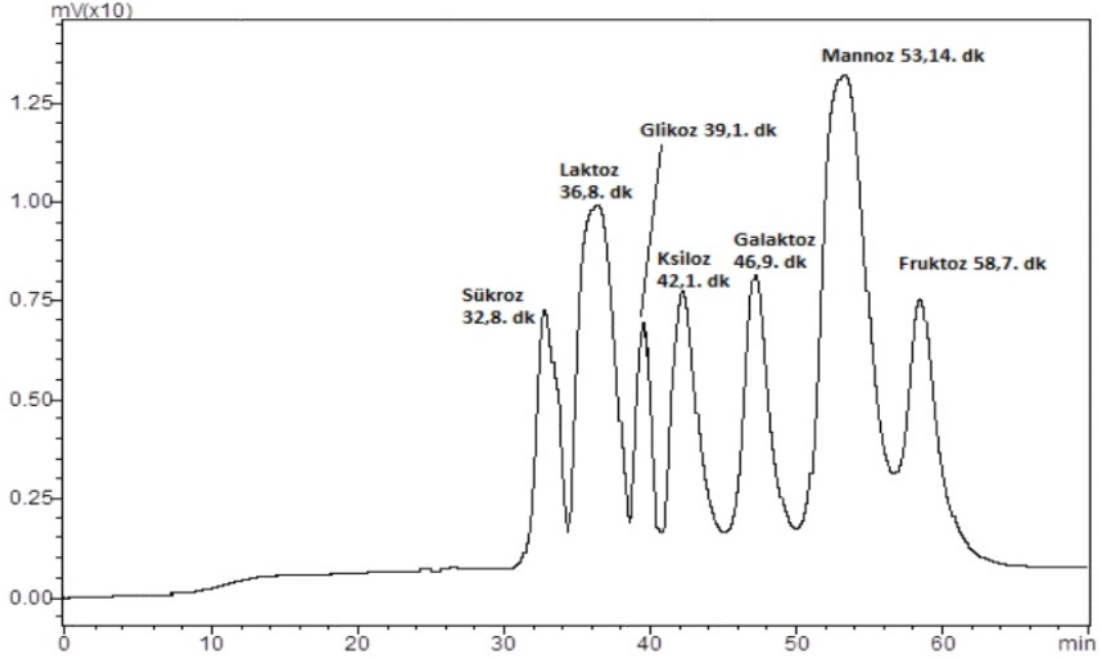
Yumruların glukoz konsantrasyonları ise Gluko-Amilaz miktarlarının artması ile 353 $\mu\text{g/ml}$ 'den 377 $\mu\text{g/ml}$ 'ye kısmi oranda artmış; ancak α -Amilaz enziminin artmasıyla glukoz miktarı 441 $\mu\text{g/ml}$ 'den 376 $\mu\text{g/ml}$ 'ye düşmüştür. Lee ve Nagy (1990)'e göre, şeker birimleri ısıtma işlemi maruz kaldığında hidroksimetilfurfurala (HMF) dönüşmektedir. Wahlborn ve Hagerdal (2002)'in çalışmalarında, şeker birimlerinin HMF dönüşümü, bazı enzimler ile inhibe edilebilmiştir. Gluko-Amilaz miktarının artışına bağlı olarak glukoz konsantrasyonunun da yükselmesi, HMF dönüşümünü engellediğini göstermekte ve hidrolizi destekleyici bir enzim olarak gözükmektedir. Fakat α -Amilaz miktarının artması ile glukozun azalması, HMF inhibisyonunu engellemediğini ve glukoz birimlerinin bu HMF'ye dönüşmesinden dolayı azaldığını göstermiştir.

Her iki enzimin beraber kullanıldığı ekstraksiyonda ise glukoz miktarı 223 $\mu\text{g/ml}$ 'den 863 $\mu\text{g/ml}$ 'ye önemli bir seviyede yükselmiştir. Enzimlerin sinerjik etkisi hem glukoz konsantrasyonunun artmasında nişastanın hidrolizini takviye etmiş, hem de HMF oluşumunda önemli bir inhibisyon

sergilemiştir. Çiriş yumrularının galaktoz konsantrasyonunda enzimlere bağlı olarak lineer bir değişim göstermediği anlaşılmıştır. En yüksek galaktoz miktarı 300µL hacim ile Gluko-Amilaz enzimi varlığında 1054 µg/ml olarak tespit edilmiş; ayrıca enzim ile muamelede ksiloz konsantrasyonu göz-

lenebilmiştir.

Çiriş otu yumrularındaki fruktoz konsantrasyonları Gluko-Amilaz miktarlarının artması ile 4643 µg/ml'den 1103 µg/ml'ye azalmış ve α-Amilazın artmasıyla 505 µg/ml'den 391 µg/ml'ye düşmüştür.



Şekil 2. Referans şekerlerin alıkonma zamanları ve HPLC diyagramı
Figure 2. The retention time for reference sugar and HPLC diagram

Enzimlerin beraber olduğu ortamda ise fruktoz miktarında azalmanın aksine, 570 µg/ml'den 1261 µg/ml'ye artmıştır. Batu ve ark. (2014), fruktozun HMF'ye dönüşümünün diğer şekerlere göre daha dayanıksız ve daha fazla meyilli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise enzimlerin ayrı ayrı kullanıldığı durumlarda fruktoz miktarının dayanıksız olduğu ve HMF'ye dönüşümden dolayı fruktoz konsantrasyonunun azaldığı yorumlanmıştır. Ancak enzimlerin sinerjik etkisi fruktozun hem sükrozdan hidrolizinde daha etkili olmasını sağlamış, hem de HMF'ye dönüşüm direncini pozitif etkilemiştir. Ayrıca fruktoz miktarı en yüksek oranda 150µL hacim ile Gluko-Amilaz enzimi varlığında tespit edilmiştir.

Çiriş yumrularının saf su ile ekstraksiyon işleminde, şeker birimlerinin ekstraksiyon sürelerine bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı ekstraksiyon süreleri şeker birimi oranlarının önemli oranda farklılaşmasına sebep olmuş ve yumrular içinde en yüksek sükroz oranı 90dk ekstraksiyon süresinde 1371 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Ekstraksiyon

süresinin uzaması, yumruların daha fazla ısı ile temas etmesine ve 90dk'dan sonra sükrozun monomerlere parçalanmasına sebep olmuştur. Bu yüzden glukoz ve fruktoz konsantrasyonu ekstraksiyon süresi 120dk'ya kadar glukoz için 244 µg/ml'den 3197 µg/ml'ye ve fruktoz için 1082 µg/ml'den 1835 µg/ml'ye sürekli yükselmiştir (Şekil 4).

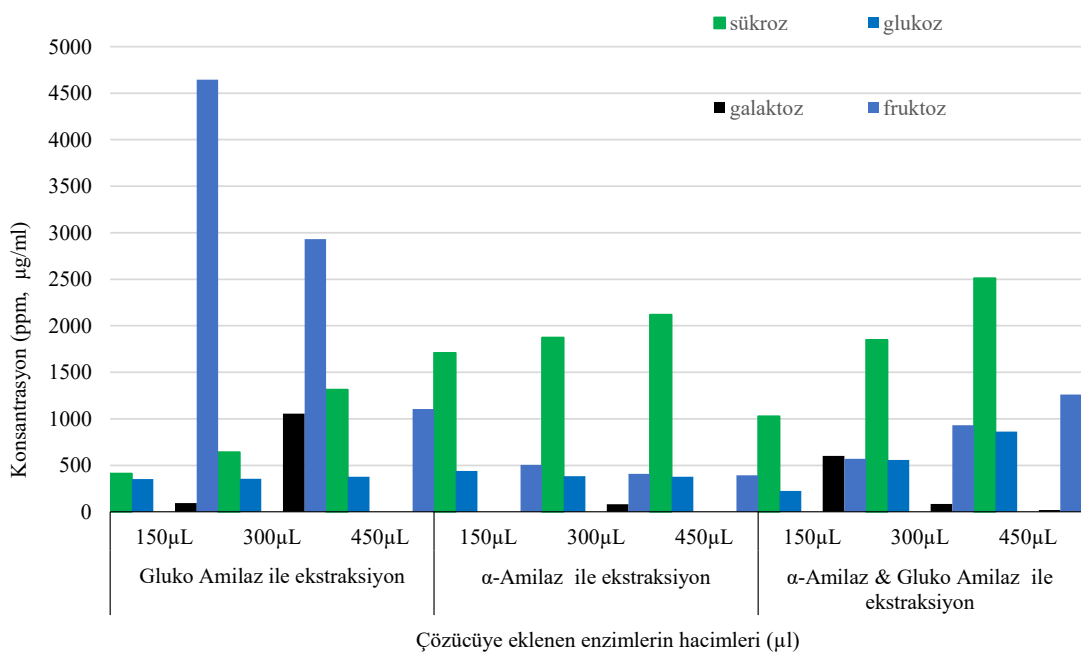
Glukoz ve fruktoz açısından optimum süre ise 120dk olarak tespit edilmiştir. Sükrozun hidrolizine bağlı olarak glukoz ve fruktoz konsantrasyonunun artımı değerlendirildiğinde, glukoz miktarı fruktoza göre daha çok artmıştır. Bunun sebebi ise fruktozun HMF'ye dönüşümünün glukozla göre daha dayanıksız olmasıdır. Elde edilen sonuçlar Batu ve ark. (2014) ile örtüşmektedir. 180dk ekstraksiyon sürecinde ise bütün şeker birimleri önemli bir seviyede azalmıştır. Bütün şeker konsantrasyonlarının önemli seviyede düşmesi ise 180 dk sürenin HMF dönüşümü için en yüksek seviye olduğunu göstermiştir. Sonuçlara göre 180 dk bu ekstraksiyona uygun değildir. Odun şekeri olarak bilinen ksiloz, diğer ekstraksiyon metotlarında görünmemesine rağmen, 180 dk ekstraksiyon meto-

Tablo 4. Farklı ekstraksiyon metotlarına göre çiriş yumrularının $\mu\text{g/ml}$ cinsinden şeker oranları
Table 4. Sugar rates of Asphodel tubers in $\mu\text{g/ml}$ by different extraction methods

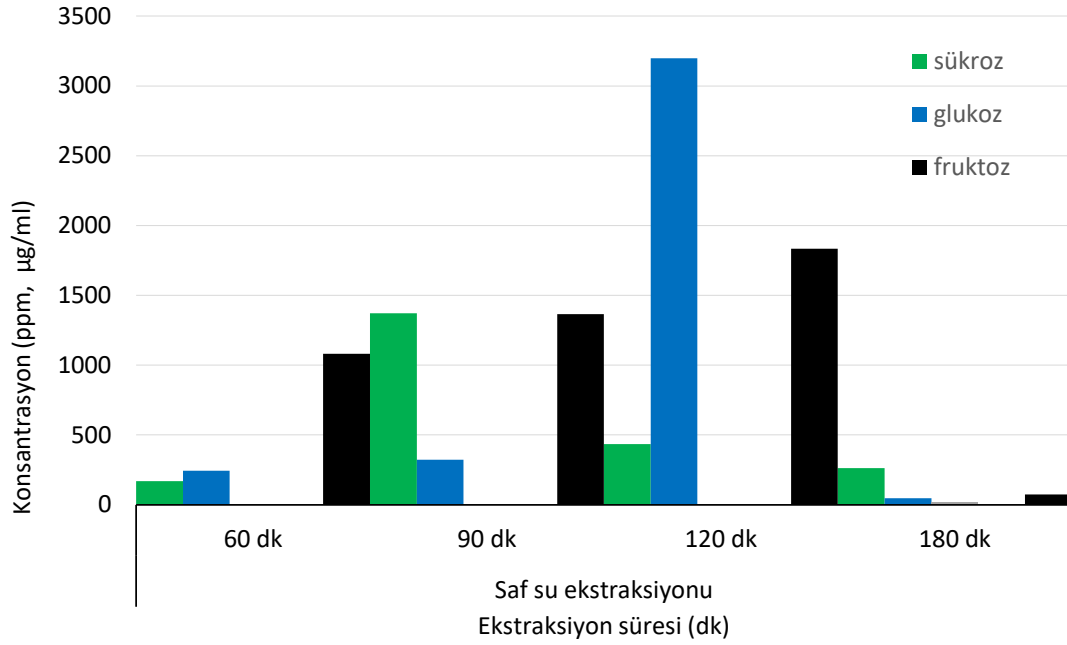
Ekstraksiyon tipi		Sükroz ($\mu\text{g/ml}$)	Glukoz ($\mu\text{g/ml}$)	Ksiloz ($\mu\text{g/ml}$)	Galaktoz ($\mu\text{g/ml}$)	Fruktoz ($\mu\text{g/ml}$)
Gluko-Amilaz ile ekstraksiyon	150 μL	411,91	353,19	-	94,57	4.643,90
	300 μL	642,94	356,36	-	1.054,34	2.929,95
	450 μL	1.313,25	377,50	-	-	1.103,99
α -Amilaz ile ekstraksiyon	150 μL	1.707,78	441,36	-	-	505,01
	300 μL	1.873,95	384,56	-	82,67	407,28
	450 μL	2.120,08	376,44	-	-	391,94
α -Amilaz & Gluko-Amilaz ile ekstraksiyon	150 μL	1.028,60	223,94	-	600,35	570,00
	300 μL	1.849,34	557,75	-	86,46	931,04
	450 μL	2.510,03	863,17	-	18,96	1.261,82
Saf su ekstraksiyonu	60 dk	168,99	244,77	-	-	1.082,33
	90 dk	1.371,76	323,44	-	-	1.365,97
	120 dk	435,10	3.197,86	-	-	1.835,01
	180 dk	262,58	45,95	14,09	-	74,84
Asetik asit ile ekstraksiyon	0,8 M	720,00	2.142,85	-	-	21.066,62
	1,6 M	-	1.407,48	-	-	4.256,50
Sülfirik asit ile ekstraksiyon	0,8 M	505,75	50.144,27	1043,96	2.031,00	5.786,78
	1,6 M	-	2.329,68	-	2.180,11	4.493,88

dunda 14 $\mu\text{g/ml}$ olarak ortaya çıkmıştır. Bu şekerin gözükmemesinin nedeni ise uzun süre ısıya maruz kalan yumru, içindeki az miktarda da olsa bulunan odunsu yapıları hidroliz etmesidir (Şekil 4).

Çiriş otu yumrularının hidrolizini takviye açısından ekstraksiyonda sürecinde kullanılan solvente, farklı konsantrasyonlardaki zayıf (Asetik asit 0,8 M ve 1,6 M) ve kuvvetli (Sülfirik asit 0,8 M



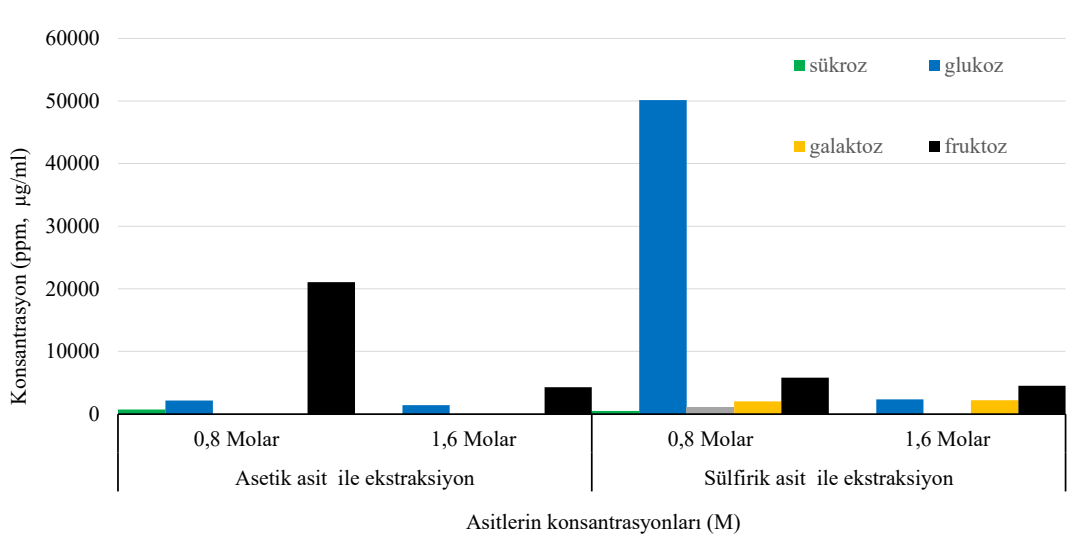
Şekil 3. Enzim ekstraksiyonu ile çiriş yumrularının şeker oranları
Figure 3. Sugar rates of Asphodel tubers in enzymatic extraction



Şekil 4. Çiriş otu yumrularının farklı sürelerde saf su ekstraksiyonu sonrası şeker oranları
Figure 4. Sugar rates of Asphodel tubers after deionized water extraction

ve 1,6 M) asit eklenmiştir. Asit muamelesinde dimer, oligomer veya polimer formunda bulunan beş veya altı karbonlu şekerlerin hidrolizi amaçlanmıştır; bu hidroliz neticesinde şeker birimlerinin önemli bir seviyede değiştiği gözlenmiştir. Yumrunun bileşiminde bulunan sükroz miktarı hem asetik asitle muamelede (720 µg/ml), hem de sülfirik asitle muamelede (505 µg/ml) diğer ekstraksiyon metodlarına göre en alt seviyede tespit edilmiştir. Sükroz oranı zayıf aside göre kuvvetli asitte, hidroliz dere-

cesinin daha yüksek olmasından dolayı azalmıştır. Her iki asitte de konsantrasyonun artışı sükrozun tamamen hidroliz olup bitmesine sebep olmuştur. Sükrozun hidrolizi glukoz konsantrasyonunu da artırmıştır. Hidroliz derecesinin sülfirik asitte diğer asite göre daha yüksek olması, glukoz miktarının en yüksek oranda olmasına neden olmuştur; hatta bütün ekstraksiyon yöntemleri karşılaştırıldığında en yüksek glukoz 0,8 M sülfirik asitli ortamda 50.144 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Her iki



Şekil 5. Zayıf ve kuvvetli asit ile hidroliz edilen çiriş yumrularının şeker miktarları
Figure 5. Sugar amounts of Asphodel tubers in acidic method

asitte de konsantrasyonun artışı glukoz miktarının asetik asit için 2.142 µg/ml'den 1.407 µg/ml'ye ve sülfürik asit için 50.144 µg/ml'den 2.329 µg/ml'ye düşmesine sebep olmuştur. Bu sonuçlar asit konsantrasyonunun glukozu HMF'ye dönüştürdüğünü ve bu yüzden glukoz oranının azaldığı şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 5).

Fruktoz miktarı da, glukozdaki gibi, sükrozun hidrolizine bağlı olarak asit takviyesi ile yüksek seviyede tespit edilmiştir. Ancak asidin konsantrasyonunun artması ile fruktoz miktarı zayıf asit için 21.066 µg/ml'den 4.256 µg/ml'ye ve kuvvetli asit için 5.786 µg/ml'den 4.493 µg/ml'ye büyük oranda düşüş göstermiştir. Asite bağlı olarak fruktoz miktarının glukozu göre daha çok düşmesi, muhtemelen HMF direnci açısından fruktozun aside daha dayanıksız olduğunu göstermiştir. Zayıf asit ile ekstraksiyonda çiriş yumruları içerisindeki odunsu yapılar tam anlamı ile hidroliz edilememiştir. Çünkü odunsu yapıların hidrolizinden gelen galaktoz ve ksiloz bu metotta saptanamamış; ancak kuvvetli asitte bu iki şeker birimi de tespit edilebilmiştir. Yumrudan galaktozun elde edilmesi için kuvvetli asit konsantrasyonu önemli bir rol oynamış; hatta asit konsantrasyonunun artışına bağlı olarak galaktoz miktarı 2.031 µg/ml'den 2.180 µg/ml'ye yükselmiştir. Ksiloz miktarı ise 0,8 M sülfürik asit ile 1.043 µg/ml olarak tespit edilebilmiştir (Şekil 5).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada çiriş otu yumrularının ekstraksiyon verimleri ve çözünebilir şeker kompozisyonları incelenmiştir. Bu amaçla ekstraksiyon işleminde 150µL, 300 µL ve 450 µL hacimlerinde enzim ekstraksiyonları (Gluko-Amilaz, α-Amilaz ve eşit oranda beraber α-Amilaz & Gluko-Amilaz enzimleri), saf su ekstraksiyonları (60 dk, 90 dk, 120 dk ve 180 dk) ve asidik ekstraksiyonlar (0,8 M ve 1,6 M konsantrasyonunda asetik ve sülfürik asit) ile çiriş otu yumrularının hidrolizleri ve ekstraksiyonları yapılmıştır.

Ekstraksiyon türlerinin farklılaşması verim miktarlarının da önemli oranda değişmesine sebep olmuş; genel olarak ekstraksiyon verimleri % 81-96 arasında tespit edilmiştir. Çözücü içinde enzim miktarının artması ekstraksiyon verimini artırmış; ancak enzimlerin sinerjik etkisi ekstraksiyon verimlerinde etkili olmamıştır. Asitler de hidroliz verimini artırmak için çözücü içine takviye edilmiştir. Elde edilen verilere göre, asit konsantrasyonlarının artması ile ekstraksiyon verimleri yükselmiştir. Ancak sülfürik asit, asetik aside göre, verimi daha çok artırmıştır ki sebebi yumru liflerinin kuvvetli asit ile hidrolize uğramasıdır. Aslında enzim ve asit takviyeleri ile ekstraksiyon metotla-

rının aksine, bir katkının olmadığı saf su ekstraksiyonunda en yüksek verim belirlenmiştir. Verim açısından saf su ekstraksiyonu yeterli ve en etkili metot olarak tespit edilmiştir.

Çiriş otu yumrularında glukoz, galaktoz, ksiloz, fruktoz ve sükroz şeker kompozisyonları HPLC-RID cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Yumrulara uygulanan farklı ekstraksiyon türleri tespit edilen şekerlerin oranlarını önemli seviyede etkilemiştir. Kromatogramlardan elde edilen sonuçlara göre en yüksek sükroz oranı 450 µL hacimde eşit oranda beraber kullanılan α-Amilaz & Gluko-Amilaz enzimleri varlığında 2.510 µg/ml olarak belirlenirken, hem kuvvetli hem de zayıf asidin olduğu 1,6 M ortamda sükroz tamamen tükenmiştir. En fazla glukoz miktarı 0,8 M kuvvetli asidin olduğu ortamda 50.144 µg/ml olarak belirlenmiştir; glukozun en az olduğu ekstraksiyon ise 180 dk saf su ekstraksiyonu ile gözlenmiştir. Ksiloz miktarı neredeyse bütün ekstraksiyon türlerinde gözlenmemesine rağmen; 0,8 M kuvvetli asidin olduğu ortamda 1.043 µg/ml konsantrasyonda hidroliz edilebilmiştir. Galaktoz ise ekstraksiyon metotlarının hemen hemen yarısında hidroliz edilememiştir. Galaktozun en fazla hidroliz edilebildiği metot ise 1,6 M kuvvetli asidin olduğu ortamda 2.180 µg/ml olarak belirlenebilmiştir. Yumruda bulunan fruktoz miktarı bütün ekstraksiyon metotlarında glukozda olduğu gibi gözlenebilmiştir. En fazla fruktozun olduğu ekstraksiyon metodu ise 0,8 M zayıf asidin olduğu ortamda 21.066 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Fruktozun en düşük miktarı ise 180 dk saf su ekstraksiyonu metodunda ve tespit edilebilir sınır konsantrasyonun altında bir değer vermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma çerçevesinde, çiriş otu yumrularının nereden temin edileceği hakkında ve bitki teşhisi hususunda yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Tolga OK'a teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

Alma, M.H., Karaoğul, E., Ertaş, M. ve Altuntaş, E. 2011. Analysis and Comparison of Some Thyme Kinds Growing Natural Habitat and Culture Habitat, II. International Non-Wood Forest Products Symposium, 8-10 Eylül: 68.

Batu, A., Aydoymuş, R.E., Batu, H.S. 2014. Gıdalarda Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 9, No: 1, 2014 40-55.

Baytop, T 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.

- Birincioğlu, S., alış, İ., Avcı, H. Erdađ, B. 2005. Pathological and Phytochemical Investigation of Neuronal Lipofuscinosis Caused by *Asphodelus aestivus* in Sheep: I. Pathological Findings, *Turk J Vet Anim Sci* 29 (2005) 1351-1356.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 8, Edinburgh Universty Press, Edinburgh.
- Gürhan, G. ve Ezer, N., 2004. "Halk Arasında Hemoroit Tedavisinde Kullanılan Bitkiler-1", *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 24: 37-55.
- İmamoğlu, S., 2010. *Asphodelus aestivus* Brot. (iriř otu) Bitkisinin eřitli Ekstraktlarının In Vitro Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Biyokimya Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Karaogul, E., Kirecci, E., Alma, M.H. 2016. Determination of Phenolic Compounds From Turkish Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.) Roots By High Performance Liquid Chromatography; Its Antimicrobial Activities, *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 25 No. 7/2016, pages 2356-2363.
- Karataş, F., Bektař, İ., Biriřik, A., Aydın, Z., Kurtul A., 2011. Çiriş Otu'nda (*Asphodelus aestivus* L.) Suda özünen Bazı Bileřiklerin Araştırılması, *DU Journal of Science (E-Journal)*, 2011, 6 (1): 35-39.
- Lee, H.S., Nagy, S., (1990). Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethylfurfural in sugar-catalyst model systems. *J. Food Process. Preserv.* 14, 171-178.
- Oskay, M. Aktas, K. Sari, D. Azeri, C. 2007. A comparative study of antimicrobial activity using well and disk diffusion method on *Asphodelus aestivus* (Liliaceae), *Ekoloji* , 16(62) : 62- 65.
- Özdemir, A. ve Sıdal, U., 2013. *Streptomyces* sp. MC10 Suřunun Alfa Amilaz Üretim Kabiliyetinin Belirlenmesi, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 9.1 (2013) 39 – 46.
- Peksel, A. Imamođlu, S., 2009. Antioxidative properties of extracts from *asphodelus aestivus* brot (liliaceae), *Annals of Nutrition and Metabolism* , 55: 596 -596 Suppl. 1.
- Polunin, O, Huxley, A., 1987 *Flowers of the Mediterranean*. Hogarth Press, London.
- Polycarpos, P., 2009. Review Bioethanol production from *Asphodelus aestivus*, *Renewable Energy* 34, 2525–2527.
- Tosun, F., Akyüz, Kızılay, ., Sener, B., Vura, M., Pallitapongarnpim, P., 2004. Antimycobacterial Activity of Some Turkish Plants, *Pharmaceutical Biology*, 42: 39- 43.
- Ugulu, I., Baslar, S., Yorek, N., Dogan, Y., 2009. The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir province, Turkey, *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(5): 345-367.
- (URL-1). [http:// www.google.com.tr/patents?id=MZAgAAAAEBAJ&zoom=4&dq=asphodelus %20white%20 blood%20%20cell&pg=PA1#v=onepage&q&f=false](http://www.google.com.tr/patents?id=MZAgAAAAEBAJ&zoom=4&dq=asphodelus%20white%20blood%20%20cell&pg=PA1#v=onepage&q&f=false) (Erişim tarihi: 06.03.2018)
- Wahlborn, C.F., Hagerdal, B., 2002. Furfural, 5-Hydroxymethyl Furfural, and acetone act as external electron acceptors during anaerobic fermentation of xylose in recombinant *Saccharomyces cerevisiae*, *Biotechnology and Bioengineering*, 78, 2, 172-178.
- Yağan, B.D., Gönüz, A., ve Atař, S., 2008. "A Study On Heavy Metal Accumulation By *Asphodelus aestivus* Brot. Taxon and Plant and Soil Texture Features In Tuzla Area,Canakkale-TURKEY", *Balwois* 27: 1-4.

Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) beş yaşlı fidanlarında bazı kantitatif karakterlerin çeşitliliği

Murat ALAN (Orcid: 0000-0002-0226-1664)*¹, Ercan VELİOĞLU (Orcid: 0000-0002-8448-8677)²,
Turgay EZEN (Orcid: 0000-0002-3697-3694)³, Sadi ŞIKLAR (Orcid: 0000-0002-2297-9681)⁴,
Hikmet ÖZTÜRK (Orcid: 0000-0002-5272-0929)⁴

¹ Karabük Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü KARABÜK

² Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İZMİT

³ Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

⁴ Emekli Orman Mühendisi

*Sorumlu yazar/Corresponding author: muratalan@karabuk.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 13.02.2018, Kabul tarihi/Accepted: 02.04.2018

Öz

Anadolu sığla ağacı yayılış alanının tamamında 18 populasyon örneklenmiş, bu populasyonlar moleküler belirteç yöntemi ile değerlendirilerek genetik çeşitliliği en yüksek dokuz adet populasyon (Bozdağ, Çetibeli, Değirmenyanı, Günlükbaşı, Günnücek, Kıyra, Köyceğiz, Yatağan, Yılanlı) belirlenmiştir. Belirlenen bu populasyonlardan örneklenen 16-27 arasında değişen ağaçtan tohumlar toplanmıştır. Toplanan tohumlarla yetiştirilen fidanlar kullanılarak tesadüf blokları deneme deseninde, tek ağaç parsel düzenlemesi ile 2009 yılında 25 bloklu bir deneme kurulmuştur. Her blokta toplam 223 aile yer almış; beşinci yaşta boy, göğüs çapı ve tepe tacı ölçülmüştür.

Özelliklerin tamamında populasyonlar ve aileler arası farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur. Populasyonlar için farklı gruplara bakıldığında, genel olarak Bozdağ ile Yatağan populasyonları dışındaki populasyonlar bir grupta yer almışlardır. Ayrıca Bozdağ ve Yatağan populasyonları da birbirlerinden istatistik olarak farklılık göstermiştir. Populasyonlar arasında bulunan genetik mesafeler ve bu mesafelere göre oluşturulan benzerlik ağacında da Bozdağ ve Yatağan populasyonlarının farklı olduğu ortaya çıkmıştır.

Aile ortalamaları kalıtım dereceleri ve standart hataları, göğüs çapı, boy ve taç çapı için sırasıyla $0,54 \pm 0,09$; $0,62 \pm 0,09$ ve $0,40 \pm 0,10$ genetik varyasyon katsayıları aynı sırayla % 13,4; % 9,1 ve % 7,1 bulunmuştur. Bulgular gen koruma açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gen koruma, kalıtım derecesi, genetik varyasyon, adaptasyon, genetik mesafe

Diversity of some quantitative characters of Oriental sweet gum (*Liquidambar orientalis* Mill.) for five-year-old seedlings

Abstract

Eighteen populations were sampled from the distribution area of Oriental sweet gum. The populations were evaluated by molecular markers method and chosen nine out of 18 population (Bozdağ, Çetibeli, Değirmenyanı, Günlükbaşı, Günnücek, Kıyra, Köyceğiz, Yatağan, Yılanlı) in terms of genetic diversity. Seeds were collected from 16-27 mother trees of these nine populations. Using seedlings grown with collected seeds, a common garden test was established in 2009. Randomized complete block design with the single-tree plot was used for the common garden test. A number of the block was 25 in the common garden test. A total of 223 families were included in each block, and the fifth-year height, breast height diameter, and crown diameter were measured.

Statistically significant differences were found between populations for all the traits. When looking at different groups, Bozdağ and Yatağan population were different from other populations in general. There was also a difference between Bozdağ and Yatağan populations. The genetic distances between the populations and the neighborhood tree which were formed by genetic distances also showed that the most different populations were Bozdağ and Yatağan.

The individual heritabilities and their standard errors were 0.54 ± 0.09 , 0.62 ± 0.09 and 0.40 ± 0.10 for the height, breast height diameter, and crown diameter respectively, the additive genetic variation coefficients were also 13.4%, 9.1%, and 7.1%, respectively. The findings were evaluated in terms of gene conservation.

Keywords: Gene conservation, heritability, genetic variation, adaptation, genetic distance

To cite this article (Atf): ALAN, M., VELİOĞLU, E., EZEN, T., ŞIKLAR, S., ÖZTÜRK, H. (2018). Anadolu Sığlasında (*Liquidambar orientalis* Mill.) bazı kantitatif karakterlerin çeşitliliği: beşinci yaş sonuçları. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (1), 74-81.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.394156>

1. Giriş

Türkiye’de, eskiden amberi sail denilen (Acatay, 1963), bugünse Anadolu sığla ağacı, Günlük ağacı ya da Amber ağacı olarak bilinen *Liquidambar orientalis*, Altingiaceae familyasına ait olan ve ülkemizde yayılış gösteren bir türdür (Örtel, 1988; Köse ve Yılmaz, 2014). Anadolu sığla ağaçlarının gövdelerinde yaralanmalar sonucunda patolojik balsam kanalları oluşur. Bu bakımdan, “sıvı” anlamına gelen “Liquidus” ve “güzel kokulu” anlamına gelen Arapça “Amber” kelimeleri birleştirilerek, bu cinse “*Liquidambar*” adı verilmiştir (Kayacık, 1981; Köse ve Yılmaz, 2014).

Bataklıklar, vadiler, akarsu ve dere kenarları, deniz kıyısı gibi nemli ve taban suyu yüksek yerlerin yanı sıra ender olarak kurak yamaçlarda da yetişebilir. Coğrafi olarak, Muğla ilinde yayılış göstermekle birlikte, Aydın, Denizli, Burdur ve Antalya illerinde de görülmektedir. 0-400 m’ler arası uygun yetişme ortamı olmakla birlikte 1100 m’de yayılış alanları saptanmıştır. Rodos Adası’ndaki yayılış dışında ülkemiz için endemik bir türdür. (Efe, 1987; Alan ve Kaya, 2003; Velioğlu ve ark., 2008; Köse ve Yılmaz, 2014).

Anadolu sığla ağacı doğal yayılış alanı, 1947 yılında 7000 ha iken 2002 yılında 3200 ha’ya düşmüştür. Benzer şekilde, 180 ton olan sığla yağı üretimi de 2013 yılında 1110 kg’a inmiştir (Alan ve Kaya, 2003; Velioğlu ve ark., 2008; OGM, 2015). Diğer yandan sığla yağı üretimi, hiç üretimin olmayabileceği yılları da içeren dalgalı bir seyir izlemektedir. Doğal yayılış alanı ve üretimde görülen düşüşün, tekniğine uygun olmayan yağ üretimi, otlatma, Anadolu sığla ağacının yetişme alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi gibi nedenlerden kaynaklandığı öne sürülmektedir (Alan ve Kaya, 2003; Velioğlu ve ark., 2008).

Doğal yayılıştaki ve yağ üretiminde görülen düşüşün önüne geçilebilmesi için Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (OATIAM) bünyesinde daha önceden yapılmış tohum bahçesi ve gen koruma ormanı seçim çalışmalarına (OATIAM, 2016) ek olarak bazı yeni çalışmalar başlatılmıştır. Bu kapsamda Anadolu Sığla ağacı, Avrupa Orman Gen Kaynakları Programında (EUFORGEN) öncelikli türlerden biri olarak belirlenmiş ve bir gen koruma kılavuzu hazırlanmıştır (Alan ve Kaya, 2003; EUFORGEN, 2017). Daha sonraki yıllarda doğal Anadolu sığla ağacının yayılış alanları taranarak 18 adet popülasyon belirlenmiş, bu popülasyonlarda moleküler belirteçler kullanılarak popülasyon genetiği parametreleri tahmin edilmiştir (Velioğlu ve ark., 2008). Moleküler çalışmanın sonucunda popülasyonlar

arasında gen akışının düşük ve popülasyonlar arası farklılaşmanın yüksek olduğu bulunmuş, dokuz popülasyonun *ex situ* olarak korunması önerilmiştir. Bu öneri doğrultusunda 2009 yılında bir ortak bahçe denemesi (common garden test) kurulmuştur.

Gen korumanın, hatalıklar ve iklim dalgalanmalarına (extremes) karşı ağaçlandırma üretimlerinde genetik çeşitliliği sürdürmek, ıslah için gelecekteki öneminden dolayı genleri tutmak (preservation) ve ekosistem sürekliliğini ilerletmek için türü korumak olarak sayılabilen üç yönü bulunmaktadır (Ledig, 1986). Anadolu sığlasında türün alanının daralması ve genetik çeşitliliğinin azalması göz önüne alındığında bu üç amaçtan daha çok sonucusu geçerli olmaktadır. Türün korunması için genetik çeşitliliğin tür içinde dağılımı ve düzeyi hakkında bilgi gereksinimi bulunmakta, genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi ise genetik çeşitliliğin belirlenmesinde kullanılan tekniklere bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir (O’Brien ve ark., 2007). Tekniklerden biri olan moleküler belirteçler (isosyme, monoterpen, AFLP, RFLP, RAPD, SSR), varyasyonun coğrafik modellerinden bağımsız, en iyi olasılıkla çevresel değişikliklerle zayıf bir bağlantı göstermekte, bu nedenle çevre baskısı açısından etkisiz (neutral) olduğu kabul edilmektedir. Bu çerçevede, moleküler belirteçler, genetik kaymanın etkileri ile gen akışının konumsal ve zamansal varyasyonu, eşleşme sisteminin değerlendirilmesi üzerine çalışmalar için oldukça uygundur. Bununla birlikte kantitatif özelliklerin ortak bahçe testleri ile adaptif varyasyonun modellerini tanımlamak, çok daha bilgilendirici olmaktadır. Bu açıklamalar ışığında bir türde genetik varyasyonun modelleri ve düzeyi ile evrimsel nedenleri belirleyebilmek için her iki tekniğe de gereksinim bulunmaktadır (White ve ark., 2007; Eriksson ve ark., 2013). Diğer yandan Eriksson ve ark., (2013), ölçülebilen (metric), yani kantitatif özelliklerin, farklı çevresel koşullara uyumun bir sonucu olarak, farklılığın ortaya konulması ile ilgilenildiğinde oldukça üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Başarılı bir gen koruma stratejisinin, kabul edilebilir bir kantitatif çerçeve gerektirdiği belirtilmekte, kantitatif genetiğin deneysel (empirical) ve kuramsal bulguları yanında, gen frekanslarının bütüncül bir yaklaşımla kullanılması önerilmektedir (Yanchuk, 2001). Diğer yandan popülasyonların genetik yapısının belirlenmesinde moleküler çalışmaları tamamlayacak şekilde, ortak bahçe testleri ile kantitatif özelliklerin de ortaya konulmasının, türün genetik çeşitliliği ve adaptasyonu bakımından gerekli olduğu belirtilmiştir (Eriksson ve ark., 2003; O’Brien ve ark., 2007; White ve ark., 2007). Sığla (*Liquidambar*) cinsinde oldukça fazla moleküler

çalışma olmasına karşın, populasyonların genetik yapısının kantitatif özellikler ile ortaya konulduğu çalışmalara rastlanılmamıştır.

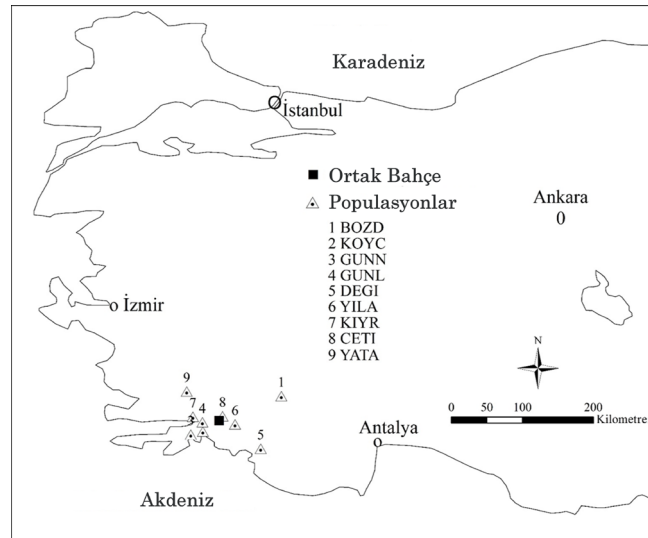
Anadolu sığla ağacında, Veliöğlu ve ark. (2008) tarafından moleküler belirteçler kullanılarak 18 populasyon üzerinde yapılan çalışma, türün gen koruma stratejisi açısından oldukça önemli bilgiler sağlamıştır. Bunun yanında populasyonların genetik yapısını ortaya koyan ve türün adaptasyonuna ilişkin bilgiler verdiği kabul edilen kantitatif çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile Anadolu sığla ağacının 5. yaşa ait bazı kantitatif özellikler kullanılarak populasyonların genetik yapısının ortaya konulması, böylece türün adaptasyon ve gen koruma açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Veliöğlu ve ark. (2008) tarafından RAPD belirteçleriyle elde edilen genetik çeşitlilik parametreleri ile, ITS ve kloroplast rps16 bölgesi dizi analiziyle elde edilen veriler ışığında, yüksek genetik çeşitliliğe sahip olan populasyonlar ve minimum farklılaşma ağacında en çok farklılık gösteren dokuz populasyon *ex situ* koruma için önerilmiştir. Ortak bahçe testinde bulunan, önerilmiş dokuz populasyon ve deneme alanının konumları Şekil 1'de verilmiştir. Ortak bahçe testinde bulunan dokuz populasyonun, 5 ile 1.100 m yükselteleri arasında bulunduğu, populasyonların da 16 ile 27 arasında aile ile temsil edildiği görülmektedir (Tablo 1). Populasyonlar ayrıca dere boyu yayılış gösteren veya meşcere oluşturan olarak da ayrılmıştır. Populasyonlarda tohum toplanan ebeveyn ağaçlar arasında en az 100 m mesafe olmasına, 300 m'den fazla

yükselti farkı olmamasına ve ağaçların yaklaşık aynı yaşta olmasına dikkat edilmiştir. Dere boyu populasyonlarında yükselti farkı gözetilememiş, ağaçlar arasındaki mesafe meşcere kurmuş populasyonlardaki gibi uygulanmıştır. Toplanan tohumlar ayrı torbalarda aile numaraları yazılı etiketler bağlanarak, soğuk hava deposunda ekim yapılınca kadar saklanmıştır.

Hazırlanmış tohumlar, Muğla Gökova Fidanlığında ENSO Tipi olarak adlandırılan 259 cm³ hacminde, 45 adet plastik tüp içeren fidan tepsilerine 2008 yılı şubat başında ekilmiştir. Tüp materyali olarak %75 Finlandiya turbası, % 25 kabuk kompostu karışımı kullanılmıştır. Ekim yapılan her bir tepsiye aile numaraları yazılmış, ayrıca aile numaralarını belirten etiketler konulmuştur. Fidan yetiştirme ortamının besi maddesi içermemesi nedeniyle, fidanlara sulama suyu ile birlikte gelişim evrelerine göre değişen dozlarda NPK (Azot, Fosfor, Potasyum) içeren gübre verilmiştir. Ekimlerde, tohumun boş olması ya da çimlenmemesi olasılığına karşı her bir göze yaklaşık 2-3 adet tohum ekilmiştir. Birden fazla tohumun çimlendiği gözlerde her bir gözde bir fidan kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Yetiştirilen fidanlar 2009 yılı mart sonunda, Muğla İli, 37° 0' 18" kuzey enlemi ve 28° 30' 14" doğu boylamında bir ortak bahçe testine dikilmişlerdir. Ortak bahçe testi yaklaşık 9 hektar alanı kaplamış, fidanlar "tesadüf blokları deneme deseni" kullanılarak 4x3 m aralık-mesafede dikilmiştir. Bloklarda, tek ağaç parsel düzenlemesi kullanılmış, bir bloktaki aile sayısı ise 223 olmuştur. Birinci yılın sonunda % 10 kuruma olmuş, öncelikle aynı aileden, olmaması durumunda ise başka aileden dolgu fidanları ile tamamlama yapılmıştır.



Şekil 1. Populasyonlar ve deneme alanı
Figure 1. Locations of populations and common garden test

Tablo 1. Populasyonların özellikleri
Table 1. Information of populations

Population orijini	Kodu	Aile sayısı	Fidan sayısı	Populasyon tipi	Yükselti (m)	K Enlem, D Boylam
Acıpayam-Bozdağ	Bozd	16	349	Meşcere	1100	37° 18' 58" 29° 17' 31"
Köyceğiz- Köycegiz	Koyc	26	574	Meşcere	10	36° 57' 30" 28° 42' 09"
Marmaris-Günnücek	Gunn	24	499	Meşcere	5	36° 51' 30" 28° 17' 38"
Fethiye-Günlükbaşı	Gunl	27	601	Meşcere	5	36° 40' 12" 29° 07' 37"
Marmaris-Değirmenyani	Deği	25	578	Meşcere	5	36° 49' 21" 28° 08' 19"
Muğla-Yılanlı	Yıla	25	548	Dere boyu	250	37° 02' 27" 28° 10' 21"
Muğla-Kıyra	Kıyr	25	556	Dere boyu	50	37° 03' 42" 28° 32' 47"
Marmaris-Çetibeli	Ceti	26	582	Dere boyu	30	36° 58' 57" 28° 17' 38"
Muğla-Yatağan	Yata	26	492	Dere boyu	250	37° 22' 29" 28° 05' 27"
Toplam		223	4.779			

Deneme fidanlarında 2013 yılı vejetasyon mevsimi sonunda, boy (cm), göğüs çapı (mm) ve taç çapı (cm) olarak ölçülmüştür. Taç çapı için birbirine dik olarak (sıra-sütun) iki yönlü ölçüm yapılmış, iki ölçümün ortalaması değerlendirilmeye alınmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde aşağıdaki istatistik karma (mixed) model kullanılmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + f_{k(j)} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} : i . blokta, j . popülasyonda, k . ailenin gözlem değerini, B_i : i . bloğun sabit etkisini ($i=1,...,25$), P_j : j . populasyonun sabit etkisini ($j=1,..,9$), $f_{k(j)}$: j . populasyondaki k . ailenin rastlantısal etkisini ($k=1,...,27$), e_{ijkl} : deneysel hatayı göstermektedir.

Aile ortalamaları kalıtım dereceleri ve genetik varyasyon katsayıları ise aşağıdaki eşitlikler ile tahmin edilmiştir.

$$h_f^2 = \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + (\sigma_e^2/n)} \quad C v_g = \frac{\sqrt{4\sigma_f^2}}{\bar{X}}$$

Eşitliklerde;

h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesini, σ_f^2 : aile varyansını, σ_e^2 : hata varyansını, n : ailelerdeki birey sayısının harmonik ortalamasını (22,085), $C v_g$: eklemeli genetik varyasyon katsayısını, \bar{X} : ilgili özellikteki aritmetik ortalamayı göstermektedir.

Aile ortalamaları kalıtım derecesinin standart hataları Dieters ve ark. (1995) tarafından önerilen Dickerson Yöntemi ile tahmin edilmiştir.

Üç özellik (boy, göğüs çapı ve taç çapı) kullanılarak, populasyonlar arası uzaklık, euclid yöntemi ile tahmin edilmiş ve genetik benzerlik ağacı oluşturulmuştur. Analizlerde SAS 9.0 kullanılmıştır (SAS Institute Inc., 2002).

3. Bulgular

Yapılan varyans analizinde tüm özelliklerde populasyonlar, bloklar ve aileler arası farklılıklar $Pr < 0,0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Tukey testi kullanılarak, yapılan karşılaştırma sonucunda populasyonlar için oluşan farklı gruplar Tablo 3'te görülmektedir. Yatağan ve Bozdağ populasyonları her üç özellikte de yavaş gelişme göstermiş, farklı gruplarda yer almışlardır. Diğer yedi populasyon ise üç özellik için de daha iyi gelişme göstermiş ve yedi populasyonun bulunduğu gruplar birbirinden çok net olarak ayrılmamış, içi-çe girmişlerdir.

Özellikler için bulunan varyans bileşenleri, eklemeli genetik varyasyon katsayıları ve aile ortalamaları kalıtım dereceleri Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre en düşük kalıtım derecesi taç çapında görülürken, en yüksek kalıtım derecesi boyda görülmüştür. Eklemeli genetik varyasyon katsayısı

Tablo 2. Göğüs çapı, boy ve taç çapı için varyans analizi
Table 2. Analysis of variance for breast height diameter, height and crown diameter

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Özelliklerin kareler ortalaması		
		Göğüs çapı	Boy	Taç çapı
Blok	24	2.052,94***	97.134,00***	55.775,00***
Populasyon	8	2.959,71***	131.820,00***	63.493,00***
Aile (Populasyon)	207	83,48***	4.168,50***	1.816,61***
Hata	4.533	38,33	1.597,41	1.097,39

***, farklılığın P<0,0001 düzeyinde önemli olduğunu göstermektedir

ise en yüksek göğüs çapında, en düşük ise taç çapında tahmin edilmiştir.

Üç özellik kullanılarak, populasyonlar arası uzaklık tahmin edilmiştir (Tablo 5). Buna göre, en uzak populasyonlar Yılanlı ve Bozdağ (5,315), en yakın populasyonlar da Köyceğiz ve Çetibeli (0,191) olmuştur. Bozdağ, diğer populasyonlar ile uzaklık açısından en yüksek değerleri alırken, Yatağan da onu izlemiştir.

Uzaklık değerleri kullanılarak genetik benzerlik ağacı oluşturulmuştur (Şekil 2). Benzerlik ağacında iki ana grup oluşmuştur. Birinci grupta Yatağan ve Bozdağ, ikinci grupta ise kalan yedi populasyon yer almışlardır. Yedi populasyonun yer aldığı ikinci grupta da iki grup oluşmuş, birinci grupta Kıyra ve Günnücek, ikinci grupta ise kalan beş populasyon yer almıştır. Bu beş populasyon içinde de en yakın olan populasyonlar Köyceğiz ve Çetibeli olmuştur.

Tablo 3. Göğüs çapı, boy ve taç çapı için Tukey çoklu karşılaştırma testleri
Table 3. Tukey multiple comparison tests for breast height diameter, height and crown diameter

Populasyonlar	Göğüs çapı (mm)	Boy (cm)	Taç çapı (cm)
Koyc	23,55 a ¹	245,90 abc	163,58 ab
Ceti	23,18 ab	246,08 abc	165,20 ab
Yıla	22,94 ab	250,58 a	171,52 a
Degi	22,75 ab	248,62 ab	163,63 ab
Gunl	22,05 abc	243,85 abc	161,50 b
Kiyr	21,39 bc	235,52 c	160,15 b
Gunn	20,39 c	237,34 bc	159,87 b
Yata	18,02 d	215,79 d	150,74 c
Bozd	15,73 e	198,38 e	128,40 d
Ortalama±sh ²	21,45±0,01	237,86±0,71	159,75±0,56

¹Harfler 0,05 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. sh²: standart hata

Tablo 4.Varyans bileşenleri, ±standart hataları, aile ortalamaları kalıtım dereceleri, eklemeli genetik varyasyon katsayıları

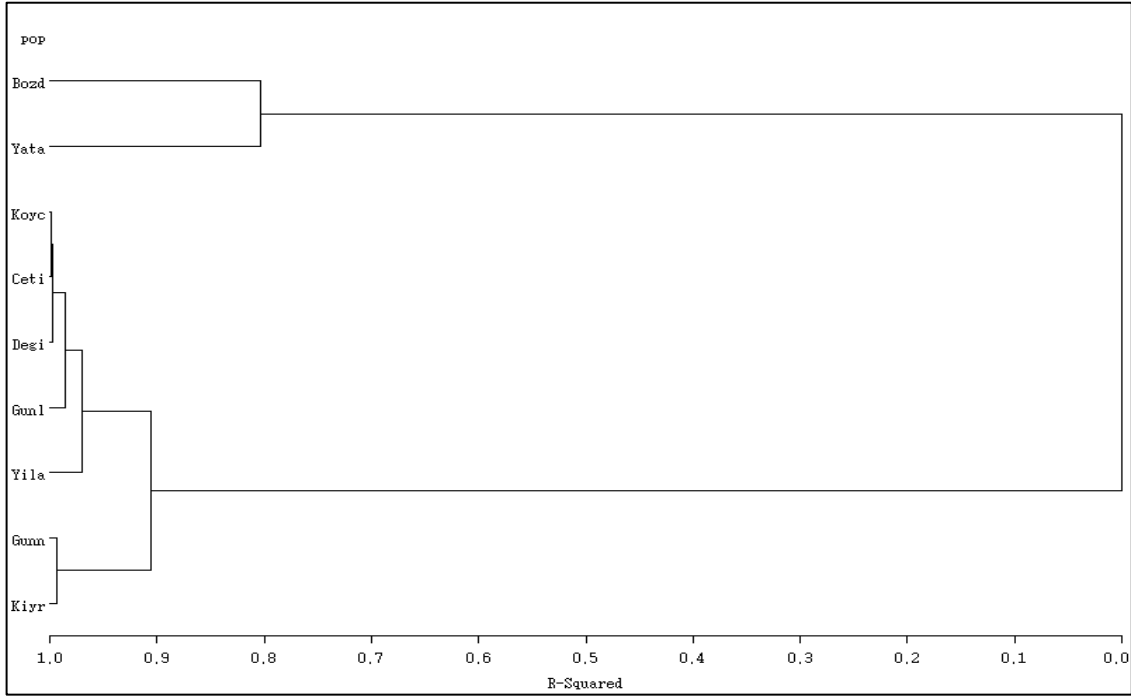
Table 4.Variance components, ±standard errors, family mean heritabilities, additive genetic coefficient of variations

Varyasyon kaynağı	Özellikler		
	Göğüs çapı	Boy	Taç çapı
Aile (Populasyon)	2,07±0,37	116,42±18,61	32,57±8,19
Hata	38,33±0,80	1.597,41±33,54	1.097,39±23,05
h_f^2	0,54±0,09	0,62±0,09	0,40±0,10
Cv_g (%)	13,47	9,09	7,32

h_f^2 : aile ortalamaları kalıtım derecesi, Cv_g (%): eklemeli genetik varyasyon katsayısı

Tablo 5. Boy, göğüs çapı ve taç çapı kullanılarak tahmin edilen poulasyonlar arası uzaklıklar
Table 5. Estimated distances between populations using height, breast height diameter and crown diameter

Populasyonlar	Bozd	Koyc	Gunn	Gunl	Deği	Yıla	Kiyr	Ceti
Bozd	0							
Koyc	4,902	0						
Gunn	3,802	1,319	0					
Gunl	4,405	0,611	0,726	0				
Deği	4,843	0,344	1,156	0,448	0			
Yıla	5,315	0,717	1,537	0,955	0,623	0		
Kiyr	3,938	1,048	0,389	0,542	0,976	1,387	0	
Ceti	4,858	0,191	1,198	0,501	0,238	0,601	0,955	0
Yata	2,211	2,898	1,701	2,368	2,816	3,200	1,860	2,815



Şekil 2. Populasyonlar arası benzerlik ağacı
Figure 2. Neighborhood tree between populations

4. Tartışma ve Sonuç

Populasyonlar arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur. Velioğlu ve ark. (2008) çalışmalarında, toplam 18 populasyon için populasyonlar arası farklılaşmanın yüksek ($G_{ST}=0,54$) olduğunu, yine farklılaşmaya ait bir parametre olan populasyonlar arası gen akışını gösteren N_m (number of migrants) değerinin 0,42 olduğunu, oysa bu değer 1,00'den küçük olması durumunda, genetik kayma (genetic drift) yüzünden pou-

lasyonlar arasında farklılaşmanın gözleneceğini, 0,50'nin altına inmesinin ise kritik sonuçlara neden olacağını belirtmişlerdir. Bu açıklamalar Anadolu sığla ağacında populasyonlar arasında türleşmeye varabilecek farklılaşmaya işaret etmektedir. Diğer yandan Velioğlu ve ark. (2008) tarafından ortaya konulan bulgular ile bu çalışmada dokuz populasyon için yapılan varyans analizinde populasyonlar arasında bulunan farklılıklar uyumlu gözükmektedir. Ancak, populasyonlara ilişkin çoklu karşılaştırma test sonuçlarına bakıldığında Bozdağ ve

Yatağan populasyonlarının ayrı ayrı gruplarda yer aldığı, diğer yedi populasyonun ise çok net ayrılmayıp iç içe geçtiği ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla çalışmadaki dokuz populasyon düşünüldüğünde, populasyonlar arası farklılaşmanın, daha çok Bozdağ ve Yatağan populasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan yapılan bir başka çalışmada da yedi populasyonun bulunduğu bölge, Anadolu sığla ağacının gen merkezi olarak nitelendirilmiştir (Özdilek ve ark., 2012). Ayrıca bu çalışmada tahmin edilen genetik mesafeler ve benzerlik ağacı Bozdağ ve Yatağan populasyonlarının farklılaştığını göstermektedir. En yüksek genetik uzaklıkların Bozdağ ile diğer populasyonlar arasında olduğu, Bozdağ'dan düşük olmakla birlikte Yatağan populasyonunun da diğer populasyonlarla genetik mesafesinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla dokuz populusyona ait kantitatif özelliklerden ortaya çıkan bulguların da Bozdağ ve Yatağan dışındaki diğer yedi populasyonun yer aldığı bölgenin Anadolu sığla ağacının gen merkezi olması yönündeki görüşü desteklediği düşünülmektedir.

Varyans analizinde aileler arası (populasyon içi) farklılık da oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durum Anadolu sığla ağacında aileler arası genetik çeşitliliğin de yüksek olduğunu göstermektedir. Aileler arası genetik çeşitliliğin bir göstergesi olan aile ortalamaları kalıtım dereceleri, orman ağaçlarında görülen aile ortalamaları kalıtım dereceleri ile uyumlu, boy için yüksek olmakla birlikte göğüs çapı ve taç çapı için ise ortalama bir düzey göstermiştir (Ekberg ve ark., 1985). Diğer yandan, bu çalışmada bulunan aile ortalamaları kalıtım derecelerinin tek bir deneme alanından tahmin edildiği ve bu nedenle de olduğundan biraz daha yüksek tahmin edilmiş olabileceği dikkate alınmalıdır (White ve ark., 2007). Bilindiği gibi tek deneme alanında kalıtım derecelerinin tahmininde, genotip çevre etkileşimi de yer alabilmektedir.

Bu çalışmada aile ortalamaları kalıtım dereceleri dikkate alındığında, en yüksek genetik çeşitlilik boyda, en düşük genetik çeşitlilik ise taç çapında görülmüştür. Bu durumda Anadolu sığla ağacı ile ilgili yapılacak genetik ıslah ve populasyonları iyileştirmeye yönelik ağaçlandırma çalışmaları için boy dikkate alınarak seçim yapılabileceği anlaşılmaktadır. Diğer yandan Anadolu sığla ağacında, sığla yağı üretimine başlamak için göğüs çapının 20 cm olmasının beklenmesi gerektiği belirtilmiştir (Topçuoğlu, 1968). Bu çalışmada ortalama göğüs çapının henüz 2,1 cm olması nedeniyle henüz yağ üretimi ile ilgilenilmemektedir. Ancak, gelecekte ortak bahçe testinde yağ üretimine yönelik çalışmalar da yapılarak kalıtım dereceleri tahmin

edilebilir, yağ üretiminde genetik katkının miktarı ortaya konulabilir.

Eklemeli genetik varyasyon katsayısı, en yüksek değere göğüs çapında ulaşmaktadır. En düşük değere ise tepe tacı çapında ulaşmaktadır. Bu çalışmada tahmin edilen değerler Cornelius (1994) tarafından orman ağaçları için derlenen genetik varyasyon katsayısı değerleri (% 15'ten düşük) ile uyumlu bulunmuştur. Eklemeli genetik varyasyon katsayısı bir özellik için uzun dönem evrim yeteneğinin iyi bir göstergesi olabilmekte, çalışılan populasyonun değişen çevre koşullarına uyum potansiyeli olduğuna işaret etmektedir (Houle 1992; Eriksson ve ark., 2003). Diğer yandan yüksek eklemeli genetik varyasyon katsayısına sahip populasyonları, oluşturulacak gen kaynakları ağının içine almanın daha olumlu olabileceği öne sürülmektedir (Eriksson ve ark., 2003). Bu açıdan bakıldığında, uyum açısından göğüs çapının daha uygun özellikler taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Diğer bir ifade ile göğüs çapı adaptasyon açısından en esnek (plastic) özellik diye düşünülebilir.

Sonuç olarak, moleküler belirteçlerle 18 populasyon için ortaya çıkan populasyonlar arası yüksek farklılık ve populasyonlar arası gen akışının düşük olması bulguları, bu çalışmanın bulguları ile desteklenmiştir. Populasyonlar arası farklılıklar ayrıntılı incelendiğinde ise Bozdağ ve Yatağan populasyonlarının hem birbirinden hem de diğer yedi populasyondan farklı olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanında diğer yedi populasyonun (Çetibeli, Değirmenyani, Günlükbaşı, Günnücek, Kıyra, Köyceğiz, Yılanlı) birbirlerine benzediği ortaya çıkmıştır. Yedi populasyon içinde birbirine en yakın populasyonun Köyceğiz ve Çetibeli, en uzak populasyonun ise Günnücek ve Yılanlı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda Yatağan, Bozdağ ve diğer yedi populasyondan yönetim açısından uygun olan bir ya da iki populasyon in situ gen koruma açısından değerlendirilebilir.

Bu çalışmada tahmin edilen aile ortalamaları kalıtım derecelerinin genel olarak orman ağaçlarında görülen kalıtım dereceleri ile uyumlu olduğu, en yüksek genetik çeşitliliğin görüldüğü boy özelliğinin, yapılabilecek genetik ıslah çalışmalarında kullanılabileceği, göğüs çapının ise üç özellik arasında, fenotipik esneklik açısından en yüksek değere ulaştığı, adaptasyon açısından değerlendirilebileceği anlaşılmıştır.

Kaynaklar

Acatay, A. 1963. Sığla Ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)'nın Türkiye'de Yayılışı, Yeni Tesbit Edilen Varyetesi ve Sığla Ağaçlarına Musallat

- Olan Böcekler. *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 8, Sayı (2) :
- Alan, M., Kaya, Z. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for oriental sweet gum (*Liquidambar orientalis*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.6p.
- Cornelius, J. 1994. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in trees. *Canadian Journal of Forest Research* 24: 372-379.
- Dieters, M. J., White, T. L., Littell, R. C., Hodge, G. R. 1995. Application of approximate variances of components and their ratios in genetic test. *Theoretical and Applied Genetics* 91: 15-24.
- Efe, A. 1987. *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı)'ın Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri A. Cilt: 37, Sayı (2): 273-286.
- Ekberg, I., Eriksson, G., Weng, Y. 1985. Between- and within-population variation in growth rhythm and plant height in four *Picea abies* populations. *Studia Forestalia Suecica* 167, 14 pp. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Eriksson, G., Black-samuelsson, S., Jensen, M., Myking, T., Rusanen, M., Skrøppa, T., Vakkari, P., Westergaard, L. 2003. Genetic variability in two tree species, *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth, with contrasting life-history traits. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18 (4): 320-331.
- Eriksson, G., Ekberg, I. Clapham, D. 2013. Genetics Applied to Forestry: An Introduction. Department of Plant Biology and Forest Genetics, SLU, Box 7080, 750 07 Uppsala, Sweden, pp. 206.
- EUFORGEN, 2017. European Forest Genetic Resources Programme. <http://www.euforgen.org/species/> (Ziyaret tarihi: 29.12.2017).
- Houle D (1992). Comparing evolvability and variability of quantitative traits. *Genetics* 130: 195-204.
- Kayacık, H. 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, II. Cilt, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), Dördüncü bası, 221s., İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 2766/287, İstanbul
- Köse, N., Yılmaz, R. 2014. *Liquidambar* L. (Sığla ağaçları). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları 2. Editör: Akkemik, Ü. Ankara, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü:138-140.
- Ledig, F.T. 1986. Conservation strategies for forest gene resources. *Forest Ecology and Management* 14: 77-90.
- OATIAM. 2016. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Islah Tesisleri. <https://ortohum.ogm.gov.tr/> (Ziyaret tarihi: 30.12.2016).
- O'Brien, E. K., Mazanec, R. A., Krauss, S. L. 2007. Provenance variation of ecologically important traits of forest trees: implications for restoration. *Journal of Applied Ecology* 44: 583-593.
- OGM (2015). Orman Genel Müdürlüğü. <http://www.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDefault.aspx> (Ziyaret tarihi: 31.12.2015).
- Örtel, E. 1988. Sığla ormanlarımızın durumu. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi* Cilt 17, sayı 194: 16-19.
- Özdilek, A., Çengel, B., Kandemir, G., Tayanç, Y., Veliöğlu, E., Kaya, Z. 2012. Molecular phylogeny of relict-endemic *Liquidambar orientalis* Mill. based on sequence diversity of chloroplast-encoded matK gene. *Plant Systematics and Evolution* 298:337-349.
- SAS Institute Inc. (2002) SAS/STAT Users' Guide. SAS Institute, Cary, NC, USA, pp.5121.
- Topçuoğlu, A. 1968. Sığla ormanlarının ıslahı, bakımı, sığla yağı istihali ve kıymetlendirilmesi. Orman Genel Müdürlüğü, Teknik Haberler Bülteni, Yıl:7, Sayı:28: 3-23.
- Veliöğlu, E., Kandemir, G., İcgen, Y., Çengel, B., Alan, M., Kaya, Z. 2008. Türkiye'deki sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) populasyonlarının genetik yapısının moleküler belirteçlerle belirlenmesi ve koruma stratejileri geliştirilmesi. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No: 20. 43 s., Ankara.
- Yanchuk, A. D. 2001. A quantitative framework for breeding and conservation of forest tree genetic resources in British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 566-576.
- White, T. L., Adams, W. T., Neale, D. B. 2007. Forest Genetics. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, pp. 682.

Korunan alanlardaki zamansal ve ekolojik değişimin parçalılık analizi yardımıyla izlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı örneği

Mehmet YAVUZ (Orcid: 0000-0002-1481-2849)*¹, Can VATANDAŞLAR (Orcid: 0000-0001-5552-5670)¹

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, ARTVİN

*Sorumlu yazar/Corresponding author: myavuz32@gmail.com, Geliş tarihi/Received: 09.03.2018, Kabul tarihi/Accepted: 19.04.2018

Öz

Korunan alanlar yeryüzündeki biyolojik çeşitliliğin korunmasında en etkin mekanizmalardan biridir. Korunan alanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, barındırdığı habitat tipleri ve ekolojik yapının devamlılığının sağlanması için alanda geçmişten günümüze yaşanan değişimin sistematik bir şekilde izlenip değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışma, Karagöl-Sahara Milli Parkı'ndaki habitat yapısının zamansal ve ekolojik bakımdan ne ölçüde değiştiğini ölçmek ve değişimin ne yönde ilerlediğini ortaya koymak amacıyla parça, sınıf ve tüm alan düzeyinde parçalılık analizi ve fragmantasyon indeksleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, veri kaynağı olarak 1971 ve 1984 yıllarına ait memleket paftaları, 1984 ve 2015 yıllarına ait meşcere haritaları ve 2015 yılına ait dijital renkli kızıl ötesi hava fotoğraflarından yararlanılmıştır. Sahadaki ekolojik yapının 45 yıllık değişimi çekirdek alan (MCA), parça yoğunluğu (PD), ortalama parça büyüklüğü (MPS), ortalama şekil indisi (MSI), ortalama en yakın komşuluk mesafesi (MNN) ve karışım-dizilim (IJI) indisleri kullanılarak CBS ortamında analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre toplam orman alanlarının (verimli+bozuk) 1971'den 1984 yılına kadar %3 oranında düşüş gösterdiği, 1984 yılından 2015 yılına kadar bu düşüşün % 12 oranında devam ettiği görülmüştür. Orman alanlarındaki bu habitat kaybının doğal afetler sonucunda orman içi açıklıklara dönüştüğü, OT alanlarındaki son 45 yılda meydana gelen % 40 artış ile açıklanabilir. Diğer taraftan 1984 yılında sırasıyla 30 ve 221 ha genişliğinde olan iskân ve ziraat alanları, çoğunlukla bozuk ve verimli ormana dönüşerek 2015 yılında 20 ve 158 ha'a inmiştir. İskân ve ziraat alanlarındaki bu gerileme, 1980'li yıllarda hızlanmaya başlayan kırdan kente göç sonucu özellikle genç nüfusun tarım arazilerini terk etmesiyle ilişkilendirilmiştir. Kullanılan indis sonuçları en fazla fragmantasyona uğrayan sınıfın bozuk orman sahaları olduğu, bunu ziraat sahalarının izlediğini göstermektedir. MCA/MSI oran sonuçları ziraat alanlarındaki kenar parçalanmasının ortalama çekirdek alan büyüklüğüne en fazla etki eden sınıf olduğunu göstermiştir. Fragmantasyonun artması ormancılık sektörü açısından olumsuz olarak değerlendirilebileceği gibi, bölgede kenar etkisine ihtiyaç duyan bazı yaban hayatı türleri için fırsat olarak da değerlendirilmelidir. Sonuç olarak habitat parçalanmasının farkındalığı uzun yıllar aldığından, bölgedeki her habitat türüne has ağaç, bitki, memeli, kuş ve sürüngenlerden oluşan gösterge türler belirlenmeli ve habitat kayıpları etkin bir korunan alan yönetimi için bu türler yardımıyla da izlenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Milli Parklar, ekolojik değişim analizi, fragmantasyon, FRAGSTATS, Patch Analyst

Monitoring temporal and ecological changes in protected areas with fragmentation analysis: A case study from Karagöl-Sahara National Park

Abstract

Protected areas are one of the most effective mechanisms for conserving biodiversity on Earth. In order to maintain sustainable management of protected areas and to ensure the continuity of the habitat types and ecological structure it hosts, it is necessary to systematically monitor and evaluate the daily changes of the past. This study aims to evaluate and monitor ecological changes on habitat types within the Karagöl-Sahara National Park using patch analysis and fragmentation metrics at patch, class and landscape level. For this purpose, topo maps (1971 and 1984), stand maps (1984 and 2015) and very high resolution digital near-IR aerial photographs (2015) were used as data sources. The 45-year ecological change in the study site was analyzed in the GIS framework by using the fragmentation indices of core area (MCA), patch density (PD), mean patch size (MPS), mean shape index (MSI), mean nearest neighbor distance (MNN), and interspersion and juxtaposition indices (IJI). The results showed that total forested lands (high+ degraded) decreased by 3% from 1971 to 1984, and continued declining by 12% from 1984 to 2015. The habitat loss in forested lands can be explained by a 40% increase in open space areas over the past 45 years as a result of natural disasters. Similarly, settlement and agriculture areas, which were 30 and 221 ha wide in 1984, respectively, have been transformed into mostly degraded and high forested lands and decreased to 20 and 158 ha in 2015. This decline in settlement and agriculture areas has been associated with the abandonment of agricultural areas, especially by the young population, as a result of the migration from the rural to the urban, which began to accelerate in the 1980s. The results of indices used indicate that the most fragmented category within the habitat classes is degraded forests and that is followed by agricultural areas. The MCA / MSI ratio results showed that the edge fragmentation in agricultural areas had the greatest impact on the average core area. The increase in fragmentation can be considered as a negative factor for forestry sector or as an opportunity for some wildlife species that need edge effects in the region. It is concluded that, since the awareness of habitat fragmentation takes many years, indicator species consisting of trees, plants, mammals, birds and reptiles that are unique to each habitat in the region should be identified and habitat losses should also be monitored with the help of these species for an effective management within the protected areas.

Keywords: National Parks, ecological change analysis, fragmentation, FRAGSTATS, Patch Analyst

To cite this article (Atf): YAVUZ, M., VATANDAŞLAR, C. (2018). Korunan alanların zamansal ve ekolojik değişiminin parçalılık analizi yardımıyla izlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı örneği. Ormanlık Araştırma Dergisi, 5 (1), 82-96.
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.403803>

1. Giriş

Yeryüzündeki biyoçeşitlilik, çeşitli faktörlerin tehdidinde maruz kalmaktadır. İnsan baskısının başını çektiği bu faktörler biyoçeşitlilik alanlarında habitat kaybı ve habitat parçalanmasına neden olmaktadır (Andren, 1997; MEA, 2005; Karaköse ve ark., 2013; IUCN, 2018). Bu sürecin aynı hızla devam etmesi halinde, birçok ekosistem hizmetinin sürdürülebilirliği ve dolayısıyla dünya üzerindeki canlı yaşamının geleceği tehlikeye gireceği, ayrıca küresel ısınmayla birlikte korunan alanların büyük bir tehdit altında olduğu Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN) ve Korunan Alanlar Dünya Komisyonu (WCPA) tarafından bildirilmektedir (Dudley ve ark., 2010; Townsend ve ark., 2009; Berry, 2007). Bu durumun önüne geçebilmek için uluslararası toplum tarafından 2006 yılına kadar 4 milyar \$'ın üzerinde harcama yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir (Vorkink, 2006).

Bioçeşitlilik ve habitat kaybıyla mücadele için küresel ölçekte en etkin yerinde (*in-situ*) koruma aracı; dünya üzerinde ayrılan korunan alanlar sayesinde önemli ekosistemlerin koruma altına alınmasıdır (Kaya ve Raynal, 2001; Hockings, 2003; Kurdoğlu ve Çokçalışkan, 2011; FAO, 2018). Bioçeşitlilik Sözleşmesi kapsamında küresel Aichi Hedefleri'nden 11 incisi; 2020 yılına kadar karasal ve sucul ekosistemlerin en az % 17'sinin koruma altına alındığı, birbiriyle bağlantılı korunan alanlar açısından oluşan bir sistemin kurulması şeklindedir (CBD, 2010; Regos ve ark., 2017). Böylelikle bu alanlar içerisinde yer alan nesli tehlike altındaki türler ve kritik habitatların insan kaynaklı olumsuz etkilerden (tahribat, arazi kullanım değişimi, aşırı faydalanma, kirlilik vb.) daha az zarar göcekleri değerlendirilmektedir. Fakat bu alanlar sahip oldukları önemli kaynak değerleri yüzünden aynı zamanda ziyaretçi de çekmektedirler (Düzgüneş ve Demirel, 2016). Dolayısıyla, etkili bir şekilde yönetilmeyen korunan alanların da, rekreasyonel ve turistik faaliyetlerden olumsuz etkilenecek zarar görmesi söz konusudur.

1990'lı yıllarda hızlanan çevresel süreçlerin de etkisiyle tüm dünyada korunan alan sayısı ve alanı giderek artmaktadır. Dünya Bankası istatistiklerine göre, 2017 yılı itibarıyla tüm dünya yüzölçümünün % 14,8'i korunan alan niteliğindedir. Venezuela, yüzölçümünün % 53,9'unu korumaya ayırarak bu alanda dünyadaki en yüksek orana sahip ülke konumundadır (WB, 2018). Türkiye'de ise bu oran (doğal sit alanları dahil) % 8 seviyelerindedir (DKMP, 2016a; Sayman, 2017). Ancak, korunan alanlardaki koruma statüleri ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir (Durusoy ve ark., 2005;

Karahalil ve ark., 2009). Örneğin, IUCN tarafından altı koruma statüsü tanımlanmışken (Mutlak Koruma/Yabanıl Alan, Milli Park, Doğal Anıt, Habitat/Tür Yönetim Alanı, Peyzaj Koruma Alanı ve Kaynak Koruma Alanı), ülkemizde 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre dört (Milli Park, Tabiatı Koruma Alanı, Tabiat Anıtı ve Tabiat Parkı) (Resmi Gazete, 1983a), 4915 Kara Avcılığı Kanunu kapsamında bir (Yaban Hayatı Geliştirme Sahası) (Resmi Gazete, 2003), 2872 sayılı Çevre Kanunu kapsamında üç (Mahalli Öneme Haiz Sulak Alan, Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan, Ramsar Alanları) (Resmi Gazete, 1983b), 6831 Sayılı Orman Kanuna göre de beş (Muhafaza Ormanları, Gen Koruma Ormanları, Tohum Meşcereleri, Tohum Bahçeleri, Şehir (Kent) Ormanı) (Resmi Gazete, 1956) olmak üzere toplamda 13 adet korunan alan statüsü bulunmaktadır (DKMP, 2016a). Milli Parklar Kanunu'nda tanımlanmayan doğal sit alanı, biyosfer rezervi, özel çevre koruma bölgesi gibi korunan alan tipleri de ülkemizde mevcut olmakla beraber uluslararası sözleşmelerle korunmaktadırlar. Koruma şiddeti ve şekli, ilgili kanun ve alanın statüsüne göre değişiklik göstermekle birlikte farklı koruma zonlarındaki doğal ya da doğal olmayan tahribatın büyüklüğünün ölçülerek trend raporlarında belirtilmesi büyük önem taşımaktadır.

En hassas ekosistemlerin ve nesli tehlike altında olan türlerin korunduğu ayrıcalıklı alanlardan biri olan milli parklar, Türkiye'de 42 adet olup toplam 845.814 ha büyüklüğünde bir alanı kapsamaktadır (DKMP, 2016a). Bu sahaların tümü Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) tarafından uzun devreli gelişme planları (UDGP) ile yönetilmektedirler. Genellikle 20 yıllık bir dönem için hazırlanan bu planlar, milli parkların koruma bölgelerini bilinen ölçüt ve göstergeler ışığında belirlenerek bu bölgelerdeki faaliyetlere karar verilmektedir (Aydın ve ark., 2017; Eroğlu ve ark., 2002; Karahalil ve ark., 2009). Ancak, Türkiye'de ve yurtdışında yapılan birçok araştırma bu alanların yönetim planlarının yetersiz kaldığını ve dolayısıyla milli parkların etkin bir şekilde yönetilemediklerini göstermiştir (Hockings, 2003; Vorkink, 2006; Karahalil ve ark., 2009; Leverington ve ark., 2010; Kurdoğlu ve Çokçalışkan, 2011; Düzgüneş ve Demirel, 2016; Regos ve ark., 2017). Nitekim, korunan alanların sayısı 1970'lerden beri tüm dünyada giderek artmasına rağmen gerek doğal afetler (e.g. böcek zararı, fırtına ve kar devriği) ve küresel ısınma, gerek insanoğlunun daha fazla modernleşmek adına verdiği tahribatlardan dolayı hâlihazırda korunan alanların statülerini kaybettikleri, bir kısmının da biyoçeşitlilik ve habitat kaybını azaltamadıkları raporlanmıştır (Kroner ve ark., 2016; Cook ve ark., 2017; Regos ve ark.,

2017; IUCN, 2018). Bu tehlikeli sürecin önüne geçebilmek ve kaynak değerlerinin sürdürülebilir yönetimini sağlamak amacıyla son zamanlarda bir takım bilimsel çalışma ve projeler yürütülmektedir. Bunların bir kısmı milli parklardaki öncelikli alanların belirlenmesi için ekolojik duyarlılık analizlerine yönelirken (Rossi ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2010; Düzgüneş ve Demirel, 2016), bir kısmı da arazi deseninin zamansal ve konumsal değişimini izleyerek ekosistem dinamiklerini anlamaya çalışmaktadırlar (Cushman ve Wallin, 2000; Hayes ve ark., 2002; Genç ve Bostancı, 2007; Sivrikaya ve ark., 2007; Karahalil ve ark., 2009; Karaköse ve ark., 2013; Regos ve ark., 2017). Her iki tür çalışmada da arazi ve ekosistem yapısı sayısallaştırılarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında konumsal olarak analiz edilmektedir. Fakat ülkemizdeki milli parklar için bu tür çalışmalara çok az rastlanmaktadır. Bugüne kadar yalnızca Köprülü Kanyon Milli Parkı (Karahalil ve ark., 2009), Truva Milli Parkı (Genç ve Bostancı, 2007), Kaçkar Dağları Milli Parkı (Karaköse ve ark., 2013) ve Camili Biyosfer Rezervi (Sivrikaya ve ark., 2007; Terzioğlu ve ark., 2010) için bu yönde bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Karagöl-Sahara Milli Parkı, zengin biyoçeşitliliği ve doğal seçme ormanlarıyla Uluslararası Doğa Koruma Örgütü (Conservation International) tarafından dünyadaki 35 biyoçeşitlilik sıcak noktasından (hotspot) biri olarak tanımlanan Kafkas sıcak noktasında yer almaktadır (CI, 2018). Bu alan ayrıca biyocoğrafik özelliği nedeniyle Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından dünyadaki öncelikli 200 ekolojik bölgeden biri olarak kabul edilmiştir (WWF/IUCN, 1994). Ancak, bu kadar önem arz eden böyle bir kaynak değeri için yukarıda bahsedilen türde bir çalışma maalesef henüz gerçekleştirilmemiştir. Üstelik son zamanlarda bölgede yaşanan yoğun turizm, biyokaçakçılık ve yol yapımı gibi insan faaliyetlerinin habitat kalitesini bozduğu, tür popülasyonlarını azalttığı ve fragmentasyona yol açtığı da bildirilmektedir (Kaya ve Raynal, 2001; Kurdoğlu ve Çokçalışkan, 2011; İnanç ve ark., 2016). Bu yüzden, Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın mevcut habitat kalitesinin ve park sınırları içerisinde geçmişten günümüze meydana gelen değişim trendinin belirlenmesi sürdürülebilir bir yönetim planlaması açısından oldukça önemlidir. Böylelikle yönetici ve karar vericilerin milli parkta olumsuz değişimlere neden olan tehdit unsurlarını daha iyi kavrayarak gelecek için yeni yönetim stratejileri geliştirmeleri ya da mevcut planlarda revizyona gitmeleri mümkün olacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Artvin ili sınırları içerisinde bulunan Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın bitki örtü-

sü ve arazi deseninde son 45 yıl içinde meydana gelen konumsal ve ekolojik değişimlerin sayısal olarak ortaya konmasıdır. Bunun için çalışma alanına ait çeşitli uzaktan algılama kaynakları (farklı yıllara ait meşcere haritaları, ortofoto ve memleket haritaları) temin edilmiş, sınıflandırılmış ve CBS ortamında konumsal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın arazi kullanımı/örtüsü, fragmentasyon durumu, habitat uygunluğu ve biyoçeşitlilik zenginliğinde 1970'lerden günümüze meydana gelen değişimlerin çeşitli şekil indeksleri ile belirlenerek haritalanması öngörülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalleri; 1971 yılına ait 1/25.000 ölçekli topografik memleket haritaları, 1984 yılına ait eski meşcere haritaları (Veliköy ve Yaylalar serisi), 2015 yılına ait 45 cm çözünürlüklü dijital kızılötesi renkli ortofoto görüntüleri ve 2016 yılına ait Karagöl-Sahara Milli Parkı Revizyon Planı verileridir (DKMP, 2016b). 1984 tarihli eski meşcere haritaları, Hava Kuvvetleri Genel Komutanlığı (HGK) tarafından çekilen 1/15.000-1/20.000 arası ölçekli (rulo film) siyah-beyaz hava fotoğraflarının yorumlanarak ve o dönemdeki amenajman heyetlerinin arazi çalışmaları sonucu verdiği bilgiler ışığında kıymetlendirilerek Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Orman Harita ve Fotogrametri Müdürlüğü tarafından üretilmiştir (OGM, 2013). 2015 yılı orto-foto haritaları ise, Artvin yöresinde yine HGK tarafından 2015 yılında gerçekleştirilen uçuşlardan elde edilen 45 cm yersel çözünürlüklü renkli kızıl ötesi dijital hava fotoğraflarından üretilmiştir. Tüm konumsal veri setinin işlenmesi ve haritalanmasında ArcGIS 10.2.1 (ESRI, 2013) yazılımı kullanılmıştır. Şekil (parçalılık) indislerinin oluşturulması ve diğer konumsal analizlerde ise *FRAGSTATS*, *Patch Analyst* ve *Patch Grid* (Rempel ve ark., 2012) programlarından yararlanılmıştır.

2.1.1. Çalışma alanı

Artvin iline bağlı Şavşat ilçesi sınırları içerisinde bulunan Karagöl-Sahara Milli Parkı 42° 24' 24.79"-42° 30' 30.54" doğu meridyenleri ile 41° 20' 20.01"-41°11' 11.30" kuzey paralelleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). 1994 yılında milli park ilan edilen saha, idari açıdan DKMP 12. Bölge Müdürlüğü'ne bağlı olup 3.250 ha büyüklüğünde alana ve 1.140 m'den 2.625 m'ye uzanan geniş bir yükselti aralığına sahiptir. Bölgede, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu iklim zonları arasındaki geçiş tipi iklim görülür (OGM, 2013). Şavşat meteoroloji is-

tasyonundan alınan 32 yıllık iklim verilerine göre bölgenin yıllık sıcaklık ortalaması 9,8 °C'dir. En düşük ortalama sıcaklık değeri -1,9 °C ile Ocak ayına, en yüksek ortalama sıcaklık değeri ise 20,6°C ile Ağustos ayına aittir. Ortalama yağış 586 mm olup en az yağış Ağustos ayında, en çok yağış ise Haziran, Mayıs ve Kasım aylarında düşmektedir (MGM, 2012). Milli park; kuzeyde Karagöl ve güneyde Sahara olmak üzere iki bölümden oluşmakta olup Değirmen Dere zonu boyunca birbirine bağlanmaktadır. Karagöl, rasyonel hareketlerle kayan kütlelerin arkasında kalan çanakta suların birikmesiyle oluşan bir heyelan gölüdür (URL1, 2018). Gölün çevresi Doğu ladin (*Picea orientalis*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Kafkas göknarı (*Abies nordmanniana subsp. nordmanniana*) hakimiyetindeki yoğun orman örtüsüyle kaplı olduğundan ziyaretçilere ender manzara güzelliği sunar.

Çalışma sahası içerisinde Eminağaoğlu ve ark., (2007) tarafından orman vejetasyon tipleri için yapılan çalışmada ekolojik olarak fitososyolojik bakımdan 7 adet orman meşcere tipine ayrılmış olup bunlar sırasıyla 1. ladin-meşe (*Quercus petraea subsp. Iberica*) (kumlu balçık, 30-40 m yükseklikte, % 65-90 kapalılıkta, 3-4 m meşe alt tabakalı), 2. sarıçam-katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*) (kumlu balçık, 15-20 m yükseklikte, % 80-90 kapalılıkta, 2-3 m ardıç alt tabakalı), 3. kafkas göknarı-doğu kayını (*Fagus orientalis*) (kumlu balçık, 30-35 m yükseklikte, % 60-90 kapalılıkta, 1-3 m meşe alt tabakalı), 4. sarıçam-doğu ladin (*Pinus sylvestris*) (kumlu-killi balçık, 25-35 m yükseklikte, % 85-100 kapalılıkta, 2-3 m alt tabakalı), 5. kafkas göknarı-doğu ladin (*Pinus sylvestris*) (kumlu-killi balçık, 35-40 m yükseklikte, % 80-100 kapalılıkta, 2-3 m meşe alt tabakalı), 6. kafkas göknarı-sarıçam (kumlu-killi balçık, 35-40 m yükseklikte, % 70-90 kapalılıkta, 2-3 m alt tabakalı), 7. sarıçam-adi ardıç (*Juniperus communis subsp. Saxatilis*) (kumlu balçık, 15 m yükseklikte, % 60-80 kapalılıkta, 1-2 m ardıç alt tabakalı, rakım:1.900-2.000 m) meşcere tipleridir. Çalışma alanının güneyinde kalan Sahara bölümü ise daha çok step karakterindeki alanlardan oluşmakta ve daha seyrek bir orman örtüsüyle kaplıdır. Şavşat tarihinde yaylacılıkla özdeşleşen Sahara pancar şenlikleri her yıl yaz aylarında milli parkın Sahara bölümünde yer alan 1.800 m rakımlı meralık alanlarda düzenlenmektedir (Orhan, 2015; URL-1, 2018).

Çalışma sahasındaki habitat zenginliği böcek, fırtına ve kar devriği gibi çeşitli doğal afetler tarafından tehdit edilmektedir. Nitekim çalışma alanını da kapsayan Şavşat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde 1971 yılında dev kabuk böceği (*Dendroctonus micans*, Kugelann)

5.489 ha'lık ladin ormanlarına zarar vermiş, 44.296 adet ladin ağacı kökleriyle birlikte ormandan uzaklaştırılmıştır (Çoşkun ve Aksu, 2010). *D. micans* zararı biyolojik mücadeleler sonucunda doğal denge sınırına çekilmiş olsa da çalışma sahasında halen varlığını sürdürdüğü bildirilmektedir (Çoşkun ve Aksu, 2010). 2015 yılı ülkemizde 1945'den beri en fazla kar afetinin yaşandığı yıl olmuş ve aynı yılın Kasım ayında Yanıklı Köyü, Akdamla, Meydancık, Tepebaşı, Veliköy ve Karagöl-Sahara Milli Parkını da kapsayan büyük bir alanda fırtına (kar afeti) meydana gelmiştir (MGM, 2016). Bu kar afeti sonrası Karagöl-Sahara MP içerisinde kar devriği sonucu oluşan yaklaşık 2200 m³lük ladin, göknar ve sarıçam ağaçları Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün izni ile çalışma sahasından uzaklaştırılmıştır (İlgili İşletme Şefleri, kişisel görüşme, Ocak 2018). Yapılan arazi gözlemleri ve bölgenin ilgili işletme şefleri ile yapılan görüşmelerde kar devriklerinin orman içerisinde kapanması uzun zaman alacak açıklıklar meydana getirdiği ve bazı meşcerelerde kapalılığın en az % 10 azaldığı ifade edilmiştir.

2.2. Yöntem

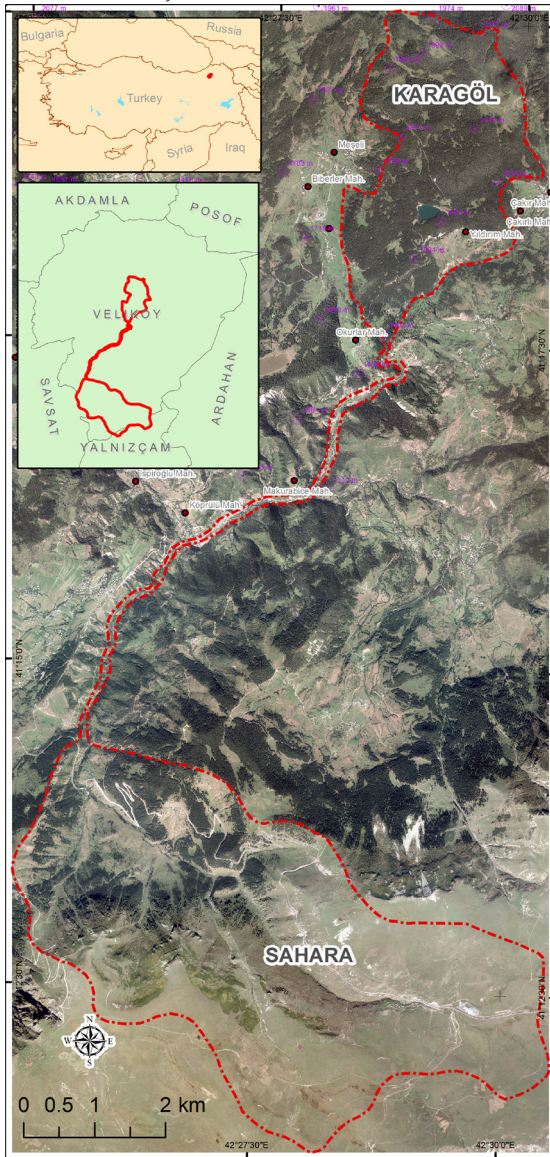
2.2.1. Ön işlemler ve CBS veritabanı kurulumu

Öncelikle 1984 tarihli Veliköy ve Yaylalar Orman İşletme Şefliklerine ait amenajman planlarındaki meşcere tipleri haritaları 0.01 mm hassaslıkta taranarak bilgisayar ortamına alınmıştır. Daha sonra bu meşcere haritaları, 1971 tarihli memleket paftaları üzerindeki 20 adet ortak tepe noktası yardımıyla ED50 datumlu UTM Zone 38 projeksiyonuna koordinatlandırılmıştır. Koordinatlandırma sırasında affine dönüşümü kullanılmış ve ortalama hata kareler kökünün (RMSE) 15 metrenin altında kalmasına özen gösterilmiştir. WGS84 datum ve UTM Zone 38 projeksiyonuna sahip, geometrik ve radyometrik düzeltmeleri HGK tarafından yapılmış (Çam ve ark., 2013) 2015 tarihli dijital kızıl ötesi renkli hava fotoğrafları da aynı şekilde ED50 datumlu UTM Zone 38 projeksiyon sistemine dönüştürülerek datum farklılıklarından meydana gelebilecek hatalar minimize edilmiştir.

Koordinatlandırma, datum ve projeksiyon dönüşüm işlemlerinden sonra dijital hale getirilen 1971 yılına ait memleket paftası, 1984 yılına ait meşcere haritaları ve 2015 tarihli dijital hava fotoğrafı ekran üzerinde manuel olarak ayrı ayrı sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırma işlemi boyunca araziye ait sınır detaylarının atlanmaması için 1/3000 ölçek hassasiyetinde çalışılmıştır.

1971 yılına ait Memleket haritasında yeşil renkli, içerisinde ağaç türü (e.g. çam-göknar) ile sembo-

lü olan ve boyu 2-3 m'den büyük şekilde belirtilen alanlar "verimli orman" olarak, münferit orman ağacı olarak gösterilen yerler ile boyu 2-3 m'nin altında gösterilen alanlar "bozuk orman" olarak, ormanlık alanlar içerisinde beyaz renkli olarak gösterilen alanlar ile 2.000 m rakımın altında beyaz renkli, fakat yerleşim yerlerinden uzak, çok eğimli, taş ve sarp olduğunu gösteren sembollerin bulunduğu alanlar "OT" olarak, yeşil renkli fakat meyve bahçesi sembolü olarak gösterilen alanlar ile beyaz renkli, içerisinde ziraat sembolü gösterilen 2.000 m rakımın altındaki alanlar "ziraat" olarak, 2.000 m rakımın üzerinde beyaz renkli olarak gösterilen alpin zonundaki alanlar ise "mera" olarak sınıflandırılmışlardır.



Şekil 1. Karagöl-Sahara Milli Parkı'nın konumu ve sınırları

Figure 1. Location of Karagöl-Sahara National Park

1984 meşcere haritasında ve 2015 yılı renkli kızıl ötesi hava fotoğrafı üzerinde kapallığı % 10'un üzerinde olan iğne yapraklı, yapraklı ve karışık ormanlar "verimli orman"; kapallığı % 10'un altında olan tüm ormanlar ve bozuk baltalıklar "bozuk orman"; orman içinde bulunan küçük açıklıklar ve üzerinde boyu bir metreyi geçmeyen çalılıklar bulunan alanlar orman toprağı "OT"; meyve bahçeleri ve ot/buğday tarımı yapılan araziler "ziraat"; subalpin ve alpin zondaki ağaçsız çayır/meralar "mera"; vejetasyon periyodu boyunca içerisinde su bulunan her boyuttaki göl ve göletler "su"; üzerinde bina bulunan daimi yerleşim yerleri ile kışlak ve yaylak olarak üzerinde küçük evlerin bulunduğu yerleşim yerleri "iskan" sınıfı altında toplanmıştır. 2015 yılı hava fotoğrafı üzerindeki ormanlık alanlarla ormanlık olmayan alanların ayırt edilmesinde Normalleştirilmiş Bitki Örtüsü Farkı Endeksi (NDVI) kullanılmıştır. NDVI endeksi 2015 renkli kızıl ötesi hava fotoğrafına ait kırmızı ve kızılötesi bantlarının $[(Red+NIR)/(Red-NIR)]$ şeklinde oranlanmasıyla elde edilmiştir (Rouse ve ark.,1973).

Yollar habitat parçalanmasının sebepleri arasında sayıldığından (Cook ve ark., 2017; Harikrishna ve ark., 2013) 1971, 1984 ve 2015 yıllarındaki orman ve karayollarına ait köy ve şehir yolları ekran üzerinden manuel olarak sayısallaştırılmıştır. Yollar sayısallaştırılırken yolun orta çizgisi esas alınmış, daha sonra orman yolları için $3 + 3 = 6$ m, karayolları için yol kenar şevleri dahil olmak üzere $6 + 6 = 12$ m tampon bölgeler oluşturulmuş ve "yol" kategorisi altında sınıflandırılmış, fakat hesaplamalarda "OT" sınıfı içerisine dahil edilmiştir. Verimli orman sınıfı içerisinden geçen yüksek gerilim elektrik hatlarının altında kalan alanlar "bozuk orman" sınıfına dahil edilmiştir. Son olarak çalışma alanındaki verimli ve bozuk orman sınıflarına ait meşcerelerin kapallık ve gelişme çağlarına ait nitel bilgileri öznitelik tablosuna işlenerek sayısal veritabanı kurulmuştur.

2.2.2. Konumsal analizler ve parçalılık indisleri

Karagöl-Sahara Milli Parkı'nda 1971'den 2015'e kadar geçen süreçte alansal değişim bilgileri ve bu değişimin zamansal analizi için ArcGIS'in *Spatial Analyst* eklentisi kullanılmıştır. Bu amaçla; ağaç türü ve gelişme çağı itibariyle karakterize edilen meşcere tipleri çözülerek (*dissolve*) kapallığına göre verimli orman ve bozuk orman sınıfı altında toplanmış ve farklı yıllara ait tüm haritalarda OT, ziraat, mera, su ve iskan sınıflarıyla beraber toplam 7 kategori altında gruplandırılarak haritalanmıştır. Daha sonra bu haritalar ArcGIS "Combine" modülü kullanılarak üst üste çakıştırılmış, arazi kullanımı ve bitki örtüsünde 45 yıl içinde meydana gelen değişim ve geçişler belirlenmiştir. Farklı arazi

kullanımları arasındaki geçişlerin belirlenmesinde ArcGIS yazılımına ait *Data Management* modülü altındaki “*PivotTable*” aracı kullanılmıştır.

Arazi kullanımındaki alan bazlı değişim ve geçişler ortaya konduktan sonra çalışma alanına ait yapısal ekolojik değişimleri ortaya koymak için ekosistemdeki sınıflar ve tüm milli park bir bütün olarak (*landscape*) çeşitli şekil indisleri (*shape index*) yardımıyla analiz edilmiştir. Bu indisler ile ekosisteme ait parçaların (*patch*) büyüklük, sayı, şekil, coğrafi dağılım, birbirine yakınlık ve komşuluk açısından ilişkileri nicel olarak ölçülmüştür.

Tablo 1’de tanıtılan 7 adet şekil indisinin hesaplanmasında McGarigal ve ark. (2002)’nin FRAGSTATS programı yanı sıra bu programın Rempel ve ark. (2012) tarafından geliştirilen ArcGIS eklentileri *Patch Analyst* ve *Patch Grid (ver. 5.2)* de kullanılmıştır. Hesaplanan bu indis değerleri milli park içerisindeki mevcut ekosistemin parçalılık durumu (*fragmentasyon*), habitat uygunluğu, heterojenlik ve kenar etkisi (*irregularity*) gibi ekolojik indikatörleri ve genel arazi yapısı hakkında önemli bilgiler almak için kullanılmıştır (Başkent ve Jor-

dan, 1995). Tablo 1’de gösterilen indislere ek olarak ortalama çekirdek alanının (MCA) parçaların şekli ve büyüklüğü (MPS) tarafından etkilendiğini, dolayısıyla kenar etkisinin nispi olarak hangi düzeyde olduğunu ölçmek için MCA ile MPS arasındaki ilişki kullanılmıştır. Son olarak milli parktaki arazi yapısının 1971’den 2015 yılına kadarki ekolojik parçalanmaya ait değişim trendi de hesaplanarak bu indisler yardımıyla ortaya konmuştur.

3. Bulgular

3.1. Konumsal değişim ve arazi kullanımındaki geçişler

Araştırma sonuçlarına göre çalışma sahasından 1971 yılında 66,6 km orman yolu ve 14,7 km karayolu geçerken, çalışma sahasındaki yol yoğunluğu hektarda 25 km²’e ulaşmıştır. 1984 yılında % 68,8 azalarak 7,8 km ha⁻¹ gerileyen yol yoğunluğu 2015 yılına kadar % 50 artarak 11,7 km ha⁻¹’a ulaşmıştır. 1971-1984 yılları arası yol yoğunluğundaki bu azalmanın orman içerisindeki mevcut yolların artık kullanılmaması, ya da bakımsızlık nedeni ile yeni ağaç fidanları ile kaplanarak bozuk orman sı-

Tablo 1. Parçalanmayı ölçmek için sınıf düzeyinde kullanılan göstergeler
Table 1. The patch metrics used to measure class-level fragmentation in the study area

Ölçüt	Sembol	Birim	Açıklama	Yorum
Parça Yoğunluğu	PD	adet/100 ha	İlgili arazi kullanım sınıfına ait toplam parça sayısının parçaların toplam alanına bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile elde edilir	Parçalar, yoğunluğu daha büyük olan bir sınıfın alt bölümlere ayrılmış olduğunu gösterir. Parça sayısının çok olması parçalanmanın daha fazla gerçekleştiğini göstermektedir
Ortalama Parça Büyüklüğü	MPS	ha	İlgili arazi kullanım sınıfına ait parçalarının ortalama boyutunu (alan) gösterir	Daha küçük ortalama parça boyutu daha parçalanmış ormanı gösterir
Kenar Yoğunluğu	ED	m ha ⁻¹	İlgili arazi kullanım sınıfına ait toplam kenar uzunluğunun toplam alana bölünmesiyle elde edilir	Bölünmenin başlangıç aşamalarında toplam alana göre kenar miktarının artması beklenir
Ortalama Şekil İndisi	MSI	birimsiz	Karşılık gelen arazi kullanım sınıfı parçalarının ortalama şekil indeksi, sabit daire ya da bir kare standardı (raster) için ayarlanır	İndis değeri düştükçe orman geometrik olarak daha az karmaşık (kompakt) hale gelir
Ortalama Çekirdek Alan	MCA	ha	İlgili arazi kullanım sınıfının parçalarının ortalama çekirdek alan büyüklüğü	Parçalanmanın başlıca etkilerinden biri; iç habitatın kenar habitatına dönüştürülmesidir. Dönüşüm sonucunda çekirdek alan büyüklüğünün azalacağı beklenir
Ortalama En Yakın Komşuluk Mesafesi	MNN	m	Karşılık gelen aynı arazi kullanım sınıfının parçaları arasındaki kenardan kenara ortalama mesafe	Parçaların küçülmesi ve izolasyonun azalmasıyla birlikte azalması beklenir. Türlerin hareket ve dağılımını etkiler
Karışım ve Dizilim İndeksi	IJI	%	Her parçanın diğer arazi sınıflarıyla yakınlık-bitişiklik indeksidir	Artması ile parçalılığın artması beklenir

nifına dahil olmalarından kaynaklanmaktadır.

Karagöl-Sahara Milli Parkı'ndaki verimli orman varlığı 1.357 ha'dan 1.002 ha'a düşmüş diğer yandan, bozuk ormanlar 46 ha'dan 196 ha'a, orman içi boşluklu alanlar 368 ha'dan 517 ha'a, ziraat alanları % 24 genişleyerek 127 ha'dan 158 ha'a ulaşmıştır. Mera alanları ise %4 genişleyerek 1307 ha'dan 1353 ha'a ulaşmıştır. Göl ve göletlerle ilgili anlamlı bir artış söz konusu olmayıp, iskan alanlarında % 49 oranında azalma meydana gelmiştir (Tablo 2). Toplam orman alanlarının (verimli+bozuk) 1971'den 1984 yılına kadar % 3 oranında bir düşüş gösterdiği, 1984 yılından 2015 yılına kadar bu düşüşün % 12 oranında devam ettiği görülmüştür. Orman alanlarındaki bu habitat kaybının doğal afetler sonucunda orman içi açıklıklara dönüştüğü, OT alanlarındaki son 45 yılda meydana gelen % 40 artış ile açıklanabilir. Diğer taraftan 1984'e kadar % 75 artış gösteren ziraat alanları, son 30 yılda % 29 azalmıştır. Benzer şekilde, çalışma alanındaki iskan alanlarında da 1984 yılına kadar % 23, 1984'den 2015 yılına kadar % 33 oranında sabit hızla azalma eğilimi görülmektedir. Çalışma sahasındaki arazi kullanım sınıflarına ait alansal dağılımlar Şekil 2'de, 45 yıllık değişim ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Habitat tipleri ve arazi kullanımlarındaki değişimin hangi sınıftan diğer sınıfa olduğunun ortaya konulması çalışma alanı içerisinde bulunan ve alandan transit geçen her türlü yaban hayvanı için önem arz etmektedir. Bu amaçla arazi kullanım sınıfları arasındaki geçişler alansal bazda hesaplanarak Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'de gösterilmiştir. Buna göre; 1971 ve 1984 yılları arasında arazi kullanımlarındaki en büyük geçiş verimli ormandan bozuk ormana olmuştur (Tablo 3). Bu yıllar arasında 528,3 ha büyüklüğünde verimli orman sahası bozuk ormana geçmiştir. Bunun yanı sıra OT alanlarından yaklaşık 50'er ha büyüklüğünde sahalar da ziraat ve bozuk orman sınıfına katılmıştır. Diğer taraftan 18 ha'lık ziraat alanı terk edilerek bozuk ormana dönüşmüştür. Bu periyotta diğer arazi kullanımları arasında dikkate değer bir geçiş yaşanmamıştır. 1984 ve 2015 yılları arasında ise; en dikkat çekici geçiş yine bozuk orman sınıfında yaşanmıştır. 1984 yılından itibaren 262,7 ha'lık bozuk orman sahası verimli ormana dönüşürken, yaklaşık aynı miktardaki saha da OT ve meraya dönüşmüştür (Tablo 4). Diğer önemli değişim boşalan ziraat alanlarında yaşanmıştır. 1984'de ziraat sınıfındaki sahaların yarısından fazlası verimli ya da bozuk ormana dönüşmüştür. Son olarak, boşalan iskan alanları da bulunduğu konuma göre zaman içerisinde ya ziraate ya da mera sınıfına dahil olmuştur. 1971'den günümüze yaşanan değişimde-

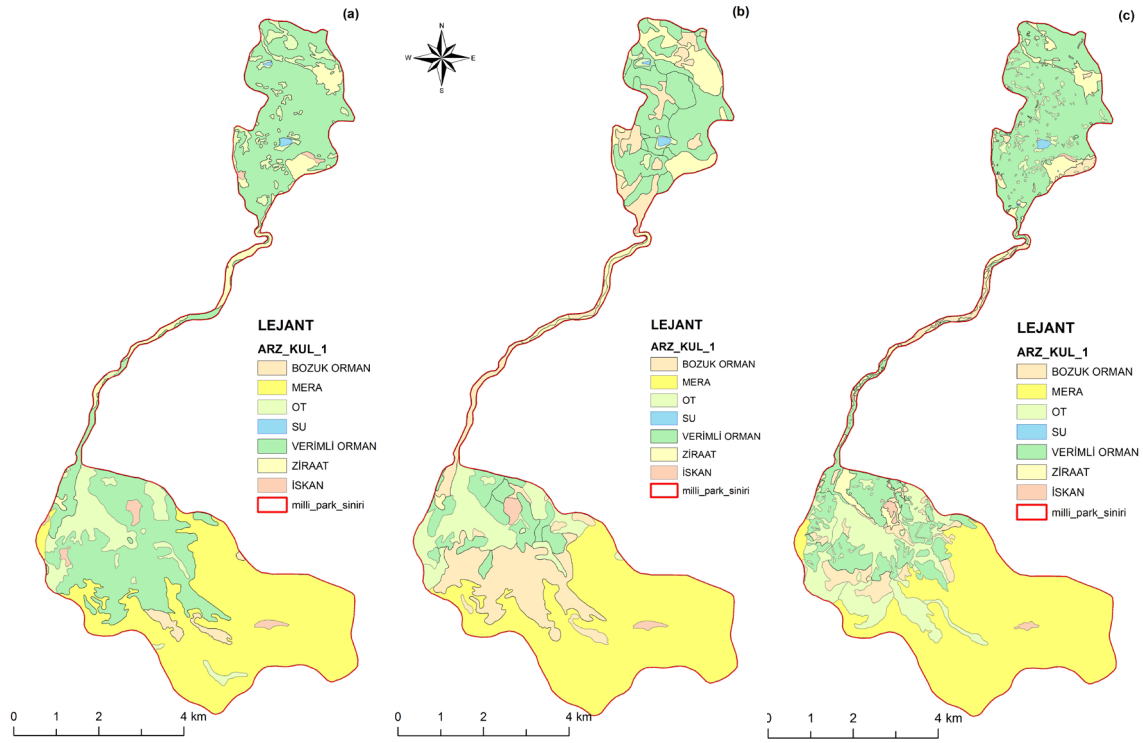
ki geçişler ise Tablo 5'de bütün olarak verilmiştir.

Tablo 2. Arazi kullanım sınıflarının 1971, 1984 ve 2015 yıllarındaki alansal dağılımı
Table 2. Area distribution of land use classes in 1971, 1984 and 2015

Arazi kullanımı	1971 (ha)	1984 (ha)	2015 (ha)	1971-2015 %
Verimli Orman	1.357	713	1.002	-26
Bozuk Orman	46	646	196	321
Verimli+Bozuk	1.404	1.358	1.198	-15
OT	368	334	517	40
Ziraat	127	221	158	24
Mera	1.307	1.301	1.351	4
Su	6	6	6	0
İskan	40	30	20	-50
Toplam	3.251	3.251	3.251	%0

3.2. Parçalılık analizi sonuçları

Milli park içerisindeki habitatların arazi deseninin parçalılık analizi sonucuna göre (Tablo 6) parça yoğunluğu verimli ormanlarda 1971, 1984 ve 2015 yıllarında sırasıyla 1,3; 1,7 ve 2,8 adet/ 100-ha bulunmuştur. Arazi kullanım sınıfları arasında parça yoğunluğu en fazla "su" (35,3), en az ise mera (0,2) sınıfında meydana gelmiştir. Yıllar itibariyle "su" alanlarında bir parçalanma görülmezken, bozuk orman ve ziraat sınıflarında yaklaşık iki kat (% 213), iskan sahalarında ise % 150'lik bir parçalanma artışı söz konusu olmuştur. Tüm milli park sahası içerisindeki habitatların 1971'de 91, 1984'de 62 ve 2015 yılında 233 adet parçaya bölündüğü görülmektedir. Ortalama parça büyüklüğü bazında 2015'de mera sınıfının en büyük (677 ha), su sınıfının ise en küçük (2,8 ha) parça büyüklüğüne sahip olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle parça yoğunluğunun düşük olduğu arazi kullanım sınıflarının ortalama parça boyutunun yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 6). Parçalılık analizi yapılan Türkiye'deki diğer milli parkların alan büyüklükleri ile karşılaştırıldığında (Karahalil ve ark., 2009; Genç ve Bostancı, 2007; Sivrikaya ve ark., 2007; Karaköse ve ark., 2013) Karagöl-Sahara Milli Parkı boyut olarak (3.250 ha) Hatila Vadisi MP'nin % 19'u, Kaçkar Dağları MP'nin % 6'sı, Troya Tarihi MP'nin % 24'ü ve Köprülü Kanyon MP'nin % 9'u kadar bir alanı kaplamaktadır. Bundan dolayı Karagöl-Sahara Milli Parkı içerisindeki habitat parçalarının alansal olarak nispeten küçük boyutta olduğu, bu nedenle habitat parçalanmasının alan büyüklüğü yerine değişim oranları ile karşılaştırılmasının daha anlamlı olacağı ifade edilebilir.



Şekil 2. Çalışma alanındaki arazi kullanım sınıflarının 1971 (a), 1984 (b) ve 2015 (c) yıllarındaki konumsal dağılımları
Figure 2. Spatial distribution of land use classes according to years 1971 (a), 1984 (b) and 2015 (c)

Tablo 3. Karagöl-Sahara Milli Parkı arazi kullanımında 1971-1984 yılları arası yaşanan geçişler
Table 3. Transition matrix of land use class change from 1971 to 1984 in Karagöl-Sahara National Park

	1984 yılı arazi kullanım sınıfları														Toplam ha	
	Verimli Orman		Bozuk Orman		OT		Ziraat		Mera		Su		İskan			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%		
1971 yılı arazi kullanım sınıfları	Verimli Orman	677,9	50,0	528,3	38,9	54,4	4,0	64,2	4,7	25,7	1,9	0,2	0,0	6,5	0,5	1.357,2
	Bozuk Orman	0,0	0,0	38,7	83,3	2,1	4,6	0,0	0,0	5,6	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	46,5
	OT	27,8	7,6	45,6	12,4	228,2	62,0	47,5	12,9	18,5	5,0	0,3	0,1	0,0	0,0	368,0
	Ziraat	3,7	2,9	18,0	14,2	0,1	0,1	104,0	82,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,7	126,7
	Mera	0,5	0,0	13,1	1,0	42,3	3,2	0,0	0,0	1.251,4	95,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1.307,3
	Su	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	97,2	0,0	0,0	5,7
	İskan	2,4	6,1	2,1	5,2	6,4	16,3	5,6	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	58,2	39,5
	Toplam ha	712,4		645,8		333,7		221,3		1.301,3		6,0		30,3		3.250,9

Parktaki habitat parçalarının kenar yoğunluğu (ED) hektarda 1971'de 0,5 ila 40,4 m, 1984 de 0,5 ila 26,2 ve 2015 yılında 0,4 ila 51,3 m arasında değişmektedir. En fazla değişim % 599 artış ile bozuk ormanlarda, en düşük değişim ise % 20 azalışla "iskan" sınıfında oluşmuştur. Ortalama parça büyüklüğü de (MPS) 1971 yılı için 1,6 ile 2,3, 1984'de 1,3 ile 3,3; 2015 yılında 1,3 ile 2,5 arasında değişmektedir.

dir. MPS indis değerinin 1'den uzaklaşması parçaların şekil bakımından düzgün olmayan, tam kare veya daire şeklinden uzaklaştığını göstermektedir. Park alanındaki "su" sınıfı hariç diğer sınıfların düzgün olmayan bir şekle sahip oldukları anlaşılmıştır (Tablo 6). Şekil indislerinin yanında arazi kullanım sınıflarına ait ortalama çekirdek alanı (MCA) yaban hayvanlarının kendilerini güvende

Tablo 4. Karagöl-Sahara Milli Parkı arazi kullanımında 1984-2015 yılları arası yaşanan geçişler
Table 4. Transition matrix of land use class change from 1984 to 2015 in Karagol-Sahara National Park

		2015 yılı arazi kullanım sınıfları														Toplam ha
		Verimli Orman		Bozuk Orman		OT		Ziraat		Mera		Su		İskan		
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1984 yılı arazi kullanım sınıfları	Verimli Orman	612,7	86,0	24,1	3,4	62,1	8,7	12,0	1,7	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2	712,4
	Bozuk Orman	262,7	40,7	96,6	15,0	186,1	28,8	18,9	2,9	80,5	12,5	0,3	0,0	0,8	0,1	645,8
	OT	46,3	13,9	26,8	8,0	201,2	60,3	27,5	8,2	31,1	9,3	0,5	0,2	0,3	0,1	333,7
	Ziraat	76,6	34,6	42,3	19,1	8,0	3,6	91,5	41,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,3	221,3
	Mera	1,5	0,1	4,8	0,4	57,7	4,4	0,0	0,0	1.237,2	95,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1.301,3
	Su	0,0	0,5	0,0	0,0	1,1	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	81,8	0,0	0,1	6,0
	İskan	1,9	6,3	1,3	4,1	0,3	1,1	7,8	25,7	4,2	13,8	0,0	0,0	14,9	49,0	30,3
Toplam ha		1.001,8		195,8		516,5		157,6		1.353,2		5,7		20,3		3.250,9

Tablo 5. Karagöl-Sahara Milli Parkı arazi kullanımında 1971-2015 yılları arasında yaşanan geçişler
Table 5. Transition matrix of land use class change from 1971 to 2015 in Karagol-Sahara National Park

		2015 yılı arazi kullanım sınıfları														Toplam ha
		Verimli Orman		Bozuk Orman		OT		Ziraat		Mera		Su		İskan		
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
1971 yılı arazi kullanım sınıfları	Verimli Orman	910,6	67,1	138,0	10,2	202,9	15,0	24,8	1,8	78,7	5,8	0,3	0,0	2,0	0,2	1.357,2
	Bozuk Orman	0,0	0,0	0,0	0,0	35,6	76,5	0,0	0,0	10,9	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	46,5
	OT	68,0	18,5	21,1	5,7	208,5	56,7	50,6	13,8	18,9	5,1	0,9	0,2	0,0	0,0	368,0
	Ziraat	19,4	15,3	28,5	22,5	4,6	3,6	73,5	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	126,7
	Mera	2,5	0,2	5,9	0,5	59,4	4,5	0,0	0,0	1.239,3	94,8	0,0	0,0	0,1	0,0	1.307,3
	Su	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	80,5	0,0	0,0	5,7
	İskan	1,3	3,3	2,3	5,9	4,4	11,1	8,7	22,1	5,4	13,7	0,0	0,0	17,4	44,0	39,5
Toplam		1.001,8		195,8		516,5		157,6		1.353,2		5,7		20,3		3.250,9

hissetmelerini sağlayan bozulmaya uğramamış habitat alanları hakkında bilgiler vermektedir (Berry, 2007). Çalışma sahasında özellikle verimli orman sınıfı altında 1971 yılında 62,3 ha olan MCA değeri % 55 azalarak 27,7 ha'ya gerilemiştir. Aynı şekilde 1971 yılına ait 14,5 ha olan bozuk ormanlardaki MCA değeri 2015'de % 70 azalarak 4,2 ha'ya gerilemiştir. Bulunan bu sonuçlar parktaki güvenli bir habitat arayan yaban hayatı türlerinin yaşam alanlarının giderek azaldığını, dolayısıyla milli park yönetiminin çekirdek habitatların korunmasında ciddi adımlar atması gerektiğini göstermektedir.

MCA ile MPS arasındaki ilişki bize ortalama çekirdek alanının parçaların şekli tarafından etkilendiğini, dolayısıyla kenar etkisinin nispi olarak hangi düzeyde olduğunu ölçmemize fırsat vermektedir. MCA/MPS oranı 1984 yılında tüm arazi kullanım sınıfları için 1'e yakın hesaplanırken, 1971 ve 2015 yılları için 0,66 dan 0,99'a varan dalgalı bir trend takip etmektedir (Tablo 7). Özellikle "ziraat" alanlarında tüm yıllarda oranın 0,66 civarında seyrettiği, bu sınıf için kenar uzunluklarının ortalama çekirdek alanına etkisinin diğer sınıflara nazaran daha büyük olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında her sınıf içerisindeki habitat parçalarının kendi içerisinde birbirleriyle olan yakınlık/uzaklık ilişkisi MNN ve IJI indisleri ile ölçülmüştür. Tablo 6-7’de gösterilen sonuçlara göre verimli orman alanlarının park içerisinde birbirlerinden ortalama olarak 1971’de 95,3 m; 1984’de 237,3 m ve 2015’de 91,5 m uzaklıkta oldukları görülmektedir. Bozuk orman alanlarının birbirlerine olan ortalama mesafeleri 1971’de 693,6 m; 1984’de 242,2 m ve 2015’de 235,5 m olmaktadır. Verimli ormanlardaki 1984 yılındaki uzun mesafelerin 2015’de tekrar 1971 seviyesine gerilemesi parçalılığın yeniden başladığının işareti olarak değerlendirilmektedir. 1971 ve 2015 yıllarında aralarında 1 km mesafe olan mera alanlarının 1984’de 1 m olarak hesaplanması sahadaki sub-alpin kuşağında, üzerinde ağaç bulunan bozuk orman vasfındaki parçaların zamanla ağaçların kaybolması ve yerini

orman güllerine bırakmasından kaynaklanmaktadır. Şekil 3’de görüldüğü üzere tüm fragmantasyon indisleri “bozuk orman” sınıfındaki 45 yıllık değişimin büyüklüğüne işaret etmektedir. İkinci en büyük değişimin “ziraat” alanlarında meydana geldiği görülmektedir.

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmayla 1971 yılından 2015 yılına kadar Karagöl-Sahara Milli Parkı içerisindeki habitat türlerine (arazi kullanım sınıfları) ait konumsal ve ekolojik değişimin büyüklüğü ve trendi ortaya konulmuştur. Karagöl-Sahara’nın 1994 yılında milli park ilan edilerek korumaya alınmasının alandaki ormansızlaşmayı durdurarak tersine çevireceği gibi yöre halkı nazarında bir beklenti oluşmuş (İnanç ve ark., 2016; Cengiz, 2007),

Tablo 6. Arazi Kullanım sınıflarının 1971, 1984 ve 2015 yıllarındaki parçalılık indisleri
Table 6. Class-level fragmentation indices results in 1971, 1984 and 2015

Arazi Kullanım	PD			MPS			ED			MSI			IJI		
	parça/100 ha			ha			m ha ⁻¹			birim yok			%		
Yıllar	1971	1984	2015	1971	1984	2015	1971	1984	2015	1971	1984	2015	1971	1984	2015
VERİMLİ ORMAN	1,3	1,7	2,8	75,4	59,4	35,8	42,4	24,1	51,3	2,3	2,3	2,5	61,4	64,6	60,2
BOZUK ORMAN	6,5	3,4	19,4	15,5	29,4	5,2	2,8	26,2	19,4	1,9	1,9	2,0	16,3	73,4	72,4
ORMAN TOPRAĞI	13,3	3,9	22,3	7,5	25,7	4,5	24,4	13,7	40,4	1,7	2,0	1,7	22,3	55,9	47,2
ZİRAAT	7,9	3,6	24,7	12,7	27,7	4,0	9,3	11,9	17,0	2,2	2,4	2,0	20,4	39,6	49,0
MERA	0,2	0,1	0,1	653,7	1.301,3	676,6	18,7	14,7	14,4	3,0	3,3	2,3	58,5	24,6	59,0
SU	35,3	33,3	35,2	2,8	3,0	2,8	0,5	0,5	0,4	1,3	1,3	1,3	33,3	0,0	66,2
İSKAN	17,7	13,2	44,3	5,7	7,6	2,3	3,0	1,6	2,4	1,6	1,6	1,7	62,9	76,9	79,6

Tablo 7. Çalışma alanındaki Parça Sayısı ile Arazi Kullanım sınıflarına ait ortalama çekirdek alanın ortalama parça büyüklüğüne oranı (1971, 1984 ve 2015)
Table 7. Number of Patches and Rate of Mean Core Area and Mean Patch Size in 1971, 1984 and 2015 for the habitat classes

Arazi Kullanım	NP-Parça Sayısı			MCA/MPS			MCA			MNN		
	adet			birimsiz			ha			m		
Yıllar	1971	1984	2015	1971	1984	2015	1971	1984	2015	1971	1984	2015
VERİMLİ ORMAN	18	12	28	0,826	0,887	0,775	62,3	52,7	27,7	95,3	237,3	91,5
BOZUK ORMAN	3	22	38	0,933	0,999	0,823	14,5	29,3	4,2	693,6	242,2	235,5
ORMAN TOPRAĞI	49	13	115	0,923	0,952	0,724	6,9	24,5	3,3	180,6	478,4	59,1
ZİRAAT	10	8	39	0,655	0,625	0,745	8,3	17,3	3,0	514,9	786,5	94,4
MERA	2	1	2	0,983	0,987	0,988	642,9	1284,6	668,5	886,0	1,0	1.221,7
SU	2	2	2	0,890	0,893	0,908	2,5	2,7	2,6	1.722,9	1.725,4	1.345,6
İSKAN	7	4	9	0,908	0,937	0,774	5,1	7,1	1,8	1.480,4	2.869,8	1.146,9

fakat toplam orman alanlarının (verimli+bozuk) 1971'den 1984 yılına kadar % 3 oranında düşüş gösterdiği, 1984 yılından 2015 yılına kadar bu düşüşün % 12 oranında devam ettiği görülmüş ve beklenenin tam aksine bir durum gerçekleşmiştir. Toplam orman alanlarındaki bu habitat kaybının doğal afetler sonucunda alansal olarak dağılmış 0,5 ha'dan küçük orman içi açıklıklara dönüştüğü (Tablo 3 ve 4), OT alanlarındaki son 45 yılda meydana gelen % 40 artışın nedenlerinden birisi olarak açıklanabilir. Bu durum Sivrikaya ve ark. (2007) tarafından Camili Biyosfer Rezerv Alanı içerisindeki ormanlık alanlarda meydana gelen % 3,3 artışla karşılaştırıldığında Karagöl-Sahara Milli Parkı'ndaki ormanların doğal afetler karşısında milli park koruma statüsü olmasına rağmen kendini yenileyemediği görülmüştür. Bu durum çalışma sahasında ormanlık alanlar içerisindeki yeni oluşan orman içi açıklıkların (OT), yaban hayvanlar ile yöredeki küçük ve büyükbaş hayvanlar için yeni otlak alanları oluşturmuş ve sonucunda aşırı otlatmadan yeni orman fidanlarının gelişmesine fırsat verilmediği ve engellendiği görülmüştür. Troia Milli Parkı'ndaki (Genç ve Bostancı, 2007) başka bir çalışmada ormanlık alanlardaki 19 yıllık artışın % 20,4 olarak gerçekleştiği görülmüş, bu alanların doğal afetlere daha az maruz kaldığı ve dolayısıyla orman alanlarındaki artışın sürdüğü anlaşılmıştır.

Çalışma sahasındaki toplam (verimli + bozuk) ormanlık alanlarda yaşanan alan kaybı parça büyüklüklerine de yansımış ve dolayısıyla fragmentasyonu da artırarak parçalanmayı hızlandırmıştır. Verimli orman sınıfı için parça yoğunluğu indisi (PD) 1971'de 1,3 adet/100 ha iken bu değer 2015'de iki kattan fazla artarak 2,8 adet/100 ha'ya yükselmiştir. Bu artışın orman alanlarından geçen yolların habitat parçalanmasına sebebiyet vermesiyle ilişkilendirilmiştir (Cook ve ark., 2017; Pascual-Hortal ve Saura, 2006). Karahalil ve ark. (2009) tarafından Köprülü Kanyon Milli Parkı için gerçekleştirilen çalışmada ormanlık alanların yoğun turizm ve insan aktivitelerinden dolayı parça yoğunluğunun 3 kat artarak 1,9 adet/100 ha'ya çıktığı bildirilmiştir. Diğer taraftan, Kroner ve ark. (2016) da ABD'deki Yosemite Milli Parkı'nda 1864-2014 arası yaptıkları fragmentasyon analizinde bölgede yapılan yolların habitat parçalanmasına başlangıç olarak en önemli etken olduğunu tespit etmişlerdir.

1971'den günümüze bozuk orman alanlarında meydana gelen dalgalı trend ve büyük dönüşümler de oldukça dikkat çekicidir. Bu dönüşümün çalışma sahası milli park ilan edilmeden önceki ormanlık faaliyetlerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı

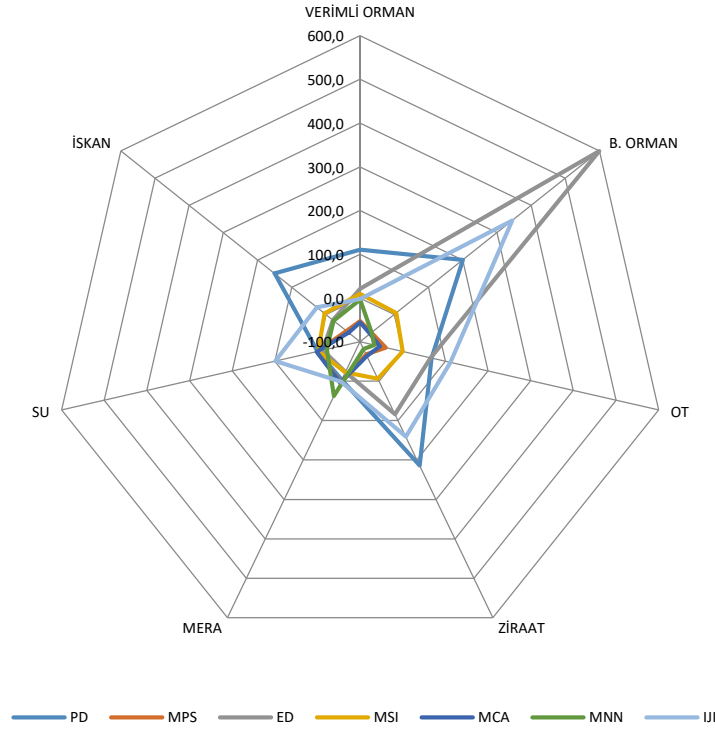
hakkında bir bilgiye ulaşılamamıştır. Ancak, bu durumun ülkemizde zaman içerisinde değişebilen bozuk orman tanımı (çok bozuk, boşluklu kapalı vd.) ve memleket haritası yapım tekniğiyle ilgili olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan hem ülkemizde hem de bölgede özellikle son 40 yıl içerisinde yaşanan kırdan kente göç süreci sonucunda Karagöl-Sahara Milli Parkı sınırları dahilindeki ziraat alanlarının bırakılarak doğaya terk edilmesi de bu durumu tetiklemiş olduğu 2015 yılı hava fotoğrafında tespit edilen yaylalıklardaki yıkılmış ve sadece su basmağı duvarları kalan harabelerden anlaşılmaktadır.

Çalışma alanının güneyinde kalan geniş mera alanlarının zaman içerisinde kendi yapılarını parçalanmadan koruyabilmeleri, bölgedeki yaylacılık faaliyetlerinin giderek azalmasına bağlanmaktadır. Bölgede genç nüfusun yoğun olduğu geçmiş dönemlerde insanlar mezralara çıkmakta ve küçük-büyük baş hayvancılığın yanında kendi ihtiyaçları için merada bulunan çayırılık alanları işlemekteydiler. Ancak bugün bölgede yaşlı nüfusun artmasıyla bu tip faaliyetler eskisi gibi yapılamamakta ve dolayısıyla mera alanları şekilsel olarak daha kompakt bir yapı kazanmaktadır (Orhan, 2015). Yöredeki büyükbaş+küçükbaş hayvan sayısının 1967 yılında 67.597 iken 1991 yılında 89.152 adede ulaşması, daha sonra da % 55 azalarak 40.507 adede düşmesi (Orhan, 2015) meralar üzerindeki otlama ve insan baskısının geçmişe göre azalmasının bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Sahaya ait 2016 yılında revize edilmiş Gelişim Planında (DKMP, 2016b) yedi adet uygulama hedefi seçilmiş, bu yedi hedeften sadece bir tanesi "*Biyo-lojik Çeşitliliğin ve Ekolojik Dengenin Korunarak Devamlılığının Sağlanması*" konusunda stratejik hedefler belirlemiştir. Milli parktaki su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliği için gerekli önlemlerin belirlenmesi konusunda uygulama hedefi belirlenmiş olsa da mevcut olan sulak alanlarla ilgili "*kirliliğin*" tespiti dışında bir uygulama gerçekleştirilememiş olması bu konudaki paydaşlarla işbirliğinin henüz gelişmemiş olduğunun göstergesidir. Çalışma alanının Karagöl kısmında bulunan Gamabostan Gölü'nün 1971 yılı hava fotoğraflarında berrak olduğu ve içerisinde bitki bulunmadığı görülürken 2015 yılı hava fotoğraflarında "sulak alana" dönüştüğü görülmüştür. Bu durum sulak alan içerisinde ve etrafındaki yabani çilek, böğürtlen gibi orman meyveleri ile beslenen boz ayı için habitat gelişmesi olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla 2016 revizyon planında Hassas Koruma Bölgesi olarak ayrılan Gamabostan Gölü ve Karagöl çevresinin korunmasına aynen devam edilmesi kanaatine varılmıştır.

Fragmantasyonun artması geleneksel ormancılık bakış açısıyla olumsuz olarak değerlendirilebileceği gibi, bölgedeki yaban hayatı yönetimi açısından planlanmayan fakat olumlu etki yaratan bir olay olarak da değerlendirilebilir. Çünkü böcek zararı, fırtına ve kar devriği gibi doğal afetler sonrasında meydana gelecek alanı, çevresi ve şekli değişen yamaların (patch) habitat parçalanmasına sebep olduğu, bununla birlikte milli park içindeki yaban hayatı ve kuş türleri çeşitliliğini artırıcı bir gelişme sağladığı da gözlenmiştir. Whitecomb ve ark. (1981), Wilcove ve ark. (1986), Temple (1986) ve Hofmeister ve ark. (2017) gibi yaban hayatı uzmanları da kendi çalışmalarında bazı orman kuşları ya da ak kuyruklu geyik gibi türlerin daha çok parçalı

yapıları ve özellikle orman kenarlarını tercih ettiklerini ortaya çıkarmışlardır. Dolayısıyla korunan alanlarda arzu edilen konumsal yapının çeşitli şekil indisleri yardımıyla kontrol edilmesi hedef türlerin habitat uygunluğu açısından çok önemlidir. Karagöl-Sahara Milli Parkı 2016 yılında revize edilen gelişim planında sahadaki hayvan türleri için yılda iki kez, bitki türleri için her 5 yılda bir envanter yapılması öngörülmüşse de hedef tür seçimi konusunda boz ayı hariç bir çalışma maalesef yapılamamıştır. Habitat parçalanmasının farkındalığı uzun yıllar aldığından, bölgedeki her habitat türüne has ağaç, bitki, memeli, kuş ve sürüngenlerden oluşan gösterge türler belirlenmeli ve habitat kayıpları bu türler yardımıyla da izlenmelidir.



Şekil 3. Parçalılık indislerinde 1971 ile 2015 yılları arasında meydana gelen değişimin yüzdesel olarak arazi kullanım sınıflarına göre dağılımı
Figure 3. Distribution of change in fragmentation indices between 1971 and 2015 by land use classes (%)

Teşekkür

Bu çalışmaya esas olan veri kaynaklarının bir kısmının temininde yardımcı olan DKMP Artvin Şube Müdürü Sayın Yunus AYDEMİR'e, hava fotoğraflarının temininde yardımcı olan Piramid Fotogrametrik Hizmetler Ltd. Şti. sahibi Sayın Deniz AKDENİZ'e, makalenin yazımı sırasında önerileriyle katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Atakan

ÖZTÜRK'e, teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

- Andren, H., 1997. Habitat fragmentation and changes in biodiversity. *Ecological Bulletins*, 46:171-181.
- Aydın, İ.Z., Öztürk, A., Demirci, U., 2017. Ülkemizin korunan alanları için sürdürülebilir ekoturizm

- yönetimi ölçüt ve göstergelerinin belirlenmesi. *Turizm ve Arastırma Dergisi*, 6 (2): 73-94
- Başkent, E.Z., Jordan, J.A., 1995. Characterizing spatial structural of forest landscape. *Canadian Journal of Forest Research*, 25 (11): 1830-1849.
- Berry, J. K., 2007. Map analysis: understanding spatial patterns and relationships. San Francisco, CA: GeoTec Media,
- CBD, 2010. Report of the tenth meeting of the conference of the parties to the convention on biological diversity. In The tenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Nagoya, Japan, NEP/CBD/COP/10/27. <https://www.cbd.int/cop10/doc> (Ziyaret tarihi: 05.03.2018).
- Cengiz, T., 2007. Tourism, an ecological approach in protected areas: Karagöl-Sahara National Park, Turkey, *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14 (3): 260-267, DOI: 10.1080/13504500709469726
- CI, 2018. The World's 35 biodiversity hotspots. <https://www.conservation.org/How/Pages/Hotspots.aspx> (Ziyaret tarihi: 25.02.2018).
- Cook, C.N., Valkan, R. S., Mascia, M.B., McGeoch, M. A., 2017. Quantifying the extent of protected-area downgrading, downsizing, and degazettement in Australia. *Conservation Biology*, 31: 1039–1052. doi: 10.1111/cobi.12904
- Coşkun, A.K. ve Aksu, Y., 2010. Picea Orientalis Ormanlarında Zarar Yapan Dendroctonus Micans Kug (Coleoptera: Scolytidae)'un Biyolojisi, Morfolojisi, Yayılışı, Zararı, Yapılan Mücadele Çalışmaları ve Alınan Sonuçlar Üzerine Araştırmalar. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Artvin. (4): 1383-139
- Cushman, S.A., Wallin, D.O., 2000. Rates and patterns of landscape change in the Central Sikhotealin Mountains, Russian Far East. *Landscape Ecology*, 15:643-659.
- Çam, A., Fırat, O., Yılmaz, A., 2013. Harita Genel Komutanlığında ortofoto ve sayısal yüzey modeli üretimi faaliyetleri. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım, Ankara, s. 6.
- DKMP, 2016a. Korunan alanlar istatistikleri (1958-2016). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, <http://www.milliparklar.gov.tr/resmiistatistikler>, (Ziyaret tarihi: 08.03.2018).
- DKMP, 2016b. Karagöl-Sahara Milli Parkı, Uzun Devreli Gelişme Revizyon Planı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dudley, N., Stolton, S., Belokurov, A., Krueger, L., Lopoukhine, N., MacKinnon, K., Sandwith, T., Sekhran, N., 2010. Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change, IUCN,WCPA, TNC, UNDP, WCS, World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA
- Durusoy, İ., Türker, M.F. and Öztürk, A., 2005. Türkiye orman kaynakları yönetiminde korunan alanların yeri: ulusal planlar ve uluslar arası süreçler kapsamında değerlendirmeler. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, SDÜ, Isparta s.61-69
- Düzgüneş, E., Demirel, Ö., 2016. Milli parkların koruma yapısının ekolojik duyarlılık analizi ile ortaya konması: Altındere Vadisi Milli Parkı örneği. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1):135-146.
- Eminağaoğlu, Ö., Anşın, R. and Kutbay, H.G., 2007. Forest vegetation of Karagöl-Sahara National Park Artvin-Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 31(5), pp. 421-449.
- Eroğlu, M., Bilgili, E. and Başkaya, Ş., 2002. Karagöl-Sahara Milli Parkı Uzun Devreli Gelişme Planı. Fauna, Rapor, Trabzon.
- ESRI, 2013. ArcGIS for Desktop (Version 10.2.1), Environmental Systems Research Institute, Redlands CA, USA.
- FAO, 2018. Protected areas. <http://www.fao.org/biodiversity/cross-sectoral-issues/protected-areas/en/> (Ziyaret tarihi: 24.02.2018).
- Genç, L., Bostancı, Y.B., 2007. Troia Milli Parkı arazi kullanım ve bitki örtüsü değişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi yardımıyla belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 27-41.
- Harikrishna, P., Reddy, C.S., Singh, R., Jha, C.S., 2013. Landscape level analysis of disturbance regimes in Protected Areas of Rajasthan, India. *Journal of Earth System Science*, 123: 467-478.
- Hayes, D.J., Sader, S.A., Schwartz, N.B., 2002. Analyzing a forest conversion history database to explore the spatial and temporal characteristics of land cover change in Guatemala's Maya Biosphere Reserve. *Landscape Ecology*, 17: 299-314.
- Hockings, M., 2003. Systems for assessing the effectiveness of management in protected areas. *BioScience*, 53 (9): 823-832.

- Hofmeister, J., Hosek, J., Brabec, M., Kocvara, R., 2017. Spatial distribution of bird communities in small forest fragments in central Europe in relation to distance to the forest edge, fragment size and type of forest. *Forest Ecology and Management*, 401: 255-263.
- İnanç, S., Ayaz, H., Eminağaoğlu, Ö., 2016. Recognizability of officinal plants in Artvin and conscious level on plant smuggling (Şavşat and Borçka cities sample). International Forestry Symposium, 7-10 Aralık, Kastamonu, ss. 240-247.
- IUCN, 2018. Biodiversity and protected areas. <https://www.iucn.org/theme/protected-areas/wcpa/what-we-do/biodiversity-and-protected-areas> (Ziyaret tarihi: 24.02.2018).
- Karahalil, U., Kadioğullari, A.İ., Başkent, E.Z., Köse, S., 2009. The spatiotemporal forest cover changes in Köprülü Canyon National Park (1965-2008) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8 (18): 4495-4507.
- Karaköse, M., Terzioğlu, S., Başkent, E.Z., Karahalil, U., 2013. Çamlıhemşin (Rize) orman planlama biriminin habitat tiplerinin tespiti ve konumsal değişimlerinin izlenmesi. Fırtına Vadisi Sempozyumu, 25-27 Nisan, Rize, ss. 1-10.
- Kaya, Z., Raynal, D.J., 2001. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological Conservation*, 97: 131-141.
- Kroner, R.E.G., Krithivasan, R., Mascia, M.B., 2016. Effects of protected area downsizing on habitat fragmentation in Yosemite National Park (USA), 1864–2014. *Ecology and Society*, 21 (3): 22.
- Kurdoğlu, O., Çokçalışkan, B., 2011. Assessing the effectiveness of protected area management in the Turkish Caucasus. *African Journal of Biotechnology*, 10 (75): 17208-17222.
- Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H., Lisle, A. and Hockings, M., 2010. A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental management*, 46 (5): 685-698.
- McGarigal K, Cushman SA, Neel MC, Ene E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, Available at www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html
- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems & Human Wellbeing – Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- MGM, 2012. Artvin ili Şavşat ilçesi İklim İstasyonuna ait rasat verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx#sfU> (Ziyaret tarihi: 02.06.2017).
- MGM, 2016. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler, 2015 Yılı Değerlendirmesi. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Meteorolojik Afetler Şube Müdürlüğü, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/dogala-fet-2015.pdf> (Ziyaret tarihi: 10.04.2018)
- OGM, 2013. Veliköy Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Amenajman Planı (2013-2032). Orman Genel Müdürlüğü Yayınevi, Ankara.
- Orhan, F., 2015. Şavşat'ın beşerî ve ekonomik coğrafyası (birinci baskı). Şavşat Belediyesi Kültür Yayınları, Artvin.
- Pascual-Hortal, L., Saura, S., 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21 (7): 959-967.
- Regos, A., Tapia, L., Gil-Carrera, A., Domínguez, J., 2017. Monitoring protected areas from space: A multi-temporal assessment using raptors as biodiversity surrogates. *PLoS ONE*, 12(7):e0181769 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181769> (Ziyaret tarihi: 25.02.2018).
- Rempel, R.S., Kaukinen, D., Carr, A.P., 2012. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario.
- Resmi Gazete, 1956. 31 Ağustos 1956 tarihli ve 6831 Sayılı Orman Kanunu.
- Resmi Gazete, 1983a. 11 Ağustos 1983 tarih ve 2873 Sayılı Milli Parklar Kanunu.
- Resmi Gazete, 1983b. 9 Ağustos 1983 tarihli ve 2872 Sayılı Çevre Kanunu.
- Resmi Gazete, 2003. 1 Temmuz 2003 tarihli ve 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanunu.
- Rossi, P., Pecci, A., Amadio, V., Rossi, O., Soliani, L., 2008. Coupling indicators of ecological value and ecological sensitivity with indicators of demographic pressure in the demarcation of new areas to be protected: The case of the Oltrepa Pavese and the Ligurian-Emilian Apennine Area (Italy). *Landscape Urban Planning*, 85(1):12-26.
- Rouse, J.W., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering,

- D. W., 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93p. (NTIS No. E73-106393)
- Sayman, R.Ü., 2017. Türkiye’de korunan alanların yönetimi. Natura 2000 gerekliliklerinin uygulanması için ulusal doğa koruma sisteminin güçlendirilmesi projesinde REC Türkiye adına gerçekleştirilen sunum, 12 Eylül, Erzurum.
- Sivrikaya, F., Çakır, G., Kadioğulları, A.İ., Keleş, S., Başkent, E.Z., Terzioğlu, S., 2007. Evaluating land use/land cover changes and fragmentation in the Camili Forest Planning Unit of Northeastern Turkey from 1972 to 2005. *Land Degradation&Development*, 18: 383-396.
- Status, L.N., Stritholt, R.J., DellaSala, A., 2002. Rate and pattern of forest disturbance in the Klamath-Siskiyou ecoregion, USA between 1971 and 1992. *Landscape Ecology*, 17: 455-470.
- Temple, S.A., 1986. Predicting impacts of habitat fragmentation on forest birds: A comparison of two models. In: Verner, M.L., Morrison, C., Ralph, C.J. (Eds.), *Wildlife 2000: Modelling habitat relationships of terrestrial vertebrates*. Wisconsin Press, Madison, Wisc., pp. 301-304.
- Terzioğlu, S., Başkent, E.Z., Sivrikaya, F., Çakır, G., Kadioğulları, A.I., Başkaya, Ş. and Keleş, S., 2010. Monitoring forest plant biodiversity changes and developing conservation strategies: a study from Camili Biosphere Reserve Area in NE Turkey. *Biologia*, 65 (5): 843-852.
- Townsend, P.A., Lookingbill, T.R., Kingdon, C.C., Gardner, R.H., 2009. Spatial pattern analysis for monitoring protected areas. *Remote Sensing of Environment*, 113 (7): 1410-1420.
- URL-1, 2018. Şavşat Karagöl-Sahara Milli Parkı. <http://bolge12.ormansu.gov.tr/12bolge/karagol-saharamilliparki.aspx?sflang=tr> (Ziyaret tarihi: 26.02.2018).
- Vorking, A., 2006. Dünya Bankası Türkiye masası şefi açılış konuşması. Biyoçeşitlilik ve korunan alan yönetimi ulusal toplantısı, 22-24 Mayıs, Ankara, ss. 1-6.
- WB, 2018. Dünya Bankası. <http://www.telegraph.co.uk/travel/news/mapped-the-countries-with-the-most-protected-areas/> (Ziyaret tarihi: 24.02.2018).
- Whitecomb, R.F., Robbins, C.S., Lynch, J.F., Whitecomb, B.L., Klimkiewicz, M.K., Bystrak, D., 1981. Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. In: Burgess, B., Sharpe, D. (Eds.), *Forest Island Dynamics in Managed Landscapes*. Springer-Verlag, New York, pp. 125-205.
- Wilcove, D.S., McLellan C.H., Dobson, A.P., 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Soule M.E. (Ed.), *Conservation Biology, The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, Mass., pp. 237-256.
- WWF/IUCN, 1994. Centers of plant diversity. A guide and strategy for their conservation (Vol 1: Europe, Africa, South West Asia and the Middle East). IUCN Publications Unit, Cambridge, UK.
- Zhang, M., Jin, H., Cai, D., Jiang, C., 2010. The comparative study on the ecological sensitivity analysis in Huixian Karst Wetland, China. *Procedia Environmental Sciences*, 2: 386-398.

Amaç ve Kapsam

Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri tarafından 1952 yılından itibaren Teknik Bülten, Yıllık Bülten, Teknik Rapor, Araştırma Dergisi ve Çeşitli Yayınlar adı altında yayınlanan araştırma sonuçlarını tek çatı altında toplamak amacı ile 2014 yılından itibaren yayımlanmaya başlayan Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi (OGMOAD); Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin çalışma programında yer alan araştırma projelerinin ara veya sonuç raporlarından hazırlanan makaleler ile akademisyen, araştırmacı ve uygulayıcı kişilerin ormancılık konuları ile ilişkili olarak hazırlayacağı ve daha önce başka bir yerde kısmen veya tamamen yayımlanmamış makaleleri içerir.

Ormanlık Araştırma Dergisi, Orman Genel Müdürlüğü'nün resmi dergisi olup ormancılık ile ilgili çeşitli konularda bilgi alışverişi için ulusal ve uluslararası düzeyde bir paylaşım temin etmeyi amaçlamaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, yılda 2 defa Temmuz ve Aralık aylarında Türkçe olarak İngilizce özlü ya da İngilizce olarak Türkçe özlü yayımlanır.

Ormanlık Araştırma Dergisi'nin amaçları, yüksek bilimsel standartta araştırmaya dayalı makalelere öncelik vererek özgün makaleler yayımlamak, ormancılık ile ilişkili alanlarda güncel çalışmalar yaparak faydalanıcıların hizmetine sunmaktır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, aşağıda belirtilen alanlarda ormancılık sorunlarına çözüm getirmek amacı ile temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını içeren ulusal ve uluslararası makaleleri kabul etmektedir.

ISLAH	Tohum, Ağaç Islahı, Genetik, Biyoteknoloji.
YETİŞTİRME	Silvikültür, Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ağaçlandırma ve Bitki Fizyolojisi, Peyzaj.
EKOLOJİ	Toprak ve Ekoloji, Havza Yönetimi, Orman - Su İlişkileri.
İŞLETME	Ekonomi, Hasılat, Amenajman, Ormanlık Politikası, Sosyal Ormanlık, Orman İnşaatı ve Transportu.
KORUMA	Orman Yangınları, Entomoloji, Fitopatoloji, Yaban Hayatı ve Korunan Alanlar.
ORMAN ÜRÜNLERİ	Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri, Orman Endüstrisi.

Ayrıntılı bilgi için lütfen : <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

Yazarlar İçin

-Makale değerlendirme ve yayın süreci

Ormanlık Araştırma Dergisi'ne gönderilen makaleler ilk aşamada editörler tarafından etik, dil ve yazım kontrolünden geçirilerek Bölüm Editörlerine gönderilmektedir. Bölüm Editörleri uygun durumdaki makaleleri hakem değerlendirme sürecine almakta ve süreçleri tamamlanan makaleler mizanpajları yapılarak dergimizde uygun bir sayıda yayınlanmak üzere ön izlemeye alınmaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi çift kör hakem değerlendirme sistemini kullanır.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmemektedir.

-Makale yazım kuralları

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

Kâğıt Boyutu	A4 Dikey	Yazı Tipi Stili	Normal
Satır Aralığı	Tek (1)	Boyutu (Ana başlık)	14
Üst Kenar Boşluk	3,7 cm	Boyutu (Özetler)	9
Alt Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Normal metin)	10
Sol Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Tablo-grafik)	9
Sağ Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Kaynakça)	9
Yazı Tipi	Times News Roman Tur		

-Araştırma ve yayın etiği, hatalı uygulama beyanı

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisine makale gönderen yazarların ormanlık konuları ile ilgili eserleri başka bir yerde yayımlanmamış olmalı ve/veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır.

Editörler makalenin dil, yazım ve kaynakları hakkında dergi yazım formatına uygunluğunu sağlamak amacıyla gerekli düzeltmeleri yapmaya tam yetkilidir.

Yayımlanmış başka eserlerden alınmış olan alıntı yazı, tablo, resim vb. verinin olması halinde gerekli izinleri almak yazarların sorumluluğundadır.

Makalenin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Makalede yazarlık için gerekli ölçütleri karşılamayan ancak fon ve diğer şekillerde destek sağlayan kişi ve kurumlar "Teşekkür" bölümünde belirtilmelidir.

Yazarlar, başta sosyal bilim alanları olmak üzere araştırmalarında insan üzerinde yapılan klinik araştırmaların dışında kalan bilimsel çalışmalar yapmışlar ise "Yöntem" bölümünde insan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Yazarlar, araştırmada "deney hayvanı" kullanmış veya "yaban hayvanları" çalışmış ise "Yöntem" bölümünde "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals" prensipleri doğrultusunda çalışıldığını, iç hukuktaki hayvan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin deney hayvanları etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Çalışmada "hayvansal" madde kullanılmış ise yazarlar "Yöntem" bölümünde "laboratuvar hayvanlarının kullanım kılavuzları ve yöntemleri" ilkelerine uygun çalıştıklarını ve etik kurallara uygun olarak araştırma yaptıklarını belirtmek zorundadırlar.

Makalede; ticari bağlantı veya çalışmaya maddi destek veren kurum var ise yazarlar "Teşekkür" bölümünde kullanılan ticari ürün ve/veya adı geçen kurum, kuruluş ile ticari ilişkilerinin olmadığını belirtmek; var ise ilişkinin niteliğini bildirmek zorundadırlar.

Yazarlar, Ormanlık Araştırma Dergisine gönderdikleri makalede etik kurallara (intihal, çoklu yayın, kendi kendine intihal, yazarlık ile ilgili konular, zorlayıcı atıf, karalama, gerçekte olmayan bilgi üretimi, etik olmayan araştırma ve ölçümler, çıkar çatışması, temel prensipler vs.) uymak zorundadırlar.

Editörün ve diğer editörlerin, makale ile ilgili bilgileri makalenin yazarları ya da hakemleri dışındaki diğer kişilerle paylaşması yasaktır.

Hakemler inceledikleri makaleyi Editör dışında kimseyle paylaşamazlar.

Yazarların dergiye makale göndermesi; makalenin orijinal olduğunu, bir başka yere gönderilmediğini ve yayın için değerlendirme altında olmadığını, çalışmada hakaret, karalama ve yasa dışı beyanların olmadığını, olası üçüncü kişiler dâhil izinlerin alındığını, ismi geçen kişi ve kurumlardan onay alındığını, gönderim öncesi yazarlık paylaşımının yapıp onaylandığını, misafir yazarlık ve hayalet yazarlığının olmadığını beyan ve kabul ettikleri anlamına gelir.

Aims and Scope

Turkish Journal of Forestry Research (OGMOAD) started to be published in 2014 with the aim of gathering the research results published as technical bulletin, annual bulletin, technical report and journal under a single roof in the charge of Forestry Research Institutes since 1952, and it consists of articles on interim or final reports of research projects take part in the work plan of Forestry Research Institutes and forestry related articles of academicians, researchers or practitioners which were not partially or completely published elsewhere before.

Turkish Journal of Forestry Research is an official journal of General Directorate of Forestry and aims to provide and share information on forest-related issues on national and international level.

Turkish Journal of Forestry Research is published twice a year (in July and December). For articles written in Turkish, an English abstract is necessary and for English papers Turkish abstract is needed.

Turkish Journal of Forestry Research aims to publish research-based articles that have high scientific standards, and to put them into service by carrying out up-to-date studies on forest-related issues.

Turkish Journal of Forestry Research accepts articles from the fields below that involve basic and applied studies on national and international level in order to offer solutions for problems on forestry issues.

TREE BREEDING	Seed, Tree Breeding, Genetics, Biotechnology.
GROWING	Silviculture, Botanic, Phytosociology, Afforestation and Plant Physiology, Landscape.
ECOLOGY	Soil and Ecology, Watershed Management, Forest - Water Relations
FOREST MANAGEMENT	Economy, Yield, Management, Forestry Politics, Social Forestry, Forest Construction and Transportation
CONSERVATION	Forest Fires, Entomology, Phytopathology, Wildlife and Protected Areas.
FOREST PRODUCTS	Wood and Non-Wood Forest Products, Forest Products Industry.

For further information please contact: <http://dergipark.gov.tr/ogmoad/page/4645>

For Authors

-Review and publishing process

Submitted manuscripts are undergone ethic control and language control by the editors and sent to Subject Editors. If the manuscript is appropriate it's sent to two referees. After a double-blind review process the manuscripts with positive reports are sent to Layout Editor, and then published on the web page of the journal.

Turkish Journal of Forestry Research has a double-blind review process.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

-Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as “Research Paper”, “Review Article”, “Letter to the Editor” or “Technical Note”, and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

Paper Size	A4 Vertical	Font Style	Normal
Line Spacing	1	Type Size (Main title)	14
Top Margin	3,7 cm	Type Size (Abstracts)	9
Bottom Margin	3 cm	Type Size (Regular Text)	10
Left Margin	3 cm	Type Size (Table-figure)	9
Right Margin	3 cm	Type Size (References)	9
Font	Times News Roman		

-Research and publication ethics, and malpractice statement

Concurrent submission is not acceptable. Authors must not submit a manuscript to more than one journal simultaneously. Related to this subject, authors should not submit previously published work, as well.

Editors are fully authorized to make necessary changes and edit the paper in order to ensure the compliance with the writing and publishing guideline. All authors must agree with any such addition, removal or rearrangement.

The authors should ensure that if they use other person’s ideas, language, pictures and tables, this has been appropriately cited or quoted and permission has been obtained where necessary.

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made substantial contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the paper (e.g. language editing), they should be recognized in the “Acknowledgements” section.

If the work, particularly in social sciences, involves “scientific researches/studies conducted with the participation of human excluding clinical researches”, the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the human rights legislation, and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If the work involves the use of experimental or wild animals (or animal material), the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the principles of “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, relevant laws and institutional guidelines and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If there are any commercial ties or institutions supporting the research financially, they should be recognized in the “Acknowledgements” section and the authors should state that there are no relationship with the mentioned institution or organization, or if any, nature of the relationship should be stated.

The authors should follow the rules stated in this section (plagiarism, duplication, self-plagiarism, authorship, false citation, fabrication, unethical research and measures, conflict of interest, main principles etc.) for the papers that they sent.

Editors should be aware that any information related to the paper is confidential and should not be shared with anyone, but the authors and the reviewers.

Reviewers should be aware that the information related to the paper and the peer review process is confidential and should not be shared with anyone, but the editor.

By submitting an article, the author(s) certify that the article is their original work, that the paper has not been submitted or published elsewhere (in print, online/blog, etc.), that the article and its contents do not infringe in any way on the rights of third parties, and that they take full responsibility of any risk of therein.



Ormancılıkta
1839 *dan*
Bugüne

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