



Morphogenetic Variations and Quality Characteristics of *Carpinus orientalis* Mill. Seedlings

Ebru Atar^{1,a,*}, Fahrettin Atar^{1,b}, Deniz Güney^{1,c}

¹Department of Forestry Engineering, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 04-09-2023 Accepted : 16-09-2023</p> <p>Keywords: Oriental hornbeam Variation Morphological Sturdiness quotient Root collar diameter</p>	<p>The aim of this study is to determine certain morphological characteristics of 1+0, 2+0, 2+1, and 2+2-year-old Oriental Hornbeam (<i>Carpinus orientalis</i> Mill.) seedlings grown from seeds collected at three different elevation levels (Maçka-1, Maçka-2, Maçka-3) ranging from sea level to 1200 meters in the Trabzon-Maçka basin, which is within the natural distribution area of the oriental hornbeam species. The study also aims to identify variations based on morphological characteristics and determine quality classes based on sturdiness quotient values. Root collar diameter and seedling height values were measured in seedlings of different ages. Additionally, the measured morphological characters of the seedlings were used to calculate the sturdiness quotient value and classify the seedlings accordingly in terms of quality. As a result of the study, the average seedling heights were obtained as 20.11 cm, 36.85 cm, 55.31 cm, and 82.74 cm, respectively, as the age of the seedlings increased. The average root collar diameter values of the seedlings were determined as 2.98 mm, 6.26 mm, 8.68 mm, and 12.08 mm, respectively, with the increase in seedling age. The analysis of variance revealed statistically significant differences among the populations in terms of the measured parameters. Except for the 2+0-year-old seedlings, the highest variation coefficients for the measured morphological parameters were generally obtained in the Maçka-3 population, which is located at the highest altitude. Along with the increase in seedling age, the correlation coefficient between root collar diameter and seedling height generally decreased. It was observed that sturdiness quotient values generally decreased with increasing elevation, and higher-altitude populations had higher-quality seedlings in terms of sturdiness quotient.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(9): 1742-1750, 2023

Carpinus orientalis Mill. Fidanlarının Kalite Özellikleri ve Morfogenetik Varyasyonlar

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 04-09-2023 Kabul : 16-09-2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Doğu gürgeni Varyasyon Morfoloji Gümbüzlük indisi Kök boğaz çapı</p>	<p>Çalışmada, farklı yükseltiden temin edilen tohumlardan yetiştirilmiş 1+0, 2+0, 2+1 ve 2+2 yaşlarındaki doğu gürgeni (<i>Carpinus orientalis</i> Mill.) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, morfolojik özelliklere bağlı olarak varyasyonların ortaya koyulması ve gümbüzlük indisi değerlerine göre kalite sınıflarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Materyal olarak doğu gürgeni türünün doğal yayılış alanı olan Trabzon-Maçka havzasında deniz seviyesinden 1200 m'ye kadar olan üç farklı yükselti basamağından (Maçka-1, Maçka-2, Maçka-3) toplanan tohumlardan yetiştirilmiş fidanlar kullanılmıştır. Farklı yaşlardaki fidanlarda kök boğaz çapı ve fidan boyu değerleri ölçülmüştür. Ayrıca fidanlara ait ölçülen morfolojik karakterler ile gümbüzlük indisi değeri hesaplanmış ve buna göre fidan kalite sınıflandırması yapılmıştır. Çalışma sonucunda ortalama fidan boyları fidan yaşının artmasına bağlı olarak sırasıyla 20,11 cm, 36,85 cm, 55,31 cm ve 82,74 cm olarak elde edilmiştir. Fidanlara ait ortalama kök boğaz çapı değerleri ise fidan yaşının artmasına göre sırasıyla 2,98 mm, 6,26 mm, 8,68 mm ve 12,08 mm olarak belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda ölçülen parametreler bakımından populasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. 2+0 yaşlı fidanlar haricinde diğer yaşta fidanlarda ölçülen morfolojik parametrelere ilişkin en yüksek varyasyon katsayıları genel olarak en yüksek rakımda yer alan Maçka-3 populasyonunda elde edilmiştir. Fidan yaşının artmasına paralel olarak kök boğaz çapı ve fidan boyu arasındaki korelasyon katsayısı değeri genel olarak azalmıştır. Gİ değerlerinin yükseltinin artmasına bağlı olarak genellikle azaldığı ve yüksek rakımlı populasyonların gümbüzlük indisine göre daha kaliteli fidanlara sahip olduğu belirlenmiştir.</p>

^a atar.61@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-5462-7656>

^c fatar@ktu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-4594-8148>

^e d_guney@ktu.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0001-7222-6162>



Giriş

Türkiye’de geçmişten günümüze ormanlar varlığının artırılması ve devamlılığı için önemli faaliyetlerde bulunmaktadır. Ülkemiz orman varlığı 1973 yılında 20.199.296 hektar iken, 2020 yılında 22.933.000 hektara ulaşmış ve ülke yüzölçümünün %29,4’sını kaplamaktadır. Fakat bu ormanların %44’ü normal kapalı, %56’sı ise boşluklu kapalı orman vasfındadır. Boşluklu kapalı orman alanlarının tekrardan nitelik ve nicelik bakımından verimli hale dönüştürülmesi, orman ekosistemlerinin sağladığı çeşitli fonksiyonel yararların devamlılığı için son derece önem arz etmektedir (Anonim, 2020). Son zamanlarda, Avrupa’da ve ülkemizde doğal geniş yapraklı türler ile gerçekleştirilecek ağaçlandırma faaliyetleri önem kazanmıştır (Kahveci ve Tüfekçioğlu, 1998; Huss ve Kahveci, 2009).

Yapraklı ormanlar, biyoçeşitliliği koruma ve rekreasyon amaçlarına hizmet ederek ormanların çok yönlü kullanımını kolaylaştırdığı için, bu alanların genişletilmesi önerilmektedir (Löf ve ark., 2004). Öte yandan önümüzdeki yıllarda yapraklı orman ağaçlarının tomruk fiyatlarında artış beklenmektedir. (Abildtrup ve ark., 1997; Löf ve ark., 2004) Bununla birlikte küresel iklim değişikliğine bağlı olarak yapraklı orman ağaçlarının ibrelili orman ağaçlarına kıyasla daha fazla fotosentez yapacağı ve bunun neticesinde büyüme hızlarının da artacağı tahmin edilmektedir (Sykes ve Prentice, 1996; Löf ve ark., 2004; Koç, 2021).

Uzun süreleri kapsayan ve maliyetleri yüksek olan orman kuruluş ve ağaçlandırma çalışmalarının geleceğini garanti altına almak ve riskleri en aza indirmek için üstün genetik niteliklere sahip tohum ve fidanların kullanılması gerekmektedir (Çalışkan ve Boydak, 2017; Gregorio ve ark., 2017). Bununla birlikte ekonomik ve biyolojik açıdan ağaçlandırma çalışmalarının başarılı olması; yetiştirme ortamı koşullarına, arazi hazırlığına, uygun dikim tekniği kullanımı ve dikim zamanı ile kaliteli fidan kullanımına bağlıdır (Ayan, 2002; Gezer ve Yücedağ, 2006). Kaliteli fidan, dikimden sonra istenen büyüme ve hayatta kalma düzeyini karşılayan fidanlar olarak tanımlanmıştır (Duryea 1985; Johnson ve Cline, 1991; Mattsson 1997).

Bir fidanın genetik kalitesini belirlemek için, popülasyonun genetik varyasyonlarını ve vejetatif veya generatif olarak üretildiği ağaçların tespiti önem arz etmektedir. Tür içi genetik çeşitlilik, bitkilerin abiyotik ve biyotik zararlara karşı direnci ve de iklim şartlarının değişimine karşı uyumu ile doğrudan ilişkilidir (Filiz ve ark., 2011; Güney ve ark., 2014; Güney ve ark., 2019; Sevik ve ark., 2021; Varol ve ark., 2022). Son zamanlarda etkisini oldukça hissettiren küresel iklim değişikliği nedeniyle orman ağacı popülasyonları bir takım tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadır (Ertugrul ve ark., 2021). Bu nedenle gen koruma çalışmalarının önemi giderek artmakta olup, bu etkiler doğrultusunda koruma stratejileri geliştirilmelidir (Alan, 2017; St. Clair ve Howe, 2011).

Tür içi genetik çeşitlilik çalışmaları, ıslah programlarının öncelikli konularından biridir (Ledig, 1986; St. Clair ve Howe, 2011). Ağaç ıslahında genetik kaynak olarak öncelikle doğal meşcereler kullanılmakta ve bir türdeki genetik çeşitliliği belirlemenin en iyi yolunun farklı habitatlardaki popülasyonların karşılaştırılması

olduğu belirtilmektedir (Chmura, 2002). Yetiştirme ortamlarındaki biyotik ve abiyotik etkenlerin değişkenliği ve ekolojik faktörlerin mekansal ve zamansal değişimleri, bitkilerin yaşamsal faaliyetleri üzerinde etkili olmaktadır (Matesanz ve ark., 2010; Atar ve Güney, 2021). Ekolojik değişkenler arasında rakım en önemli faktörlerden biridir ve rakım değişimine bağlı olarak birçok ekolojik özellik de farklılık göstermektedir. Rakım artışına bağlı olarak ekolojik özelliklerde, özellikle de iklim değişkenlerinde meydana gelen değişikliklerin, bitkilerin ileri yaşam öyküsü ve evrimsel tepkileri ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Aragon ve ark., 2012; Leingartner ve ark., 2014; Güney ve ark., 2019; Atar, 2021; Koç, 2022; Tekin ve ark., 2022; Çetin ve ark., 2023; Güney ve ark., 2023).

Yapay orman kurma çalışmalarında görülen gelişmeler, ağaç ıslahı alanındaki çalışmaları da hızlandırmıştır. Fidanlıklarda yetiştirilecek fidanların kaliteli olma yüzdesi öncelikle kullanılan tohumun kalitesine bağlıdır. Bu konuda en önemli sorun kaliteli tohumun hangi bölgeden, rakımdan ve ağaçlardan temin edileceğidir. Bu nedenle üstün ağaçların bulunduğu popülasyonların belirlenmesi ve bu popülasyonların ıslahı ile giderek üstün değerlere ulaşılması mümkün olacaktır. Mevcut orman alanlarının nitelik ve nicelik açısından akılcı kullanımı artırılmalıdır (Şimşek, 1993; Turna ve Güney, 2009). Ağaçlandırma sahalarına tesis edilen fidanların kaliteli özellikleri üzerine çap, boy, gövde-kök oranları, kuru ağırlık gibi fidan morfolojik karakterlerinin önemli düzeyde etkili olduğu belirtilmektedir (Şevik ve ark., 2003). Ağaçlandırma çalışmalarında kaliteli fidan kullanımı, dikim başarısı artmasına, tamamlama çalışmalarını en aza inmesine, birim alanlardan daha kısa bir zamanda daha fazla kalite ve miktarda odun hammaddesi üretimi yapılmasına katkılar sağlayabilir (Bilgin, 2019).

Morfolojik özellikler, ucuz ve ölçülmesi kolay olduğundan fidan kalite değerlendirmesinde en yaygın olarak ölçülen özelliklerdir (Mexal ve Landis, 1990; Yahyaoglu ve Genç, 2007). Fizyolojik özelliklerin aksine, morfolojik özellikleri değerlendirmek için gelişmiş ekipman ve ileri eğitime gereksinim bulunmamaktadır. Morfolojik özellikler arasında, fidan boyu ve kök boğazı çapı ölçülmesi en kolay olanlardır (Haase, 2008). Birçok türün fidan kalitesinin belirlenmesinde morfolojik parametrelerin kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Donahue ve Upton, 1996; Apholo ve Rikala, 2003; South ve ark., 2005; Ayan ve Tilki, 2007; Yer ve Ayan, 2011; Çiçek ve ark., 2011; Aksu ve Tilki, 2015; Ivetic ve ark., 2016; Bilgin, 2019; Ayan ve ark., 2020; Atar 2021). Ancak, Türkiye’de önemli bir yayılış alanına sahip ağaç türlerimizden olan doğu gürgeninin fidan özelliklerine ilişkin literatürde kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur.

Carpinus cinsi kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde önemli bir yayılışa sahiptir (Krüssman, 1984). *Carpinus orientalis* Mill. (doğu gürgeni) ve *Carpinus betulus* L. (adi gürgen) türleri Türkiye’de doğal olarak yayılış göstermektedir. Doğu gürgeni türünün, İran’ın kuzeyinden Avrupa’nın güneydoğusuna kadar geniş bir doğal yayılış alanı bulunmaktadır (Babrov, 1970). Türkiye’de Kuzey ve Doğu Anadolu, Marmara ve Ege Bölgelerinde yayılışa sahiptir (Yaltrık, 1982). Tür kuraklığa karşı dirençli

olmasından dolayı genellikle sığ, taşlı ve kuru topraklarda yetişmektedir. Ölüm oranını azaltan kalın kabuk yapısı bu tür için karakteristiktir (Shafie ve ark., 2010). Kuraklıkla karşı toleranslı olması nedeniyle bozuk sahaların rehabilitasyonu için tercih edilebilecek bir türdür (Pipinis ve ark., 2012). Odunu turistik süs eşyalarının yapımında, yakacak olarak ve yöresel ihtiyaçlarda kullanılmaktadır (Anşin ve Özkan, 2006).

Çalışmada, farklı yükseltiden temin edilen tohumlardan yetiştirilmiş 1+0, 2+0, 2+1 ve 2+2 yaşlarındaki doğu gürgeni fidanlarının bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, morfolojik özelliklere bağlı olarak varyasyonların ortaya koyulması ve gürbüzlük indisi değerlerine göre kalite sınıflarının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada, doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Mill.) türünün doğal yayılış alanı olan Trabzon-Maçka havzasında deniz seviyesinden 1200 m'ye kadar olan üç farklı yükselti basamağından (Maçka-1, Maçka-2, Maçka-3) toplanan tohumlardan yetiştirilmiş fidanlar materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1, Çizelge 1). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serasına ait açık alan fidanlık koşullarında fidanlar yetiştirilmiştir. Fidanlığın bulunduğu Trabzon iline ait 1927-2019 yılları arası iklim verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14,8 olup yıllık toplam yağış 828,0 mm'dir.

Yöntem

Carpinus orientalis için tohum olgunlaşma dönemi olan Ekim ayının ilk haftasında, toplam 43 ağaçtan tohumlar toplandı. Daha sonra meyve örtüleri elle ayrılarak boş ve çürük tohumlar %96'lık alkolde yüzdürme yöntemiyle uzaklaştırılmıştır. Tohumlar, Ekim ayında açık alan fidanlık koşullarında ekim yastıklarına (1,0 m

genişliğinde ve 10,0 cm sıra aralığında) tesadüfi parselleri deneme desenine göre çizgi ekimi yöntemi kullanılarak ekilmiştir. Ağaç bazında hiçbir ön işlem uygulanmadan her bir çizgide 70 tohum ve 3 tekerrürlü olarak ekim işlemi gerçekleştirilmiştir.

Fidanlar birinci ve ikinci büyüme döneminde ekim yastıklarında yetiştirilmiştir. İkinci büyüme dönemi sonunda fidanlara şaşırma yapılmış olup, üçüncü ve dördüncü büyüme döneminde polietilen torbalarda (15×28 cm boyutunda) yetiştirilmiştir. Hem ekim yastığı hem de polietilen torba harç materyali olarak orman toprağı-kum (1:1) karışımı kullanılmıştır. Tüm fidanlık işlemleri dört yıl boyunca (sulama, gölgeleme, yabancı ot kontrolü, bakım, vb.) rutin bir şekilde düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, 3 populasyon (yükselti) × 3 tekrar × 43 ağaç × 10 fidan olmak üzere toplam 3870 fidan üzerinde morfolojik özelliklere ilişkin ölçümler yapılmıştır. 1+0, 2+0, 2+1 ve 2+2 yaşındaki fidanlarda kök boğaz çapı ve fidan boyu değerleri ölçülmüştür. Ayrıca fidanlara ait ölçülen morfolojik karakterler ile gürbüzlük indisi değeri hesaplanmıştır. Fidan boyu (FB) ±0,1 cm ölçüm hassasiyetinde metre ile, kök boğaz çapı (KBÇ) ±0,01 mm ölçüm hassasiyetinde dijital kumpas ile ölçülmüştür. Gürbüzlük indisi (Gİ), fidan boyunun (mm) kök boğaz çapına (mm) oranlanması ile belirlenmiştir. Gürbüzlük indisi fidanın canlılığı ve sağlığını ifade etmektedir (Thompson 1985; Aldhous 1994; Jaenicke 1999). Gİ değerleri kullanılarak fidanlar, kaliteli fidan (Gİ<50), orta kaliteli fidan (50<Gİ<60) ve düşük kaliteli fidan (Gİ>60) olacak şekilde sınıflandırılmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007).

Yükseltiye bağlı olarak fidan morfolojik özelliklerinin varyasyon katsayısı değerleri de tespit edilmiştir. Varyasyon katsayısı (CV) şu şekilde hesaplandı:

$$CV\% = (\sigma / \mu) \times 100 \quad (1)$$

burada σ standart sapmayı, μ genel ortalamayı ifade etmektedir (Bland ve Altman 1996).



Şekil 1. Fidan materyali için tohumların toplandığı yükselti basamağını gösteren harita

Figure 1. Map showing the elevation levels from which the seeds were collected for the seedling material

Çizelge 1. Doğu gürgeni populasyonlarına ait tanımlayıcı bilgiler

Table 1. Description of oriental hornbeam populations

Populasyon Adı	Ağaç Sayısı	Doğu Boylamı	Kuzey Enlemi	Yükselti Basamağı
Maçka 1	13	558705-558991	4524593-4525691	178-335
Maçka 2	15	552358-557613	4509344-4519865	450-776
Maçka 3	15	550029-558991	4507115-4509575	800-1130

Çizelge 2. Fidanların morfolojik özelliklerine ilişkin ortalama, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları
Table 2. The results of mean, variance analysis and Duncan's test regarding the morphological characteristics of the seedlings

Fidan Yaşı	Populasyon	FB (cm)		KBC (mm)		Gİ	
		Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata	Ort.	Std. Hata
1+0	Maçka-1	20,96 b	0,42	2,89 b	0,04	72,70 a	0,97
	Maçka-2	23,14 a	0,56	3,24 a	0,06	70,06 a	0,89
	Maçka-3	15,34 c	0,51	2,79 b	0,05	52,97 b	1,03
	Ortalama	20,11	0,31	2,98	0,030	66,11	0,62
	F	59,807		21,031		114,714	
	P	0,000		0,000		0,000	
2+0	Maçka-1	42,82 a	1,27	6,35 a	0,11	67,43 a	1,60
	Maçka-2	36,39 b	0,72	6,28 a	0,08	58,63 b	0,96
	Maçka-3	32,91 c	0,70	6,17 a	0,08	53,45 c	0,93
	Ortalama	36,85	0,51	6,26	0,05	59,12	0,67
	F	18,513		0,895		16,063	
	P	0,000		0,409		0,000	
2+1	Maçka-1	62,68 a	1,24	8,80 a	0,09	71,77 a	1,30
	Maçka-2	49,06 b	1,37	8,50 a	0,12	57,54 b	1,17
	Maçka-3	52,71 b	1,65	8,69 a	0,12	59,75 b	1,29
	Ortalama	55,31	0,85	8,68	0,06	63,53	0,76
	F	25,054		1,918		37,803	
	P	0,000		0,148		0,000	
2+2	Maçka-1	82,86 b	1,40	12,20 a	0,14	69,30 b	1,39
	Maçka-2	79,26 b	1,55	11,86 a	0,12	67,97 b	1,47
	Maçka-3	86,74 a	1,72	12,16 a	0,18	72,60 a	1,52
	Ortalama	82,74	0,90	12,08	0,22	69,92	0,84
	F	4,669		1,673		2,571	
	P	0,010		0,198		0,050	

SPSS 26.0 istatistik paket programı kullanılarak elde edilen veriler analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında fidan morfolojik özellikleri bakımından populasyonlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlılığını belirlemek amacıyla varyans analizi (one-way ANOVA) yapılmıştır. Varyans analizi ile anlamlı farklılıkların tespit edilmesi durumunda, populasyonlar arasında meydana gelen gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir.

Bulgular

Doğu gürgeni fidanlarının morfolojik özelliklerine ilişkin ortalama değerler, varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Ortalama fidan boyu değerleri fidan yaşına bağlı olarak sırasıyla 20,11 cm, 36,85 cm, 55,31 cm ve 82,74 cm olarak tespit edilmiştir. Yükseltiye bağlı olarak sonuçlar irdelendiğinde 1+0 yaşındaki fidanlarda Maçka-2 populasyonu en yüksek boy değerine sahipken, 2+0 ve 2+1 yaşındaki fidanlarda Maçka-1 populasyonunda en yüksek boy değerleri elde edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda her bir yaş için fidan boy değerleri bakımından populasyonlar arasında istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi sonucunda ise 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlarda populasyonlar arasında üç farklı grup meydana gelirken, 2+1 ve 2+2 yaşlı fidanlarda populasyonlar arasındaki iki farklı grup oluşmuştur.

Fidanlara ait ortalama KBC değerleri fidan yaşının artmasına bağlı olarak sırasıyla 2,98 mm, 6,26 mm, 8,68 mm ve 12,08 mm olarak belirlenmiştir. Populasyonlar arasında en yüksek ortalama KBC değerleri, 1+0 yaşlı fidanlar hariç diğer yaşlarda en düşük yükseltiye sahip Maçka-1 populasyonunda elde edilmiştir. KBC değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda ise sadece 1+0 yaşlı

fidanlara ait KBC değerlerinin populasyonlara bağlı olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılık gösterdiği, diğer yaşlarda ise populasyonlar arasında anlamlı farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir.

Gürbüzlük indisi sonuçları incelendiğinde dört farklı yaşlı fidan için ortalama değerlerin 59,12 ile 69,92 arasında değiştiği belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda 2+2 yaşlı fidanlara ait gürbüzlük indisi değerleri bakımından populasyonlar arasında %95 güven düzeyinde, diğer yaşlı fidanlar için ise populasyonlar arasında %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Duncan testi ile gürbüzlük indisi değerlerine göre 2+0 yaşlı fidanlarda populasyonlar arasında üç farklı grup oluşurken, 1+0, 2+1 ve 2+2 yaşlı fidanlarda ise populasyonlar arasında iki farklı grup meydana gelmiştir. 1+0, 2+0 ve 2+1 yaşlı fidanların Gİ değerlerinin yükseltinin artmasına bağlı olarak genellikle azaldığı ve yüksek rakımlı populasyonların gürbüzlük indisine göre daha kaliteli fidanlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Populasyonlar içi varyasyonları tespit etmek amacıyla her bir populasyon içinde yer alan ağaçlara ait fidanların morfolojik özellikleri tespit edilmiş ve varyans analizi ile elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Buna göre 1+0 ve 2+2 yaşlı fidanlarda ölçülen tüm morfolojik karakterler bakımından populasyonlar içinde %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır. 2+0 yaşlı fidanlarda Maçka-1 populasyonunun KBC değeri haricindeki diğer tüm ölçülen karakter açısından populasyonlar içinde $p < 0,01$ önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. 2+1 yaşlı fidanlarda ise Maçka-2 populasyonunun KBC değeri dışındaki diğer tüm özellikler bakımından populasyonlar içinde %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Çizelge 3. Populasyonlar içi varyans analizi sonuçları

Table 3. Variance analysis results within populations

Fidan Yaşı	Morfolojik Karakterler		Maçka-1	Maçka-2	Maçka-3
1+0	FB	F	6,331	17,302	21,738
		P	0,000	0,000	0,000
	KBÇ	F	2,302	11,384	6,170
		P	0,008	0,000	0,000
	Gİ	F	11,878	12,825	22,903
		P	0,000	0,000	0,000
2+0	FB	F	2,758	10,907	5,270
		P	0,004	0,000	0,000
	KBÇ	F	1,091	4,592	2,712
		P	0,372	0,000	0,001
	Gİ	F	4,919	11,412	4,936
		P	0,000	0,000	0,000
2+1	FB	F	2,229	3,410	2,467
		P	0,007	0,000	0,003
	KBÇ	F	3,275	1,663	2,340
		P	0,000	0,076	0,005
	Gİ	F	1,996	5,635	1,911
		P	0,018	0,000	0,025
2+2	FB	F	5,671	4,775	12,322
		P	0,000	0,000	0,000
	KBÇ	F	4,676	6,023	12,198
		P	0,000	0,000	0,000
	Gİ	F	5,349	4,771	5,666
		P	0,000	0,000	0,000

Çizelge 4. Gürbüzlük indisine göre kalite sınıflandırması

Table 4. Quality classification according to sturdiness quotient

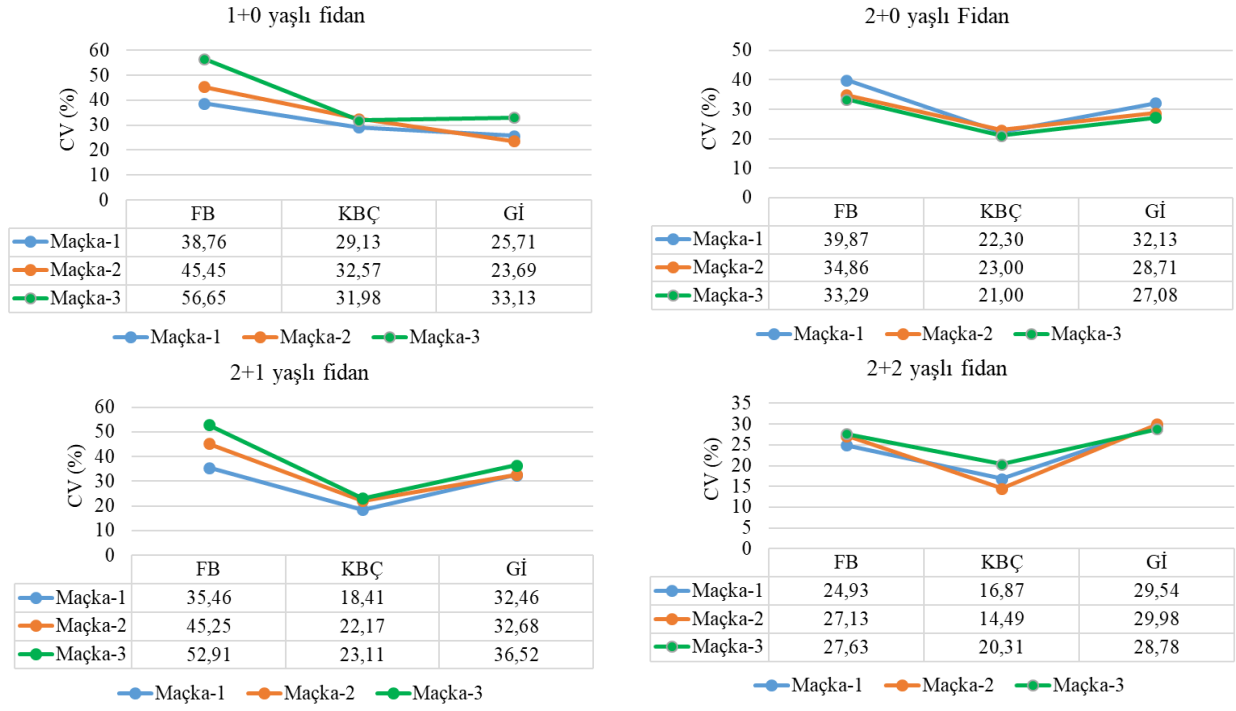
Fidan yaşı	Populasyon	Gİ (%)		
		Kaliteli Fidan	Orta Kaliteli Fidan	Düşük Kaliteli Fidan
1+0	Maçka-1	9	16	75
	Maçka-2	13	15	72
	Maçka-3	51	23	26
	Ortalama	24	18	58
2+0	Maçka-1	21	26	53
	Maçka-2	32	28	40
	Maçka-3	43	28	29
	Ortalama	32	27	41
2+1	Maçka-1	16	20	64
	Maçka-2	42	25	34
	Maçka-3	43	19	38
	Ortalama	34	21	45
2+2	Maçka-1	20	14	65
	Maçka-2	22	18	60
	Maçka-3	13	17	70
	Ortalama	18	16	65

Ölçülen morfolojik özelliklerin her yaş ve populasyonlara bağlı olarak varyasyon katsayılarının değişimi tespit edilmiştir (Şekil 2). Sonuçlara bakıldığında 2+0 yaşlı fidanlar haricinde diğer yaşta fidanlarda ölçülen morfolojik parametrelere ilişkin en yüksek varyasyon katsayıları genel olarak en yüksek rakımda yer alan Maçka-3 populasyonunda elde edilmiştir.

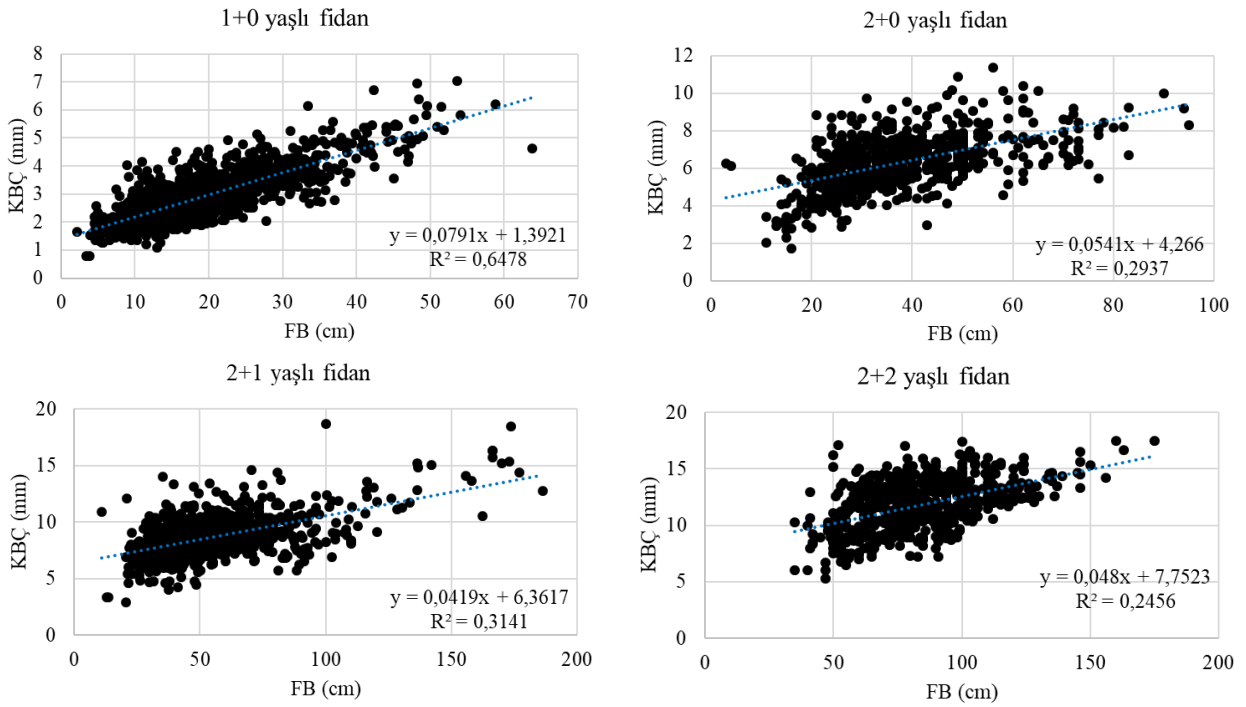
Doğu gürgeni fidanlarında kök boğazı çapı ile fidan boyu arasındaki ilişkiler, her dört fidan yaşı için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Buna göre kök boğazı çapı ile fidan boyu arasındaki korelasyon katsayısı 1+0, 2+0, 2+1 ve 2+2 yaşlı fidanlarda sırasıyla $R^2 = 0,65$, $R^2 = 0,29$, $R^2 = 0,31$ ve $R^2 = 0,25$ olarak belirlendi (Şekil 3). Fidan yaşının artmasına paralel olarak kök boğaz çapı ve fidan boyu

arasındaki korelasyon katsayısı değeri genel olarak azalmıştır.

Gürbüzlük indisi değerlerine göre her bir yaş ve populasyonlara bağlı olarak fidan kalite sınıflandırması yapılmıştır (Çizelge 4). Tüm populasyonların ortalaması dikkate alındığında fidan yaşının artmasına bağlı olarak kaliteli fidan yüzdesi sırasıyla %24, %32, %34 ve %18 olarak elde edilmiştir. Genel olarak fidanların gürbüzlük indisine göre düşük kaliteli fidan sınıfında yer aldığı belirlenmiştir. Yükseltiye bağlı olarak fidan kalite sınıflamasına bakıldığında, 2+2 yaşlı fidanlar haricinde her bir yaş grubunda yükseltinin artmasına bağlı olarak kaliteli fidan yüzdesinin de arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. Fidan morfolojik karakterlerine ait varyasyon katsayıları
Figure 2. The coefficients of variation of seedling morphological characteristics



Şekil 3. Doğu gürgeni fidanlarında KBÇ-FB ilişkisi
Figure 3. The relationship between RCD-SL in oriental hornbeam seedlings

Tartışma ve Öneriler

Fidan kalite sınıflandırmasına ait ilk araştırmalarda ölçüt olarak fidan boyu kullanılmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Dikim alanının yetişme ortamı şartlarına göre, kısa boylu ya da uzun boylu, hatta bazen orta boylu fidanların dikimi ardından daha başarılı sonuçların elde edildiği bildirilmektedir. Bu nedenle en uygun fidan büyüklüğü önemli ölçüde ağaçlandırma alanının mevcut ekolojik

koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. Semerci (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, fidan boyu ile yaşama başarısı arasında pozitif korelasyon bulunurken, bazı araştırmacılar bu iki parametre arasında negatif korelasyon bulunduğunu belirtmişlerdir (Larsen ve ark., 1986; Dirik, 1991). Yine, kök boğaz çapının, fidan kalite sınıflamasında fidan boyuna göre daha önemli bir kriter olduğu ifade

edilmektedir (Şimşek, 1987; Yahyaoğlu ve Genç, 2007). Çalışmada ortalama fidan boyları fidan yaşının artmasına göre sırasıyla 20,11 cm, 36,85 cm, 55,31 cm ve 82,74 cm olarak elde edilmiştir. Fidanlara ait ortalama KBC değerleri ise fidan yaşının artmasına bağlı olarak sırasıyla 2,98 mm, 6,26 mm, 8,68 mm ve 12,08 mm olarak belirlenmiştir. Atar (2021) 2+0 yaşlı adi gürgen ve doğu gürgeni türlerinde yaptığı çalışmada, en yüksek ortalama fidan boyunu adi gürgende 48.76 cm ve doğu gürgeninde 38.90 cm olarak tespit etmiştir. Ayan ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, 3+0 yaşındaki adi gürgen fidanlarında ortalama boyun 70.8 cm ve ortalama KBC'nin 6.70 mm olduğu tespit edilmiştir. Atar ve ark., (2018) adi gürgen fidanlarının dört yıllık büyüme performanslarını araştırdığı çalışmada, fidan boy ve kök boğaz çaplarının popülasyonlara göre önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir. Doğu kayını türünde yapılan bir çalışmada, farklı popülasyonlara bağlı olarak fidan boyu ve kök boğaz çapının önemli farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Gülseven ve ark., 2019). Benzer şekilde, Kazdağı göknarı (Velioğlu, 1999), kızılçam (Işık, 1994; Işık ve Kara, 1997), doğu kayını (Güney ve ark., 2016), fıstıkçami (Yahyaoğlu ve ark., 2012), doğu ladini, (Atasoy, 1996; Güney ve ark., 2019), sahil çamı (Şimşek ve ark., 1985), doğu gürgeni (Güney ve ark., 2013; Hatipoğlu, 2013; Atar ve ark., 2014; Atar ve Güney, 2021) ve adi gürgen (Güney ve ark., 2015; Atar ve ark., 2017; Atar, 2021) türlerinde de çeşitli morfolojik özellikler kullanılarak popülasyonlara göre varyasyonları ortaya koyulmuştur.

Fidan kalite sınıflamasında ölçüt olarak tercih edilen diğer bir kriter gürbüzlük indisi olup, fidanların kalitesi açısından gürbüzlük indisi değerinin küçük olması arzu edilmekte ve gürbüzlük indisi küçük olan fidanlarda dikim başarısının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Genç, 1992). Aphola ve Rikala (2003)'ya göre, fidanların $G\bar{I} < 50$ değerine sahip bütün orijinleri kaliteli fidan sınıfında değerlendirilmektedir. Gülseven ve ark. (2019) farklı doğu kayını popülasyonlarına ait fidanlar üzerinde yaptıkları çalışmada, çalışılan tüm popülasyonların $G\bar{I}$ değeri 50'den küçük olduğu için kaliteli olarak ifade etmiştir. Kestek (2012) bir yaşındaki sapsız meşe fidanlarında yaptığı çalışmada, en yüksek $G\bar{I}$ değerini %39,6 ile rutin olarak yetiştirilen kontrol fidanlarında, en düşük $G\bar{I}$ değerini ise %28,7 ile tüplü olarak yetiştirilen fidanlarda elde ettiğini bildirmiştir. Atar (2021) gürbüzlük indisine göre, adi gürgende fidanlarının %11,5'inin, doğu gürgeni fidanlarının %27,2'sinin kaliteli ve orta kaliteli sınıfına girdiğini, adi gürgen fidanlarının %88,6'sının ve doğu gürgeni fidanlarının %72,8'inin düşük kaliteli ve kullanıma uygun olmayan fidan sınıfında yer aldığını bildirmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, İran palamut meşesinin $G\bar{I}$ değerlerinin ekim sıklığına göre farklılık gösterdiği ve değerlerin 43 ile 53 arasında değiştiği belirtilmiştir (Çanakçı, 2011). Bilgin (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, $G\bar{I}$ değerleri fıstıkçami fidanlarında 39,11, palamut meşesi fidanlarında 36,84 ve saçlı meşe fidanlarında 23,79 olarak tespit edilmiştir. Bazı geniş yapraklı orman ağacı fidanlarının morfolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, $G\bar{I}$ değerlerine göre Dağ akçağacının %100'ünün, doğu kayınının %93,3'ünün ve adi gürgenin ise %97,8'inin düşük kaliteli fidan kategorisinde yer aldığı bildirilmiştir (Ayan ve ark., 2020). Çalışma kapsamında gürbüzlük indisine göre fidan yaşının

artmasına bağlı olarak kaliteli fidan yüzdesi sırasıyla %24, %32, %34 ve %18 olarak tespit edilmiş olup, genel olarak doğu gürgeni fidanlarının düşük kaliteli fidan sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yükseltiye bağlı olarak fidan kalitesinin 2+2 yaşlı fidanlar dışındaki her bir yaş grubunda yükseltinin artmasına bağlı olarak kaliteli fidan yüzdesinin de arttığı görülmüştür.

Yapılan çalışmada morfolojik özelliklere göre belirlenen varyasyon katsayıları dikkate alındığında en yüksek varyasyon katsayıları genel olarak en yüksek rakımda yer alan Maçka-3 popülasyonunda elde edilmiştir. Coğrafi çeşitlilik rakım açısından değerlendirildiğinde, 1000 metrelik rakım farkı çoğu zaman birkaç yüz kilometrelik düz bir ülkede meydana gelebilecek iklim değişikliğinden daha fazla değişimi beraberinde getirecektir. Bunun sonucunda meydana gelebilecek doğal seleksiyonla, yüksek ve alçak bölgedeki bireyler birbirinden farklılaşabilir. Genotipik özelliklerin tespiti ağaç ıslahı çalışmaları için son derece önem arz etmektedir. Nitekim ağaçların genetik yapılarında doğal şartlarda yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan bütün bilgiler yer almaktadır. Ormanlıkta genetik kaynakların korunması için gerekli tüm tedbirlerin alınması ve genetik çeşitliliğinin gelecek nesillere aktarılması hususunda gerekli çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir (Yahyaoğlu ve Genç, 1990).

Teşekkürler

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ebru Atar tarafından hazırlanmış olan yüksek lisans tezinin bir kısmıdır ve çalışmanın bir bölümü Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje kodu:8962).

Kaynaklar

- Abildtrup J, Riis J, Jellesmark TB. 1997. The reservation price approach and internationally efficient markets. J. For. Econ, 3:229-246.
- Aksu Y, Tilki F. 2015. Orijin ve tohum büyüklüğünün *Quercus pontica* fidanlarının yaşama yüzdesi ve morfolojik özellikleri üzerine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(2): 216-226. doi: 10.17474/acuofd.25820
- Alan M. 2017. Importance of marginal populations for conservation of forest gene resources. Biological Diversity and Conservation, 10/2(S2): 55-62.
- Anonim, 2020. Türkiye Orman Varlığı Kitabı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anşın R, Özkan CÖ. 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon.
- Aphola P, Rikala R. 2003. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume. New Forests 25:93-108. doi: 10.1023/A:1022618810937
- Aragon G, Martínez I, García A. 2012. Loss of epiphytic diversity along a latitudinal gradient in southern Europe. Sci. Total Environ, 426: 188-195. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.03.053
- Atar F, Atar E, Bayraktar A, Turna İ. 2018. Growth performance in seedlings of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) in nursery conditions. International Congress on Engineering and Life Sciences, 26 - 29 Nisan, Kastamonu, Türkiye.

- Atar E, Atar F, Güney D, Turna İ, Seyis E. 2014. Doğu Gürgeni'nde (*Carpinus orientalis* Miller) yaprak karakterlerine ait bazı morfolojik özelliklerin yükseltiye bağlı olarak değişimi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 22-24 Ekim, Isparta, Türkiye, ss. 870-876.
- Atar F. 2021. Effects of altitude on some seedling quality characteristics of *Carpinus betulus* L. (*Common Hornbeam*) and *Carpinus orientalis* Mill. (*Oriental Hornbeam*). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(2): 257-265. doi: 10.17474/artvinofd.954066
- Atar F, Bayraktar A, Atar E, Turna İ. 2017. Morphological diversity of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) Seeds in the Eastern Black Sea Region of Turkey. International Forestry and Environment Symposium, 7 - 10 November, Trabzon, Turkey, p. 203.
- Atar F, Güney D, 2021. Doğu Gürgeni (*Carpinus orientalis* Mill.) fidanlarında farklı önışlem ve yükseltiye bağlı olarak klorofil içeriğinin değişimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23(1): 236-243. doi: 10.24011/barofd.790618
- Atasoy H. 1996. Doğu ladininde (*Picea orientalis* (L.) Link) tohum ve fidan özellikleri bakımından populasyonlar arası ve içi genetik çeşitlilik. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No:261, Ankara.
- Ayan S. 2002. Tüplü doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanı büyüme ortamları özellikleri ve üretim tekniğinin belirlenmesi. Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, 11, 72 s, Trabzon.
- Ayan S, Gedik F, Yer Çelik EN, Gülseven O, Yılmaz E, Akın Ş, Özel H. 2020. Bazı geniş yapraklı orman ağacı fidanlarının morfolojik özellikleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22(1):245-255. doi: 10.24011/barofd.675911
- Ayan S, Tilki F. 2007. Morphological attributes of oriental spruce [*Picea orientalis* (L.) Link.] seedlings grown in peat-based media amended with natural zeolite. Acta Agronomica Hungarica, 55:363-373. doi: 10.1556/AAgr.55.2007.3.13
- Bilgin S. 2019. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge and Yalt.) ve saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 20(4): 297-304. doi: 10.18182/tjf.565999
- Bobrov EG. 1970. *Carpinus* L., In Flora of the U.S.S.R., Keter Press, Jerusalem, Israel, ed. N. Landau, 5: 202-207.
- Çanakçı ZE. 2011. İran palamut meşesinde ekim sıklığı ve derinliğinin bazı morfolojik fidan özellikleri üzerine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Cetin M, Sevik H, Koc I, Cetin IZ. 2023. The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. Journal of thermal biology, 112: 103434. doi: 10.1016/j.jtherbio.2022.103434
- Chmura DJ, Rozkowski R. 2002. Variability of beech provenances in spring and autumn phenology. Silvae Genetica, 51: 2-3.
- Çalışkan S, Boydak M. (2017). Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41(5): 317-330. doi: 10.3906/tar-1702-39
- Çiçek E, Çiçek N, Tilki F. 2011. Four-year field performance of *Fraxinus angustifolia* Vahl. and *Ulmus laevis* Pall. seedlings grown at different nursery seedbed densities. Res J For, 5: 89-98. doi: 10.3923/rjf.2011.89.98
- Dirik H. 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Donahue JK, Upton JL. 1996. Geographic variation in leaf, cone and seed morphology of *Pinus greggii* in navite forests. Forest Ecology and Management, 82(1-3): 145-157. doi: 10.1016/0378-1127(95)03677-6
- Duryea ML. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. In: Proceedings of a workshop: Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Workshop held October 16-18, 1984. Corvallis: Forest Research Laboratory, Oregon State University. ISBN 0-87437-000-0
- Ertugrul M, Varol T, Ozel HB, Cetin M, Sevik H. 2021. Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. Environmental monitoring and assessment, 193: 1-17. doi: 10.1007/s10661-020-08800-6
- Filiz E, Çiçek E, Aydın Y. 2011. Forest genetics and biotechnology. SDU Faculty of Forestry Journal, 12: 155-162.
- Genç M. 1992. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerle dikim başarısı arasındaki ilişkiler. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon.
- Gezer A, Yücedağ C. 2006. Ormanlıkta ekim ve dikim yoluyla ağaçlandırma tekniği. SDÜ Orman Fakültesi Yayınları. No: 63, Isparta.
- Gregorio N, Herbohn J, Harrison S, Pasa A, Ferraren A. 2017. Regulating the quality of seedlings for forest restoration: Lessons from the National Greening Program in the Philippines. Small-scale forestry, 16: 83-102. doi: 10.1007/s11842-016-9344-z
- Gülseven O, Ayan S, Özel HB, Yer EN. 2019. Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri. Türkiye Ormanlık Dergisi, 20(3): 180-186. doi: 10.18182/tjf.576898
- Güney D, Hatipoğlu E, Atar F, Turna İ, Kulaç Ş. 2013. Changes of some morphological characteristics of oriental hornbeam (*Carpinus orientalis* Miller) seeds depending on altitude. International Caucasian Forestry Symposium, 24 - 26 Oct., Artvin, Turkey, pp. 97-102.
- Güney D, Atar F, Atar E, Turna İ, Kulaç Ş 2015. The effect of pre-treatments and seed collection time on the germination characteristics of common hornbeam (*Carpinus betulus*) seeds in the Eastern Black Sea Region, Turkey. Seed Science and Technology, 43(1): 1-9. doi: 10.15258/sst.2015.43.1.01
- Güney D, Atar F, Turna İ, Bayraktar A. 2022. Morphogenetic variations of *Pinus sylvestris* L. seedlings depending on altitude. Ormanlık Araştırma Dergisi, 10(1): 80-89. doi: 10.17568/ogmoad.1175340
- Güney D, Turna H, Turna İ, Kulaç Ş, Atar F, Fıfz E. 2016. Variations within and among populations depending on some leaf characteristics of oriental beech *Fagus orientalis* Lipsky. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 9(2): 1-9.
- Güney D, Yahyaoglu Z, Turna İ, Bayraktar A, Atar F. 2019. Genetic Variation in *Picea orientalis* (L.) Link populations located in different regions of Turkey. Sumarski List, 11-12: 539-547. doi: 10.31298/sl.143.11-12.4
- Güney D, Yahyaoglu Z, Turna İ, Müller-Strack G. 2014. Genetic variation in *Pinus brutia* in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 23(5): 1249-1254.
- Haase DL. 2008. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. Tree Planters Notes, 52(2): 24-30.
- Hatipoğlu E. 2013. Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller) 'nde yükseltiye bağlı olarak bazı morfolojik karakterlerin ve çimlenme özelliklerinin araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Huss J, Kahveci O. 2009. Türkiye'de doğaya yakın yapraklı orman işletmeciliği. OGEM-VAK yayını.
- Işık F. 1994. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Populasyonlarında Denizden Uzaklık ve Yüksekliğe Göre Değişen Genetik Çeşitlilik. Batı Akdeniz Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Antalya.

- 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.
- Ivetić V, Grossnickle S, Škorić M. 2016. Forecasting the field performance of Austrian pine seedlings using morphological attributes. *iForest*, 10: 99-107.
- Johnson JD, Cline ML. 1991. Seedling quality of southern Pines. Chapter 8: forest regeneration manual. Edited by Duryea ML, Dougherty PM. Volume 36 of series Forestry Sciences. pp. 143-159.
- Kahveci O, Tüfekçioğlu U. 1998. Ülkemizde hızlı gelişen türlerle yapılan çalışmaların değerlendirilmesi. Hızlı gelişen türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar, Orman Bakanlığı. Ankara.
- Kaya Z. 1990. Orman gen kaynaklarımız: ulusal mirasımız. Fidan Dergisi, OGM Meslek Memurları Derneği Yayın Organı, 28: 2-6.
- Kestek D. 2012. Sapsız meşe türünde yapılan seyreltmenin fidanların bazı morfolojik kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırılması, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Artvin.
- Koç, İ. 2021. Changes that may occur in temperature, rain, and climate types due to global climate change: the example of Düzce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(8): 1545-1554.
- Koç İ. 2022. Determining the biocomfort zones in near future under global climate change scenarios in Antalya. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 8(1): 6-17. doi: 10.24925/turjaf.v9i8.1545-1554.4467
- Larsen HS, South DB, Boyer JM. 1986. Root growth potential, seedling morphology and bud dormancy carriage with survival of lob-lolly pine seedlings planted in December in Alabama. *Tree Physiology*, 1(41): 253-263. doi: 10.1093/treephys/1.3.253
- Ledig FT. 1986. Conservation strategies for forest gene resources. *Forest Ecology and Management*, 14: 77-90. doi: 10.1016/0378-1127(86)90093-9
- Leingartner A, Hoiss B, Krauss J, Dewenter IS. 2014. Combined effects of extreme climatic events and elevation on nutritional quality and herbivory of alpine plants. *PloS one*, 9(4). doi: 10.1371/journal.pone.0093881
- Löf M, Thomsen A, Madsen P. 2004. Sowing and transplanting of broadleaves (*Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., *Prunus avium* L. and *Crataegus monogyna* Jacq.) for afforestation of farmland. *Forest Ecology and Management*, 188(1-3): 113-123. doi: 10.1016/j.foreco.2003.07.013
- Matesanz S, Gianoli E, Valladares F. 2010. Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1206: 35-55. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05704.x
- Mattsson A. 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13: 227-252.
- Mexal JG, Landis TD. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD, editors. *Proceedings, Western Forest Nursery Association*, Aug 13-17.
- Pipinis E, Milios E, Kiamos N, Mavrokordopoulou O, Simiris P. 2012. Effect of stratification and pre-treatment with gibberellic acid on seed germination of two *Carpinus* species. *Seed Science and Technology*, 40: 21-31. doi: 10.15258/sst.2012.40.1.03
- Semerci A. 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile iç anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler, İç Anadolu Ormançılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 279, Ankara, 142 s.
- Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Erbek A, Zeren Cetin I. 2021. The effect of climate on leaf micromorphological characteristics in some broad-leaved species. *Environment, Development and Sustainability*, 23: 6395-6407. doi: 10.1007/s10668-020-00877-w
- Şevik H, Ayan S, Demircioğlu N, Sivacioğlu A. 2003. Kastamonu - Gököy orman fidanlığı çıplak köklü geniş yapraklı orman ağacı fidanlarının TSE normlarına göre değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 3(2): 233-245.
- Shafiei AB, Akbarinia M, Jalali G, Hosseini M. 2010. Forest fire effects in beech dominated mountain forest of Iran. *Forest Ecology and Management*, 259: 2191-2196. doi: 10.1016/j.foreco.2010.02.025
- Şimşek Y. 1987. Ağaçlandırmada kaliteli fidan kullanma sorunları. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 33(65): 5-29.
- Şimşek Y, Tulukçu M, Toplu F. 1985. Türkiye'de Tesis Edilen Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Orijin Denemelerinde Büyüme ve Kalite Özelliklerindeki Varyasyonlar Üzerine Araştırmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 149, Ankara.
- South DB, Harris SW, Barnett JP, Hainds MJ, Gjerstad DH. 2005. Effect of container type and seedling size on survival and early height growth of *Pinus palustris* seedlings in Alabama U.S.A. *For Ecol Manage.*, 204: 385-398. doi: 10.1016/j.foreco.2004.09.016
- St. Clair BJ, Howe GT. 2011. Strategies for conserving forest genetic resources in the face of climate change. *Turkish Journal of Botany*, 35: 403-409. doi: 10.3906/bot-1012-98
- Sykes MT, Prentice IC. 1996. Climate change, tree species distribution and forest dynamics: A case study in the mixed conifer/northern hardwood Zone of Europe. *Clim. Change*, 34: 161-177. doi: 10.1007/BF00224628
- Tekin O, Cetin M, Varol T, Ozel HB, Sevik H, Zeren Cetin I. 2022. Altitudinal migration of species of Fir (*Abies* spp.) in adaptation to climate change. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(9): 385. doi: 10.1007/s11270-022-05851-y
- Turna İ, Güney D. 2009. Altitudinal variation of some morphological characters of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(2): 202-208.
- Velioğlu E, Çiçek FF, Kaya Z, Çengel B. 1999. Kaz dağlarındaki doğal kazdağı göknarı (*Abies equi-trojani* Aschers. Et. Sint.) populasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılanması, Orm. Ağaçları ve Tohumları İslah Araş. Müd., Teknik Bülten No: 3, Orm. Bak. Yayın No:074, Müd. Yayın No:10, 31, Ankara.
- Varol T, Cetin M, Ozel HB, Sevik H, Zeren Cetin I. 2022. The effects of climate change scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(2): 45. doi: 10.1007/s11270-022-05516-w
- Yahyaoglu Z, Genç M. 2007. Fidan Standardizasyonu. Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları, SDÜ Orman Fakültesi Yayın, 75, 555 s.
- Yahyaoglu Z, Genç M. 1990. Orman ağaçlarında gen kaynaklarının korunması, Çevre Biyolojisi Sempozyumu, 17-19 Ekim, Ankara.
- Yahyaoglu Z, Güney D, Turna İ, Atar F. 2012. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda bazı morfolojik özelliklere bağlı varyasyonların belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel sayı: 234-239.
- Yaltrık F. 1982. *Flora of Turkey and Aest Eagen Island*, *Universty Press, Edinburgh.*, Ed. P.H. Davis, 7, p 684.
- Yer EN, Ayan S. 2011. Eskişehir orman fidanlık koşullarında yetiştirilen çıplak köklü Toros sediri ve Anadolu karaçam fidanlarının gelişim dönemleri. *K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 11(2): 219-227.