

e-ISSN: 2791-7363



THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

YEAR: 2022, VOLUME: 2, ISSUE: 1



THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

e-ISSN: 2791-7363

YEAR: 2022, VOLUME: 2, ISSUE: 1

Theoretical and Applied Forestry (TAFOR) is a peer reviewed international journal, which publish two times in a year (June and November). Original research article and review papers on all aspects of forestry, Biology, Agriculture in English or Turkish are accepted in the TAFOR published by online. The Manuscripts are reviewed by the reviewers, and the review process is completed in two- three months. Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. There is no any article submission or processing charges in the journal.

EDITOR IN CHIEF

Nebi Bilir, Professor

Isparta University of Applied Sciences, Turkey

ASSOCIATE EDITOR

Halil Baris Ozel, Professor

Bartın University, Turkey

SECTION EDITORS

Suleyman Gulcu, Professor

Quantitative Genetics & Breeding
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Zafer Olmez, Profesör

Plantation forestry
Artvin Coruh University, Turkey

Halil Baris Ozel, Professor

Silviculture
Bartın University, Turkey

Ayşe Betül Avcı, Professor

Medicinal and Aromatic Plants
Ege University, Turkey

Oguzhan Sarikaya, Professor

Forest Protection
Bursa Technical University, Turkey

Ahmet Alper Babalik, Assoc. Prof.

Watershed Management
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Tugrul Varol, Assoc. Prof.

Forest Roads
Bartın University, Turkey

Ayhan Akyol, Assoc. Prof.

Forest Economy
Izmir Katip Celebi University, Turkey

Ayşe Gul Sarikaya, Assoc. Prof.

Forest Botany
Bursa Technical University, Turkey

Nasrin Seyedi, Assist. Prof.

Molecular Genetics & Plant Physiology
Urmia University, Iran

Sultan Celik Uysal, PhD.

Forestry Practices
General Directorate of Forestry, Turkey

Parveen Velmi, PhD.

Tree Breeding
Arid Forest Research Institute, Jodhpur (Rajasthan), India

Fatma Merve Nacakci, PhD.

Plant Physiology
Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Mert Cakir, PhD.

Ornamental Plants
Suleyman Demirel University, Turkey

THEORETICAL AND APPLIED FORESTRY

Year: 2022, Volume: 2, Issue: 1

CONTENTS

Research Articles

- The recreational use of Burdur Lake and user evaluations
Ayhan Akyol, Ayşe Esra Hakverdi..... 1-7
- Assessment of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) provenance trials in terms of breast height diameter at 30th years age: The Mediterranean and the Aegean Regions
Mehmet Çalikoğlu, Alper Ahmet Özbey, Zeynep Gülçin Altun, Abdülkadir Yıldızbakan, Asım Yırık 8-18
- Morphological variation and quality in Anatolian black pine seedlings
Nebi Bilir, Durmus Cetinkaya..... 19-21

Review Articles

- Seed orchard and seed stands of Turkish forestry
Yasin Oğuzhan Öztürk, Mert Cihan Yıldız 22-25
- The importance of plant nutrients and the role of fertilization in forest nurseries
Nuray Çiçek, Bekir Cengil, Cengiz Yücedağ..... 26-32

Burdur Gölü'nün rekreatif kullanımı ve kullanıcı değerlendirmeleri

Ayhan Akyol^{a,*} , Ayşe Esra Hakverdi^b 

Özet: Bu çalışmada Burdur ve Isparta illeri sınırları içerisinde kalan Burdur Gölü'nün rekreatif kullanım durumu ve kullanıcı tercihlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında veri toplama yöntemleri olarak literatür tarama, anket-mülakat ve arazi gözlemlerinden yararlanılmıştır. Analizlerde frekans (n) ve yüzde (%) değerler kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kent merkezine yakın oluşu nedeni ile alan oldukça yüksek talep görmektedir. Yüksek ziyaretçi sayısı, alanı tercih eden ziyaretçilerin yararlanma düzeyini düşürmekte aynı zamanda alanda çevresel ve görsel bozulmalara yol açabilmektedir. Katılımcılar, alanı özellikle aileleri ile birlikte piknik yapmak ve manzara izlemek amaçlarıyla tercih etmektedirler. Bunların yanı sıra katılımcılar Burdur Gölü ve çevresini turistik alan olarak görmekle birlikte korunmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Sonuç olarak, alan Ramsar Sözleşmesi ile korunan önemli bir sulak alan olup, kullanım planlamasının ekolojik ölçütlere uygun olarak yapılması gereklidir.

Anahtar kelimeler: Burdur Gölü, Rekreasyon, Ziyaretçi beklentileri, Ziyaretçi yönetimi

The recreational use of Burdur Lake and user evaluations

Abstract: In this research, it is aimed to determine the recreational use level and user preferences of Burdur Lake, which is located within the borders of Burdur and Isparta provinces. In the scope of the study, literature analysis, questionnaire-interview and field observations were used as data collection methods. Frequency (n) and percentage (%) values were used in the analysis. According to the results of the study, the area is highly demanded due to its proximity to the city centre. High number of visitors reduces the level of utilization of the visitors who prefer the area and may cause visual and environmental degradation in the area. Participants prefer the area to have a picnic with their families and to watch the scenery. In addition, the participants emphasized the necessity of protecting Burdur Lake and its surroundings, although they see it as a touristic area. As a result, the area is an important wetland protected by the Ramsar Convention, and the use planning should be done in accordance with ecological criteria.

Keywords: Burdur Lake, Recreation areas, Visitor expectations, Visitor management

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler ile birlikte çalışma koşullarının iyileşmesi, eğlenmek ve dinlenmek için ayrılan boş zamanları artırmıştır. Önceleri savurganlık olarak değerlendirilen bu boş zamanlar, zamanla insanların zihinsel, bedensel ve ruhsal yönden rahatlamasını sağlayacak temel bir gereksinim haline gelmiştir. Böylece kişilerin bu boş zamanlarını değerlendirmek amacıyla yaptığı çeşitli faaliyetleri kapsayan rekreasyon kavramı ortaya çıkmıştır (Çıdam 2007; Çakır ve Çakır 2012). Dolayısıyla, yerleşim alanlarına yakın ve kısa sürede ulaşılabilen özellikli alanlar önemli hale gelmiştir (Aydın ve Öztekin 2010).

Her ne kadar rekreasyon turizm kavramıyla birlikte anılsa da bazı temel noktalar ile birbirinden ayrılmaktadırlar. Rekreasyonel faaliyetler genellikle kısa süreli, anlık, gün içinde hatta birkaç saat içinde yapılan faaliyetlerdir. Genellikle bu kavramda mesafe daha kısadır ve seyahat edilecek yerin yakınlığı önemlidir. Hatta yürüyüş mesafesinde olması tercih edilmektedir. Bu özelliklere göre rekreasyon faaliyetlerinde ikamet edilen yer terk edilmemek, turizmde ikamet yeri terk edilmektedir (Emekli 2001). Rekreasyon, farklı yörelerdeki insanlara farklı doyumlar sağlayan, kişilerin

iş ortamlarından uzakta, ruhunu ve bedenini dinlendirmek amacıyla isteğe bağlı olarak yaptığı fiziksel, psikolojik ve sosyal faaliyetler olarak tanımlanabilmektedir (Güleç 1990; Tezcan 1994; Altunkasa vd. 1995; Altunkasa vd. 1997; Broadhurst 2001; Karaküçük 2001; Akten 2003; Gökdeniz 2003; Hazar 2003; Tıraş 2008; Yılmaz vd. 2009; Ok, 2010; Sandal vd. 2011). Genellikle açık ve kapalı mekanlarda gerçekleştirilmesine göre ayrılabilen rekreasyonel faaliyetler, katılımcı ve izleyici olarak gerçekleşmesine göre de aktif ve pasif olarak ayrılmaktadır (Özgüç 2013). Bucher (1972) rekreatif etkinlikleri; enstrümantal müzik çalışmaları, orkestra çalışmaları, koro toplulukları, oda müziği çalışmaları, folklorik danslar, sosyal danslar, modern danslar, balo etkinlikleri, plastik sanatlar, deri işleri, grafik sanatları, seramik, maden işleri, fotoğrafçılık, sanatsal yazılar, dikiş ve nakış, okçuluk, badminton, masa tenisi, tenis, top oyunları, eskrim, golf, eğitsel oyunlar, oyunlar, festivaller, kulüp etkinlikleri, kamplar, piknik, balıkçılık, kamp ateşi ve eğlenceler, kano, doğayı koruma etkinlikleri, bahçe işleri ve çiçekçilik, tartışma ve forum, kâğıt oyunları ve zihinsel oyunlar, hobi kulüpleri olarak ifade etmesinin yanında, Ryan (1991) ise rekreatif etkinlikleri; çadırli kamp, dağ bisikleti, dağcılık, golf, jeomorfolojik oluşumları izleme,

^a İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, İzmir

^b Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Yozgat

* Corresponding: ayhan.akyol@ikcu.edu.tr

Received: 23.03.2022, Accepted: 29.05.2022

kamping, mağaracılık, off road, piknik, doğada serbest yürüyüş, tarımsal manzaraları izleme, tarihi alanları ziyaret ve gözlem, trekking, botla gezinti, kanoyla gezinti, mavi yolculuk, olta balıkçılığı, rafting, sandal gezintisi, su hayvanlarını izleme, su kayağı, sörf, yüzme, yelken, çağlayanları izleme, termalizm, klimatizm, kayak, yamaç paraşütü, buzulları izleme, avcılık, doğal hayvan varlığını izleme, kuş gözlem, at ile gezinti, koleksiyonculuk ve bitki örtüsünü izleme olarak ifade etmektedir.

Bir yörenin topografyası, su kaynakları, mağaraları, flora ve fauna zenginlikleri gibi doğal oluşumlar ve iklim yapısı rekreasyonel alanlardaki çekiciliği sağlayan özelliklerdendir. Bunlarla birlikte yörenin sportif faaliyetlere olanak sağlaması, sağlık ve dinlenme olanaklarının bulunması, konaklama imkanının yeterli olması, ulaşım kolaylığı ve her türlü ihtiyacı karşılayabilecek bir yapının bulunması da rekreasyonel çekiciliği artırmaktadır. (Yılmaz 2004).

Dünya genelinde yaşanan çevre sorunlarıyla birlikte doğal kaynakların bozulmadan gelecek nesillere aktarılması zorunluluk haline gelmiş ve toplumların çevre konusunda bilinci daha da artmıştır. Çevreye duyarlı ve saygılı yaşam tarzları benimsenmeye başlanmıştır (Ovalı Kısa 2007). Üzerinde yaşadığımız tabiatı koruyabilmek, halihazırda var olan potansiyelden en yüksek düzeyde yararlanabilmek, geliştirilmesini sağlayarak bir sonraki kuşakların yararlanmasına da imkan sağlamak, bir plana dayalı olarak düzenlemek ve denetimini yapmak rekreasyonel faaliyetler için önemlidir (Başal 1998). Bu çalışmanın amacı, Isparta ve Burdur il sınırları içerisinde bulunan Burdur Gölü'nün rekreatif kullanım durumunu ve kullanıcı tercihlerini belirlemektir.

2. Materyal ve metot

2.1. Araştırma alanı

Çalışma alanı Burdur ve Isparta illeri arasında kalmaktadır (Şekil 1). Burdur şehir merkezine yakın olan göl, 37°74' Kuzey ve 30°20' Doğu koordinatlarında bulunmaktadır. Gölün kapladığı alan 25.096 km² olup rakımı ise 842 metredir. Derinliği 60 m civarında olup, 1980 yılı ve öncesinde 100 m civarındadır. Kapalı bir havzada bulunması sebebiyle dışarıya akıntısı yoktur, Türkiye'nin ikinci büyük sodalı gölüdür. Dünyadaki ilk 10 tuzlu göl içerisinde (TSA 2022).



Şekil 1. Çalışma alanı (Kaya ve Kaplan 2021).

Burdur Gölü kuş varlığı bakımından Türkiye'nin en önemli göllerinden birisidir. Sığ alanların çok kısıtlı olmasına rağmen her yıl sonbahar ve kış mevsimlerinde 100.000'den fazla su kuşunu barındırmaktadır. Dünyada nesli tehlikede olan Dikkuyruk ördeğinin (*Oxyura leucocephala*) gölde kışlaması ve ayrıca endemik olan Burdur yosun balığı (*Aphanius burduricus*) ve zooplankton (*Arctodiaptomus burduricus*) gibi türlerinin bulunması sebebiyle ülkemizin uluslararası öneme sahip sulak alanları arasında yer almaktadır. Burdur Gölü 1994 yılında Ramsar Sözleşmesi listesine dahil edilmiştir. Türkiye'nin 14 Ramsar alanından biridir. Birinci derece doğal sit alanı, yaban hayatı geliştirme sahası ve sulak alan statüsündedir. Gölün kuş gözlemciliğine, yelken sporlarına ve sağlık turizmüne uygun olduğu bilinmektedir (TSA 2022).

2.2. Metot

Araştırmada izlenen yol; (1) literatür tarama yoluyla çalışma için gerekli belge-dokümanların toplanması, (2) ziyaretçilere yönelik anket-mülakat çalışmaları, (3) arazi gözlemleri ve (4) elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve değerlendirilmesi şeklindedir. Anket formunun hazırlanmasında araştırmacıların bilgi-deneyiminin yanı sıra Tolunay vd. (2004a,b), Akyol ve Akbulut (2017) gibi çalışmalardan da yararlanılmıştır. Anket çalışmaları alanı ziyaret eden kullanıcılara yönelik olarak Haziran-Ekim 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anketler, mümkün olduğunca farklı ziyaretçiye ulaşabilmek için hem hafta içi ve hafta sonu hem de gün içinde sabah, öğlen ve akşam saatlerinde sorulmuştur. Anket formunda katılımcılara 5'i demografik özellikler olmak üzere toplamda 13 soru uygulanmıştır. Anket uygulaması için örnek büyüklüğü $n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + t^2 \cdot p \cdot q}$ eşitliğinden hesaplanmıştır (Baş 2005). Burada örnekleme alınacak sayı (n), ana kütle büyüklüğü (N), güven kat sayısı (t: %95 güven için bu katsayı 1.96 alınmıştır), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma ihtimali (p: 0,5), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama ihtimali (q: 0,5) ve kabul edilen örnekleme hatası (d: %10)'dır. Formüle göre örnek sayısı 96 kişi olarak hesaplanmıştır. Bu kapsamda Burdur Gölü'nü rekreatif amaçlarla kullanan 111 katılımcı ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket formlarının değerlendirilmesinde ise SPSS 22 (Statistical Package for Social Science) istatistik paket programından yararlanılmış ve analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Analizlerde öncelikle tüm sorular ve cevapları sıra istatistiğine göre sayısallaştırılmış, sorunun özelliğine göre frekanslar ve yüzdelere dönüştürülmüştür. Verilerin parametrik veri olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk-W testleri ile araştırılmış ve %95 güven düzeyinde verilerin normal dağılıma sahip olmadığı (P<0,05), yani parametrik olmadığı belirlenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Anket çalışmasına katılan katılımcıların yaş, cinsiyet, eğitim, meslek durumları ve aylık gelirlerinin frekansları (n) ve yüzde (%) oranları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların sosyo-demografik özellikleri

Özellikler	Gruplar	f	(%)
Cinsiyet	Kadın	52	46,8
	Erkek	59	53,2
Yaş	18-30	35	31,5
	31-40	26	23,4
	41-50	26	23,4
	51-60	21	18,9
	61≤	3	2,7
Eğitim	İlkokul	3	2,7
	Ortaokul	5	4,5
	Lise	37	33,3
	Üniversite	59	53,2
	Lisans üstü	7	6,3
Meslek durumları	Serbest çalışan/Ticaret	23	20,7
	Memur/İşçi	41	36,9
	Ev hanımı/Emekli	27	24,3
	İşsiz	2	1,8
	Öğrenci	18	16,2
Aylık gelir	0-2000	22	19,8
	2001-4000	48	43,2
	4001-6000	34	30,6
	6001-8000	4	3,6
	8001≤	3	2,7

Tablo 1 incelendiğinde, anket çalışmasına 52 (%46,8) kadın ve 59 (%53,2) erkek olmak üzere toplamda 111 kişi katılmıştır. Çalışmada beş farklı yaş grubu oluşturulmuştur. Yaş grupları açısından çalışmaya katılanların %31,5’i 18-30 yaş grubu arasında, %23,4’ü 31-40 ile 41-50 yaş grubu arasındadır. Katılımcıların %18,9’u 51-60 yaş grubu, %2,7’si ise 61 yaş veya üzerindedir. Bu kapsamda katılımcıların büyük çoğunluğunun genç nüfus olduğu görülmektedir. Eğitim durumu incelendiğinde ise, ilkokul mezunu olan kişilerin oranı %2,7, ortaokul mezunu olan kişilerin oranı %4,5, lise mezunu olan kişilerin oranı %33,3 ve üniversite mezunu olan kişilerin oranı ise %53,2 olarak tespit edilmiştir. Anket sonuçlarına göre katılımcıların %20,7’si serbest çalışan/ticaret, %36,9’u memur/işçi, %24,3’ü ev hanımı/emekli ve %1,8’i işsiz olarak belirlenmiştir. Gelir seviyesi açısından katılımcıların %19,8’i 0-2000 TL, %43,2’si 2001-4000 TL, %30,6’sı 4001-6000 TL, %3,6’sı 6001-8000 TL ve %2,7’si 8001 TL ve üzeri gelir seviyesine sahiptir. Gelir seviyeleri açısından katılımcılar karşılaştırıldığında büyük bölümünün düşük gelir grubunda yer aldığı dikkati çekmektedir.

3.2. Araştırma önermeleri

Anket çalışması kapsamında katılımcılara Burdur Gölü alanını tercih nedenleri sorulmuş ve sorulan bu soruya verilen cevapların frekansları (n) ve yüzde (%) oranları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların alan tercihlerine ilişkin veriler

Alan tercihleri	F	(%)
Piknik	92	82,9
Manzara	70	63,1
Çocukların oyun ihtiyacı	56	50,5
Şehir yaşantısından uzaklaşma	69	62,2
Ulaşım	62	55,9
Hepsi	40	36,0

Katılımcılara çalışmada alan tercihi ile ilgili birden fazla seçeneği işaretleyebilecekleri belirtilmiştir. Buna göre Tablo 2 incelendiğinde, katılımcıların %82,9’u piknik için uygun olduğunu, %63,1’i alanın ilgi çekici bir manzaraya sahip olduğunu, %50,5’i çocuklarının oyun ihtiyaçlarını karşıladığını, %62,2’si alanın sıkıcı şehir yaşantısından uzaklaştırdığını, %55,9’u ulaşım yönünden avantajlı olması nedeniyle Burdur Gölü’nü tercih ettiği görülmektedir. Anket çalışmasına katılan bireylerin %36’sı ise alan tercihinde tüm seçeneklerin etkili olduğunu belirtmiştir.

Anket çalışması kapsamında katılımcılara Burdur Gölü alanına ulaşımında tercih ettikleri araçlar sorulmuş ve sorulan bu soruya verilen cevapların frekansları (n) ve yüzde (%) oranları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların ulaşım tercihlerine ilişkin veriler

Ulaşım tercihleri	f	(%)
Özel oto	93	83,8
Belediye otobüsü	35	31,5
Yaya	19	17,1
Bisiklet	15	13,5
Motosiklet	11	9,9
Ticari taksi	8	7,2

Tablo 3 incelendiğinde, katılımcıların %83,8’i özel otomobili, %31,5’i belediye otobüsü, %17,1’i yaya, %13,5’i bisiklet, %9,9’u motosiklet ve %7,2’si ise ticari taksiyi tercih ederek alana gittiği görülmektedir.

Katılımcılara Burdur Gölü alanında yaptıkları etkinlikler sorulmuş ve katılımcıların vermiş olduğu yanıtlara ait frekans (n) ve yüzde (%) oranları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların alan etkinliklerine ilişkin veriler

Alandaki etkinlikler	f	(%)
Piknik yapma	101	91,0
Manzara seyri	73	65,8
Yürüyüş	70	63,1
Okuma	53	47,7
Sohbet etme	68	61,3
Doğa inceleme	51	45,9
Çocukları oynatma	58	52,3
Hepsi	36	32,4

Tablo 4 incelendiğinde, katılımcıların %91’i piknik yapma, %65,8’i manzara seyretme, %63,1’i yürüyüş, %47,7’si kitap, gazete, dergi vs. okuma, %61,3’ü arkadaşlarıyla, ailesiyle sohbet etme, %45,9’u doğayı inceleme ve %52,3’ü ise alanı çocukların oyun ihtiyaçlarını karşılaması amacıyla kullandığı görülmektedir.

Anket çalışması kapsamında katılımcılara Burdur Gölü alanına kimlerle birlikte gittikleri sorulmuş ve katılımcıların vermiş olduğu yanıtlara ait frekans (N) ve yüzde (%) oranları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların ziyaretleri kimlerle gerçekleştirdiklerine ilişkin veriler

Ziyaret Kimlerle Yapılıyor	f	(%)
Ailemle	83	74,8
Arkadaşlarımla	60	54,1
Akrabalarımla	29	26,1
Komşularımla	21	18,9
Diğer	7	6,3

Tablo 5 incelendiğinde, katılımcıların %74,8'inin ailesiyle, %54,1'inin arkadaşlarıyla %26,1'inin akrabalarıyla, %18,9'unun komşularıyla ve %6,3'ünün ise diğer kişilerle alanı ziyaret ettikleri görülmektedir. Çalışmada katılımcılara Burdur Gölü'nü turistik bir alan olarak görüp görmedikleri sorulmuş ve katılımcıların vermiş olduğu yanıtlara ait frekans (N) ve yüzde (%) oranları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların Burdur Gölü ve çevresine yönelik algıları

Yanıtlar	f	(%)
Evet	63	56,8
Hayır	48	43,2
Toplam	111	100

Tablo 6 incelendiğinde, katılımcıların %56,8'i Burdur Gölü'nü turistik bir alan olarak gördüğünü, fakat %43,2'si turistik alan olarak görmediğini ifade etmişlerdir. Burdur Gölü ve çevresindeki işletmelerin ihtiyaçlarını karşılama düzeyleri ile ilgili yeterli olup olmadığı sorusuna ise katılımcıların %15,3'ü evet yeterlidir, %84,7'si ise hayır yetersizdir yanıtını vermiştir (Tablo 7). Bu değerlendirmeler, göl çevresindeki tesislerin ziyaretçi ihtiyaçlarını karşılaması bağlamında önemli düzeyde eksiklikleri olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 7. Burdur Gölü ve çevresindeki işletmelerin ihtiyaçları karşılama düzeyleri

Yanıtlar	f	(%)
Evet	17	15,3
Hayır	94	84,7
Toplam	111	100

Anket çalışması kapsamında ziyaretçilere Burdur Gölü ve çevresinin korunmasının gerekli olup olmadığı sorulmuş ve katılımcıların %98,2'si Burdur Gölü ve çevresinin korunmasının gerekli olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Katılımcıların sadece %1,8'i korumaya gerek olmadığını düşünmektedir (Tablo 8). Bu durum, Burdur Gölü'nü ziyaret eden katılımcıların alanın korunması ile ilgili oldukça yüksek bir bilinç düzeyine sahip olduklarını göstermektedir. Koruma bilincinin yüksek oluşu, gelecekte alan yönetimi ile ilgili olarak, katılımcılık gibi yönetim araçlarının oluşturulması ve alınan kararların uygulanması bakımından olumlu görülmektedir.

Tablo 8. Burdur Gölü ve çevresinin korunması gerekliliğine ilişkin veriler

Yanıtlar	f	(%)
Evet	109	98,2
Hayır	2	1,8
Toplam	111	100

Katılımcılara Burdur Gölü ve çevresinin su sporları açısından uygunluk durumunu değerlendirmeleri istendiğinde ise, katılımcıların %73'ü Burdur Gölü ve çevresinin su sporları açısından uygun olduğunu, %27'si ise su sporları açısından alanın uygun olmadığını düşünmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. Burdur Gölü çevresinin su sporları açısından uygunluğuna ilişkin veriler

Yanıtlar	f	(%)
Evet	81	73,0
Hayır	30	27,0
Toplam	111	100

4. Sonuçlar ve tartışma

Değişen ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler ile birlikte, insanların boş zamanlarını verimli bir şekilde değerlendirebilecekleri rekreasyon alanlarına ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu alanları oluşturmak için yerel yönetimlere büyük görevler düşmektedir. Yerel yönetimlerin rekreasyon alanlarının sayısını artırması bölgede yaşayan insanların boş zamanlarını en verimli şekilde değerlendirmesi açısından önemlidir (Koçyiğit ve Yıldız 2014).

Anket sonuçları incelendiğinde, Burdur Gölü'nün en fazla piknik (%82,9) ve manzara seyri (%63,1) için tercih edildiği görülmektedir. Bu çerçevede gerçekleştirilen aktiviteler incelendiğinde ise piknik yapmak (%91) ve manzara seyretme (%65,8) aktivitelerinin de ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Kaplan ve Örucü (2019) tarafından Burdur Gölü için yapılan benzer bir çalışmada da katılımcıların %31,36'sı, göl ve göl manzarası olan alanları rekreasyonel aktiviteler için tercih ettiğini ifade etmiştir. Yine Tolunay vd. (2004a,b) tarafından yapılan diğer bir çalışmada da piknik yapmak ilk sıralarda tercih edilen aktiviteler arasında yer almaktadır. Bu kapsamda alana özgü çekiciliklerinin belirlenmesi ve planlamaların bu çerçevede yapılması uygun bir yaklaşım olacaktır (Akgün vd. 2020).

Burdur Gölü alanına ulaşımında en çok tercih edilen ulaşım aracı özel araçlardır (%83,3). Belediye otobüsleriyle (toplu taşıma) ulaşım sağlayanların oranı ise %31,5'tir. Ülkemizde yaşayanların ekonomik ve kültürel seviyelerindeki artışla birlikte özel otomobil sayısının artmış olması ve buna bağlı olarak da hafta sonu dinlenmek ve eğlenmek için şehir yerleşimlerinin çevresinde bulunan turistik yerlere günübirlik seyahatler her geçen gün daha da artmaktadır (Köse 1997). Ancak göl alanının yakın oluşu nedeniyle bisiklet (%13,5) ve yaya (%17,1) ulaşımı da azımsanmayacak düzeylerde. Bu tercihler ziyaretçi yönetim planlamalarında dikkate alınması gereken önemli hususları içermektedir. Özellikle şehir merkezinin yakınlığı da dikkate alındığında göle ulaşım yolları bisiklet ve yaya yürüyüş parkurları ile bütünleştirilmelidir.

Alandaki etkinlikleri aileleri ile gerçekleştirenlerin oranı %74,8'dir. Sonrasında arkadaşlar (%54,1), akrabalar (%26,1), komşular (%18,9) ve diğer (%6,3) gelmektedir. Genellikle rekreatif etkinlikler bireylerin yaşamında var olan birçok sıkıntıdan kurtulmak amacıyla yapılan ve

bireylerin kendilerine, ilişkilerine ve sosyal uyumlarına olumlu yönde etki eden aktivitelerdir (Iwasaki 2007; Patry vd. 2007; Şener vd. 2007; Axelsen 2009). Burada amaç, insanların bedensel ve zihinsel yorgunluklarının giderilip, onlara fiziksel ve ruhsal bir güç kazandırılmasıdır (Sağcan 1986). Bu bağlamda, insanların en fazla güvende olduklarını hissettikleri aileleri ile birlikte rekreatif alanlara gittikleri ve etkinliklere katıldıkları söylenebilir.

Burdur Gölü'nü turistik alan olarak belirtenlerin oranı %56,8'dir. Göller bölgesinin en büyük gölleri arasında bulunan Burdur Gölü, kuşlar için önemli bir konaklama merkezidir. Türkiye'nin 14 Ramsar alanından biri olarak tescillenen Burdur Gölü aynı zamanda Yaban Hayatı Geliştirme Sahası statüsüne sahiptir. (Ataol 2010). Kuş gözlemciliği açısından önemli bir göl olan Burdur Gölü, her yıl sonbahar ve kış mevsimlerinde 300 binin üzerinde su kuşunu barındırmaktadır. Bunların en önemlileri dikkuyruk ve flamingodur. Ayrıca yelken sporu için elverişli göllerden bir tanesidir (Temurçin 2014). Bu nedenlerle alana yönelik ziyaretçi ve etkinlik planlamaları bu kriterler çerçevesinde ve alandaki diğer türlerin ekolojik istek ve yaşam döngülerine zarar vermeyecek şekilde planlanmalıdır.

Burdur Gölü çevresindeki işletmelerin ziyaretçilerin ihtiyaçlarını karşılama açısından yetersiz olduğunu belirtenlerin oranı %84,7'dir. Rekreatyon alanlarında bulunan işletmelerin ve sundukları hizmetlerin sürdürülebilir olmasının yanında destinasyon imajı kullanıcıların tüketimiyle doğru orantılıdır. Bu süreçte sunulan hizmetlere yönelik kalite algıları ve destinasyon imajı, tercihleri belirlemektedir. Kullanıcılara sunulacak olan ürün ve hizmetlerin nitelikleriyle birlikte algılanan hizmet kalitesi, talebi doğrudan etkileyecektir. Dolayısıyla olumlu anlamda imaj geliştirmek, talebin sürekliliğini, pazar payının korunmasını ve geliştirilmesini sağlayacaktır (Öztürk ve Şahbaz, 2018). Ancak daha öncede belirtildiği üzere sunulacak hizmetlerin kalitesini artırma çalışmalarında alanın ekolojik ve biyolojik kısıtları ile yörenin ekonomik ve sosyal özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, gölü besleyen akarsular üzerine barajlar yapılması, yeraltı sularının sondaj kuyularıyla aşırı miktarda çekilmesi gibi nedenlerle, son 30 yılda Burdur Gölü alanının üçte birini kaybetmiştir (Ongun vd. 2015). Benzer şekilde Akten ve Gül (2014)'ün Gölcük Tabiat Parkı örneğinde yaptığı çalışmada, parkta kontrolsüz ve bilinçsiz yapılan rekreasyon ve turizm amaçlı kullanımların mevcut kaynak değerlerini olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur.

Anket sonuçlarına göre, Burdur Gölü'nün korunması gerektiğini düşünenlerin oranı %98,2 ile oldukça yüksek bir orana sahiptir. Burdur Gölü'ndeki su seviyesinin 1970 yılından günümüze kadar devam eden süreçte hızla düşüş göstermesi, göl yüzey alanında daralmalara ve göl kıyı çizgisinin bozulmasına neden olmuştur. Havzadaki yoğun kirlilik baskısıyla birlikte gölün ekolojik yapısında olumsuz değişimler meydana gelmiştir. Özellikle son yıllarda göl üzerindeki yoğun insan faaliyetleri ile birlikte ortaya çıkan ekonomik etkinlikler Burdur

Gölü'nü olumsuz etkilemiştir. Göl etrafındaki tarım alanlarının yanlış ve bilinçsiz kullanımı, göle yakın alanlarda kurulan işletmeler, fabrikaların varlığı ve yerleşim alanlarında ki alt yapı eksiklikleri gerekenden fazla suyun tüketilmesine ve kirlenmesine neden olmaktadır. Bu sebepler de biyolojik zenginliklerde kayıplara yol açmaktadır (Temurçin 2014). Turizm ve rekreasyonda sürdürülebilirliğin sağlanması için akılcı bir planlama ve doğru yönetim için çeşitli alternatiflerin geliştirilmesi gerekmektedir (Talay vd. 2010). Bu alternatiflerden birisi ise tanıtım ve bilgilendirme olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı çalışmalarda da belirtildiği üzere, rekreasyon alanlarının ziyaretçiler ve yerel halk tarafından bilinmesini sağlayacak bilgilendirici, tanıtıcı birimlere/donatılara ve etkinliklere yer verilmesinin korumanın etkinliğini artıracakı düşünülmektedir (Birinci vd. 2016; Polat ve Polat 2016; Başkaya 2017; Öztürk ve Gül 2020; Yener 2021). Tanıtım ve bilgilendirme konusundaki çarpıcı örneklerden birisi de Atmış vd. (2020)'nin Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki 9 tabiat parkında gerçekleştirdikleri çalışmadır. Çalışma sonucuna göre alan kullanıcıların yoğunluğu geldikleri yerin bir korunan alan olduğunu dahi bilmediklerini göstermektedir (Atmış vd. 2020).

Katılımcılardan su sporlarının yapılmasının uygun olduğunu düşünenlerin oranı %73,0'dır. Burdur Gölü, yelken, kano ve rüzgar sörfü gibi su sporlarına uygundur. Bunların dışında bilimsel amaçlı su altı dalışları yapılmaktadır (TKB 2022). Bununla birlikte, bu aktivitelerin bu alanların korunmasına gerekçe oluşturan kaynak değerlerinin korunması ile çelişebileceği unutulmamalıdır. Bu nedenlerle, özellikle su sporları ve aktiviteleri belirlenirken göldeki türleri olumsuz etkilemeyecek şekilde yer, zaman ve aktivite çeşitlerinin belirlenmesi, hatta türleri olumsuz etkileyen aktivitelerden kaçınılması alanın korunması açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda Ok vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışma etkinlik seçimi ve planlaması konusunda dikkati çekmektedir. Yine Arslan (2019) tarafından coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Burdur ili için alternatif turizm faaliyetleri kapsamında doğa turizmi rotalarının belirlenmesi çalışması yer, zaman ve aktivite çeşitlerinin belirlenmesi için kullanılabilecek diğer bir çalışmadır (Arslan 2019).

Sonuç olarak, nüfus artışı, çevresel sorunlar, aşırı sanayileşme gibi etmenlere bağlı olarak şehir hayatının ortaya çıkarmış olduğu stresli yaşam, insanları doğa temelli rekreatif etkinliklerin gerçekleştirilebileceği alanlara yönlendirmeye başlamıştır. Bununla birlikte yöreye gelen ziyaretçilere verilen hizmetlerdeki yetersizlikler, alt ve üst yapılarıdaki eksiklikler, alanda taşıma kapasitesinin aşılması ve koruma bilincinin yeterince gelişmemiş olması bu alanlara zarar vermektedir. Bu nedenlerle, rekreasyon açısından potansiyel değeri oldukça yüksek olan Burdur Gölü ve çevresinin sürdürülebilirlik ilkesi kapsamında bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu alanlar, bölgede yaşayan insanların ekonomik, sosyal ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamalarına da ciddi katkılar sağlamaktadır (Koçyiğit ve Yıldız 2014). Bu nedenlerle

hassas ve kırılgan bir ekosisteme sahip Burdur Gölü'nün korunmasına özen gösterilmeli ve ihtiyaç olması durumunda gerekli iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Böylece doğal rekreasyon alanları ihtiyaçlar doğrultusunda sürdürülebilir yaklaşımla kullanıma sunulmuş olacaktır (Sandal ve Karademir 2013). Dolayısı ile bu alanların kullanımına yönelik planlamalarda alanın ekolojik ve biyolojik kısıtları ile yörenin ekonomik ve sosyal özelliklerinin de dikkate alınması son derece önemlidir.

Açıklama

Yazar Öğr. Gör. Ayşe Esra HAKVERDİ Sürdürülebilir Ormancılık tematik alanında YÖK 100/2000 Doktora öğrencisidir.

Kaynaklar

- Akgün T, Ok K, Yılmaz E, Kul AA, Çelik İ (2020). Yönetim amacı farklı orman alanlarındaki ekoturizm çekiciliklerinin önceliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4): 417-427.
- Akten M (2003). Isparta İlindeki bazı rekreasyon alanlarının mevcut potansiyellerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A*, 2:115-132.
- Akten S, Gül A (2014). Korunan doğal alanlarda ziyaretçilerin olası etki düzeyleri önlem ve standartların belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı örneği), *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15:130-139.
- Akyol A, Akbulut E (2017). Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 18(3): 197-206.
- Altunkasa F, Uslu C, Doygun H (1995). Adana kenti örneğinde kişi başına düşen açık ve yeşil alan miktarlarının ideal normlara ulaşımını sağlayabilecek çözüm ve önerilerin geliştirilmesi. I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt I: 136-142, Trabzon.
- Altunkasa MF, Uzun G (1997). Rekreasyonel Planlamada Arz ve Talep. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 6, Adana.
- Arslan ES (2019). Determination of the alternative routes related to nature tourism in Burdur. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 40: 332-346.
- Ataol M (2010). The water level changings in Burdur Lake. *Turkish Journal of Geographical Sciences*, 8(1):77-92.
- Atmış E, Günşen HB, Yıldız D (2020). Tabiat parklarının korunan alan statülerinin değerlendirilmesi: Batı Karadeniz örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 21(2): 148-158.
- Axelsen M (2009). The power of leisure: I was an Anorexic; I'm now a healthy triathlete. *Leisure Sciences*, 31:330-346.
- Aydın İ, Öztekin Y (2010). Kentsel nüfusun nefes bahçeleri mesire yerlerine bir örnek: Değirmen Boğazı (Balıkesir). *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(14): 88- 98.
- Baş T (2005). Anket Nasıl Hazırlanır Uygulanır Değerlendirilir. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Başal M (1998). Doğalgaz-Yapraklı tesisleri alan kullanım planlaması. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1104, Bilimsel İnceleme ve Araştırmalar: 602, Ankara.
- Başkaya Z (2017). Küçükelmalı Tabiat Parkı'nın (Pazaryeri-Bilecik) eko-turizm ve rekreasyonel potansiyeli açısından değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 5(60):164-188.
- Birinci S, Zaman M, Bulut İ (2016). Limni Gölü Tabiat Parkının (Gümüşhane) rekreasyon potansiyeli. *Journal of International Social Research*, 9(46):285-294.
- Broadhurst R (2001). *Managing Environments for Leisure and Recreation*, GBR. Routledge Publishing, London.
- Bucher CA (1972). *Foundations of Physical Education the C.U*, Mosby Company, Saint Louis.
- Çakır G, Çakır A (2012). İğneada Longoz Ormanları ve çevresinin rekreasyonel faaliyetler açısından değerlendirilmesi. *KSÜ Doğa Bil. Der.*, Özel Sayı, 281-286.
- Çidam FB (2007). Diyarbakır kent dokusunun turizm ve rekreasyon kaynaklarının peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Emekli G (2001). Bergama'nın Turizm Coğrafyası ve Turizmin Sosyo-Ekonomik Etkileri. Bergama Belediyesi Kültür Yayınları.
- Gökdeniz A (2003). Boş Zaman ve Rekreasyon Yönetimi. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Gülez S (1990). Orman içi rekreasyon potansiyelinin belirlenmesi için bir değerlendirme yöntemi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 40(2):132-147.
- Hazar A (2003). Rekreasyon ve Animasyon. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Iwasaki Y (2007). Lesiure and quality of life in an international and multicultural context: What are major pathways linking leisure to quality of life. *Social Indicators Research*, 82: 233-264.
- Kaplan A, Örcü ÖK (2019). Burdur Gölü ve çevresinin peyzaj değerleri açısından turizm potansiyelinin belirlenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(2):105-121.
- Karaküçük S (2001). Rekreasyon: Boş Zamanları Değerlendirme. Bağırçan Yayınevi, Ankara.
- Kaya ÖA, Kaplan G (2021). Uzaktan algılama yöntemleri ile burdur gölü'ndeki alansal değişiminin belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1):1-12.
- Koçyiğit M, Yıldız M (2014). Yerel yönetimlerde rekreasyon uygulamaları: Konya örneği. *Special Issue on the Proceedings of the 1st ISSTR-SC Congress*. Pp: 211-223.
- Köse A (1997). Kaz Dağında doğal çevre özelliklerine dayanan günübirlik rekreasyon alanlarına üç örnek: Ayazma, Pınarbaşı ve Sütüven. *Türk Coğrafya Dergisi*, 32: 237-262.
- Ok K (2010). Türkiye ormancılık sektörü açısından ekoturizm. Orman Ekosistemlerinde Ekoturizm Çalıştayı ve 10. Yılında TODEG, ISBN 978-9944-0048-5-5 S:53-60 Ankara.
- Ok K, Okan T, Yılmaz E (2011). A comparative study on activity selection with multi-criteria decision-making techniques in ecotourism planning. *Scientific Research and Essays*, 6(6): 1417-1427.
- Ongun U, Gövdere B, Kaygısız AD (2015). Burdur ilinin kırsal turizm potansiyelinin değerlendirilmesi: sorunları ve çözüm önerileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(12):99-116.
- Ovalı Kısa P (2007). Kitle turizmi ve ekolojik turizmin kavram, mimari ve çevresel etkiler bakımından karşılaştırılması. *YTÜ Mimarlık Fakültesi E-Dergisi*, 2(2):64-79.
- Özgüç N (2013). *Turizm Coğrafyası Özellikler ve Bölgeler*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Öztürk Y, Şahbaz RP (2018). Rekreasyonel faaliyetlerin algılanan kalitesinin destinasyon imajına etkisi: Ilgaz Dağı Milli Parkı örneği. *Journal of International Social Research*, 11(56): 1120-1130.
- Öztürk BÖ, Gül A (2020). Başpınar Tabiat Parkı'nın rekreasyonel planlama açısından irdelenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(1):11-34.
- Patry DA, Blanchard CM, Mask L (2007). Measuring university students' regulatory leisure coping styles: Planned breathes or avoidance? *Leisure Sciences*, 29: 247-265.
- Polat S, Polat SA (2016). Rekreasyonel tabiat parklarının korunan alanlar kapsamında incelenmesi: Mersin ili örneği. *Social Sciences (NWSASOS)*, 11(2):85-115.
- Ryan C (1991). Tourism and marketing-A symbiotic relationship. *Tourism Management*, 12(2):101-111.
- Sağcan M (1986). Rekreasyon ve Turizm. Cumhuriyet Basımevi, İzmir.
- Sandal EK, Karademir N (2013). Kahrmanmaraş ilindeki günübirlik rekreasyon alanlarının potansiyelinin belirlenmesi ve kullanımı ile ilgili sorunlar. *Türk Coğrafya Dergisi*, 60:25-36.
- Sandal EK, Karademir N, Toroğlu E (2011). Kahrmanmaraş çevresinde rekreasyon faaliyetlerine katılım düzeylerinin yaş ve gelir durumuna göre karşılaştırılması. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1):141-162.
- Şener A, Terzioğlu RG, Karabulut E (2007). Life satisfaction and leisure activities during men's retirement: A Turkish sample. *Aging and Mental Health*, 11(1): 30-36.
- Talay İ, Akpınar N, Belkayalı N (2010). Doğal kaynakların rekreasyonel ve turizm amaçlı kullanımının ekonomik değerinin tespiti: Göreme Tarihi Milli Parkı örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(2): 137-146.

- Temurçin K (2014). Burdur merkez ilçe’de hizmet faaliyetleri. Y. Atayeter ve K. Temurçin (Editörler), Burdur İli Merkez İlçesi’nin Coğrafi Etüdü, Burdur Belediyesi Kültür Yayınları, s. 235-258, Burdur.
- Tezcan M (1994). Boş Zaman Değerlendirilmesi Sosyolojisi. Atilla Kitabevi, Ankara.
- Tıraş M (2008). Kahramanmaraş’ta g nt birlik rekreasyon alanına bir  rnek: Bařkonuř. Doğu Coğrafya Dergisi, 20:35-44.
- TKB (2022). Kültür ve Turizm Bakanlığı. <https://burdur.ktb.gov.tr/TR-154591/turizm-aktiviteleri.html>, Eriřim Tarihi: 10.02.2022.
- Tolunay A, Alkan H, Korkmaz M (2004a). Isparta tarihi Ayazmana Mesirelięi’nin açık hava rekreasyonu açısından kullanıcı  zellikleri. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1): 59-70.
- Tolunay A, Korkmaz M, Alkan H (2004b). Kent ormanlarında rekreasyonel etkinlikler açısından ziyaretçi profilinin belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı  rneęi). I. Kent Ormancılığı Kongresi, Türkiye Ormancılar Derneęi, 9-11 Nisan 2004, s.137-149, Ankara.
- TSA (2022). Türkiye Sulak Alanları. <http://www.turkiyesulakalanlari.com/burdur-golu-burdur/>, Eriřim Tarihi: 09.02.2022.
- Yener řD (2021). Türkiye’deki tabiat parklarının rekreasyonel açıdan analizi. Eurasian Journal of Forest Science, 9(3):122-133.
- Yılmaz S (2004). Ser eme Vadisinin rekreasyonel kullanım potansiyelinin belirlenmesi. Ekoloji, 13(51):1-6.
- Yılmaz H, Karařah B, Erdoğan Yüksel E (2009). Gülez yöntemine göre Kafkasör Kent Ormanının rekreasyonel potansiyelinin değerlendirilmesi. Artvin  oruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 10(1):53-61.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemelerinin 30. yaşında göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirilmesi: Akdeniz ve Ege Bölgeleri

Mehmet Çalıkoğlu^a , Alper Ahmet Özbey^{a,*} , Zeynep Gülçin Altun^b , Abdülkadir Yıldızbakan^c , Asım Yırık^d 

Özet: Bu çalışmada, Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin farklı bölgelerinden 50 kızılçam orijini ile Türkiye ve K.K.T.C' de toplam 26 deneme alanına tesis edilen kızılçam orijin denemelerinin, 30. yaşında sadece Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yer alan 13 deneme alanı göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirilmiştir. Akdeniz Bölgesi Alçak Yükselti (200-600 m), Akdeniz Bölgesi Üst Yükselti (900-950 m) ve Ege Bölgesi (401-700 m) Ağaçlandırma Zonlarında en iyi çap büyümesi yapmış ve istatistik açıdan anlamlı farklılık gösteren orijinler belirlenmiştir. Ayrıca Akdeniz ve Ege deneme alanları çerçevesinde çap büyümesi bakımından orijinlerin performans stabilitesi belirlenmiştir. Deneme alanları tesadüf blokları deneme desenine göre, 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Orijinler her yinelemede, 3x1.5 m aralık-mesafede 16'şar fidanla temsil edilmişlerdir. Denemelerin 15. yaşında sistematik aralamaya gidilmiş ve parseldeki fidan sayısı yarıya yani 8'e düşürülmüştür. Sonuç olarak, kızılçam orijinleri arasında göğüs yüksekliği çapı gelişimi bakımından 12 deneme alanında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Deneme alanlarının deneysel hata varyansı oranları ile parseller arası hata varyasyon katsayılarının önceki yıllarda yapılan değerlendirmelere oranla azalmış olduğu belirlenmiştir. Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı orijinlerinin, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, performans stabilitesi bakımından, Orta Yükselti Kuşağı orijinlerinden geri kalmadıkları tespit edilmiştir. Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı orijinleri ile Ege Bölgesi orijinlerinin performans stabilitelerinin çok değişken olduğu gözlenmiştir. Marmara Bölgesi orijinleri ile izole orijinlerin Akdeniz ve Ege Bölgelerine uyum yeteneklerinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağaçlandırma zonu, Performans stabilitesi, Islah programı, adaptasyon

Assessment of Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) provenance trials in terms of breast height diameter at 30th years age: The Mediterranean and the Aegean Regions

Abstract: In this study, 13 trials located in the Mediterranean and Aegean Regions at the age of 30 of the Turkish pine origin trials established in a total of 26 trial areas in Turkey and the Turkish Republic of Northern Cyprus were evaluated in terms of diameter at breast height. 50 Turkish red pine provenances from different regions of Turkey and TRNC were sampled in the trials. Provenances with the best diameter growth and statistically significant differences were determined in the Mediterranean Region Low Altitude (200-600 m), Mediterranean Region Upper Elevation (900-950 m), and Aegean Region (401-700 m) Afforestation Zones. In addition, the performance stability of the provenances in terms of diameter growth was determined within the framework of the Mediterranean and Aegean trials. Experimental design in each trial is randomized complete block design with three replications. In each replication, provenances had presented with 16 seedlings initially. In 15th year, the trials were systematically thinned and sapling number in each replication was halved. As a result, significant differences were found in 12 trials in terms of diameter at breast height growth between provenances. It has been determined that the experimental error variance rates and the inter-plot error variation coefficients of the trials have decreased compared to the evaluations made in previous years. It has been determined that the origins of the Mediterranean Low Elevation Zone do not lag behind the origins of the Middle Elevation Zone in terms of performance stability in the Mediterranean and Aegean Regions. It has been observed that the performance stability of the Mediterranean Upper Elevation Zone provenances and the Aegean Region provenances are very variable. It has been determined that the provenances of the Marmara Region and isolated provenances do not have the ability to adapt to the Mediterranean and Aegean Regions.

Keywords: Afforestation zone, Performance stability, Breeding program, Adaptation

1. Giriş

Orman Genel Müdürlüğü'nün 2021 yılı istatistiklerine göre kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), 5.21 milyon hektar ile Türkiye'nin en geniş doğal yayılışına sahip iğne yapraklı ağaç türüdür. Bu ormanların 3.4 milyon hektarı normal, 1.8 milyon hektarı ise boşluklu kapalıdır. Türkiye'deki bozuk orman alanının %19'u kızılçama aittir. Bu yüzden ağaçlandırmalarda kızılçama payı büyüktür. Aynı istatistikler, kızılçaman yıllık üretilen fidan sayısı bakımından, 69.7 milyon adetle, karaçamın ardından ikinci sırada yer aldığını göstermektedir (OGM, 2021). Büyük ağaçlandırma potansiyeli ve yüksek miktarda fidan gereksinimi, bir ağaç türündeki genetik ıslah

çalışmalarını teşvik eden faktörlerden önemli iki tanesidir. Kızılçam özelinde ıslah çalışmalarının önemini artıran olgular biraz daha ayrıntılanarak şu şekilde sıralanabilir:

- Geniş yatay ve dikey doğal yayılışı ile bu yayılış alanı içerisindeki değişik fizyografik, iklimatik ve edafik koşullar, farklı seleksiyon etmenleri ve basınçları yaratarak, kızılçamda popülasyonlar arası ve içi varyasyonun artmasına neden olmaktadır (Işık, 1986; Işık, 1998; Ne'eman ve Trabaud, 2000; Boydak vd. 2006).

^a Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
^b Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (emekli)
^c Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
^d KKTC Orman Dairesi Müdürlüğü
* Corresponding: alperahmetozbey@ogm.gov.tr
Received: 03.04.2022, Accepted: 15.04.2022

- Diğer asli ağaç türlerimiz için de az çok geçerli olabilecek bu durum bağlamında kızılçamı ayrıcalıklı kılan husus, onun hızlı gelişen bir tür oluşudur (Usta, 1991; Erkan, 1996). Fizyolojik, seksüel, teknik ve ekonomik olgunluğa görece çok daha kısa sürede ulaşması, bu ağaç türündeki ıslah yatırımlarını oldukça avantajlı kılmaktadır.
- Kızılçam, odunu orman endüstrisinin farklı alanlarında (kâğıt, sanayi odunu, kaplama, kereste vd.) çok yaygın olarak kullanılan ve talep edilen bir türdür.
- Uygun koşullarda yapılan kızılçam ağaçlandırmalarının ormancılık yatırımları çerçevesinde oldukça ekonomik olduğu ortaya konmuştur (Erkan vd. 2002).

Türkiye’de ağaçlandırma yatırımlarının önemli ölçüde artmaya başladığı 1980’li yıllarda, başta çam türleri olmak üzere, birçok asli ağaç türünde orijin denemeleri kurulmuştur. Deneme alanlarının korunup yaşatılması ve amaçlanan hedefin önemli ölçüde gerçekleştirilmesi bakımından, Kızılçam orijin denemelerinin başta geldiğini söylemek mümkündür.

Kızılçam orijin denemelerinde, başlangıçtaki (1989 yılında) 26 deneme alanından 18’i, 2021 yılı itibariyle, 30. arazi yaşını geçmiş bulunmaktadır. 8 deneme alanı; böcek tasallutu, izinsiz ve kontrolsüz bakım kesimleri, deneme alanı içerisinde geniş yangın şeridi geçirilmesi gibi çeşitli sebeplerle değerlendirme kapsamı dışına çıkmıştır (Çalikoğlu vd. 2020).

Kızılçamda popülasyon seviyesinde seleksiyon çalışması olan orijin denemelerinin sonuçlarının kullanım potansiyeli ve değeri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Ağaç ıslahının en önemli görevlerinden bir tanesi, ister orijin/popülasyon, ister aile, isterse klon olsun, uğraştığı genetik birimin, adaptasyon yeteneğini ortaya koymaktır. Bu bir yönüyle, ilgili genetik birimin çok farklı yetişme ortamı koşullarında tekerrürü ile mümkün olabilir. Kızılçam orijin denemeleri, gerek orijinler, gerekse deneme alanları anlamında geniş örneklemiyse bu amaca hizmet edecek potansiyeli taşımaktadır.
- Akdeniz Üst Islah Zonu (801-1200 m) gibi bazı kızılçam ıslah zonlarında henüz döl denemeleri kurulmamıştır. O halde bu kuşakta yapılacak kızılçam ağaçlandırmalarında orijin denemelerinin sonuçları, döl denemeleri kurulup sonuçlandırılncaya kadar yol gösterici olacaktır. İleride bu zonda oluşturulacak ıslah popülasyonuna, farklı yükselti kuşağından da olsalar, üstünlükleri bu denemelerle belirlenmiş popülasyonlardan yapılacak seçimleri de dâhil etmek faydalı olacaktır.
- Ekstrem alanlarda ve doğal yayılış alanı dışındaki yarı-kurak bölgelerde kızılçam ağaçlandırmalarının önemi her geçen gün artmaktadır. Bu ağaçlandırmalarda temel problemlerden birisi uygun orijin seçimidir. Kızılçam orijin denemelerinin bazı deneme alanlarından (Korkuteli, Mut, Ankara, Karabük, Mardin) elde edilen veriler bu temel problemin çözümünde en temel dayanaklar olacaklardır.

- Döl denemelerinin güvenilir aşamadaki sonuçları alındıktan sonra, üstün ailelerle genotipik tohum bahçeleri kurulmaya başlanmıştır. Bunlardan tatminkâr miktarda tohum elde edinceye kadar, kızılçam ağaçlandırmalarına tohum kaynağı seçimlerinde, orijin denemelerinin sonuçlarından da yararlanılması doğru ve yerinde olacaktır.
- Kızılçam ıslah zonlarının yeniden düzenlenmesinde, ıslah popülasyonlarının zenginleştirilmesinde veya içyapılarının yeniden organize edilmesinde orijin denemelerinin sonuçları da aydınlatıcı olacaktır.
- Nihayet kızılçam orijin denemeleri uzun dönemde ex-situ gen koruma alanları olarak, muhtemel iklim değişimlerine bağlı olarak adaptasyon yeteneklerinin durumu ve diğer her türden karşılaştırmalı bilimsel çalışmalar için hizmet edeceklerdir.

Kızılçam orijin denemelerinin 5 ve 10. yaş sonuçları, bazı deneme alanlarında orijin farklılıklarının anlamlı, bazılarında ise anlamsız olduğu belirlenmiştir (Cengiz vd. 1999; Işık vd. 2002).

Denemelerin 10 ve 20. yıllara ait sonuçlarında;

- Doğal yayılış alanının dışındaki Göynük, Niksar, Siirt ve Karabük gibi izole yayılışlara ait orijinlerin, tüm deneme alanlarında düşük performans sergiledikleri,
- Buna karşın 15 (Burdur-Bucak), 9 (Mersin-Davultepe), 7 (Gülner-Pembecik), 10 (Silifke-Yeşilovacık) ve 23 (Antalya-Kumluca) gibi orijinlerin birçok deneme alanında üstün performansla kararlı bir tutum izledikleri,
- Genel olarak Akdeniz Bölgesi üst ve buna yakın yükseltileri temsil eden orijinlerin düzgün gövdeler yapmış oldukları ortaya konmuştur.

Marmara ve Ege Bölgeleri’nin kızılçam orijin denemeleri bakımından özel önemini ilk kez İktüeren (1977) ortaya koymuştur. Yazar, farklı orijinlerle kuzeydeki fidanlıklarda yapmış olduğu henüz fidanlık aşaması değerlendirmelerinde, fidan boyu, fidan formu ve yaşama oranı karakterleri bakımından, güneyden (Akdeniz’den) gelen orijinlerin çok belirgin üstünlük sergilediğini belirlemiştir.

Örtel vd. (2010) de, Ege ve Marmara Bölgelerindeki orijin denemesi alanlarında, kızılçamın Akdeniz Bölgesi orijinlerinin, hacim ve gövde formu bakımından üstünlüklerini ortaya koymuşlar, özellikle Marmara Bölgesi’nde, kızılçamın Akdeniz orta ve üst kuşağını temsil eden bazı orijinlerinin üstünlüğünün söz konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Ortalama hacim bakımından, Marmara ve Ege Bölgeleri’ndeki deneme alanlarının, Akdeniz Bölgesi’ndekilere oranla daha üstün olduğunu da ekleyerek, kızılçamda endüstriyel plantasyonların, üstün Akdeniz orijinleri ile bu iki bölgede yoğunlaştırılmasını önermişlerdir.

Ne yazık ki Marmara Bölgesi’ndeki tüm deneme alanları, önceden belirtilmiş olan sebeplerle, değerlendirme dışı kalmış durumdadır. Ege Bölgesi deneme alanlarından da orta yükselti kuşağındaki 5 tanesi 30. arazi yaşı sonunda değerlendirilebilmiştir.

Kızılçam orijin denemelerinin ilerleyen yaşlarında, ağaç boyunu doğru ve verimli bir şekilde ölçmek önemli bir sorun teşkil etmeye başlamıştır. Bu yüzden 30. arazi yaşının sonunda, hacimsel büyümenin en önde gelen parametresi olan göğüs yüksekliği çapı bakımından değerlendirmeler öne çıkmıştır.

Bu çalışmada; Milli Ağaç Islahı Programında (Koski ve Antola, 1993) kızılçam için öngörölmüş ıslah zonlarına denk düşen Akdeniz ve Ege ağaçlandırma zonlarındaki orijin denemeleri 30. yaşında çap gelişimi bakımından değerlendirilmiştir. Ayrıca bu deneme alanları çerçevesinde, kızılçam orijinlerinin stabilite ve değişkenlikleri incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Denemelerde Türkiye'nin ve K.K.T.C.'nin farklı bölgelerinden 50 kızılçam orijini kullanılmıştır (Tablo 1). Orijin olarak belirlenen meşcerelerde (büyük çoğunluğu tohum meşceresi), birbirine en az 50 m uzaklıkta 30 adet tohum ağacı seçilmiş, bu ağaçlardan toplanan tohumların karıştırılıp tüplere ekilmesi sonucu her orijine ait 1+0 tüplü kızılçam fidanları elde edilmiştir. Bu fidanlarla Türkiye ve K.K.T.C.'de 26 deneme alanına, 1988-1989 dikim mevsiminde, orijin denemeleri tesis edilmiştir (Cengiz vd. 1995). 30. yılın sonunda Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde kurulmuş 13 deneme alanı, bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 2).

Her bir deneme alanı Rastlantı Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekrarlı olarak kurulmuştur. Orijinler her tekrarda, 3x1.5 m aralık-mesafeli 16'şar fidanlık parsellerle temsil edilmişlerdir. Denemelerin 15. yaşında deneme alanlarında sistematik aralamaya gidilmiş ve parseldeki fidan sayısı 8'e (yarıya) düşürülmüştür (Örtel vd. 2010).

2018 yeşerim döneminin ardından her deneme alanındaki yaşayan ağaçlarda göğüs yüksekliği çapları mm hassasiyetinde ölçülmüştür. 27, 48 ve 49 numaralı orijinler, başlangıçtaki yetersiz fidan sayıları sebebiyle, ancak birkaç deneme alanında yer almışlardır. Bu yüzden zonal değerlendirmelerde bu orijinler değerlendirme dışı bırakılmış ve değerlendirmeler 47 orijini kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Denemelerde kullanılan kızılçam orijinleri

No	İşletme	Şeflik	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
1	Pos	Karsanti	37°34'	35°24'	600
2	KKTC	Buffavento	35°17'	33°24'	500
3	KKTC	Karaağaç	35°18'	33°32'	320
4	Tarsus	Buladan	37°05'	34°33'	1000
5	Anamur	Gökçesu	36°11'	32°45'	600
6	Anamur	Anamur	36°05'	32°41'	650
7	Gülnar	Pembecik	36°14'	33°15'	650
8	Tarsus	Cehennemdere	37°07'	34°31'	800
9	Mersin	Davultepe	36°55'	34°26'	750
10	Silifke	Yeşilovacık	36°13'	33°43'	100
11	Erdemli	Erdemli	36°45'	34°10'	1150
12	Mersin	Fındıkpinarı	36°57'	34°24'	1150
13	Anamur	Çaltıbüktü	36°17'	32°48'	1000
14	Bucak	Pamucak	37°24'	30°37'	800
15	Bucak	Bucak	37°30'	30°41'	800
16	Antalya	Düzlerçamı	36°59'	30°33'	275
17	Alanya	Güzelbağ	36°45'	31°58'	650
18	Gündoğmuş	Eskibağ	36°42'	32°10'	1000
19	Kaş	Lengüme	36°24'	29°30'	720
20	Kaş	Lengüme	36°24'	29°32'	830
21	Serik	Pınargözü	37°17'	30°58'	750
22	Alanya	Kargı	36°36'	31°57'	350
23	Kumluca	Kumluca	36°26'	30°15'	250
24	Antalya	Olimpos MP.	36°35'	30°28'	350
25	Sındırgı	Seydan	39°12'	28°08'	400
26	Ayvacık	Baharlar	39°36'	26°34'	550
27	Ayvacık	Ezine	39°53'	26°25'	300
28	Bayramiç	Karaköy	39°50'	25°55'	400
29	Bigadiç	Bigadiç	39°24'	28°22'	350
30	M.K Paşa	Çaltılıbük	39°58'	28°40'	450
31	Orhaneli	Orhaneli	40°00'	28°55'	600
32	Göhlisar	Göhlisar	37°04'	30°32'	1100
33	Sütçüler	Karadağ	37°30'	30°51'	650
34	Sütçüler	Söğütadağı	37°21'	30°54'	400
35	Antakya	Uluçınar	36°21'	35°57'	385
36	K.Maraş	Suçatı	37°46'	36°42'	800
37	Antakya	Yayladağı	35°54'	36°01'	480
38	Marmaris	Çetibeli	37°00'	28°19'	60
39	Muğla	Ula	37°06'	28°32'	750
40	Yılanlı	Boyalı	37°17'	28°34'	750
41	Gördes	Şahinkaya	38°50'	28°04'	350
42	Dursunbey	Durabeyler	39°42'	28°37'	600
43	Göynük	Gürpınar	40°11'	30°49'	600
44	Bafra	Yakakent	41°39'	35°27'	100
45	Niksar	Niksar	40°38'	36°43'	250
46	Karabük	Karatepe	41°05'	32°41'	450
47	Siirt	Cizre	37°29'	42°00'	700
48	İzmir	Gümüldür	38°06'	27°05'	400
49	Keşan	Korudağı	40°44'	26°43'	175
50	KKTC	Güzelyurt	35°18'	33°03'	200

Tablo 2. Orijin deneme alanlarının bazı özellikleri

Bölge	Orman işletmesi	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Eğim(°)/Bakı	Anakaya	Emberger biyoiklim katmanı
AKDENİZ	Finike	36°23'	30°15'	550	15/GD	Kireçtaşı	Yağışlı alt yumuşak
	Finike	36°30'	30°07'	950	20/B	Kireçtaşı	Yağışlı alt yumuşak
	Korkuteli	37°04'	30°12'	900	4/GD	Kalker breş	Yarı-kurak üst soğuk
	Kaş	36°25'	29°20'	200	4/B	Kireçtaşı	Az yağışlı sıcak
	Gazipaşa	36°12'	32°13'	300	40/K	Şist	Yağışlı alt sıcak
	Gazipaşa	36°14'	32°11'	450	40/D	Şist	Yağışlı alt sıcak
	Mut	36°21'	32°40'	400	5/B	Kireçtaşı	Yarı kurak alt serin
EGE	KKTC	35°17'	33°03'	230	D	Kireçtaşı	Az yağışlı sıcak
	Manisa	38°28'	28°30'	475	10/GD	Şist	Yarı kurak üst ılık
	Menemen	38°50'	26°59'	70	7/GD	Mam	Az yağışlı yumuşak
	Nazilli	37°41'	28°48'	650	25/GD	Şist	Yarı kurak üst ılık
	Muğla	37°06'	28°28'	570	25/K	Kireçtaşı	Yağışlı alt serin
	Manisa	38°54'	27°34'	475	5/K	Mam	Az yağışlı serin

Her bir deneme alanı için yapılan varyans analizinde aşağıdaki doğrusal model kullanılmıştır:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + o_j + bo_{ij} + e_{ijk}$$

Eşitlikte;

Y_{ijk} = i. blokta j. orijinin k. ağacına ait gözlem değeri,
 μ = deneme alanının ortalaması,
 b_i = i. bloğun etkisi,
 o_j = j. orijinin etkisi,
 bo_{ij} = blokxorijin etkileşimi,
 e_{ijk} = i. blokta j. orijinin k. bireyinden kaynaklanan etkiyi göstermektedir.

Deneme alanlarının toplu değerlendirilmesinde ise aşağıdaki doğrusal modelden yararlanılmıştır:

$$Y_{ijkm} = \mu + s_i + b_{j(i)} + o_k + so_{ik} + bo_{j(i)k} + e_{ijkm}$$

Eşitlikte;

Y_{ijkm} = i. deneme alanındaki j. blokta k. orijine ait m. ağacın gözlem değeri,
 μ = genel ortalaması,
 s_i = i. deneme alanının etkisi,
 $b_{j(i)}$ = i. deneme alanında j. bloğun etkisi,
 o_k = k. orijinin etkisi,
 so_{ik} = deneme alanıxorijin etkileşimi,
 $bo_{j(i)k}$ = i. deneme alanında j. bloğun k. orijine etkileşimi,
 e_{ijkm} = i. deneme alanında j. blokta k. orijinin m. bireyinden kaynaklanan etkiyi göstermektedir.

Her iki modelde de, orijin etkisi sabit, diğer etkiler rastlantısal kabul edilmiştir. Orijinlerin çoklu karşılaştırma testlerinde hata terimi olarak, blok içinin örneklendiği (*sub-sampling*) Rastlantı Blokları Deneme Deseninde deneysel hata olan blokxişlem etkileşimi (toplu değerlendirmelerde sp_{ik}) esas alınmıştır. Blokxişlem (bo_{ij}) varyansının toplam varyansa oranı (BOV%) ile parseller arası varyasyon katsayıları (PAVK%), mevcut deneme deseniyle deneme alanlarındaki çevresel varyansın ne kadar kontrol edilebilmiş olduğunu denetlemek için kullanılmıştır.

Çap bakımından, Akdeniz ve Ege bölgesi deneme alanları çerçevesinde kararlı orijinleri belirlemek için,

aşağıda verilen Birleştirilmiş Kararlılık-Performans Endeksi (CSPI) kullanılmıştır (Işık ve Kara, 1997).

$$CSPI = \sum (R_{ij} - O_p) / N$$

Endekste;

R_{ij} = j. deneme alanında i. orijinin sıralama değerini,
 O_p = en iyi gelişme gösteren orijinin sıralama değerini,
 N = deneme alanı sayısını ifade etmektedir.

Performans kararlılığı yanında, varyasyonunu da göstermek amacıyla, orijinlerin denemelerdeki minimum ve maksimum sıra değerleri ile sıra değeri genişlikleri (*Range*) de hesaplanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Her bir deneme alanından elde edilen bulgular

Deneme alanı bazında elde edilen; her bir deneme alanına ait ortalama değerler, standart sapma ve parseller arası varyasyon katsayıları, varyans bileşenlerinin anlamlılık düzeyleri ile toplam varyans içerisindeki yüzde payları hesaplanmıştır (Tablo 3).

İzmir-Aliaga deneme alanı haricindeki tüm deneme alanlarında, göğüs yüksekliği çapı bakımında orijin etkisinin istatistik açıdan anlamlı ($p \leq 0.05$) olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Akdeniz ve Ege Bölgesi'nde değerlendirilen 13 deneme alanında BOV% (deneysel hata oranı) %3 ile %15 arasında bulunmuştur. Deneme alanlarının 8'inde bu oran %8 ve altındadır. Bu oranın %10' un üzerinde olduğu 4 deneme alanından yalnız bir tanesinde orijin etkisi anlamsız çıkmıştır. Kaş, Akhisar ve Ula deneme alanlarında orijinxblok varyans bileşeninin etkisi anlamsız çıkmıştır. Parseller arası varyasyon katsayıları (PAVK%) %21.15 ile %44.61 arasında değişmiştir (Tablo 3).

Aynı deneme alanlarının 10. yaş ve 20. yaş sonunda çap için BOV% ve PAVK% değerleri ile bunların 30. yaş değerleri arasındaki farkları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Deneme alanlarında ortalama göğüs yüksekliği çapları, standart sapmaları, parseller arası hata varyasyon katsayıları ile varyans bileşenlerinin anlamlılığı ve oranları

		Göğüs yüksekliği Çapı (mm)			Varyasyon kaynakları			
		Ortalama	Std. sapma	PAVK (%)	Orijin	Blok	Bloksorijin	Hata
Akdeniz alçak yükselti kuşağı ağaçlandırma zonu	Kaş-Palamut	203.13	44.5	22.59	<.0001 %10	0.0025 %1	0.0781 %3	86%
	Gazipaşa-Delihöyük	176.69	48.11	29.41	<.0001 %12	0.01 %1	0.0097 %4	81%
	Mersin-Mut	98.86	32.91	44.61	0.0219 %6	0.653 %0	<.0001 %15	79%
	KKTC-Güzelyurt	115.36	29.16	32.85	0.0005 %11	0.8403 %0	<.0001 %12	77%
	Finike-Gülmez	179.69	43.71	33.20	0.0006 %10	0.839 %0	<.0001 %14	76%
	Gazipaşa-Narma	177.53	48.87	32.16	<.0001 %9	0.0003 %2	0.0002 %7	80%
Akdeniz üst yükselti kuşağı ağaçlandırma zonu	Finike-Yazır	207.67	37.44	20.11	<.0001 %12	<.0001 %4	<.0001 %5	79%
	Korkuteli-Susuz	168	38.35	26.18	0.0009 %7	0.0174 %1	0.0020 %6	86%
Ege bölgesi ağaçlandırma zonu	İzmir-Aliğa	208.34	40.11	21.15	0.5823 %1	0.0081 %3	0.0254 %12	84%
	Manisa-Akhisar	209.8	44.38	22.35	0.0480 %5	<.0001 %8	0.0672 %6	81%
	Manisa-Alaşehir	136.75	36.9	29.17	0.0368 %7	0.3295 %0	0.0216 %8	85%
	Aydın-Karacasu	161.33	33.26	24.99	0.0010 %7	0.8316 %0	<.0001 %8	85%
	Muğla-Ula	185.53	50.91	28.89	<.0001 %9	0.2853 %0	0.0508 %3	88%

Tablo 4. Deneme alanlarında 10 ve 20. yaşlardaki göğüs yüksekliği çapı BOV% ve PAVK% değerlerinin 30. yaşa göre farkları

Deneme alanı	10-30 Yaş				20-30 Yaş			
	10. yaş BOV%*	Fark	10. yaş PAVK%*	Fark	20. yaş BOV%**	Fark	20. yaş PAVK%**	Fark
Kaş-Palamut	11	-8	79	-56	7	-4	27	-5
Gazipaşa-Delihöyük	32	-28	105	-76	10	-6	34	-5
Mersin-Mut	18	-3	101	-56	11	+4	50	-5
KKTC-Güzelyurt	21	-9	67	-34	15	-3	38	-5
Finike-Gülmez	51	-37	168	-135	33	-19	45	-12
Gazipaşa-Narma	30	-23	108	-76	10	-3	34	-2
Finike-Yazır	22	-17	109	-89	14	-9	31	-11
Korkuteli-Susuz	10	-4	80	-54	6	0	32	-6
İzmir-Aliğa	21	-9	52	-31	8	+4	22	-1
Manisa-Akhisar	38	-32	79	-57	3	+3	21	+1
Manisa-Alaşehir	12	-4	51	-29	13	-5	33	-4
Aydın-Karacasu	21	-13	59	-34	8	0	22	+3
Muğla-Ula	21	-18	92	-63	10	-7	33	-4
<i>Ortalama fark</i>		<i>-15.76</i>		<i>-60.76</i>		<i>-3.46</i>		<i>-4.30</i>

*Işık vd. 2002'den, **Örtel vd. 2010'dan

Tablo 4'ten, 10. yaştaki deneysel hata varyans parametrelerinin her ikisinin de 20. yaşta önemli oranda azalmış olduğu ve bu azalışın 30. yaşa kadar az çok devam ettiği görülmektedir.

3.2. Ağaçlandırma zonları çerçevesinde elde edilen bulgular

Ağaçlandırma zonları çerçevesinde yapılan varyans analizinin sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Orijin etkisinin anlamsız çıktığı İzmir-Aliğa deneme alanı değerlendirme dışı tutulmuştur. Her üç zonda da 30. yaş çap gelişimi üzerinde orijin etkisi anlamlı çıkmıştır ($p \leq 0.05$). Orijin x deneme alanı etkileşimi üç zonda da anlamsız düzeydedir ($p > 0.05$).

Tablo 5. Akdeniz alçak ve üst yükselti kuşağı ile Ege ağaçlandırma zonlarında göğüs yüksekliği çapı için varyans analizi sonuçları

Akdeniz alçak yükselti kuşağı (<600 m) ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	5	7817461	1563492	123.64	<.0001	1714	46 %
Blok (Deneme alanı)	12	146569	12214	4.61	<.0001	26	1 %
Orijin	46	1172002	25478	8.09	<.0001	184	5 %
Deneme alanıxOrijin	230	734864	3195	1.19	0.0502	24	1 %
Blok (Den. al.) x Orijin	549	1479946	2696	1.71	<.0001	151	4 %
Hata	5438	20788709	14516			1575	43%
Akdeniz üst yükselti kuşağı (900-950 m) ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	1	811866	811866	34.85	0.0043	761	31 %
Blok (Deneme alanı)	4	93700	23425	10.29	<.0001	57	2 %
Orijin	45	463457	10299	4.75	<.0001	179	7 %
Deneme alanıxOrijin	45	97580	2168	0.95	0.5635	0	0 %
Blok (Den. al.)xOrijin	180	410756	2282	1.64	<.0001	106	4 %
Hata	1854	2587351	1395			1399	56 %
Ege ağaçlandırma zonu							
Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F değeri	Pr > F	Varyans	Toplam varyansa oranı
Deneme alanı	3	1458757	486252	51.44	<.0001	928	33 %
Blok (Deneme alanı)	8	77375	9672	4.26	<.0001	49	2 %
Orijin	46	411862	8954	3.70	<.0001	140	5 %
Deneme alanıxOrijin	136	340729	2505	1.11	0.2224	19	1 %
Blok (Den. al.)xOrijin	357	824807	2310	1.45	<.0001	125	4 %
Hata	2677	4258443	1591			1590	55 %

SD: serbestlik derecesi, TK: kareler toplamı, KO: kareler ortalaması

Her üç zonda orijinlerin çoklu karşılaştırma testi çerçevesinde en iyi çap büyümesi yapan orijinle istatistik açıdan farksız olan orijinler sıralanmıştır (Tablo 6). Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağında, bu zonu temsil eden 23 (Antalya-Kumluca) ve Ege Bölgesi alçak yükseltiyi temsil eden 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı orijinleri en iyi çap gelişimini yapmış orijin grubuna girmişlerdir. Bu grubun diğer orijini ise 750 metre yükseltiden gelen 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijin olmuştur.

Akdeniz Üst Yükselti Kuşağında; 6 (Mersin-Anamur), 15 (Burdur-Bucak), 7 (Gülnar-Pembecik), 5 (Anamur-Gökçesu), 8 (Mersin-Cehennemdere), 33 (Sütçüler-Karadağ), 9 (Mersin-Davultepe) ve 37 (Antakya-Yayladağı) numaralı gibi Akdeniz Bölgesi 401-800 metre kuşağını temsil eden orijinler en iyi göğüs çapı büyümesi yapmış olan grupta yer almışlardır. 35 (Antakya-Uluçınar), 23 (Antalya-Kumluca) ve 22 (Alanya-Kargı) numaralı orijinler, bu gruba giren

Akdeniz Bölgesi'nin 0-400 metre alçak yükselti kuşağını temsil eden orijinler olmuşlardır. Akdeniz Bölgesi 1000 metre ve üzerini temsil eden orijinlerden 2 tanesi, 13 (Anamur-Çaltıbüğü) ve 11 (Mersin-Erdemli) numaralı orijinleri bu grupta yer almıştır. Ege Bölgesi'nden 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) numaralı orijinler de en iyi çap büyümesi yapmış olan bu gruba girmişlerdir.

Ege Bölgesi Ağaçlandırma Zonunda, bu bölgenin orijinleri olan 38 (Marmaris-Çetibeli), 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) numaralı orijinler en iyi çap gelişimi yapan grupta yer almışlardır. 23, 16, 22, 24, 10 ve 3 numaralı, Akdeniz Bölgesinin 0-400 metre alçak yükselti kuşağını temsil eden orijinler ise bu grubu ağırlıklı olarak oluşturan orijinler olmuşlardır. 37, 9, 6, 21 ve 14 numaralı Akdeniz Bölgesi 401-800 metre kuşağını temsil eden orijinler de bu grupta yer almışlardır. 13 numaralı (Anamur-Çaltıbüğü) orijin bu grupta yer alan tek Akdeniz Bölgesi üst kuşak orijini olmuştur.

Tablo 6. Ağaçlandırma zonlarında orijinlerin çoklu karşılaştırılması (Duncan Testi)

Akdeniz alçak yükselti			Akdeniz üst yükselti			Ege		
Orijin	d _{1.30} (mm)	N	Orijin	d _{1.30} (mm)	N	Orijin	d _{1.30} (mm)	N
23*	194.158	133	6*	218.043	46	38*	199.559	68
38*	188.354	130	15*	210.391	46	23*	194.722	72
9*	183.051	138	7*	207.957	47	16*	193.309	68
24	177.508	130	5*	207.644	45	37*	191.875	64
10	176.102	137	39*	206.156	45	22*	191.286	70
7	174.474	137	8*	205.045	44	9*	189.286	63
22	173.833	132	35*	204.813	48	24*	188.000	70
37	173.566	136	10*	204.711	45	39*	186.970	66
16	172.728	136	33*	203.417	48	6*	185.203	74
3	170.142	141	9*	201.800	45	2*	183.406	69
6	169.007	137	37*	199.978	46	10*	182.857	77
50	168.000	136	40*	199.362	47	13*	182.612	67
34	167.745	141	13*	197.042	48	21*	182.500	78
15	167.414	133	23*	196.605	43	14*	180.072	69
2	166.860	136	11*	196.565	46	40*	178.952	62
11	166.066	137	22*	194.681	47	3*	178.881	67
41	165.800	135	18	194.109	46	34	177.105	76
13	165.096	135	24	193.208	48	17	176.761	71
21	164.913	138	21	193.064	47	5	175.385	65
39	163.938	130	29	192.625	48	20	175.149	67
40	163.935	123	25	191.479	48	33	171.250	72
8	162.522	136	36	190.750	48	44	170.746	67
35	162.134	134	42	190.532	47	29	170.250	60
14	160.556	135	16	189.717	46	8	170.074	68
20	160.328	134	12	189.227	44	26	169.870	77
18	160.111	135	14	188.609	46	7	169.444	72
12	159.735	136	17	188.021	47	35	168.561	66
19	159.559	127	34	186.625	48	15	168.487	76
28	159.230	126	3	186.255	47	28	167.808	73
32	158.746	134	19	184.289	45	50	167.746	71
17	158.578	135	38	183.512	43	42	167.353	68
33	158.190	142	28	183.333	42	18	165.753	73
4	155.716	134	41	182.455	44	30	165.231	65
25	154.089	135	44	182.292	48	4	165.068	73
42	153.774	137	20	179.889	45	19	163.754	69
26	153.685	127	4	179.551	49	31	163.214	70
30	152.852	122	32	179.208	48	11	162.985	67
44	152.198	131	26	178.894	47	12	160.938	80
36	151.667	132	50	175.208	48	1	160.189	74
31	150.677	124	30	174.489	47	25	158.972	72
29	147.545	132	43	167.532	47	43	157.667	60
1	145.463	134	2	165.688	48	36	157.179	39
5	144.015	136	31	165.170	47	32	156.364	77
43	135.098	132	45	163.583	48	41	156.235	81
45	133.485	136	46	152.581	43	47	144.411	56
46	127.463	134	47	146.267	45	45	136.019	54
47	117.277	130	1 nolu orijin yoktur			46	134.385	65

*: en iyi göğüs çapına sahip orijinlerle istatistik açıdan farksız orijinler, N: birey sayısı

3.3. Kızılçam orijinlerinin gelişimde kararlılık tutumları ve değişkenlikleri

Kızılçam orijinlerinin Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yer alan 13 deneme alanında çap gelişimi bakımından gösterdikleri kararlılık tutumları görülmektedir (Tablo 7). Tablo, orijinlere ait endeks değerlerinin en küçükten en büyüğe doğru sıralanmasıyla oluşturulmuştur. Kararlılık-Performans Endeksi küçüldükçe yüksek performansta kararlı tutum artmaktadır.

Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağına (0-400 m) ait orijinlerin tamamının tablonun üst kısmında yoğunlaştığı görülmektedir. Başka bir ifade ile bu orijinler, çok farklı yetiştirme ortamı koşullarına sahip deneme alanlarında üst sıralardaki gelişimlerini kararlılıkla sürdürmüşlerdir. Akdeniz Orta Yükselti Kuşağına ait orijinler ise, üst

sıralarda da bulunmakla birlikte, tablonun ortasında yoğunlaşmışlardır.

Akdeniz Yüksek Kuşak orijinlerinin tablonun orta ve alt kısımlarında dağılım gösterdikleri ve stabilite bakımından önemli bir varyasyon sergiledikleri görülmektedir. Az sayıdaki Ege orijininin düşükten yükseğe çok değişen, Marmara orijinlerinin yüksek, izole orijinlerin ise tamamen en yüksek stabilite endeks değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Stabiliteyi yüksek orijinlerin en düşük ve en yüksek sıra değerleri ile sıra varyasyon genişliklerine de bakmak gerekirse, 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijinin, 47 orijinin karşılaştırıldığı tüm deneme alanlarının hiçbirisinde, ilk yarım sıra diliminin altına düşmediği (en düşük sıra değeri 23) görülmektedir. Bu açıdan 10 (Silifke-Yeşilovacık) numaralı orijin de benzer konumda sayılabilir. Özellikle 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı

orijin yüksek stabilitesine rağmen bir deneme alanında 33.cü olabilmektedir. Bir diğer örnek olarak; 26 (Ayvacık-Baharlar) numaralı orijin, 1 deneme alanında en iyi çap gelişimini yapmış, en düşük performans olarak ise 44. olmuştur. 28 (Bayramiç-Karaköy) numaralı orijin ise 10. sıranın üzerine çıkamamış ve o da en düşük performansını 44. sırada sergilemiştir. Ancak bu orijinin stabilite endeksi öncekine göre 5 puan düşüktür, bir

başka ifade ile farklı koşullardaki çap gelişiminde, üst sıralarda kalma yönünde daha kararlı bir tutum izlemiştir. Çok genel hatları ile Birleştirilmiş Kararlılık-Performans Endeksi (CSPI) değerleri arttıkça en düşük sıra değerleri de artmaktadır. En yüksek sıra değerlerindeki artış ise çok daha alt sıralarda gerçekleşmektedir. Sıralama varyasyon genişliği ise önce artma, sonra da azalma eğilimi göstermiştir.

Tablo 7. Akdeniz ve Ege Bölgeleri deneme alanlarında kızılçam orijinlerinin performans stabilitelerini gösteren endeks (CSPI) değerleri

Orijin	CSPI	En düşük sıra	En yüksek sıra	Sıra varyasyon genişliği	Orijinin temsil ettiği bölge
23	9.08	29	1	28	Akdeniz Alçak Kuşak
9	9.16	23	2	21	Akdeniz Orta Kuşak
38	9.50	34	1	33	Ege
10	10.33	24	1	23	Akdeniz Alçak Kuşak
22	10.83	27	1	26	Akdeniz Alçak Kuşak
37	10.91	28	2	26	Akdeniz Orta Kuşak
6	12.25	38	1	37	Akdeniz Orta Kuşak
24	13.66	46	2	44	Akdeniz Alçak Kuşak
16	15.50	38	2	36	Akdeniz Alçak Kuşak
7	16.16	41	1	40	Akdeniz Orta Kuşak
21	16.66	34	4	30	Akdeniz Orta Kuşak
39	16.91	35	1	34	Ege
3	17.33	43	3	40	Akdeniz Alçak Kuşak
34	17.75	29	6	23	Akdeniz Alçak Kuşak
13	18.00	34	11	23	Akdeniz Yüksek Kuşak
2	19.00	45	2	43	Akdeniz Orta Kuşak
15	19.58	43	1	42	Akdeniz Orta Kuşak
35	20.58	40	4	36	Akdeniz Alçak Kuşak
8	21.16	34	3	31	Akdeniz Orta Kuşak
33	21.58	38	2	36	Akdeniz Orta Kuşak
17	22.33	35	8	27	Akdeniz Orta Kuşak
11	22.50	41	3	38	Akdeniz Yüksek Kuşak
36	23.16	41	7	34	Akdeniz Orta Kuşak
14	23.25	43	5	38	Akdeniz Orta Kuşak
40	24.00	39	9	30	Ege
50	24.33	42	4	38	Akdeniz Orta Kuşak
28	25.41	44	10	34	Marmara Bölgesi
18	25.58	42	5	37	Akdeniz Yüksek Kuşak
20	25.83	44	13	31	Akdeniz Orta Kuşak
5	26.33	45	7	38	Akdeniz Orta Kuşak
41	26.75	42	8	34	Ege
12	27.08	43	5	38	Akdeniz Yüksek Kuşak
19	27.25	40	7	33	Akdeniz Orta Kuşak
42	27.50	44	11	33	Marmara Bölgesi
25	29.25	47	2	45	Marmara Bölgesi
29	29.91	42	4	38	Marmara Bölgesi
26	30.16	44	1	43	Marmara Bölgesi
4	30.75	41	5	36	Akdeniz Yüksek Kuşak
30	31.75	46	6	40	Marmara Bölgesi
44	32.16	42	16	26	İzole
32	32.33	44	19	25	Akdeniz Yüksek Kuşak
1	35.45	45	16	29	Akdeniz Orta Kuşak
31	35.75	43	23	20	Marmara Bölgesi
43	39.83	46	28	18	İzole
45	44.00	47	40	7	İzole
47	44.16	47	31	16	İzole
46	44.33	47	31	16	İzole

4. Tartışma ve Sonuç

Kızılçam orijin denemelerinin, hem geniş bir ekolojik yelpaze üzerine oturan deneme alanları, hem de orijin sayısı ve çeşitliliği bakımından oylumlu bir örnekleme sahip olduğu belirtilmelidir. Bugün sonuçlarını önemli ve değerli kılan en güçlü yönü de bu olgudur. Bunca deneme alanında bu kadar sayıda orijine ait fidanlar, geride kalan 30 yılı çok farklı koşullarda yaşamışlardır. Hâlihazırda bu yaşanmışlığın bir sonucunu sergilemektedirler. Kızılçamla ilgili olarak, genetik ve ekofizyoloji alanlarında birçok araştırma, zaman ve mekân açısından daha dar çerçeveli, daha kontrollü, belki ele alınan parametrelerin göstergeliği anlamında daha dolaysız verilerle çalışarak tamamlanmıştır. Ama en nihayetinde, ağaçlar, çok farklı dış etmenlerin karmaşık etkisi altında olmak üzere doğada büyüyüp gelişmektedir. Bu çalışma; fidanlık, sera ya da laboratuvarlarda yapılan kısa süreli ve çok kontrollü denemeler ile uzun süreli ortak bahçe denemelerini birbirlerine karşıtlarmış gibi gösterme amacını taşımamaktadır. Aksine her iki bilimsel araştırma şeklinin paralel yürütülmesinin önemini vurgulamayı amaçlamaktadır.

Kızılçam orijin denemelerinin elde edilen en önemli sonuçlardan bir tanesi, bu denemelerin bulgularının, tek tek deneme alanlarının eksik ve yetersiz kurgulanıp kurulmuş olmalarından dolayı, güvenilir olmadıklarına ilişkin geçmişte oluşmuş kanının pek de sağlam bir kanı olmadığına ortaya çıkmış oluşudur. Namkoong (1979) incelenen genetik ünitenin özelliklerini en net şekilde sergilemesinin en nihayetinde bir oran sorunu olduğunu bildirmektedir: genetik ünitenin salt öznel performansının, onunla ilişkili tüm çevresel etmenlerin etkilediği performans oranı. Bu oranın bölünmesi, yani paydasını mümkün olduğunca sadeleştirmek ve etkisini azaltmak, ağaç ıslahçısının görevi ve başarısı olarak kabul edilmektedir.

Kızılçam orijin denemesi alanlarında, ilerleyen deneme süresince birlikte, orijin etkisi daha fazla kendini göstermeye başlamış ve deneysel hata varyansının büyüklüğü ve oranı önemli ölçüde azalmıştır. Birçok deneme alanında hüküm sürmüş, ilk yıllardaki saha içi düzensiz diri örtü baskısının zamanla ortadan kalkması ve fidanların serpilip büyümeye başlaması ile 15 yaşında yapılmış aralamaların parsel içi büyümeyi nispeten homojenleştiren sonucunun, bu azalışta önemli payı olan faktörler olduğu belirtilebilir.

Denemelerde Akdeniz alçak yükseltilerini temsil eden orijinler, deneme alanlarında genel olarak derin topraklı kısımlara mı denk geldiler? Ya da tersine, Marmara orijinleri ile izole orijinler tüm deneme alanlarında hep sığ topraklı kısımlarda mı büyüdüler? Bu gibi soruları olumsuz yanıtlamak durumundayız. Bunların hepsi, orijin ölçeğinde birer genetik ünite olarak, kabul edilebilir sınırlar içerisinde, genetik özelliklerini ortaya koydular. Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı (<600 m), Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı (900-950 m) ve Ege Orta Yükselti Kuşağı (401-600 m) içinde deneme alanı orijin etkileşimleri anlamsız çıkmıştır. Kızılçam doğal yayılış

alanı içerisindeki Ekocoğrafik Bölgelerin, bu tür için, içlerinde aynı orijinlerin kullanılabileceği birer ağaçlandırma zonu olarak değerlendirilebileceğinin bir nevi doğrulanmış oluşu kızılçam orijin denemelerinin önemli bir çıktısıdır. Yanlış kurulduklarına inanılmış deneme alanlarından elde edildiği düşünülen şüpheli verilerden bu kadar bütüncül sonuçların çıkmış olması düşünülemez.

ABD'deki *Pinus taeda* döl denemelerinde deneme deseninin güvenilirliğinin ölçütü olarak, PAVK% üst sınırının %10 olarak kabul edildiği aktarılmıştır (Işık vd. 2002). Hâlihazırda kurulu orijin denemelerinde PAVK% değerleri bunun 2-3 katıdır. Gerek BOV%, gerekse PAVK% değerleri konusunda ülkemizdeki orijin denemeleri için bir ölçüt vermekten uzak bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlarda orijin etkisinin anlamlı çıkması sevindirmekte ve buradan yorumlara devam edilmektedir. Gerçekten de deneysel hatanın göstergesi bu iki ölçüt (BOV% ve PAVK%) konusunda kızılçam orijin denemelerinin sonuçları çerçevesinde yorum yapmak güçtür. PAVK%'ın 44, BOV%'nin 15 olduğu Mut deneme alanında orijin etkisi anlamlı, her iki parametrenin sırasıyla 21 ve 12 olduğu Aliğa deneme alanında ise anlamsız çıkmıştır. PAVK% değerleri eşit olan Alaşehir ve Ula deneme alanlarının ilkinde blok orijin etkileşimi anlamlı, ikincisinde ise anlamsızdır. Alaşehir deneme alanında BOV%'nin 3, Ula'da 8 olması bunu açıklayabilmektedir. Ancak en dolaysız açıklayıcı parametre orijin etkisinden kaynaklanan varyansın toplam varyans içindeki oranıdır. Orijin etkisinin anlamlı çıktığı deneme alanlarında bu oran %5-12 arasında değişmektedir. Aliğa'da ise %1'dir.

Bu çalışmada, kızılçam orijinleri büyüme açısından göğüs yüksekliği çapı karakterine göre karşılaştırılmıştır. Çünkü bu yaşta deneme alanlarındaki binlerce ağacın boylarını kolay ve güvenilir olarak ölçmek mümkün görülmemiştir. Göğüs yüksekliği çapının boyla çok yüksek bir ilgileşime sahip ve hacmi etkileyen en önemli parametre olduğu bilinmektedir. Nitekim ağaç boylarının ölçülebildiği son yaş olan 20. yaşta, 3 ağaçlandırma zonunda çap-ağaç boyu ilgileşim katsayıları 0.88 (Akdeniz Alçak), 0.89 (Akdeniz Yüksek) ve 0.78 (Ege) bulunmuştur (Örtel vd. 2010).

Akdeniz Bölgesi'nin 200-600 metreler arasındaki yükselti kuşağında kurulu 6 deneme alanının ortak analizinde 23 (Antalya-Kumluca), 38 (Marmaris-Çetibeli) ve 9 (Mersin-Davultepe) numaralı orijinler, 30. yaş sonunda en iyi çap gelişimini yapan orijinler olmuş ve istatistik bakımından farklı bir grup oluşturmuşlardır. Aynı bölgenin 900-950 metre yükselti bandındaki 2 deneme alanının ortak analizi sonucunda ise çap büyümesi bakımından, Akdeniz Bölgesi 401-800 metre yükselti kuşağını temsil eden, Milli Ağaç Islahı Programı terminolojisiyle "orta zon popülasyonlar" ön plana çıkmış bulunmaktadır. Ancak en iyi çap büyümesini yapan grup içinde, Akdeniz 0-400 metre kuşak orijininden üç, Ege orijininden iki ve Akdeniz 1000-1150 metre kuşak orijininden üç orijin yer almıştır.

Bu noktada ıslah zonu ayırımını biraz irdelemenin yararlı olacağı düşünülmektedir. Milli Ağaç Islahı Programında Toroslardaki kızılçam doğal yayılış alanı, birer ıslah zonu olacak şekilde deniz seviyesinden itibaren 400'er metrelik statik kuşaklara ayrılmıştır (Koski ve Antola, 1993). Işık (1986) ise, Antalya Havzası ile sınırlı olsa da, 0-200, 200-700 ve 700-1000 ve 1000-1300 metreler arasında olmak üzere 4 ıslah ve tohum transfer zonu ayrılmasını önermiştir. Kızılçam orijin denemelerinin Akdeniz Bölgesindeki dağılımı, daha çok Işık (1986) tarafından önerilen bu ayırımı 2. ve 3. zonlarını temsil eder görülmektedir.

Ancak her iki yaklaşımda da ıslah birimi (aile) veya tohum kaynağının, zon içinden temini kabul edilmiştir. Kızılçam orijin denemelerinin sonuçları, bu kabulün çok doğru olmadığını ortaya koymuş bulunmaktadır. Tohumun orijinin lokalitesinden (burada lokalite terimi dar anlamından çok, zonal aidiyet anlamında kullanılmıştır) ziyade, orijini ne olursa olsun (zon içi veya dışı) bir ekorejyondaki performansını dikkate alan Ağaçlandırma Zonu kavramı (White vd. 2007) kızılçama daha uygun düşmektedir. Kızılçamda tohum transfer rejyonu veya ıslah zonu yaklaşımlarının bu kavramı temel alarak yeniden ele alınması öneriye değerdir.

Ege Bölgesindeki denemelerin başlangıcında yer alan Marmaris-İnbükü deneme alanının (100 m) sonradan değerlendirmeden çıkması ve Aliğa deneme alanında (70 m) da orijin etkisinin istatistiki açıdan anlamsız çıkması sonucu, 30. yaş sonunda bu bölgede, 400-700 metrelik yükselti bandındaki 4 deneme alanı toplu olarak değerlendirilebilmiştir. Bu bölgede deniz seviyesinden gelen 38 (Marmaris-Çetibeli) numaralı orijin, en iyi çap büyümesi yapan orijin olmuştur. Bölgenin 700 metre yükseltisini temsil eden iki orijin olan 39 (Muğla-Ula) ve 40 (Yılanlı-Boyalı) orijinleri de en iyi çap gelişimini yapan grupta yer almışlardır. Ancak Akdeniz Bölgesi 0-400 metre yükselti kuşağından altı, Akdeniz Bölgesi 401-800 metre yükselti kuşağından beş ve Akdeniz Bölgesi 1000-1150 metre kuşağından bir orijin de bu gruba dâhil olmuştur. Akdeniz 900-950 metre yükselti kuşağı ile Ege Bölgesi 401-700 metre kuşağına öne çıkan orijinler içerisinde benzer olanlar az değildir. Akdeniz Bölgesinin yüksek alanları ile Ege Bölgesinin biraz daha kuzeyde (1-2 enlem derecesi) yoğunlaşan orta yükselti kuşağı alanları, kızılçamda deneme alanı orijin etkileşiminin daha az olduğu alanlar olarak görülmektedir.

Birleştirilmiş Stabilite-Performans Endeksi değerleri ışığında, kızılçamda Akdeniz Alçak Yükselti Kuşağı orijinlerinin, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde, adaptasyon yeteneği ve üstün performans kararlılığı bakımından, orta yükselti kuşağı orijinlerinden geri kalmadıkları ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu noktada, daha önce Torosların bir havzasında yapılan çalışmalar (Işık ve Kara, 1997; Işık, 1998) sonucu ulaşılmış ve dağlık alanlardaki dikey ağaç türü yayılışları için Mangold ve Libby (1978) tarafından ortaya konmuş teoriyi destekleyen, "kızılçamın orta yükselti kuşağı orijinleri daha geniş uyum yeteneğine sahiptir" görüşünün gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmek yerinde olacaktır.

Akdeniz Üst Yükselti Kuşağı orijinlerinin stabiliteyi düşük olup, kendi aralarında bu açıdan varyasyon da yüksektir. Ege Bölgesi orijinlerinin de kendi aralarında stabiliteyi çok değişken değerler göstermektedir. Ege Bölgesi kızılçam doğal yayılışının, orijin denemelerinin başlangıcında yeterli temsiliyet ve sayıda örneklenmemiş oluşu da açıktır. Bir başka bakış açısıyla, denemelerde yer alan 3 Ege Bölgesi orijininin, daha çok Batı Torosların uzantısını temsil ettikleri ve Akdeniz temel yayılışına dâhil oldukları da belirtilebilir. Bu son önerme göz ardı edildiğinde, genel olarak Kızılçamın Akdeniz Bölgesi üst yükseltilerdeki ve Ege Bölgesindeki doğal yayılış içerisinde, popülasyon içi çeşitliliği azaltan ancak popülasyonlar arası farklılığı artıran doğal seleksiyon koşullarının hüküm sürdüğü belirtilebilir. Akdeniz Alçak ve Orta yükselti kuşağındaki kızılçam doğal yayılış içinde ise tam tersi yönde etki eden bir doğal seleksiyon süreci söz konusu olduğu düşünülebilir. Bu orijinler arasında performans-stabilite değeri varyasyonun daha az ancak orijinlerin uyum yeteneklerinin daha geniş olduğu söylenebilir.

Marmara Bölgesi orijinleri ile izole yayılışları temsil eden orijinler, performans stabiliteyi en düşük orijinlerdir. Bunların Akdeniz-Ege yetiştirme ortamı koşullarında büyüme açısından uyum yeteneklerinin olmadığı görülmektedir. İzole orijinlerin düşük genetik çeşitliliklerinden kaynaklanan uyum yetersizliği beklenen bir olgudur. Marmara Bölgesi orijinleri ise Akdeniz ikliminin daha soğuk varyantlarına uyumlu olabileceği düşünülmektedir. Her iki gruba giren orijinlerden söz konusu uç varyantlarda, daha değişik büyüme performansı beklenebilir. Bu tip yetiştirme ortamlarındaki kızılçam orijin denemeleri ayrı bir makalede ele alınacaktır.

Kızılçam orijin denemeleri, verimliliği çok farklı alanlarda kurulmuştur. Yüksek performans stabilitesine sahip kızılçam orijinlerinin bir önemli avantajı, geniş bir ekolojik yelpazedeki çok sayıda alanın farklı verim potansiyellerini daha etkin kullanabilmeleridir. Türkiye gibi yetiştirme ortamı çeşitliliği çok fazla olan bir ülkenin ağaçlandırma yönetiminde bu tip orijinler son derece yarar sağlayacaklardır.

En nihayetinde, kızılçam ağaçlandırmaları sadece endüstriyel plantasyonlardan ibaret değildir. Bu önemli ve değerli türümüzde, *üretim amaçlı klasik ağaçlandırmalar* da ağırlık taşımaktadır. Kızılçam plantasyonlarının gerçekleşen veriminin, üstün orijin seçimleriyle, yaklaşık bir verimlilik sınıfı artırabileceği ortaya konulmuştur (Çalıkoğlu vd. 2022). Akdeniz ve Ege Bölgesinde belirtilen kapsamdaki kızılçam ağaçlandırmalarında, bu çalışmayla zonlara göre belirlenmiş üstün büyüme gösteren kızılçam orijinlerinden, ekolojik temelli tohum transfer sınırlarına bakmadan, yararlanılmaya çalışılmalıdır. Restorasyon amaçlı kızılçam ağaçlandırmaları ile suni gençleştirme çalışmaları, takviye ekim ve tamamlamalarda yerel tohum kullanımının dışına çıkılmamalıdır.

Kızılçam Islah Programında, ıslah zonlarının yenilenmesi, birleştirilmesi ya da ıslah popülasyonlarının zenginleştirilmesi düşünülecekse, bu çalışmanın

sonuçları da (Bilhassa Ege Bölgesi sonuçları) dikkate alınmalıdır. Performans stabiliteyi yüksek (düşük CSPI) orijinlerin farklı zonlarda kullanımı ilerleyen dönemde genetik kazancın artmasına katkıda bulunacaktır. 23 (Antalya-Kumluca), 9 (Mersin-Davultepe), 10 (Silifke-Yeşilovacık), 22 (Alanya-Kargı), 38 (Marmaris-Çetibeli) ve 37 (Antakya-Yayladağı) orijinlerinin bu yönde değerlendirilmesi önerilmektedir.

Açıklama

Bu makale, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne "Kızılçam Orijin Denemeleri" ismiyle ve 19.1705/1986-94-2015-2020 proje numarasıyla gerçekleştirilen araştırma sonucunda hazırlanan ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen Proje Sonuç Raporunun (Çalikoğlu vd. 2020) bir bölümünün özetidir. Kızılçam Orijin Denemelerinin kuruluşu ve bugüne getirilmesinde araştırma camiasından çok kişinin emeği vardır. Hepsine teşekkür ediyor, ebediyete intikal etmiş olanları rahmetle anıyoruz. Bu makale, kızılçam orijin denemeleri projesinin kurucu lideri Prof. Dr. Şemi İKTÜEREN ile Batı Akdeniz Bölgesindeki deneme alanlarının 25 yıl boyunca bakım, koruma ve ölçümlerinde çok emeği geçen, araştırma emektarı Orman Muhafaza Memuru Abdullah KINAY'ın anılarına ithaf edilmiştir.

Kaynaklar

- Boydak M, Dirik H, Çalikoğlu M (2006) Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) biyolojisi ve silvikültürü. OGEM Vakfı Yayınları, Ankara.
- Cengiz Y, Işık F, Keskin S, Genç A, Doğan B, Tosun S, Özpay Z, Aksoy C, Örtel E, Gürgeç D, Dağdaş S, Uğurlu S (1999) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemeleri: Beş yıllık sonuçlar. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 11, Antalya.
- Çalikoğlu M, Özbey AA, Örtel E, Altun ZG, Atmaca C, Taştan Y, Arslan M, Yurdabak Ü, Akbin G, Karatay H, Yirik A, Yıldızbakan A, Taşdemir C, Boza A (2020). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemeleri. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Antalya.
- Çalikoğlu M, Aydın, AC, Özbey AA (2022) Üstün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinde büyüme. Turkish Journal of Forestry 23(1): 11-20.
- Erkan N (1996) Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) meşcere gelişmesinin simülasyonu. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten, 1, Elazığ.
- Erkan N, Uzun E, Baş N (2002) Odun üretim amaçlı Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında ekonomik analizler. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten, 17, Antalya.
- Işık K (1986) Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten.: Seed and seedling characteristics. Silvae Genetica 35 (2-3): 58-67.
- Işık K, Kara N (1997) Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and its implication in genetic conservation and seed transfers in southern Turkey. Silvae Genetica 46(2-3):113-120.
- Işık F (1998) Kızılçamda genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten, 7, Antalya.
- Işık F, Keskin S, Cengiz Y, Genç A, Doğan B, Tosun S, Özpay Z, Uğurlu S, Örtel E, Dağdaş S, Karatay H, Yoldağ İ (2002) Kızılçam orijin denemelerinin 10 yıllık sonuçları (Orijin-çevre etkileşimi ve tohum transferi üzerine etkisi). Batı Akdeniz Orman Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 14, Antalya.
- İktüeren Ş (1977) Türkiye dağılışı içinde kızılçam ve fıstıkcı orijin denemeleri I: Tohum ve fidanlık. TUBİTAK 6. Bilim Kongresi, TOAG Tebliği (Ormancılık), 11-18, Ankara.
- Koski V, Antola J (1993) National tree breeding and seed production programme for Turkey 1994-2003. The Research Directorate Of Forest Tree Seeds and Tree Breeding Press, Ankara.
- Mangold RD, Libby WJ (1978) A model for reforestation with optimal and suboptimal tree populations. Silvae Genetica 27:66-68.
- Namkoong G (1979) Introduction to quantitative forest genetics. USDA Forest Service, Washington.
- Ne'eman G, Traub L (2000) Ecology, biogeography and management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden.
- OGM (2021). Ormancılık İstatistikleri 2020. Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr> Ankara.
- Örtel E, Çalikoğlu M, Çetinay Ş, Altun ZG, Cengiz Y, Boza A, Türker HA., Kahraman T, Gökdemir Ş, Tosun S, Arslan M, Özpay Z, Karatay H, Karzaoğlu C (2010) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin denemelerinin 20. yıl sonuçları. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten, 35, Antalya.
- Usta HZ (1991) Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, 219, Ankara.
- White TL, Adams WT, Neale DB (2007) Forest genetics. Cabi.

Morphological variation and quality in Anatolian black pine seedlings

Nebi Bilir^{a,*} , Durmus Cetinkaya^b 

Abstract: There are many biological and environmental factors in success of forest establishment including afforestation, industrial plantation, and other forestry practices such as nursery technique and provenance. Forest establishment is also getting importance for the Anatolian Black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] because of its widely using in afforestation and higher unproductive forest area, and other practices (i.e., landscape planning). It is known that seedling morphology and quality play key role in biological and economical success in these practices. This study was carried out on 1+0, 3+0 and 5+0 years containerized seedlings grown in Adana-Kicak and Konya-Seydisehir Forest Nurseries to contribute nursery practices (such as grown quality seedlings) and success of forest establishment and other practices. For the purpose, seedling height and root-collar diameter of 100 seedlings randomly chosen in each age group were measured at the end of 2017. Averages of seedling height of 1+0, 3+0 and 5+0 years were 9.9 cm, 22.6 cm, and 59.8 cm, respectively, while they were 2.6 mm, 7.8 mm and 14.3 mm for root-collar diameter. Coefficient of variation was the highest at 3 years old seedlings for both characters (27% & 25.3%) but the lowest at 5 years old ones (16% & 18.3%). 1% of seedlings for height (height<5cm) and 17% of seedlings for root-collar diameter (diameter<2mm) of 1+0 year seedlings were cull/unsuitable for plantation, while they were no any cull seedlings at age 3 and 5 years according to quality classes of Turkish Standard Institute. Positive and significant ($p<0.05$) correlation was found between height and diameter at all age groups. It emphasized seedling height could be used in the selection of quality seedlings for easy practices by nursery managers.

Keywords: Pine, Reforestation, Seed stand, Seedling

1. Introduction

Anatolian Black pine [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] is an important forest tree species and national breeding program (Koski and Antola 1993) of Turkey by 4.2 million natural distributions of which 33% to be unproductive (OGM, 2022). Forest establishment is the main tool in conversion of unproductive forest to productive forest. Forest establishment is also getting importance for the species because of its widely using in afforestation and higher unproductive forest area. Quality and morphology of seedling material play important roles in success of forest establishment. Anatolian Black pine has also landscape and other plantation purposes except of forestry generally by older seedlings. There could be many biological (e.g., Skroppa and Magussen 1993; Kaya and Temerit 1994; Demirci and Bilir 2001; Ozel *et al.* 2018) and environmental (e.g., Dewald and Feret 1987; Spath *et al.* 1990; Kizmaz 1993; Yazici and Babalik 2011 and 2016; Deligoz 2011; Yucedag and Gailing 2012; Deligoz *et al.* 2016; Eser and Gulcu 2019; Yucedag *et al.* 2019) factors effective on the success of these purposes. Age could be considered as an important biological factor. While it was taken into consideration such as 2 years for forestry

purposes in early studies (e.g., Kizmaz 1993), older seedlings such as 5 years old seedlings have not been studied in the species, yet. Morphology and quality of 1+0, 3+0 and 5+0 years containerized seedlings were examined to contribute nursery and forest establishment and other practices of the species to be grown better quality seedlings.

2. Materials and methods

This study was carried out on 1+0 (originated from a seed stand at 37°37'40" N latitude, 35°14'40" E longitude, 1200 m altitude), 3+0 (originated from a seed stand at 37°51'45" N latitude, 35° 43'30" E longitude, 1450 m altitude) years containerized seedlings grown at Adana-Kicak Forest Nursery (latitude 37° 34' 40" N, longitude 35° 12' 45" E, altitude 980 m), and 5+0 (originated from a seed stand at 37°34'48" N latitude, 31°11'30" E longitude, 1350 m altitude) years containerized seedlings sampled from Konya-Seydisehir Forest Nursery (latitude 37°25'30" N, longitude 31°50'15" E, altitude 1120 m) of Anatolian Black pine. Seedling height (SH) and root-collar diameter (RCD) of 100 seedlings randomly chosen in each age group were measured at the end of 2017.

^a Forestry Faculty, Isparta University of Applied Sciences, Isparta

^b Aladag Vocational School of Cukurova University, Adana

* Corresponding: nebibilir@isparta.edu.tr

Received: 02.08.2022, Accepted: 20.08.2022



Figure1 Sampled seedlings

The seedlings were classified according to quality classes of Turkish Standard Institute (Table 1, Anonymous 1988).

Table 1. Seedling quality classes of Turkish Standard

Quality classes	SH (cm)	RCD (mm)
	1+0 year	
First class	6≤SH	2≤RCD
Second class	6> SH ≥5	-
Cull	5>SH	2>RCD
	3+0 year	
First class	12≤SH	2≤RCD
Second class	12> SH ≥10	-
Cull	10>SH	2>RCD
	5+0 year	
First class	30≤SH	2≤RCD
Second class	30> SH ≥25	-
Cull	25>SH	2>RCD

Seedling height and root-collar diameter were correlated by phenotypic Pearson' correlation (r_p) by Rohlf and Sokal (1995).

$$r_p = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (1)$$

Where $\sum xy$ is the sum of the factors of the characters x and y, $\sum x^2$ and $\sum y^2$ are phenotypic variances of the characteristics x and y, respectively.

3. Results and discussion

Large differences were found among individuals within age group for seedling morphology (Table 2, Figure 2). It showed importance of seed sources and selection type to obtain higher morphology and quality in seedlings. Similar results were also reported in different forest tree species (e.g., Skroppa and Magussen 1993; Kaya and Temerit 1994; Demirci and Bilir 2001). Averages of seedling height were 9.9 cm, 22.6 cm, and 59.8 cm at 1,

3 and 5 years old seedlings, respectively, while they were 2.6 mm, 7.8 mm and 14.3 mm for root-collar diameter (Table 2). Coefficient of variation was the highest at 3 years old seedlings for both characters (27% & 25.3%), while it was the lowest at 5 years for the characters (16% & 18.3%) (Table 2). The result emphasized homogeneity of older seedlings. Seedling height had higher variation than root-collar diameter (Table 2). The results could be used for the nursery practices of the species.

Table 2 Averages ($\bar{x}$), ranges and coefficient of variation (CV%) of the seedling height (SH) and root-collar diameter (RCD) for the ages

Ages	$\bar{x}$	SH (cm) ranges	CV%	$\bar{x}$	RCD (mm) ranges	CV%
1+0	9.9	4.0-15.0	26.2	2.6	1.5-4.4	21.5
3+0	22.6	13.0-40.0	27.0	7.8	4.8-14.8	25.3
5+0	59.8	35.0-85.0	16.0	14.3	8.8-24.5	18.3

1% for seedling height (height<5cm) and 17% for root-collar diameter (diameter<2mm) of 1+0 year seedlings were cull/unsuitable for plantation, while they were no any cull seedlings at age 3+0 and 5+0 years according to quality classes of Turkish Standard Institute. However, many seedling characteristics such as fresh and dry weights, ratio between height and diameter could be effective on seedling quality.

Positive and significant ($r = 0.522, 0.473$ and $0.245, p < 0.05$) correlation was found between height and diameter at all age groups. Similar results were also found in different forest tree species (e.g., Morris *et al.* 1990; Demirci and Bilir 2001; Dilaver *et al.* 2015). It emphasized seedling height could be used in the selection of quality seedlings for easy practices of nursery manager.

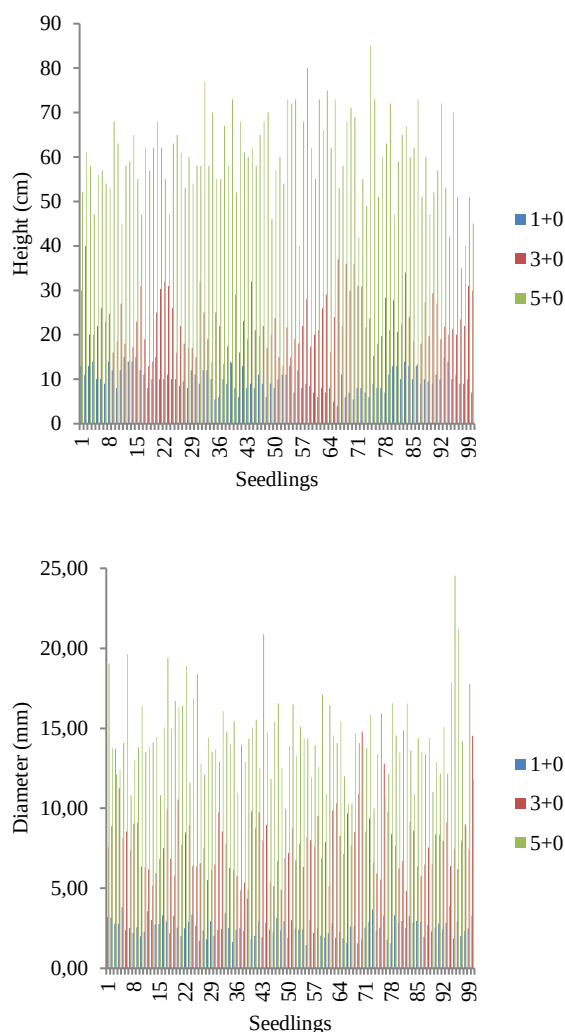


Figure 2 Height and diameter of seedlings for age groups

4. Conclusions

Results of the present study could be used in nursery practices. The study was carried out depending on the limited characteristics of the seedlings from limited seed sources of the species. Further studies should be done by seedlings from many different seed sources.

References

- Anonymous (1988) Seedling quality classification of coniferous. Turkish Standard Institute Press, Ankara.
- Deligoz A (2011). Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35:23-30.
- Deligoz A, Bayar E, Yazici N (2016). Responses of growth water relations and compatible solutes contents to repeated drought stress in *Cedrus libani*. Fresenius Environmental Bulletin, 25:3763-3768.
- Demirci A, Bilir N (2001). Provenance variations in 3-year-old Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25:217-223.
- Dewald LE, Feret PP (1987). Changes in Loblolly pine root growth potential from September to April. Canadian Journal of Forest Research, 17(7):635-643.
- Dilaver M, Seyedi N, Bilir N (2015). Seedling quality and morphology in seed sources and seedling type of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) World Journal of Agricultural Research, 3:83-85.
- Eser Y, Gulcu S. (2019). The effects of growing density and fertilization on morphological seedling characteristics of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.). Turkish Journal of Forestry, 20:15-19.
- Kaya Z, Temerit A (1994). Genetic structure of marginally located *Pinus nigra* var. *pallasiana* populations in central Turkey, Silvae Genetica, 43 (5-6):272-276.
- Kizmaz M (1993). Research on the determination of quality classifications of Crimean pine seedlings. Technical Bulletin of Forest Research Institute, 238-241.
- Koski V, Antola J (1993). National tree breeding and seed production programme for Turkey 1994-2003. The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding, Ankara, Turkey.
- Morris DM, Macdonald GB, McClain KM (1990). Evaluation of morphological attributes as response variables to perennial competition for 4 years old Black spruce and Jack pine seedlings. Canadian Journal of Forest Research, 20:1696-1703.
- Ozel HB, Yucedag C, Aydinhan V (2018). Morphological characters in seedlings of three Brutian pine populations. The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University, 9(1): 29-32.
- Rohlf FJ, Sokal RR (1995). Statistical Tables. Macmillan.
- Skroppa T, Magussen S (1993). Provenance variation in shoot growth components of Norway spruce. Silvae Genetica, 42 (2-3):111-120.
- Spath DB, Larsen HS, Boyer JN, Williams HM (1990). Seed spacing and seedling biomass: effect on root growth potential of Loblolly pine. New Forests, 4 (3):179-192.
- www.ogm.gov.tr (2022). Forestry statistics. Web site of General Directorate of Forestry, Ankara
- Yazici N, Babalik AA (2011). Determination of suitable irrigation interval for Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) seedlings. Journal of Bartın Forestry Faculty, 13:100-106.
- Yazici N, Babalik AA (2016). Effect of irrigation density on seedling morphology in Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR), 27:211-218.
- Yucedag C, Gailing O (2012). Effects of seedbed density on seedling morphological characteristics of four broadleaved species. Forest Systems, 21(2):218-222.
- Yucedag C, Bilir N, Ozel HB (2019). Phytohormone effect on seedling quality in Hungarian oak. Forest Systems, 28(2):1-7.

Türkiye ormancılığında tohum bahçeleri ve tohum meşcereleri

Yasin Oğuzhan Öztürk^{a,*}, Mert Cihan Yıldız^a

Özet: Yapay olarak tesis edilen, tohum bahçeleri ve doğal ormanlardan tescillenen tohum meşcereleri; diğer fonksiyonları yanında ormancılık uygulamalarının en önemli tohum kaynaklarıdır. Ülkemiz ormancılığında bu amaçla 12 tür ve 1443.3 hektarda 185 tohum bahçesi ile 32 tür ve 41880.1 hektarda 318 tohum meşceresi tescillenmiştir. Bu tohum kaynakları içerisinde, doğal yayılış alanının büyüklüğüne bağlı olarak Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçeleri (78 adet, 663.2 ha) ve tohum meşcereleri (72 adet, 10421.9 ha) bakımından en yüksek paya sahiptir. Tohum kaynaklarının tescil ve tesisine katkı sağlanması amacıyla gerçekleştirilen derleme niteliğindeki bu makalede, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayımlanan güncel veriler ışığında tohum bahçeleri ve tohum meşcereleri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Bahçe, Klon, Meşcere, Plantasyon, Tohum

Seed orchard and seed stands of Turkish forestry

Abstract: Seed orchard established artificially, and seed stands selected from natural forests are important seed sources together with other functions in forestry. 185 seed orchards of 12 species at 1443.3 ha were established, while 318 seed stands of 32 species at 41880.1 ha. were selected. Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) had the highest seed orchards (78 numbers, 663.2 ha) and seed stands (72 numbers, 10421.9 ha) based on its natural distribution area. Present inventory of seed orchard and seed stands published was Forest Tree Seeds and Tree Breeding Research Directorate was examined to contribute establishment and selection of seed sources in this review paper.

Keywords: Orchards, Clone, Stand, Plantation, Seed

1. Giriş

Genetik-İslah çalışmalarının temel amacı, türün kalıtsal özelliklerinden ve varyasyonlarından yararlanarak ekonominin isteklerine uygun kalite ve kantite bakımından en yüksek verime sahip orman yetiştirmektir (Ürgenç 1982). Bu çalışmalarda tohum kaynaklarının tescil ve tesisi en önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır. Ormancılık uygulamalarında tohum kaynakları genel olarak, tohum meşcereleri, aşılı tohum bahçeleri olarak da adlandırılan klonal tohum bahçeleri ile aşısız tohum bahçeleri olarak da adlandırılan tohum plantasyonları olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Ürgenç 1982). Bu kaynakların bol tohum verme sıklığı, tohum hasat kolaylığı, erken yaşta tohum tutma, ebeveynlerin biliniyor olması, tohum ve fidan kalitesi gibi birbirine karşı birçok avantaj ve dezavantajı bulunmaktadır. Örneğin, Sarıçam'ın (*Pinus sylvestris* L.) İlga tohum meşceresi ve bu meşcere orijinli Mihalıçcık tohum bahçesinde gerçekleştirilen ve tohum özelliklerinden; tohum çapı, tohum boyu, tohum sayısı, tohum ağırlığı ile bir tohum ağırlığının araştırıldığı çalışmada; tohum meşceresi orijinli tohumlar tohum bahçesi tohumlarına göre daha yüksek bulunmuştur (Keleş ve Ayan 2014). Kızılçam'ın (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçesi ve tohum meşceresi orijinli, tüplü ve çıplak köklü fidanlarında gerçekleştirilen çalışmada;

tohum meşceresi fidanlarının tohum bahçesi fidanlarına oranla, daha fazla gelişim gösterdiği ve varyans analizi sonucunda fidan boyu ve kök boğazı bakımından tohum kaynakları arasında istatistiksel bakımdan ($p \leq 0.05$) anlamlı fark olduğu belirlenmiştir (Dilaver vd. 2015). Yücesan ve Yıldırım (2021), 6 tohum bahçesi orijinli 1+0 yaşlı ve çıplak köklü Kızılçam fidanlarında, ortalama fidan boyunu 13.8 cm, kök boğazı çapını 2.6 mm olarak belirlerken, Bilir (2019) türün 1+0 yaşlı ve tohum meşceresi orijinli fidanlarında bu değerleri sırasıyla 8.2 cm ve 3.97 mm olarak bulmuştur.

Türkiye'de 1960'lı yılların başında tohum kaynaklarının seçimi ve üstün nitelikli bireylerden tohum bahçelerinin tesisi çalışmaları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nin öncü çalışmaları ile başlatılmış ve bu çalışmaların yürütülmesi amacıyla 1969 yılında Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Enstitüsü Müdürlüğü kurulmuştur (Ertekin 2006). Ülkemizde ise ilk tohum bahçesi tesis çalışmalarına yönelik olarak, 1964 yılı sonbaharında Sarıçam ve Karaçam ağaç türleriyle ilk klonal tohum bahçeleri tesis edilmiştir (Ürgenç, 1967). Tesis edilen bu klonal tohum bahçelerinden Karaçam tohum bahçesi Balıkesir-Dursunbey; Sarıçam tohum bahçesi ise Eskişehir-Çatacık orijinli olup her iki bahçede 10'ar adet plus ağacı (klonu) temsil eden aşılı fidanlarla tesis edilmiştir (Ertekin 2006). Dolayısıyla ülkemizde tohum kaynaklarının tescil ve tesisine yönelik çalışmalar

^a Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta

* Corresponding: yasinoguzhanozturk@hotmail.com
Received: 28.03.2022, Accepted: 15.04.2022

1960'lı yıllardan beri devam etmektedir. Bu tohum kaynaklarına, bilim ve teknolojiye ilerlemeler ile güncel talep çeşitliliği ve ağaçlandırma potansiyeli de göz önüne alınarak yenileri eklendiği gibi, yaş, alanda küçülme, klon sayısında azalma vb. nedenlerle bir kısmı da iptal edilmektedir. Bu bağlamda, derleme niteliğindeki bu makalede, Türkiye'deki tohum meşcereleri ve tohum bahçeleri tür bazında sayısal ve alansal olarak irdelenerek, tohum kaynaklarının tescil ve tesisi ile idaresine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Tohum bahçeleri

Tohum bahçesi, genetik olarak üstün ağaçların klon ya da tohumlarından kurulan ve genetik açıdan arzulanmayan polen kaynaklarından izole edilmiş, özel idare ve işletmeye tabi tutulan; sık, bol ve kolay tohum hasat edilen bahçeler veya ağaçlandırma alanları olarak tanımlanırken (Gün 2010), Kang ve Bilir (2021) ise tohum bahçesini, ağaç tohumu üretmek amacıyla üstün ağaçlarla tesis edilen; erken yaşta, hasadı kolay ve bol tohum veren, geniş aralıklarla vejetatif veya generatif

yolla tesis edilmiş, çevresinden izole plantasyonlar olarak tanımlamışlardır. Hızlı gelişen ve kısa idare süreli ve dolayısıyla erken yaşta tohum verme çağına ulaşan türlerde aşısız tohum bahçeleri olarak bilinen tohum plantasyonu tesisi tercih edilirken diğer türlerde klonal tohum bahçesi tesisinin tercih edildiği bilinmektedir. Güncel verilere göre Türkiye'de 12 tür ve 1443.3 hektarda 185 tohum bahçesi tesis edilmiştir (www.ortohum.gov.tr 2021) (Tablo 1) (Şekil 1) ve bu bahçelere yenileri eklendiği gibi, bazı tohum bahçeleri de kuruma, yangın vb. nedenlerle iptal edilmektedir. Bu bahçelerden 1980 yılına kadar %10'u 1990 yılına kadar %40'ı, 2000 yılına kadar %70'i, 2010 yılına kadar %82'si ve 2010-2020 yılları arasında ise geri kalan %18'lik kısmı tesis edilmiştir. Bilir (2021), Kızılçam ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.)'ın 2003 yılı öncesinde tesis edilen, günümüzde 20'si iptal edilen olmak üzere 113 klonal tohum bahçesi üzerinde gerçekleştirilmiş olduğu çalışmada; aktif Kızılçam ve Karaçam tohum bahçelerinin, iptal edilen tohum bahçelerine göre daha yüksek ortalama klon ve etkili klon sayısı ile gen çeşitliliği değerlerine sahip olduğunu belirlemiştir.



Şekil 1. Karaçam tohum bahçesinden bir görünüm

Tablo 1. Türkiye'de mevcut tohum bahçeleri

Türü	Miktarı (adet)	Alanı (ha)
<i>Pinus brutia</i>	78	663.2
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	55	473.1
<i>Pinus sylvestris</i>	20	105.8
<i>Picea orientalis</i>	9	33
<i>Cedrus libani</i>	8	54.7
<i>Pinus pinea</i>	7	87.1
<i>Pinus halepensis</i>	3	12.7
<i>Sorbus torminalis</i>	1	4.2
<i>Pinus pinaster</i>	1	3.3
<i>Liquidambar orientalis</i>	1	3.1
<i>Ziziphus jujuba</i>	1	2.0
<i>Juniperus phoenicea</i>	1	1.1
Toplam	185	1443.3

Son istatistiklere göre, 22.9 milyon hektar büyüklüğündeki orman alanının 5.2 milyon hektarını Kızılçam ormanları oluşturmaktadır ve Kızılçam tür bazında en geniş yayılışa sahiptir (www.ogm.gov.tr 2021). Türün bu geniş yayılışına bağlı olarak, sayısal olarak mevcut tohum bahçelerinin oransal olarak %42'sini, alansal olarak ise %46'sını teşkil etmekte ve sayısal ve alansal olarak en yüksek tohum bahçesine sahiptir (Tablo 1). 1976-2020 yılları arasında tesis edilen bu türde ortalama alan büyüklüğü 8.5 hektar olup, bu alan 1.20-20.8 hektar arasında; klon sayısı ise 18-146 arasında (Bilir 2021) değişim göstermektedir. Tohum bahçelerinin verim ve çeşitliliğinde en önemli faktörlerden olan klon sayısı Toros Sediri'nde (*Cedrus*

libani A. Rich.) 15-33 arasında değiştiği (Uluslan ve Bilir 2008), Sarıçam'da 10-152 arasında değiştiği (Bilir ve Uluslan 2007) belirtilmiştir. Bilir ve Ayan (2005), Doğu ladini (*Picea orientalis* L. Link) tohum bahçelerinde, klon sayısının 30- 50 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar gerek tür içi ve gerekse türler arası geniş klon sayısı farklılığını göstermektedir; klon sayılarının dengelenmesi tohum bahçelerinin tesis maliyetini düşüreceği gibi tesis organizasyonunu da kolaylaştıracaktır.

Bu bahçelerden (Tablo 1) birinin 3.3 hektarda tesis edilen ve Türkiye ormancılığının yabancı türlerinden olan Sahil çamı'na (*Pinus pinaster* Ait.); 14 bahçenin (*Pinus pinea*, *P. halepensis*, *Sorbus torminalis*, *Liquidambar orientalis*, *Ziziphus jujuba* ve *Juniperus phoenicea*) ise Türkiye ormancılığının tali türlerine ait oluşu dikkat çekici ve olumlu gelişmelerdendir. Zira orman ve orman ürünlerine olan talep artışı, tali ve yabancı türlere olan ilgiyi ve bu türlerle olan çalışma zorunluluğunu da ortaya çıkarmaktadır.

3. Tohum meşcereleri

Tohum meşceresi, yüksek kalitede tohum elde etmek üzere seçilen, tohum veriminin ve genetik kazancın artırılması amacıyla müdahalelerde bulunulan, doğal ya da bazı özel durumlarda yapay olarak kurulmuş popülasyonlar olarak tanımlanmaktadır (Gün 2010). Bu meşcerelerin tescilinde genel olarak gövde düzgünlüğü, boy ve çap gibi fenotipik özellikler kriter olarak alınmaktadır (Zobel ve Talbert 2003). Ancak bu özelliklerin, orman ürünlerine olan talep ve çeşitlilikteki artış ile küresel ısınma gibi güncel çevre sorunlarına bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Ülkemizde fenotipik olarak tescillenen 32 tür ve 41880.1 hektarda 318 tohum meşceresi tescillenmiştir (www.ortohum.gov.tr 2021) (Tablo 2) (Şekil 2).

Bu meşcerelerin sayısal ve alansal dağılımının, türlerin doğal yayılış alanının büyüklüğü ve çeşitliliği ile ağaçlandırmalarda kullanım yoğunluğu ile doğrusal bir ilişki gösterdiği söylenebilir. Örneğin, Türkiye'de en geniş doğal yayılışa (www.ogm.gov.tr 2021) sahip Kızılçam'da alansal (10421.9 ha) ve sayısal (72 adet) olarak en yüksek tohum meşceresi tescillenirken; ikinci en geniş doğal yayılışa (4.2 milyon ha) sahip Karaçam'da, 71 adet ve 9065.1 ha tohum meşceresi tescillenmiştir (Tablo 2).



Şekil 2. Karaçam tohum meşceresinden bir görünüm

Tablo 2. Türkiye’de mevcut tohum meşcereleri

Türü	Miktarı (adet)	Alan (ha)	Türü	Miktarı (adet)	Alan (ha)
<i>Pinus brutia</i>	72	10421.9	<i>Pinus halepensis</i>	2	199.2
<i>P. nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	71	9065.1	<i>Liquidambar orientalis</i>	2	193.3
<i>Pinus sylvestris</i>	35	4630.8	<i>Fraxinus excelsior</i>	2	158.8
<i>Fagus orientalis</i>	29	3312.9	<i>Tilia tomentosa</i>	2	95.8
<i>Cedrus libani</i>	21	3303.1	<i>Pinus radiata</i>	2	6.1
<i>Abies nordmanniana</i>	11	2061.2	<i>Fraxinus angustifolia</i>	2	146.8
<i>Picea orientalis</i>	10	1160.7	<i>Juniperus phoenicia</i>	1	358.5
<i>Pinus pinea</i>	9	1729.6	<i>Abies equitrojani</i>	1	214.9
<i>Abies bornmulleriana</i>	9	787.0	<i>Castanea sativa</i>	1	138.9
<i>Alnus glutinosa</i>	7	543.7	<i>Quercus vulcanica</i>	1	98.7
<i>Pinus pinaster</i>	6	483.0	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	61.9
<i>Juniperus excelsa</i>	5	999.2	<i>Acer trautvetteri</i>	1	59.4
<i>Quercus petraea</i>	4	540.1	<i>Quercus hartwissiana</i>	1	37.7
<i>Quercus cerris</i>	3	129.4	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1	7.4
<i>Populus tremula</i>	2	683.3	<i>Pseudotsuga taxifolia</i>	1	1.6
<i>Abies cilicica</i>	2	249.0	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	1	1.1
			Toplam	318	41880.1

Kızılçam ve Karaçam’ın bu tohum meşcerelerinin ortalama alan sırasıyla 53.2 ha (9.3 ha-172. ha) ve 52.9 ha (5.4 ha-151.6 ha) büyüklüğündedir. Bu meşcereler arasında geniş yaş farklılığı söz konusu olup örneğin Karaçam tescilli tohum meşcereleri 72 (144 nolu meşcere) -135 (68 nolu meşcere) arasında değişim göstermektedir. 2007 verilerine göre ise Bilir ve Ulsan (2007), Sarıçam’da 4878 hektarda 36 tohum meşceresi tescillendiğini belirtirken, güncel verilere göre bu türün 4630.8 hektarda 35 tohum meşceresinin tescilli olduğu görülmektedir (Tablo 2). Dolayısıyla tohum kaynakları, tohum arz-talep dengesi, yaş, yangın, alan büyüklüğü gibi nedenlerle güncellenebilmektedir.

Bu meşcerelerden 561.1 hektarda tescillenen 12 tanesi Türkiye ormancılığının yabancı türlerine (*Pinus pinaster*, *P. radiata*, *Robinia pseudoacacia*, *Pseudotsuga menziesii*, *P. taxifolia* ve *Eucalyptus camaldulensis*) aittir (Tablo 2). Tohum kaynakları sadece tohum üreten sahalar değil, aynı zamanda gen koruma görevi de üstlenen önemli popülasyonlardır.

4. Sonuç ve öneriler

Türkiye’de 12 tür ve 1443.3 hektarda 185 tohum bahçesi tesis edilmiştir (Tablo 1) ve bu bahçelerden birinin 3.3 hektarda tesis edilen ve Türkiye ormancılığının yabancı türüne ait olduğu, 14’ünün ise Türkiye ormancılığının tali türlerine ait olduğu ve bunun tali ve yabancı türlere olan ilgiyi artırdığının bir göstergesi olarak yorumlanması gerektiği anlaşılmıştır. Değişen arz-talep dengesi ve çeşitliliğe bağlı olarak bu türlerin sayısı artırılabilir.

Türkiye’de fenotipik olarak, 32 tür ve 41880.1 hektarda 318 tohum meşceresi fenotipik olarak tescillenmiştir (Tablo 2). Fenotipik olarak tescillenen bu meşcerelerin tescilinde fenotipik özellikler yanında genotipik ya da yeni kriterler eklenebilir.

Tescillenen 12 tanesi Türkiye ormancılığının yabancı türlerine ait olup bu meşcereler gen koruma fonksiyonu bakımından da önem arz etmektedir. Gerek bu fonksiyonu ve gerekse tohum üretim fonksiyonu nedeniyle mevcut tür sayılarına yenileri eklenebilir.

Kaynaklar

- Bilir N (2021). Kızılçam ve Karaçam tohum bahçelerinde gen çeşitliliği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1):150-155.
- Bilir N, Ayan S (2005). Doğu ladini tohum bahçelerinde etkili klon sayısı. Ladin Sempozyumu, 20-22 Ekim, Trabzon, s.457-464.
- Bilir N, Ulsan MD (2007). Seed orchards and seed collection stands of Scots pine in Turkey. International Seed Orchard Conference, 26-28 September, Umea, Sweden, p.25-36.
- Dilaver M, Sayedi N, Bilir N (2015). Seedling quality and morphology in seed sources and seedling type of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.). World Journal of Agricultural Research, 3:83-85.
- Ertekin M (2006). Yenice-Bakraz orijinli karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) tohum bahçesinde çiçeklenme, kozalak verimi ve tohum özellikleri açısından klonal farklılıklar. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Gün SŞ (2010). Farklı zamanlarda ve konsantrasyonlarda gibberellin A4/7/9 karışımı uygulamasının kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçesinde çiçeklenme üzerine etkisi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Antalya.
- Kang KS, Bilir N (2021). Seed orchards (establishment, management and genetics). OGEM-VAK, Ankara, Turkey.
- Keleş H, Ayan S (2014). Farklı tohum kaynaklarının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) tohum özelliklerine etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi A1: 1-11.
- Ulsan, MD, Bilir N (2008). Effective number of clones in seed orchards of *Cedrus libani* A. Rich. Pakistan Journal of Biological Sciences, 11(17):159-2162.
- Ürgeç S (1982). Orman ağaçları ıslahı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- www.ogm.gov.tr (2021). Ormancılık istatistikleri-2020. Orman Genel Müdürlüğü, web sitesi. Ankara
- www.ortohum.gov.tr (2021). Islah tesisleri-2021. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü web sitesi. Ankara.
- Ürgeç S (1967). Türkiye Çam türlerinde tohum tedarikine esas teşkil eden problemlere ait araştırmalar. Tarım Bakanlığı; Orman Genel Müdürlüğü, Yayınlarından, No. 468/ 44• İstanbul
- Yücesan Z, Yıldırım A.D (2021). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’da orijinlere bağlı morfolojik varyasyonlar. Theoretical and Applied Forestry 1:17-26.
- Zobel BJ, Talbert J (2003). Applied forest tree improvement. John Wiley and Sons, New York, England.

Bitki besin elementlerinin önemi ve orman fidanlıklarında gübrelemenin rolü

Nuray Çiçek^a, Bekir Cengil^b, Cengiz Yücedağ^{c,*}

Özet: Fidanlıklarda üretimin temel amacı morfolojik, fizyolojik ve genetik özellikler bakımından üstün fidan (kaliteli fidan) elde etmektir. Bu amaç doğrultusunda, fidanlıklarda uygulanan önemli bakım işlemlerinden birisi gübrelemedir. Gübreleme, bitki gelişim bozukluklarını önlemek için kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu işlem, yetiştirme ortamında bitki besin elementinin eksikliği ya da yüksek pH, havalanma, su stresi gibi nedenlerden dolayı mevcut bitki besin elementlerinin alınmaması durumlarında uygulanır. Bu çalışma, bitki besin elementlerinin işlevleri ve orman fidanlıklarında gübrelemenin rolüne odaklanmıştır. Kaliteli fidan elde etmek için yetiştirme ortamının yeterli ve dengeli miktarda bitki besin elementlerini içermesi gerekmektedir. Doğru ve zamanında yapılan gübreleme bitki besleme açısından son derece önemlidir. Bugüne kadar orman ağaçlarının fidanları üzerine gübrelemenin etkilerini araştıran çalışmalar çoğunlukla azot, fosfor ve potasyumu test etmişlerdir. Bu anlamda, diğer bitki besin elementlerinin fidan gelişimine etkilerinin belirlenmesi fidan yetiştirme çalışmaları için yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Fidanlık, Bitki besin elementleri, Gübreleme, Orman

The importance of plant nutrients and the role of fertilization in forest nurseries

Abstract: The main purpose of production in nurseries is to obtain quality seedlings. In accordance with this purpose, one of the important maintenance operations applied in nurseries is fertilization. Fertilization is an effective method used to prevent plant growth disorders. This application is performed in cases where the existing plant nutrients cannot be taken because of the causes such as high pH, aeration, water stress or plant nutrients are deficiency. This study focuses on the functions of plant nutrients and the role of fertilization in forest nurseries. In order to obtain quality seedlings, the growing medium should contain sufficient and balanced plant nutrients. Correct and timely fertilization is the utmost importance for plant nutrition. Studies investigating the effects of fertilization on seedlings of forest trees tested mostly nitrogen, phosphorus and potassium. In this sense, identifying the effects of other plant nutrients on seedling growth would be beneficial for seedling production activities.

Keywords: Nursery, Plant nutrients, Fertilization, Forest

1. Giriş

Ormanlar, kendilerini yenileyebilme özelliğine sahiptir. Ama Türkiye’deki gibi optimum koşullarda oluşmayan ormanlar için ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır (Divrik 2019). Bu bağlamda, büyük miktarda kaliteli fidan üretimine ve verimli fidanlıklara ihtiyaç duyulmaktadır. Fidanlık, “belirli amaçla daha sonra başka bir yere dikilmek üzere gerekli fidanları yetiştirmeye yarayan arazi alanı” olarak tanımlanmaktadır. Fidanlıkların verimliliği ve sürdürülebilirliği ilk planlama aşamasındaki başarıları ile doğru orantılıdır. Bu bağlamda ilk olarak fidanlığın kuruluş amacı, bu amaca uygun işletme tipi ve yeri dikkatle tespit edilmelidir (Gezer ve Yücedağ 2013). Diğer taraftan yetiştiricilik için yer seçiminde iklim faktörleri, toprak özellikleri ve bitki besin elementlerinin kontrolü de önemli bir rol oynamaktadır (Acem 2022). Bitkisel üretimin ve fidanlık yetiştiriciliğinin temel amacı nitelikli ve bol ürün elde etmektir. Bu durum bütün bitkilerin doğal yetişme ortamı olan toprağın verim gücünün korunması ve sürdürülebilirliği ile sağlanır. Toprak dinamik bir sistemdir ve bitkilere sağladığı su ve

bitki besin elementi oranında verimlidir. Bu bağlamda fidanlıkların sürekliliği toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri tarafından verim düşmesine sebep olmayacak şekilde sağlanmalıdır (Çiçek vd. 2012, Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015, Çiçek ve Yücedağ 2021). Yetiştirilecek ürün desenine göre uygun ortamlar hazırlanmalı (Çiçek 2010) ve bitkisel üretim esnasında fidanlık topraklarının bitki besin elementleri bakımından yoksunluğa maruz kalmaması sağlanmalıdır. Bu nedenle nitelikli ve bol fidan üretimi için fidanlık toprağı izlenmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Toprakta bitki besin elementlerinin azalması; bitkiler tarafından bitki besin elementlerinin alınması, yıkanarak besin elementlerinin topraktan uzaklaşması, erozyon ile besin elementlerinin azalması ve gaz şeklinde oluşan kayıplar gibi nedenler ile gerçekleşmektedir (Kacar ve Katkat 2015).

Bitkilerin, toprak altı (kökleri) ve toprak üstü (yaprak, dal ve gövdeleri) organları ile yetiştikleri ortamdan 74 farklı elementi alabildiği tespit edilmiştir (Kacar vd. 2006, Kacar 2012). Fakat bu elementlerin bir bölümü bitkiler için hayati önem taşımaktadır. Bu elementler

^a Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı

^b Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı

^c Peyzaj Mimarlığı bölümü, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur

* Corresponding: yucedagc@gmail.com

Received: 13.04.2022, Accepted: 28.04.2022



Citation: Çiçek, N., Cengil, B., Yücedağ, C. (2022). Bitki besin elementlerinin önemi ve orman fidanlıklarında gübrelemenin rolü. Theoretical and Applied Forestry 1: 26-32.
doi: [10.53463/tafor.2022vol2iss1pp26-32](https://doi.org/10.53463/tafor.2022vol2iss1pp26-32)

“mutlak gerekli besin elementi” olarak isimlendirilmektedir (Kacar 2012).

Fidanlık yetiştiriciliği için bilinmesi ve takip edilmesi önemli olan mutlak gerekli bitki besin elementlerinin sayılarında ve sınıflandırılmalarında değişik kaynaklar arasında farklılıklar bulunmaktadır (Kacar 2012). Mutlak gerekli besin elementlerinin sayılarındaki farklılığın temel nedenleri ise bazı elementlerin tüm bitkiler için mutlak gerekli olduğunun kabul edilmemesi, gelişen araştırma teknikleri ve teknoloji sayesinde yeni elementlerin listeye dahil olmasıdır (Aktaş 1995, Kacar 2012). Mutlak gerekli elementlerin sınıflandırılmasında veya gruplandırılmasında kabul görmüş genel bir ilke bulunmamasına rağmen, araştırmacılar tarafından bitkilerde bulunuş miktarlarına göre “makro” ve “mikro” elementler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Diğer taraftan mutlak gerekli olmayan ve bitkiler için “yararlı” besin elementleri olarak sınıflandırılacak bir grupta mevcuttur (Kacar 2012).

Gübreleme, özellikle fidanlıklarda meydana gelebilecek bitki gelişim bozukluklarını önleme ve gidermede kullanılabilecek etkin bir yöntemdir. Gübreleme, yetiştirme ortamında veya toprakta yeteri kadar mevcut olmayan ya da mevcut olmasına karşın bazı nedenlerden dolayı (yüksek pH, havalanma, su stresi vb.) bitkiler tarafından yeteri kadar alınamayan besin elementlerinin yetiştirme ortamına, toprağa veya bitkiye verilmesi işlemidir. Farklı niteliklerdeki gübreler, doğrudan veya dolaylı olarak fidanlık toprağını ve fidanları etkileyebilmektedir (Brohi vd. 2012, Gezer ve Yücedağ 2013, Kacar ve Katkat 2015).

Bu derleme çalışmada, öncelikle bitki besin elementlerinin işlevleri ele alınmış ve daha sonrasında da bugüne kadar yapılmış olan gübreleme çalışmalarına dayanılarak fidanlıklarda gübrelemenin rolü irdelenmiştir.

2.1. Mutlak gerekli makro bitki besin elementlerinin işlevleri

2.1.1 Azot (N)

Noksanlığı en fazla hissedilen bitki besin elementi olan azot (Huber ve Thompson 2007) bitkiler tarafından NO_3^- ve NH_4^+ formlarında alınır (Mengel vd. 1983). Bitkilerin azot içerikleri, bitki çeşidine ve hatta genotiplerine göre bile farklılık gösterebilir (Mills ve Jones Jr. 1996, Çakmak vd. 2003). Bitkilerde meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal tepkimelerde azotun rolü çok önemlidir. Çünkü azot proteinlerden nükleik asitlere değin pek çok organik bileşiğin ve hücre duvarının yapısında bulunur. Ayrıca klorofil molekülünün de temelini oluşturmaktadır. Azot noksanlığında gelişimi gerileyen ve yaprak alanı indeksi küçülen bitkiler güneş enerjisinden daha az yararlanır ve dolayısıyla fotosentez daha az gerçekleşir. Azot noksanlığı sebebiyle bitkilerde kök/gövde oranı belirgin bir şekilde artış gösterir. Azot elementi, bitki ve çevre koşullarına bağlı olarak fidanların hastalıklara karşı dayanımını artırır. Fakat gereğinden fazla miktarda

bulunan azot bodurlaşmaya ve mantar hastalıklarına sebep olur (Kacar 2012).

2.1.2. Fosfor (P)

Fosfor, bitkiler tarafından H_2PO_4^+ ve HPO_4^{2-} formlarında alınır ve toprak çözeltisindeki miktarı 0,3 ile 3 mg kg^{-1} arasında değişir. Bitkiler gelişimlerinin ilk evrelerinde fosfora daha çok ihtiyaç duyarlar (Kacar 2012). Bitki bünyesinde meydana gelen bütün metabolik olaylarda (fotosentez, karbon fiksasyonu ve asimilasyonu vb.) fosfat bileşikler etkin rol oynar (Usuda ve Shimogawara 1991, Halsted ve Lynch 1996). Diğer taraftan fosfor bitkilerde genlerin ve kromozomların oluşumunda, hücrelerin bölünmeleri ve gelişiminde etkilidir (Brady ve Weil 2002). Fosfor noksanlığında bitki büyümesi geriler, fide boyu, gövde ve yaprak çapı küçülür, yaprak sayısı azalır. Dolayısıyla, bitki bünyesi odunsu görünüm yerine narin bir görünüme sahip olur (Kacar 2012).

2.1.3. Potasyum (K)

Potasyum, bitkiler tarafından K^+ formunda alınır ve doğada bol miktarda bulunmasına karşın toprak çözeltisinde (K^+ iyonları) miktarı %0,1 ile %0,2 arasında değişir. Bitkiler için hayati önem taşıyan potasyum, bitkilerin nitelik ve niceliğini yani kalitesini artırır, don, hastalık ve zararlılardan korunmalarını sağlar (Kacar 2012). Bitki bünyesindeki enzimlerin aktive edilmesinde (Mengel 2007), protein sentezinde (Wyn Jones ve Pollard 1983) ve fotosentez üzerinde hayati öneme sahiptir (Kacar ve Katkat 2015). Potasyum noksanlığında; bitkilerde yeteri kadar turgor oluşmaması nedeni ile büzülmeler ve hücre ölümleri gerçekleşir, vejetatif gelişme ve büyüme geriler, kök gelişimi olumsuz etkilenir (Jordan-Meille ve Pellerin 2004). Potasyum noksanlığının ileri aşamalarında gerekli enerji aktarılmadığından kloroplastlar ve mitokondri zarar görür. Ayrıca, kütin oluşumundaki gerileme sebebi ile bitkide su kullanım etkinliği (water use efficiency, WUE) bozulur.

2.1.4. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, bitkiler tarafından Ca^{2+} formunda alınır. Yerkabuğunda en çok bulunan beş elementten biri olan kalsiyumun bulunma oranı yaklaşık %3,6'dır (Kacar ve Katkat 2015). Kalsiyum; hücre bölünmesi, uzaması ve membranların güçlenmesinde önemli rol oynar (Fageria vd. 1997). Ayrıca stomaların çalışmasını düzenler (Kacar 2012). Rizosfer bölgesinde yeterli miktarda kalsiyumun bulunması durumunda, biyotik ve abiyotik stresin olumsuz etkisi bir miktar giderilebilir (Reddy ve Reddy 2002). Aynı zamanda kalsiyum, bitki dokularında besin elementleri arasındaki dengeyi sağlar ve ağır metallerin toksik etkilerinin giderilmesinde de önemli rol oynar (Epstein ve Bloom 2005, Kacar 2012). Kalsiyum noksanlığında, gövde ve kök gelişimi geriler ve bitkiler mantar hastalıklarına karşı daha savunmasız olur (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015).

2.1.5. Magnezyum (Mg)

Magnezyum bitkiler tarafından Mg^{2+} formunda alınır ve yer kabuğundaki miktarı yaklaşık %1,93'dür (Kacar ve Katkat 2015). Magnezyumun, bitkilerde kök ve gövde üzerine olan olumlu etkileri yanında (Çakmak ve Yazıcı 2010), birçok enzim aktivasyonunu sağlaması, klorofil oluşumu, protein sentezi, fotosentetik karbon dioksit özümlemesi, kloroplastlarda ATP oluşumu, fotosentez ürünlerinin kullanım ve dağıtımı, floem iletim borularının yüklenmesi ve yaprak dokularında fotooksidasyonun gerçekleşmesi gibi çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal prosesin yerine getirilmesi hususunda önemli işlevleri vardır (Kacar 2012). Magnezyum noksanlığında kök gelişimi geriler (Fageria ve Souza 1991), kök ve gövde oranı artar (Clark 1993), bitkiler zayıf ve bodur gelişir, üreme organları zarar görür (Fageria ve Gheyi 1999). Diğer taraftan magnezyum noksanlığında, topraktaki *Rizobium* bakterileri ve dolayısı ile azot fiksasyonu olumsuz etkilenir (Kacar 2012). Magnezyum fazlalığına bitkilerde çok sık rastlanmaz fakat gereğinden fazla uygulanan magnezyum bitkilerde kalsiyum, potasyum ve mangan alımını geriletir (Jones ve Huber 2007, Kacar 2012).

2.1.6. Kükürt (S)

Kükürt, bitkiler tarafından SO_4^{2-} formunda alınır (Kacar ve Katkat 2015) ve ılıman bölge topraklarında miktarı yaklaşık 50-400 mg kg^{-1} olarak değişmektedir (Simon-Sylvestre 1969). Kükürt bitkilerde sistin, sistein ve methionin gibi amino asitlerin ana bileşenidir ve klorofil molekülünün yapısında yer alan ayrıca klorofil oluşumu için de gerekli olan bir elementtir. Kükürt enzimlerin aktive edilmesinde, yükseltgenme ve indirgenme tepkimelerinde yer alır. Vitaminlerin oluşumunda ve bazı hormonlar ile gutasyon sentezinde etkili olan bir elementtir. Diğer taraftan kükürt; ağır metal, kuraklık, soğuğa dayanıklılık ve toprak kökenli hastalıkların önlenmesinde etkilidir (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015). Kükürt noksanlığında bitkilerde protein sentezi, yaprak alanı, yapraklarda ki klorofil içeriği, sürgün ve kök büyümesi azalır (Okur 2021). Kükürt fazlalığında ise bitkilerin büyümesi geriler ve bodurlaşır. Yapraklarda kahverengi nekrozlar gözlemlenir, tepe sürgünlerinde kurumalar ve yanmalar meydana gelir (Mengel ve Kirkby 2001, Turan ve Horuz 2012, Okur 2021).

2.2. Mutlak gerekli mikro bitki besin elementlerinin işlevleri

2.2.1. Demir (Fe)

Demir bitkiler tarafından Fe^{2+} ve Fe^{3+} formlarında alınır ve yer kabuğundaki miktarı yaklaşık %5 seviyelerindedir. Ancak toprak çözeltisinde bulunan bitkiye yararlı demir miktarı genelde %0.02 ile %10 seviyelerinde olmasına karşın ortalama %3.8 civarındadır (Kacar ve Katkat 2015). Demir, bitki bünyesinde çeşitli maddeler ile birlikte kolayca kompleks oluşturur (kleyt). Bu sayede

birçok biyolojik aktivitede önemli roller üstlenir (Kacar 2012). Klorofil ve protein sentezlerinde, azot fiksasyonunda, fotosentez ve elektron aktarılmasında demir elementi gereklidir (Kacar 2012). Aynı zamanda enzim sistemlerinde bulunarak önemli işlevleri yerine getirir (Kacar ve Katkat 2015). Demir noksanlığında klorofil oluşumu azalır, buna bağlı olarak protein sentezi azalır ve enzim aktiviteleri olumsuz etkilenir (Kacar 2012). Demir toksisitesi arazi şartlarında pek fazla görünmez ancak genellikle su ile kaplı alanlarda karşılaşılan bir durumdur (Kacar 2012, Okur 2020).

2.2.2. Mangan (Mn)

Mangan, bitkiler tarafından Mn^{2+} formunda alınır ve topraklarda 20 ile 300 mg kg^{-1} arasında değişerek ortalama 60 mg kg^{-1} civarında bulunur (Kacar ve Katkat 2015). Mangan bitkilerde çeşitli metabolik tepkimeleri aktive eder, enzimlerde kofaktör-aktivatör olarak rol oynar, oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinde ve elektron aktarım sistemlerinde etkilidir. Diğer taraftan nitrat asimilasyonunda, demir metabolizmasında, fotosentezde ve klorofil oluşumunda görev yapar, çimlenmeyi ve bitkilerin olgunlaşmasını hızlandırır ayrıca hastalıklara karşı dayanımı artırır (Kacar 2012). Mangan noksanlığında en fazla kloroplastlar zarar görür ve bitki hücreleri küçülür (Mengel vd. 2001, Okur 2021). Bitkide yapraklar ve kökler bu durumdan olumsuz etkilenir, don zararlarına karşı dayanıklılık azalır (Kacar 2012). Mangan fazlalığı ise demir, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerin noksanlığına neden olabilir (Okur 2021).

2.2.3. Çinko (Zn)

Çinko, bitkiler tarafından Zn^{2+} formunda alınır ve yer kabuğundaki miktarı yaklaşık olarak 80 mg kg^{-1} civarındadır. Fakat topraklarda 10 ile 300 mg kg^{-1} arasında değişen miktarlarda çinko bulunmasına rağmen çinkonun büyük bir kısmı minerallerin yapısında çözülemez formdadır. (Kacar ve Katkat 2015). Hodgson vd (1966)'ya göre toprak çözeltisindeki çinko miktarı 3.10^{-8} - 3.10^{-6} M arasında değişir. Çinko bitkilerde fotosentez (Alloway 2008, Kacar 2012), triptofen ve protein sentezi ayrıca şeker oluşumunda etkilidir (Kacar 2012). Biyolojik membranların bütünlüğü ve sağlamlığını sağlar, bu nedenle de dolaylı olarak fungal hastalıklara karşı bitkiyi korur (Sparrow ve Graham 1988). Çinko, gen ekspresyonunda ve düzenlenmesinde önemli işlevlere sahiptir. Diğer taraftan çinko, bitkide suyun etkin bir şekilde kullanılmasında (Kacar 2012) görevlidir. Çinko noksanlığında gövde ve kökteki boğumlar arası mesafe kısalar böylece bitki bodurlaşır, yaprak daralır ve ilerleyen aşamada rozet şeklini alır (Okur 2020). Kök büyümesi, çiçeklenme ve meyve oluşumu geriler (Kacar ve Katkat 2015). Çinko toksisitesinde de kök gelişimi ve uzaması olumsuz yönde etkilenir (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015) buna bağlı olarak fosfor ve demir alımını azalır (Kacar ve Katkat 2015, Okur 2020).

2.2.4. Bakır (Cu)

Bakır, bitkiler tarafından Cu^+ ve Cu^{2+} formlarında alınır ve yerkabuğundaki miktarı yaklaşık olarak $1\text{-}50 \text{ mg kg}^{-1}$ civarındadır (Kacar ve Katkat 2015). Bakır elementi, proteinler ve düşük molekül ağırlığına sahip organik bileşikler ile birlikte kompleks oluşturur aynı zamanda da enzimlerin yapılarında bulunur. Ayrıca fotosentez, karbonhidrat ve lipid metabolizmalarında yer alır ve hücre duvarlarının lignifikasyonunu sağlar. Diğer taraftan bitkide suyun ekonomik kullanımı için önemlidir. Kök gelişimi ve tohum oluşumunda yer alır. Bakır noksanlığında, birçok hayati enzim aktivitesi önemli derecede azalır (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015), bitkide çiçek açma gecikir, büyüme yavaşlar ve durur (Okur 2020). Bakır toksisitesinde, fotosentezde elektron taşınması bloke edilir ve fotosentez olumsuz etkilenir, bitki kökleri bodurlaşır (Ouzounidou vd. 1998).

2.2.5. Bor (B)

Bor, bitkiler tarafından BO_3^{3-} ve $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ formlarında alınır ve ana materyalin ayrışmasına bağlı olarak toprakta 20 ile 200 mg kg^{-1} arasında değişen miktarlarda bulunur (Kacar ve Katkat 2015). Hücre duvarı ve membran permeabilitesi üzerinde etkili olan bor (Kacar 2012) ayrıca hücre bölünmesi, uzaması, bitki gelişimi, protein sentezi (Kacar 2012, Okur 2020) ve birçok hayati metabolizmalar için (Kacar ve Katkat 2015) önemli bir bitki besin elementidir. Bor noksanlığında bazı meristematik hücreler ölür, kabuklar çatlar, yapraklar dökülür ve çiçeklenme belirgin bir şekilde azalır (Okur 2020). Bor toksisitesinde, yapraklarda nekrozlar oluşur ve zamanından önce dökülür (Kacar ve Katkat 2015, Okur 2020).

2.2.6. Molibden (Mo)

Molibden, bitkiler tarafından MoO_4^{2-} formunda alınır. Toprakta $0,6\text{-}36 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişerek ortalama 2 mg kg^{-1} (Swaine 1955, Güneş vd. 2007) seviyesinde bulunmasına rağmen yarıyıllı molibden kapsamı $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ civarındadır (Güneş vd. 2007). Molibden, bitkide yükseltgenme-indirgenme tepkimelerini katalize eden 60'ın üzerinde enzimde yer alır (Kacar 2012). Molibden; polen oluşumu, gelişimi ve kalitesi üzerinde de etkilidir (Kacar ve Katkat 2015). Ayrıca bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılığını artırır. Molibdenin 60'ın üzerinde enzimde işlevi bulunduğu için noksanlığında, bitki metabolizmasında ve gelişimde belirgin şekilde olumsuzluklar ortaya çıkar. Molibden toksisitesinde yapraklarda şekil bozukluğu gözlenir, kök ve gövde gelişimi olumsuz etkilenir (Kacar 2012).

2.2.7. Klor (Cl)

Klor, bitkiler tarafından Cl^- formunda alınır ve toprakta $50\text{-}500 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişir. Fakat bitkiye yarıyıllı klor miktarı $0\text{-}37 \text{ mg kg}^{-1}$ arasındadır (Kacar ve Katkat 2015). Klor, spesifik ve spesifik olmayan çeşitli

fizyolojik işlevlerde etkilidir ve organik maddelerin bünyesinde bulunmayan oksijenin fotosentetik olarak serbest bırakılmasında kofaktör görevini yapar. Bazı bitkilerde stoma hareketlerinin düzenlenmesinde, adenosin trifosfat enziminin aktivasyonunda ve hücre çoğalmasında yer alır. Bitkiler çoğunlukla klor çok az gereksinim duyarlar (Güneş vd. 2007, Marschner 2011, Okur 2020). Doğada normal şartlarda klor noksanlığı çok rastlanan bir durum değildir. Klor noksanlığı çoğunlukla yaprak kenarlarında solma, kloroz ve bronzlaşma şeklinde kendini gösterir (Kacar 2012, Okur 2020). Topraklarda klorun fazlalığı ve toksisitesi, noksanlığına göre çok daha önemli ve dikkat edilmesi gereken bir konudur. Klorun toprak çözeltisinde fazlalığı özellikle toprak suyunda osmotik potansiyelin artmasına ve bitkinin yeteri kadar su alamamasına sebep olur (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015).

2.2.8. Nikel (Ni)

Nikel, bitkiler tarafından Ni^{2+} formunda alınır ve toprakta ki bulunma oranı $0,2\text{-}450 \text{ mg kg}^{-1}$ gibi çok farklı miktarlar arasında değişir ve ortalama 22 mg kg^{-1} civarındadır (Kacar ve Katkat 2015). Nikel, mutlak gerekli bitki besin elementleri sınıfına en son eklenen elementtir (Gerendas vd. 1999, Epstein ve Bloom 2005) ve bu konu ile ilgili tartışmalar halen devam etmektedir (Kacar ve Katkat 2015). Nikel, biyolojik olarak önemli olan birçok madde ile birlikte kileyt adı verilen bazı organik bileşiklerle de kompleks bir bağ oluşturur. Diğer taraftan üreaz ve glikolaz gibi bazı enzimlerin yapısında fonksiyonel olarak görev yapar (Kacar 2012, Okur 2020). Nikel, bazı bitki hastalıklarında fungusitlerin kontrolünü sağlar. Nikel noksanlığında, bitkilerin kök ve gövdelerinin gelişimi zayıflar ve tohumların çimlenme gücü azalır (Kacar 2012).

2.3. Yararlı bitki besin elementlerinin işlevleri

2.3.1. Alüminyum (Al)

Alüminyum, bitkiler tarafından Al^{3+} formunda alınır ve yerkabuğunda ki miktarı yaklaşık olarak %8 civarındadır (Kacar ve Katkat 2015, Okur 2020). Alüminyum, mutlak gerekli besin elementi olmamasına rağmen yararlı temel fizyolojik etkilere sahiptir (Kacar 2012). Alüminyumun düşük konsantrasyonları bile bitki büyümesini artırır ve diğer büyüme faktörlerini olumlu etkiler (Okur 2020). Alüminyum toksisitesinde hücre bölünmesi azalır, hücreler geçirgenliklerini ve elastikiyetlerini kaybetmeye başlar. Ayrıca, kök uçlarında ve yan köklerde uzunlamasına büyüme yavaşlar. Bu nedenle bitki kökleri kısa ve kalın, kök uçları ise kırılmış ve çalılışmış bir görünüm alır (Kacar ve Katkat 2015).

2.3.2. Kobalt (Co)

Kobalt, bitkiler tarafından Co^{2+} formunda alınır ve topraktaki bulunma oranı $1\text{-}70 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişir ve ortalama 8 mg kg^{-1} civarındadır (Kacar ve Katkat

2015). Bitkiler için mutlak gerekli olmayan kobalt, birçok önemli toprak mikroorganizması için gerekli bir elementtir. Kobalt, bitkilerde hücre büyümesini teşvik eder (Güneş vd. 2007) ve yaşlılığı gerileterek yaprakların uzun süre taze ve canlı kalmasını sağlar (Merritt vd. 2001, Kacar 2012). Ayrıca bitkilerin kuraklığa dayanımını artırır (Kacar 2012). Kobalt noksanlığında, azot fiksasyonu azalır (Kacar ve Katkat 2015). Yetiştirme ortamında gereğinden fazla miktarda bulunan kobalt, demir ve mangan alımını azaltır (Güneş vd. 2007).

2.3.3. Selenyum (Se)

Mutlak gerekliliği henüz net olarak bilinmeyen selenyum, bitkiler tarafından SeO_4^{2-} formunda alınır ve topraktaki selenyum miktarı 0,1 ile 2 mg kg^{-1} arasında değişir (Kacar 2012, Kacar ve Katkat 2015). Araştırmalar az miktardaki selenyumun bile bitki gelişimi üzerine olumlu etki yaptığını göstermiştir. Selenyum aynı zamanda antioksidant özelliğe sahiptir. Yani bitkideki koruyucu mekanizmayı aktive ederek kloroplastları oksidatif strese korur. Gelişme döneminde gereğinden fazla miktarda bulunan selenyum; topraktaki amino asit, azot, fosfor ve kükürt içeriğini olumsuz yönde etkiler (Kacar 2012).

2.3.4. Silisyum (Si)

Silisyum, bitkiler tarafından dissosiyeye olmamış silisik asit $[\text{H}_4\text{SiO}_4=\text{Si}(\text{OH})_4]$ formunda alınır ve yerkabuğunda en fazla bulunan ikinci elementtir (Kacar ve Katkat 2015). Silisyumun, bazı bitkilerin gelişimi üzerine olumlu etkileri olması yanında biyotik ve abiyotik stres koşullarında önemli işlevleri vardır. Biyotik stres koşullarında bitkileri hastalık ve böcek zararlarından korurken, abiyotik stres koşullarında ise bitkiyi iklim değişikliği, su stresi, mineral element noksanlıkları ya da fazlalığı gibi olumsuz faktörlerden korur. Silisyum; fosfor, sodyum, mangan ve alüminyum gibi bitki besin elementlerinin toksisitesinde de bitkiler üzerinde koruyucu etki yapar. Ayrıca, silisyumun sadece bitkilerin kök ağırlığı ve hacminin artmasına değil, aynı zamanda kök sistemlerinde görülen toplam absorpsiyon yüzey genişliğinin de artmasına etkileri bulunmaktadır (Kacar 2012). Silisyumun toksisitesinin bitkilerde oluşabileceği zararlar nadirdir (Mattson 2012, Horuz 2018).

2.3.5. Sodyum (Na)

Bitkiler tarafından Na^+ şeklinde alınan sodyum, yerkabuğunda yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Yetiştiricilik yapılan topraklarda sodyum içeriği %0,1 ile %1 arasında değişmektedir (Kacar ve Katkat 2015). Sodyum, bitkilerde enzim aktivitesinin içinde yer alır ve hücre özsuyunu donma noktasını düşürerek kışın ve erken ilkbaharda bitkileri don zararlarına karşı korur (Okur 2020). Fakat gereğinden fazla sodyum, toprağın fiziksel yapısını bozarak su ve hava geçirgenliğinin düşmesine sebep olur. Bu durumda

toprak strüktürü bozulur ve bitki kök gelişimi olumsuz etkilenir (Kacar 2012). Sodyum fazlalığının bitki üzerindeki spesifik etkileri şu an için mevcut değildir. Bitkide tuzun sebep olduğu zararlarla daha çok sodyumla birlikte bulunan iyonlar (Cl^- , OH^- , HCO_3^-) yol açar. Sodyum toksisitesi; kalsiyum, potasyum ve magnezyum alımını azaltmaktadır. (Güneş vd. 2007).

2.3.6. Vanadyum (V)

Topraklarda genellikle vanadil katyonu (VO^{2+}) formunda bulunan (Kacar ve Katkat 2015) vanadyum, mutlak gerekli olmayan bir besin elementidir. Toprak çözeltisinde bulunan vanadyum miktarı 69 ile 320 mg kg^{-1} arasında değişmektedir (Lis ve Pasieczna 1995). Fakat topraklarda ki toplam vanadyum konsantrasyonlarına oranla bitkiler tarafından alınan vanadyum miktarı çok azdır (Peterson ve Girling 1981). Vanadyumun, yüksek bitkilerde klorofil sentezi üzerine olan etkisi net bir şekilde ortaya konulmadığı halde (Terry ve Abadia 1986) doğrudan olmasa da demir metabolizmasını etkileyerek klorofil sentezinde etkili olduğuna inanılmaktadır. Vanadyum toksisitesi demir noksanlığına neden olur (Kacar 2012).

3. Fidanlıklarda gübreleme çalışmaları

Gülçur (1962) ve Tacenur vd. (1979) gerçekleştirdikleri çalışmalarda, fidanların topraktan çeşitli besinleri aldığını ve fidanlıklardaki toprağın başlangıçtaki verimlilik seviyesine ulaşabilmesi için her yıl düzenli olarak ve orman ağacı fidanlarının türüne göre bir gübreleme programına tabi tutulması gerektiğini tavsiye etmişlerdir. Türüdü (1982) ve Çepel (1995) tarafından, fidanlık topraklarının verimliliği ve orman ağaçlarının beslenme sorunlarının çözümü için toprak ve bitki örneklerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Akgül (1985) karaçam fidanlarında yaptığı çalışmada, toprak özellikleri ve işleme tekniğine bağlı olarak fidan gelişimine azot ve fosfor gübrelemesinin etkisinin değişebileceğini vurgulamıştır.

Atasoy (1985) ladin fidanı üretimi yapılan Meryemana Araştırma, Karadağ ve Giresun fidanlıklarında iki yıl boyunca yürüttüğü çalışmada fidanlara (0, 30, 60, 90 ve 120 g m^{-2}) 15 15 15 kompoze gübresi uygulamıştır. Gübre uygulamasının fidan boyu, çapı ve ağırlığını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Fakat her fidanlığın toprak özelliğinin farklı olmasından kaynaklı olarak önerilen gübre dozları farklılık göstermiştir.

Erdoğan (2003) gübrelemenin karaçam fidanlarının gelişimine etkisini araştırdığı çalışmada, temel gübrelemenin (NPK) fidanların boy gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Deligöz (2012) ise karaçam (Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) fidanlarına sonbaharda uygulanan azot gübrelemesinin fidan büyümesine, boy gelişimine ve ibrelerdeki azot konsantrasyonlarındaki artış üzerine etkili olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan, Çömez ve Gezgin (2019) farklı dozlarda uygulanan (0, 23, 35, 47, 100 ve 150 mg

L⁻¹) potasyum gübresinin karaçam fidanlarının boy, kök çapı ve yan kök sayısını artırdığını tespit etmişlerdir.

Başaran (2005) Çankırı (Kenbağ) Orman Fidanlığı topraklarında gerçekleştirdiği araştırmasında, fidanlık toprağında organik madde ve toplam azot miktarını yetersiz olarak belirlemiştir. Değişebilir P miktarı ise toprak örneklerinin genelinde yeterli bulunmuştur. Değişebilir K ise toprak örneklerinin %54,5' inde yeterli, %45,5' inde yetersiz bulunmuştur. Fe, toprak örneklerinin tamamında yetersiz bulunurken; Mn, Zn, Cu yeterli düzeyde bulunmuştur. Yetiştirilen fidanların büyük bir kısmında özellikle N, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu noksanlık sınırının altında belirlenmiştir ve fidanlıklarda gübreleme yapmanın önemi ortaya konulmuştur.

Kösa ve Karagüzel (2012) üç farklı [torf+kum (2:1), torf+perlit (2:1) ve toprak+çiftlik gübresi+kum (2:1:1)] yetiştirme ortamının ve farklı gübreleme uygulamalarının (100 mg L⁻¹ azot: 50 mg L⁻¹ fosfor ve 150 mg L⁻¹ potasyum) Doğu kızılbaş (Alnus orientalis) fidanlarının morfolojik özellikleri ile bitki besin elementi içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Gübreleme sonrasında fidanların morfolojik özellikleri ve bitki besin elementi içeriklerinin yetiştirme ortamlarından önemli seviyede etkilendiği tespit edilmiştir. Ayrıca yaprakların azot içeriği ile denemede araştırılan morfolojik özellikler arasında önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Fidanlıklarda gübrelemenin fidan gelişimi ve kalitesine etkisi ile ilgili olarak ladin (Picea orientalis L.), fıstık çamı (Pinus pinea L.) sarıçam (Pinus sylvestris L.) ve boylu ardıç (Juniperus excelsa Bieb.) türlerinde çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Öztürk 2013, Gürlevik vd. 2014, Eser ve Gülcü 2019). Diğer taraftan Toros sedirinde (Cedrus libani A. Rich.) gerçekleştirilen araştırma ile gübre uygulamasının fidanların gelişim parametrelerine, azot ve kükürt alımına etkileri belirlenmiştir (Gürlevik ve Mercan 2017, Gürlevik ve Kurtaran 2018).

Yıldız (2016) farklı kayacık (Ostrya carpinifolia Scop.) orijinlerine ait fidanların gelişimini, gübrelemenin (Üre, Amonyum sülfat, 15-15-15 ve 20-20-0 Kompoze gübre) olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Wang vd. (2022) kavak (Populus tomentosa Carr.) fidanları üzerinde azot gübrelemesinin etkisini araştırdığı çalışmalarında, 1,5 L'lik torbalara azot dozunu üre gübresini ikiye bölerek (3 g N ve 6 g N) uygulamıştır. Araştırmanın sonunda, fidan çapı ve boyunun arttığı ayrıca yapraklarda azot, fosfor ve potasyum içeriğinin de yükseldiği tespit edilmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Uzun yıllar yetiştiricilik yapılan fidanlıklarda bazı bitki besin elementlerinin eksikliği görülebilir ve toprak verimsizliği ortaya çıkabilir. Yaşamlarının ilk evresinde fidanların güçlü bir kök ve gövde sistemlerine sahip olması gelecekte karşılaşılabilecek çeşitli zorluklara karşı adaptasyonlarını güçlendireceği düşünülmektedir. Bu bağlamda kaliteli fidanlar elde etmek için, bitki besin elementlerinin fidanlık toprağında veya yetiştirme ortamında noksanlığı ve toksisitesi gözlenmeli, bunlara

ilişkin belirtiler takip edilmeli ve bunlara karşı gerekli önlemler alınmalıdır.

Kaliteli fidan yetiştiriciliği için bitki besin elementlerinin toprakta ya da yetiştirme ortamında yeterli ve dengeli miktarda bulunması önemlidir. Fakat diğer taraftan iyi bir yetiştiricilik için toprağın ya da yetiştirme ortamının sağlam bir strüktüre, yeterli su ve hava dengesine de ihtiyacı vardır. Bu anlamda, gübreleme kadar hazırlanacak yetiştirme ortamı karışımlarının ekonomik ve fidanların ihtiyacına cevap verecek nitelikte olması gerekmektedir.

Doğru ve zamanında yapılan gübreleme bitki besleme açısından son derece önemlidir. Bu nedenle fidanlık toprakları ve yetiştirme ortamı bileşenleri düzenli olarak analiz edilmelidir.

Fidanlıklarda yapılan çalışmalar çoğunlukla temel gübreleme olan azot, fosfor ve potasyum üzerinedir. Ancak, bu çalışmada diğer bitki besin elementlerinin önemi de vurgulanmıştır. Bu bağlamda, fidanlık toprağı veya yetiştirme ortamlarında ihtiyaç duyulan diğer bitki besin elementleri üzerine yapılacak çalışmaların kaliteli fidan yetiştiriciliği adına faydalı olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Acem A (2022). Çankırı Necmettin Erbakan parkının toprak özellikleri ve bitki gelişim parametreleri bakımından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Akgül E (1985). Bazı fidanlıklarda karaçamın (Pinus nigra Arnold) ekimi sırasında toprağı verilen azotlu ve fosforlu gübrelerin fidan gelişimine olan etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 136, Ankara.
- Aktaş, M. (1995). Bitki besleme ve toprak verimliliği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara.
- Alloway BJ (2008). Zinc in soils and crop nutrition. published by IZA and IFA. Brussels, Belgium and Paris, France.
- Atasoy H (1985). NPK (15.15.15) kompoze gübresinin fidanlık ladin fidanlarına etkileri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 144, Ankara.
- Başaran M (2005). Çankırı (Kenbağ) orman fidanlığı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin fidanların beslenme durumları üzerine etkisi. Harran Üniversitesi Ziraat Dergisi, 9(1):23-30.
- Brady NC, Weil RR (2002). The nature and properties of soils. 13th Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River.
- Brohi AR, Doran İ, Gürlevik N (2012). Ormanlık ve peyzaj ağaçlarında bitki besleme yönetimi. Bitki Besleme-Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim, Gübretiş Rehber Kitaplar Dizisi, Ankara.
- Çakmak İ, Çınar A, Önelge N, Derici R, Torun B (2003). Çukurova bölgesinde turuncgil bahçelerinin mineral beslenme düzeyinin toprak ve yaprak analizleriyle belirlenmesi. TUBİTAK, TOGTAG/TARP-2667-1 numaralı araştırma projesi (sonuç raporu).
- Çakmak İ, Yazıcı AM (2010). Magnesium: a forgotten element in crop production. Better Crops, 94(2):23-25.
- Çepel N (1995). Orman ekolojisi. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Çiçek N (2010). Sakarya-Akgöl organik toprağının bitki yetiştirme ortamında kullanımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiçek N, Kütük C, Kaşko Arıcı Y, Bilgili BC (2012). Krizantem (Chrysanthemum morifolium)'in gelişim parametreleri üzerine farklı atık mantar kompostu ile hazırlanan değişik yetiştirme ortamlarının etkisi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5(2):68-75.
- Çiçek N, Yücedağ C (2021). Ateş çiçeğinde (Salvia splendens) yetiştirme ortamı olarak fındık zuruğunun kullanımı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(2):202-208.

- Çömez Ö, Gezgin S (2019). Potasyum uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) fidanlarının gelişimine etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 6:77-86.
- Deligöz A (2012). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) fidanlarında sonbahar gübrelemesi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 8(1):1-9.
- Divrik A (2019). Orman ağacı fidanı üretimine yönelik sosyo-ekonomik çözümler. Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Epstein E, Bloom AJ (2005). Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. 2nd Edition, Sinauer Associates, Sunderland.
- Erdoğan H (2003). Elazığ Orman Fidanlığı'nda ticari gübrelerin karaçam fidanlarının (tohumdan yetiştirilen) gelişmeleri üzerine olan etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eser Y, Gülcü S (2019). The effects of growing density and fertilization on morphological seedling characteristics of cretan juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.). Turkish Journal of Forestry, 20(1):15-19.
- Fageria NK, Baligar VC, Jones CA (1997). Growth and mineral nutrition of field crops, 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Fageria NK, Souza CMR (1991). Upland rice, common bean and cowpea response to magnesium application on an Oxisol. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 22:1805-1816.
- Fageria NK, Gheyi HR (1999). Efficient crop production. Campina Grande: Universidade de Paraíba.
- Gerendas J, Polacco JC, Freyermuth SK, Sattelmacher B (1999). Significance of nickel for plant growth and metabolism. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 162(3):241-256.
- Gezer A, Yücedağ C (2013). Orman ağacı tohumları ve tohumdan fidan yetiştirme tekniği. 2. Basım, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Isparta.
- Gülçur F (1962). Orman fidanlığı topraklarının verimlilik standartları ve verimliliğe tesir eden çeşitli faktörlerin ıslahı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1):67-75.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2007). Bitki besleme ve gübreleme. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Gürlevik N, Deligöz A, Yıldız D (2014). Effects of irrigation and fertilization on the growth of juniper seedlings. Austrian Journal of Forest Science, 3:171-190.
- Gürlevik N, Kurtaran A (2018). Çıplak köklü Toros sediri fidanlarının beslenmesi ve gelişimi üzerine azot ve mikroelement gübrelerinin etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1):353-363.
- Gürlevik N, Mercan M (2017). Azotlu ve kökürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(1):21-29.
- Halsted M, Lynch J (1996). Phosphorus responses of C3 and C4 species. Journal of Experimental Botany, 47(4):497-505.
- Hodgson JF, Lindsay WL, Trierweiler JF (1966). Micronutrient cation complexing in soil solution. II. Complexing of zinc and copper in displacing solution from calcareous soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30: 723-726.
- Horuz A (2018). Silisyumun bitki gelişimine olan etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 6(2):151-163.
- Huber DM, Thompson IA (2007). Nitrogen and plant disease. In: LE Datnoff, WH Elmer, DM Huber, eds. Mineral Nutrition and Plant Disease. St. Paul, MN, USA: APS Press.
- Jones JB, Huber DM (2007). Magnesium and plant disease. In: Datnoff LE, Elmer WH, Huber DM (eds) Mineral nutrition and plant disease. The American Phytopathological Society (APS Press), St Paul.
- Jordan-Meille L, Pellerin S (2004). Leaf area establishment of a maize (*Zea mays* L.) field crop under potassium deficiency. Plant Soil, 265:75-92.
- Kacar B (2012). Temel bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV (2009). Gübreler ve gübreleme tekniği, III. Baskı Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV (2015). Bitki besleme, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV, Öztürk Ş (2006). Bitki fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Köse S, Karagüzel O (2012). Yetiştirme ortamlarının *Alnus orientalis* fidanlarının büyüme özellikleri ve yaprak besin elementi içeriklerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1):39-46.
- Lis J, Pasieczna A (1995) The geochemical atlases of Poland 1:2 500 000. Polish Geological Institute, Grzegorzczak A (ed), Warsaw.
- Marschner H (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Limited, New York.
- Mattson N (2012). Adding silicon to the fertilizer program in poinsettia production: Benefits and facts. www.greenhouse.cornell.edu/.../silicon (Available at 2012).
- Mengel K (2007). Potassium. In Allan V et al. (eds) Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. Taylor and Francis Group, Boca Raton.
- Mengel K, Kirkby EA (2001). Principles of plant nutrition, 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Mengel K, Robin P, Salsac L (1983). Nitrate reductase activity in shoots and roots of maize seedlings as affected by the form of nitrogen nutrition and the pH of the nutrient solution. Plant Physiology, 71(3):618-622.
- Merritt F, Kemper A, Tallman G (2001). Inhibitors of ethylene synthesis inhibit auxin-induced stomatal opening in epidermis detached from leaves of *Vicia faba* L. Plant and Cell Physiology, 42(2):223-230.
- Mills HA, Benton Jones Jr (1996). Plant analysis handbook II. Athens, Ga. Micro-Macro Publishing Inc.
- Okur N (2020). Toprak bilimi ve bitki besleme. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Ouzounidou G, Ilias I, Tranopoulou H, Karataglis S (1998). Amelioration of copper toxicity by iron on spinach physiology. Journal of Plant Nutrition, 21(10):2089-2101.
- Öztürk A (2013). Tepe budaması ve gübrelemenin Boylu ardiç (*Juniperus excelsa* Bieb.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve sarçam (*Pinus sylvestris* L.) türlerinin form gelişimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Peterson PJ, Girling CA (1981). Other trace metals. In: N. W. Lepp, ed. Effect of Heavy Metal Pollution on Plants. Applied Science Publishers, London.
- Reddy ASN, Reddy VS (2002). Calcium as a messenger in stress signal transduction: Handbook of plant and crop physiology, 2nd Edition, M. Pessarkli, Ed., Marcel Dekker, New York.
- Simon-Sylvestre G (1969). First results of a survey on the total sulphur content of arable soils in France. Annales Agron., 20:609-625.
- Sparrow DH, Graham RD (1988). Susceptibility of zinc-deficient wheat plants to colonization by *Fusarium graminearum* Schw. Group 1. Plant and Soil, 112(2):261-266.
- Swaine DJ (1955). The trace element content of soils. Soil Sci. Techn. Comm. No. 48. Herald Printing Works, Coney St., York (England).
- Tacener İA, Efeoglu İA (1979). Türkiye'nin bazı orman fidanlıklarında üretilen iğne yapraklı fidanların aldığı besin maddeleri ve gübreleme gereksinimi üzerine araştırmalar. Proje No: TOAG-237.
- Terry N, Abadia J (1986). Function of iron in chloroplasts. J. Plant Nutr., 9:609-646.
- Turan M, Horuz A (2012). Bitki beslemenin temel ilkeleri. Bitki Besleme, Gübretiş Rehber Kitaplar Serisi, Ankara.
- Türüdü ÖA (1982). Yaprak analizi yöntemi ile orman ağaçlarının besin maddeleri gereksiniminin belirlenmesi. KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 5(2):402-413.
- Usuda H, Shimogawara K (1991). Phosphate deficiency in maize. I. Leaf phosphate status, growth, photosynthesis and carbon partitioning. Plant and cell physiology, 32(4):497-504.
- Wang M, Li G, Liu Y (2022). Nursery fertilization affected field performance and nutrient resorption of *Populus tomentosa* Carr. ploidy levels. iForest-Biogeosciences and Forestry, 15(1):16-23.
- Wyn Jones RG, Pollard A (1983). Proteins, enzymes and inorganic ions. In A Läuchli, RL Bielecki eds, Encyclopaedia of Plant Physiology, Springer Verlag, Berlin.
- Yıldız Ö (2016). Gübrelemenin kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) fidanlarının morfolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

