



Anadolu Karaçamı tüplü fidanlarında gelişim evreleri ve bazı fidan özellikleri

Sezgin Ayan^{1*}, Fatma Çelen², Orhan Gülseven³

¹Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu

²Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği ABD, Kastamonu

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Sürdürülebilir Ormancılık Doktora Programı, Kastamonu

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 21/03/2023

Kabul Tarihi: 25/04/2023

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1268749>

* Sorumlu yazar:

sezginayan@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Kanaatkar ve ekstrem koşullara dirençli olması nedeniyle İç Anadolu'nun yarı kurak ve antropojen step alanlarının ağaçlandırılmasında ise en çok tercih edilen tür Anadolu karaçamıdır (*Pinus nigra* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský). Ancak, kitlesel fidan üretiminin yapıldığı fidanlık ekolojik koşullarında fidan gelişim evrelerinin belirlenmemiş olması uygulanan kültürel işlemlerinin takviminde belirsizlik

oluşturabilmektedir. Çankırı Orman fidanlığı ekolojik koşullarında Çankırı-İsmetpaşa orijinli tüplü 2+0 yaşlı Anadolu Karaçamı fidanları üzerinde yürütülen bu araştırmada; i) Morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerinin dönemsel değişimleri, ii)İkinci vejetasyon dönemi sonu itibariyle morfolojik fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları, iii)İkinci vejetasyon dönemi için fidan gelişim dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda; fidanlarda ortalama boy (FB), kök boğazı çapı (KBÇ), gövde taze ağırlığı (GTA), kök taze ağırlığı (KTA), fidan taze ağırlığı (FTA), gövde kuru ağırlığı (GKA), kök kuru ağırlığı (KKA), fidan kuru ağırlığı (FKA), katlılık indisi (Kİ), gürbzlük indisi (Gİ), kuru kök yüzdesi (%Kkök) ve Dickson kalite indisi (DKİ) ve standart hata değerleri sırasıyla; 14,11±0,2 cm, 4,79±0,06 mm, 7,89±0,33 g, 7,6±0,26 g, 15,49±0,37 g, 3,62±0,23 g, 3,2±0,23 g, 7,05±0,29 g, 1,08±0,08, 20,45±0,05, %48,74±1,76 ve 0,55±0,1 olarak saptanmıştır. Fidanların gelişim evreleri; 15 Mart-15 Nisan arası "durgunluktan çıkış", 15 Mayıs-15 Ağustos arası "gelişme+hızlı gelişme", 15 Eylül-15 Ekim "odunlaşma dönemi" olarak belirlenmiştir. Fidanların şafak öncesi su potansiyeli (Ψpd) açısından en düşük değer -1,38±0,203 MPa ile ağustos ayında, fotosentez verimliliği değerleri ise en düşük 0,63 ile Mart, en yüksek 0,92 ile Ekim ayında saptanmıştır. Fidanlar büyük bir oranla TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına uygun olduğu, başta fidan kök karakteristikleri olmak üzere yarı-kurak yörelerdeki plantasyonlar için uygun standartlarda oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağaçlandırma, Anadolu karaçamı, antropojen step, yarıkurak, fidan gelişim evresi

Growth stages and some characteristics of containerized Anatolian black pine seedlings

ABSTRACT

Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský) is the most preferred species in the afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas of Inner Anatolia thanks to its thrifty and resistance to extreme conditions. However, the fact that the stages of seedling development have not been determined in the ecological conditions of the nursery where mass seedling production is carried out may create uncertainty in the calendar of applied cultural operations. In this research conducted on 2+0 aged containerised Anatolian black pine seedlings originating from Çankırı-İsmetpaşa under the ecological conditions of Çankırı forest nursery; i)Periodic changes in morphological and physiological seedling characteristics, ii)Morphological seedling characteristics and their compliance with Turkish Standards by the end of the second vegetation period, iii)Determine the seedling growth stage for the second vegetation period have been aimed. As a result of this research; seedlings height (SH), root collar diameter (RCD), stem fresh weight (SFW), root fresh weight (RFW), the fresh total weight of the seedlings (STFW), the stem dry weight (SDW), root dry weight (RDW), seedling total dry weight (STDW), the ratio of the stem dry weight to root dry weight (KI), the ratio of seedling height to root collar diameter (GI), dry root percentage (DRP%) and Dickson quality index (DQI), it has been

Bu makaleye atf:

Ayan, S., Çelen, F., Gülseven, O., 2023. Anadolu Karaçamı tüplü fidanlarında gelişim evreleri ve bazı fidan özellikleri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 58-69.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

determined mean and standard error as follows; 14.11±0.2 cm, 4.79±0.06 mm, 7.89±0.33 g, 7.6±0.26 g, 15.49±0.37 g, 3.62±0.23 g, 3.42±0.23 g, 7.05±0.29 g, 1.08±0.08, 20.45±0.05, %48.74±1.76 and 0.55±0.1 respectively. From March 15th to April 15th is “*exit of dormant*”; from May 15th to August 15th is “*growing+fast growing*”; and from September 15th to October 15th has been determined as the “*lignification stage*” as the stages of seedling growth. The lowest values in terms of pre-dawn water potential (Ψ_{pd} -1.38±0.203 MPa) in August were determined. The photosynthesis efficiency values were determined in March with the lowest 0.63 and in October with the highest value of 0.92. It has been concluded that the seedlings comply with TSE 2265/February 1988 standards with largely, and that they are at appropriate standards for planting in semi-arid regions, particularly in the seedlings root characteristics.

Key Words: Afforestation, Anatolian black pine, antropogen steppe, semiarid, seedling growth stage

1. Giriş

Türkiye’de iğne yapraklı türler içerisinde en geniş yayılış yapan tür, kızılçamdan sonra ikinci sırada yer alan Anadolu karaçamıdır (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, Syn: *P. n.* subsp. *caramanica* (Loudon) Businský). Türkiye’de potansiyel ağaçlandırma sahaları büyük ölçüde yarı kurak alanlarda yoğunlaşmıştır. Ekstrem iklim koşullarına karşı direnci, Anadolu karaçamını Türkiye’de yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılan ilk ağaç türü yapmaktadır (Öner ve İmal, 2007; Semerci ve ark., 2008; Ertekin ve Özel, 2010; Gökdemir ve ark., 2012; Öner ve ark., 2016; Ayan ve ark., 2017; Ayan ve ark., 2021a). Barčić ve ark. (2020) ve Freer-Smith ve ark. (2019) karaçamın, Akdeniz alt bölgesindeki kayalık alanlar ile Ön-Alpler ve Apeninler’deki dağlık ve tepelik arazilerin ağaçlandırılmasında en önemli iğne yapraklı türlerden birisi olduğunu belirtmektedirler.

Anadolu karaçamının ekonomik olarak taşıdığı değerin yanında, küresel iklim değışikliğinin potansiyel riskleri altında özellikle antropojen step koşullarında hayatta kalabilme yeteneğiyile kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırma çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır (Acar ve ark., 2010; Ayan ve ark., 2021a). Thurm ve ark. (2018) karaçamı, özellikle Orta Avrupa’daki değışen iklim koşullarına karşı elverişsiz toprak koşulları için alternatif türler arasında olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde Mikulová ve ark. (2019) karaçam ağaçlandırmalarının lokal iklimin hava sıcaklığı ve nemini değıştirmede etkin bir role sahip olduğuna işaret etmektedirler.

Plantasyon başarısında dikim materyali, fidan kalitesi özellikle yarı kurak ve antropojen step alanlar gibi ekstrem alanlarda daha da önemli bir husus olmaktadır. Plantasyon tesisinde kullanılacak fidan kalitesi üzerinde; tüplü fidan kullanımının (Ayan, 2007), değışik harç materyalleri ve yetiştirme ortamlarının (Ayan, 2001; 2002a; 2002b; Ayan ve ark., 2005a; Ayan ve Tüfekçioğlu, 2006; Ayan ve Tilki, 2007), yavaş yarayırlı gübrelerin (Ayan, 1998), etkin mikroorganizmaların (Ayan ve ark., 2021b; 2022a), farklı yetiştirme süreçlerinin “sera-açık alan-gölgelik alan” (Ayan ve ark., 2000), fidanlık ekolojik koşullarına göre belirlenmiş fidan gelişim evrelerine dayalı kültürel işlemlerin (Demircioğlu ve Ayan, 2004; Ayan ve ark., 2005b; Yer ve Ayan, 2011) etkisi farklı çalışmalarda vurgulanmıştır. Türkiye fidanlıklarında yapılan fidan kalitesi araştırmalarında gerek ekonomik gerek zaman tasarrufu ve pratikliği nedeniyle morfolojik fidan kalite özelliklerinin tayinine yönelik araştırmalar öne çıkmaktadır. Bu hususta, Ayıntaplı (1995), Avanoğlu ve ark. (2005) ile Yer ve Ayan (2011) Anadolu karaçamı fidan kalite sınıflandırılması üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte kitlesel fidan üretiminin gerçekleştirildiği her daimi fidanlıkta

türe ve fidan tipine göre fidan gelişim evrelerinin belirlenmesi, bu evrelere dayalı olarak fidanlık kültürel işlemlerinin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Bu sayede dikim sahasına gönderilecek fidanların sahanın özelliklerine göre yetiştirilmesi ve gerekli kültürel işlemlerle istenilen fidan özelliklerine haiz olması imkanı sağlanabilir.

Kitlesel fidan üretiminin yapıldığı her fidanlık ekolojik koşullarında fidan gelişim evrelerinin belirlenmemiş olması uygulanan kültürel işlemlerinin takviminde de belirsizlik oluşturabilmektedir. Bu nedenle; Yarı kurak ve antropojen step iklim şartlarında yönelik kitlesel fidan üretiminin gerçekleştirildiği Çankırı Orman fidanlığında tüplü Anadolu karaçamı fidanları üzerinde yürütülen bu araştırmada; *i*) Morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerin dönemsel değışimleri, *ii*) 1+0 ve 2+0 yaşlı polietilen tüplü fidan özellikleri ve Türk Standartlarına uygunlukları ve *iii*) İkinci vejetasyon dönemi fidan gelişim dönemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Araştırmanın materyalini, 1+0 yaşını tamamlamış, ikinci vejetasyon dönemindeki Çankırı-İsmetpaşa orijinli Anadolu karaçamı fidanları oluşturmuştur. Araştırma, Çankırı Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Çankırı il merkezinin kuzeyinde bulunan fidanlığa ait genel bilgiler çizelge 1’de verilmiştir (Anonim, 2019).

Çizelge 1. Çankırı Orman Fidanlığına ait bilgiler

İli	Çankırı
İlçesi	Merkez
Enlem	40° 34' Kuzey
Boylam	33° 30' Doğu
Rakım (m)	710
Yıllık Ortalama Sıcaklık (C°)	11.3
Yıllık Maksimum Sıcaklık Ortalaması (C°)	18.0
Yıllık Minimum Sıcaklık Ortalaması (C°)	4.9
Yıllık Yağış (mm)	414.2
pH	7.36 – 7.72
Tekstür	Balçık ve killi balçık

Fidanların yetişme ortamı olarak %60 orman toprağı, %20 humus, %15 tarım ponzası ve %5 kompost inek gübresi kullanılmıştır. Fidan tüplerinin yapısını 11×25 cm boyutlarında polietilen tüpler oluştırmaktadır. Üretim sürecinde gübreleme yapılmayan fidanlara sulama işlemi, düzenli olarak her gün akşam saatleri yağmurlama sulama sistemi ile yapılmıştır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Fidanların morfolojik karakterlerinin belirlenmesi ve kalite standartları

Araştırmaya obje Anadolu karaçamı polietilen tüplü fidanlarında üç tekrarlı ve her tekrarda 30'ar adet fidan olacak şekilde toplamda 90'ar fidan üzerinde morfolojik ölçümler yapılmıştır. Fidanlığın ekolojik koşullarında henüz dormant haldeki fidanlarda 20 Mart itibarıyla örnek alımı ve ölçümlere başlanmış ve yine fidanların dormansi evresine girmiş olduğu Ekim sonuna kadar 8 ay boyunca periyodik olarak devam edilmiştir. Morfolojik karakterlerde periyodik yapılan ölçüm ve tespitler üç tekerrürde fidan boyu ve kök boğazı çapı için toplam 90 fidanda diğer bütün karakterler için ise 30 fidan üzerinde gerçekteşirilmifitir. Aynı zamanda rutin fenolojik gözlemler gerçekteşirilmifitir. Periyodik ölçümlere dayalı olarak fidan gelişim evreleri kuru madde değişim oranına göre tespit edilmiştir (Kılıcı ve ark., 1999; Demircioğlu ve Ayan, 2004; Ayan ve ark., 2005). Dirik (1990) kuru ağırlık oranının, uyku durumunun tespiti için kolay ve çabuk bir yöntem olarak ifade etmektedir. Bu amaçla bu çalışmada; vejetasyon dönemi boyunca fidanlar üzerinde periyodik olarak tespit edilen fidan kuru ağırlıkları (FKA) ve günlük kuru madde değişim oranı ile bunun yanında fidan boyunda (FB) meydana gelen belirgin farklılıklardan yararlanılmıştır.

Taze fidanların; fidan boyu (FB-0.1 cm) ve kök boğaz çapları (KBÇ-0.1 mm) ile daha sonra kök boğazından kesilerek gövde ve kök taze ağırlıkları (GTA, KTA-0.001 gr) ölçülmüştür. Ölçümleri tamamlanan fidanlar etüve alınarak 105 °C'de 24 saat bekletilmiş, gövde ve kök kuru ağırlıkları (GKA, KKA, FKA-0.001 gr) ölçümleri yapılmıştır (Ayan, 2002a). Elde edilen veriler yardımıyla aşağıdaki karakterler F1 ve F2'ye göre hesaplanmıştır:

- Kuru kök % (%Kkök) = [KKA(g) / FKA (g)] x 100 (1)
- Katlılık indisi (Kİ) = GKA/KKA (2)
- Gürbüzlük indisi (Gİ) = [FB (mm) / KBÇ (cm)] (Aphalo ve Rikala, 2003) (3)

Dickson kalite indeksi (DKİ), fidan kuru ağırlık değerinin, gürbüzlük indisi (F3) ile katlılık indisi (F2) toplamına bölünmesi ile elde edilen değerdir (F4) (Dickson ve ark., 1960). Kalite indeksi değeri 1'e yakın ve daha yüksek bir değer bulunan fidanlar yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir (Akgül, 2010).

$$DKİ = \frac{\text{Fidan Kuru Ağırlığı}}{(\text{Gürbüzlük İndisi}) + (\text{Katlılık indisi})} = \frac{FKA}{\left(\frac{FB}{KBÇ}\right) + \left(\frac{GKA}{KKA}\right)} \quad (4)$$

Gİ değerleri için; Gİ<50 ise kaliteli fidan, 50<Gİ<60 ise orta kaliteli fidan, Gİ>60 ise düşük kaliteli fidan aralıklarına göre sınıflandırma yapılmıştır (Aphalo ve Rikala, 2003). Ayrıca, fidanların kalite sınıflarının belirlenmesi amacı ile iğne yapraklı

türlerin kalite sınıfları kullanılarak TS 2265/şubat 1988 TSE standartlarına (Çizelge 2) uygunluğu değerlendirilmiştir (Anonim, 1988).

Çizelge 2. TS 2265'e göre karaçam kalite standartları (Anonim, 1988)

Fidan türü	Fidan sınıfı	Fidan Boyu (cm)	Kök Boğazı Çapı (mm)	Gövde/Kök Oranı
1+0 yaşlı fidan				
Karaçam	I	≥ 6	≥ 2,0	< 3
	II	6 – 5	≥ 2,0	3-4
	III (Iskarta)	< 5	< 2,0	> 4
2+0 yaşlı fidan				
Karaçam	I	≥ 9	≥ 2,0	< 3
	II	9 – 7	≥ 2,0	3-4
	III (Iskarta)	< 7	< 2,0	> 4

2.2.2 Fidanların fizyolojik karakterlerinin belirlenmesi

a) Fidanlarda şafak öncesi su potansiyelinin tespiti

Bitki su potansiyeli, bitki fizyolojisi ile ilgili olarak su seviyesinin belirlenebilmesinde kullanılabilecek en önemli göstergedir (Lopushinsky, 1990). Genel olarak bitkilerdeki maksimum su potansiyeli şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}), minimum su potansiyeli ise gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ile belirtilmektedir. Kserofit bitkilerde ister kurak ister nemli bir dönemde bitkide su potansiyeli düştükkçe transpirasyonla su kaybı da o ölçüde artmaktadır; bilhassa kurak ekosistemlerde yaprak su potansiyeli ile transpirasyon hızı arasında güçlü bir ilişkinin var olduğu ifade edilmektedir. Gün ortası su potansiyeli ile bitkilerin stres durumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Bununla birlikte, toprak su potansiyelinin göstergesi olarak şafak öncesi yaprak su potansiyeli ve gün ortası su potansiyeli arasında güçlü bir ilişi vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bu araştırmada; şafak öncesi su potansiyeli ölçümleri (Ψ_{pd} -MPa), 2019 Mart-Ekim ayları arasında periyodik olarak ölçülmüştür. Ölçümler için her ay 5'er tane fidan kullanılarak toplamda 8 ay içerisinde 40 fidanda ölçüm yapılmıştır. Su potansiyelinin belirlenmesinde Scholander ve ark. (1965) tarafından geliştirilmiş olan basınç cihazı kullanılmıştır. Kullanılan basınç cihazı taşınabilir olmadığı için örnek tüplü fidanlar, su potansiyeli ölçümü için Çankırı fidanlığından saat 05:00 sularında alınarak yaklaşık 10 dk içerisinde Çankırı Karatekin Üniversitesi Silvikültür Anabilim Dalı Laboratuvarına getirilmiş, hemen akabinde kök boğazından kesilerek, kesim yerinden itibaren 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyulmuş ve ölçümler için hazırlanmıştır. Sonrasında fidanlar basınç cihazına yerleştirilerek su potansiyeli ölçümleri gerçekteşirilmifitir.

b) Fidanlarda klorofil floresans yöntemiyle fotosentetik verimlilik tespiti

Klorofil floresans ölçümleri çeşitli stres faktörlerinin bitki üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla son zamanlarda yaygın bir teknik olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bu ölçümlerle anlık olarak bitkilerin sağlık durumları hakkında fikir edinilebilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Brestic ve

Zivcak, 2013; Jedmowski ve Brüggemann, 2015; Brestic ve ark., 2018). Klorofil floresans ölçümlerinde stres koşullarındaki bitkilerde fotosentetik olayların belirlenmesinde en yaygın kullanılan parametre Fv/Fm oranı olup bu oran PS II'nin fotokimyasal reaksiyonlarının maksimum verimini ifade etmektedir. Normal koşullar altındaki bitkide söz konusu değerin 0.790-0.840 arasında olduğu stres koşulları altında azaldığı ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000) Klorofil floresans ölçümleri öncesinde, fidanların iğne yapraklarına klipsler takılıp 30 dk boyunca karanlığa adapte olmaları sağlanmıştır. Daha sonra fidanlarda klorofil floresans ölçümleri gün ortasında klorofil florometre (OptiScience OS-30P) cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler 2019 yılı Mart-Ekim ayları arasında her ay 20 fidan üzerinde toplamda 160 fidanda gerçekleştirilmiştir.

2.3 İstatistiki değerlendirme

Morfolojik (FB, KBÇ, GTA, KTA, GKA ve KKA) ve fizyolojik (Ψ_{pd} , Ψ_{md} , Fv/Fm) fidan özelliklerine ait veriler ile morfolojik fidan özelliklerine ait verilerden hesaplanan fidan indis değerleri (FTA, FKA, %KKök, Gİ, Kİ ve DKİ) üzerinde "Windows SPSS Software (23.0)" programında temel istatistikler (Aritmetik ortalama, ortalamanın standart hatası, standart sapma, minimum ve maksimum değer, varyans)

belirlenmiştir. Ayrıca, boxplot grafikleri ile medyan, Q1 ve Q3 çeyreklikler ortaya konarak üretilen fidanların homojenlikleri hakkında kanaat oluşturulmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR

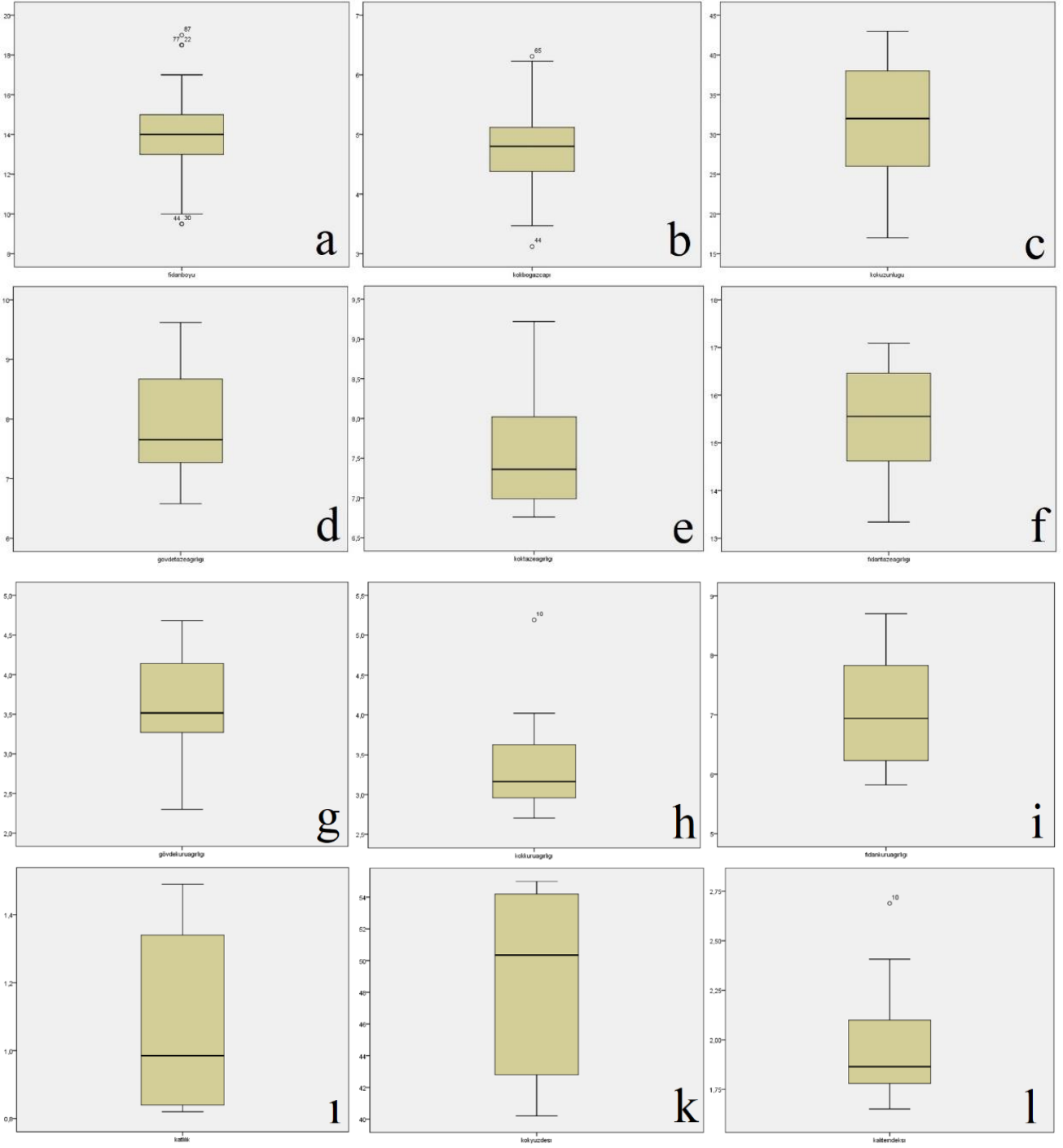
3.1. Fidan morfolojik özellikleri ve periyodik değişimi

Anadolu Karaçamı polietilen tüplü fidanlarının morfolojik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3'de, boxplot grafikleri ise Şekil 1'de verilmiştir. Ayrıca, ölçülen ve hesaplanan her bir fidan morfolojik değişkeninin aylık periyotlar ile gösterdikleri değişim Şekil 2'de verilmiştir.

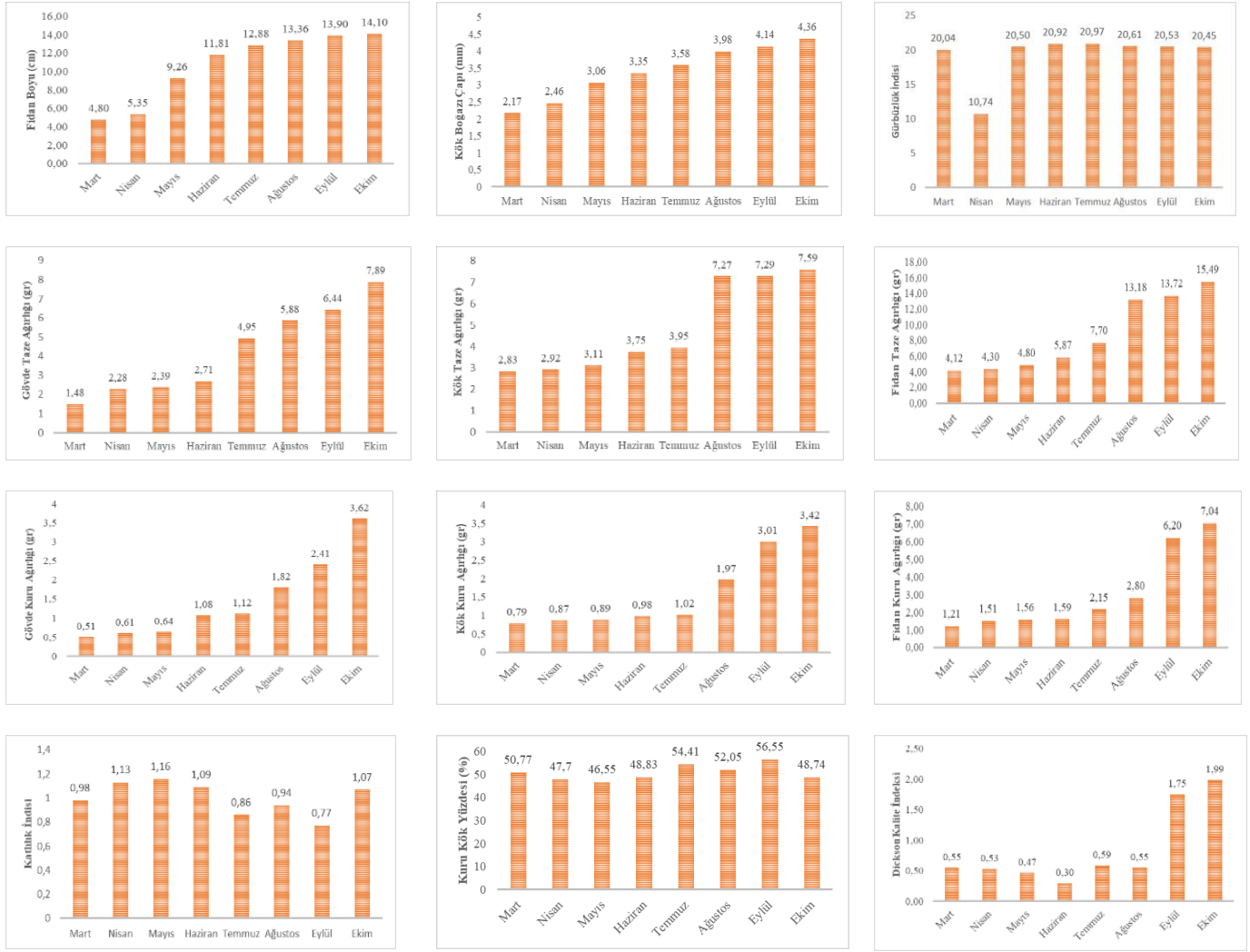
Şekil 2'de görüldüğü üzere fidan boyu Mart ortası ile Haziran ortası arasındaki dönemde 2,5 kat artış gösterirken, kök boğazı çapı artışı tedrici ve sürekli bir artış saptanmıştır. Bu tespit bitkilerde çaptan önce boy büyümesinin büyük ölçüde gerçekleştiği gerçeğini teyid etmektedir. Birinci vejetasyon dönemi sonundan ikinci vejetasyon dönemi sonuna kadar %100 lük bir artış tespit edilmiştir. Ayrıca, gerek gövde gerekse kök taze ve kuru ağırlıklarının temmuz ortasından sonra yüksek bir ivmeyle artış gösterdiği periyodik ölçümlerde bulunmuştur

Çizelge 3. Polietilen tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının (1+0 ve 2+0) morfolojik özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler (n=90)

Morfolojik Özellik	1+0 Yaşlı Fidan				
	Ortalama	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Varyans
Fidan boyu (FB-cm)	4,80	14,11	0,197	1,87	3,51
Kök boğazı çapı (KBÇ-mm)	2,17	4,36	0,063	0,60	0,37
Gövde taze ağırlığı (GTA-g)	1,48	7,89	0,328	1,04	1,08
Kök taze ağırlığı (KTA-g)	2,83	7,59	0,257	0,81	0,66
Fidan taze ağırlığı (FTA-g)	4,12	15,49	0,372	1,18	1,39
Gövde kuru ağırlığı (GKA-g)	0,51	3,62	0,233	0,74	0,55
Kök kuru ağırlığı (KKA-g)	0,79	3,42	0,230	0,74	0,54
Fidan kuru ağırlığı (FKA-g)	1,21	7,05	0,294	0,93	0,87
Katlılık indisi (Kİ)	0,98	1,08	0,079	0,25	0,06
Gürbüzlük indisi (Gİ)	20,04	20,45	0,05	0,54	43,8
Kuru kök yüzdesi (%KKök)	50,77	48,74	1,76	5,57	31,12
Dickson kalite indisi (DKİ)	0,55	1,99	0,10	0,32	0,11



Şekil 1. Morfolojik özelliklere ilişkin boxplot grafikleri [a) Fidan boyu, b) Kök boğaz çapı, c) Kök uzunluğu, d) Gövde taze ağırlığı, e) Kök taze ağırlığı, f) Fidan taze ağırlığı, g) Gövde kuru ağırlığı, h) Kök kuru ağırlığı, i) Fidan kuru ağırlığı, j) Katlılık indisi, k) Kuru kök yüzdesi, l) Dickson kalite indisi]



Şekil 2. Anadolu karaçamı fidanlarının ikinci vejetasyon dönemindeki FB, KBC, Gİ, GTA, KTA, FTA, GKA, KKA, FKA, Kİ, %KkK ve DKİ değerlerin dönemsel değişimi

3.2 Fidanların kalite standartlarına göre değerlendirilmesi

Poliyeten tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının TSE fidan kalite standartları ile Aphalo ve Rıkala (2003)'nın gübüzlük

indisi fidan kalite sınıflamasına göre değerlendirmesi Çizelge 4'de verilmiştir

Çizelge 4. Fidan kalite standartlarına göre Anadolu karaçamı fidanlarının kalite sınıflarına dağılımı

Tür	Fidan yaşı	Kalite sınıfı	TSE'ye göre				Gİ Aphalo ve Rıkala (2003)'ya göre Adet/%
			FB Adet/%	KBC Adet/%	KI Adet/%	FB-KBC-KI Adet/%	
Karaçam	(1+0)	I. Sınıf	85/94,5	88/97,8	84/93,3	82/91,2	87/96,6
		II. Sınıf	1/1,1	1/1,1	4/4,4	4/4,4	2/2,3
		III (İskarta)	4/4,4	1/1,1	2/2,3	4/4,4	1/1,1
	(2+0)	I. Sınıf	86/95,5	86/95,5	82/91,2	82/91,2	86/95,4
		II. Sınıf	-	-	4/4,4	4/4,4	2/2,3
		III (İskarta)	4/4,4	4/4,4	4/4,4	4/4,4	2/2,3

3.3. Fidan fizyolojik karakterlerinin periyodik değişimi

İkinci vejetasyon dönemini geçirmekte olan Anadolu karaçamı fidanlarının aylara göre periyodik şafak öncesi (Ψ_{pd}) su potansiyeli ve fotosentez verimliliği (F_v/F_m) ortalaması ile standart hata değerleri Çizelge 5’de verilmiştir. Şafak öncesi su potansiyeli açısından en düşük değer $-1,38 \pm 0,203$ MPa ile Ağustos ayında tespit edilmiştir. Fotosentez verimliliği değerleri ise en düşük 0,63 ile Mart ayında, en yüksek 0,92 ile Ekim ayında gözlenmiştir.

3.4 Anadolu karaçamı fidanlarının gelişim evrelerinin belirlenmesi

Aylık periyotlarla örneklenen ve ikinci vejetasyon evresini geçirmekte olan fidanların gelişim evreleri ve süreleri Çizelge 6’da verilmiştir. Fidan gelişim evreleri incelendiğinde, “günlük kuru madde değişimi” bakımından en yüksek artış “odunlaşma” ($69,47$ mg/gün) evresinde gerçekleşirken, en düşük kuru madde artışı ($10,2$ mg/gün) ise “durgunluktan çıkış” döneminde tespit edilmiştir. Yine gelişim evreleri değerlendirildiğinde; en yüksek günlük boy artımı ($0,65$ mm/gün) “gelişme + hızlı gelişme” döneminde, en düşük boy artımı ise “odunlaşma” döneminde ($0,12$ mm/gün) olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Anadolu karaçamı fidanlarında şafak öncesi (Ψ_{pd}) su potansiyeli ve fotosentez verimliliği (F_v/F_m) ortalama ve standart hata değerleri ile bazı meteorolojik parametrelerin (Anonim, 2022) periyodik değişimi

Aylar	F_v/F_m	Ψ_{pd} (MPa)	Ort. Bağ. Nem (%)	Ort. Sıcaklık (°C)	Mak. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)
Mart	$0,63 \pm 0,024$	$-0,86 \pm 0,048$	60,1	6,4	14,2	-0,1	32,4
Nisan	$0,75 \pm 0,055$	$-1,07 \pm 0,096$	62,8	10,3	17,6	4,0	43,9
Mayıs	$0,77 \pm 0,023$	$-0,93 \pm 0,08$	64,1	17,0	24,6	10,0	75,0
Haziran	$0,77 \pm 0,011$	$-0,88 \pm 0,066$	63,2	21,9	29,6	15,2	88,7
Temmuz	$0,81 \pm 0,011$	$-1,35 \pm 0,17$	54,1	22,0	30,4	13,5	22,8
Ağustos	$0,76 \pm 0,024$	$-1,38 \pm 0,203$	51,6	23,2	31,7	14,6	13,5
Eylül	$0,75 \pm 0,017$	$-1,05 \pm 0,059$	53,7	18,5	27,6	9,8	7,6
Ekim	$0,92 \pm 0,168$	$-1,11 \pm 0,055$	62,8	14,5	24,2	6,3	11,8

Çizelge 6. Anadolu karaçamı fidan gelişim evreleri

Aylar	FKA (mg) ve GDO (mg/gün)	FB (mm) ve GDO (mm/gün)	FKA Dönemsel Değişimi (mg)	Ölçüm Aralığı (gün)	FKA-FB (mg) (mm) Değişim Miktarı	Vejetasyon Süresi	Gelişme Dönemleri
Mart	1211	48,0				(0-30)	Durgunluktan
Nisan	1517	53,5	306	30	306-5,5	30 gün	çıkış
GDO	10,20	0,18					
Mayıs	1561	92,6	44	31			
Haziran	1594	118,1	33	30		(30-152)	Gelişme-
Temmuz	2151	128,8	557	31	1291-80,1	122 gün	Hızlı gelişme
Ağustos	2808	133,6	657	30			
GDO	10,58	0,65					
Eylül	6208	139,0	3400	31		(152-213)	Odunlaşma
Ekim	7046	141,0	838	30	4238-7,4	61 gün	
GDO	69,47	0,12					
Toplam	7046 mg – 141,0 mm				5835 mg-93 mm		

GDO: Günlük değişim oranı

4. Sonuçlar ve Tartışma

Çankırı Orman Fidanlığında 2. vejetasyon dönemini geçirmekte olan Anadolu karaçamı fidanlarındaki fenolojik gözlemler değerlendirildiğinde; ilk tomurcuk patlamasının mart ayı sonlarında olduğu, 20-27 Mart arası fidanların büyük bir ekseriyetinde ve homojen bir şekilde tepe ve yan tomurcuklarını patlattığını ve 21 Mart tarihinden itibaren ise tomurcuklardan yeni sürgünler uzamaya başladığı tespit edilmiştir.

Anadolu Karaçamı fidanlarının Çankırı Orman Fidanlığındaki ekolojik koşullarında “kuru madde değişimi” yöntemine göre, ikinci vejetasyon dönemi büyüme aşamaları; Mart-Nisan (30 gün) ayları arası “durgunluktan çıkış dönemi”, Mayıs-Ağustos (122 gün) ayları arası “gelişme + hızlı gelişme dönemi”, Eylül-Ekim (61 gün) ayı “odunlaşma dönemi” olarak tespit edilmiştir. Günlük değişim oranları bakımından en yüksek artış FB ($0,65$ cm/gün) için Mayıs-Ağustos ayları, FKA ($69,47$ mg/gün) için Eylül-Ekim ayları, en yüksek kuru madde artımı

ise yine Eylül-Ekim ayları (4238 mg) olarak belirlenmiştir. Bu konuda; Demircioğlu ve Ayan (2004) Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında çıplak köklü sarıçamda, Ayan vd. (2005b) Trabzon-Of Ormanlığı Fidanlığı ekolojik koşullarında tüplü Doğu ladininde, Yer ve Ayan (2011) Eskişehir Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında Toros sediri ve Anadolu karaçamı fidanlarında ve Ayan ve ark. (2022b) Çankırı Orman fidanlığı ekolojik koşullarında tüplü Toros sediri fidanlarında kuru madde değişim oranı yöntemine göre fidan gelişim dönemlerini tespit etmişlerdir.

Fidan morfolojik karakterleri bakımından özellikle ikinci vejetasyon evresinde birinci yılsonu değerleri ile mukayese edildiğinde büyük bir gelişim gerçekleştiği saptanmıştır. Bununla birlikte; hem 1+0 hem de 2+0 yaşlı polietilen tüplü fidanların FB (14,11 cm), KBÇ (4.79 mm) ve Kİ (1.08) değerleri bakımından TSE normları ile değerlendirildiğinde %90 üzerinde 1. kalite sınıfında olduğu ayrıca, Aphalo ve Rikala (2003)'nın Gİ değerlerine göre de fidanların her iki yaşta %95'in üzerinde 1. kalite sınıfında olduğu tespit edilmiştir. FB ve KBÇ kriterleri ilgili olarak; Kızmaz'ın (1993), arazi çalışmalarıyla kombine ederek, Isparta - Eğirdir, Bolu ve Eskişehir fidanlıklarında karaçam üzerine yürüttükleri araştırma sonucunda; Isparta ve benzeri ekolojiler için KBÇ $\geq 3,5$ mm ve FB $\geq 6,1$ cm; Bolu ve benzeri yetişme muhitleri için de KBÇ $\geq 3,0$ mm ve FB $\geq 5,1$ cm olan fidanların üretilmesi tavsiye etmişlerdir. Genç ve ark. (1999) de 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarında kök boğazı çapı 3 mm'den küçük olan fidanların dikimlerde kullanılmaması gerektiğini vurgulamışlardır. Yer ve Ayan (2011) farklı yaşlara ve orijinlere ait Anadolu karaçamı fidanlarının gelişim dönemlerinin inceledikleri Eskişehir Orman Fidanlığındaki araştırmada; 1+0 yaşlı Ahırdağ orijinli fidanlarda boy gelişimi 7 cm bulunmasına rağmen 2+0 yaşlı aynı orijinli fidanlarda takriben %100 bir artış göstererek 13,54 cm'e ulaştığını belirtmiştir. Kİ değerinin ise 1+0 yaşlı fidanlarda 1-3 arasında iken 2+0 yaşlı fidanlarda ise 1,5-5,63 değerleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda özellikle yarı kurak alanlardaki fidan kullanımı için kök gelişimini destekleyecek uygulamaların yapılmasına dikkat çekmiştir. Avanoğlu ve ark. (2005) Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığında yürüttükleri araştırmada; dört farklı orijinden üretilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının ortalama FB 14,4 cm, KBÇ 2,5 mm, Kİ değerini ise 5 olarak tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonucundaki değerinin büyük bulunması nedeniyle üretilen bu standarttaki fidanların rutubet sorunu olmayan bölgelerde kullanılması önermişlerdir.

Bu araştırma kapsamında yetiştirilen 2+0 tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının bilhassa %KKök (%48,74), Kİ (1.08) ve KBÇ (4.36 mm) değerleri bakımından antropojen step ve yarı kurak mntıkalarındaki yapay tensil ve ağaçlandırma çalışmaları için uygun üretim materyali özelliğinde olduğu değerlendirilmiştir. %KKök değer bakımından; Deligöz ve ark. (2009) Eğirdir Orman fidanlığında yürüttükleri araştırmalarında 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı çıplak köklü fidanlarda kök yüzdesini %17,84 ile %19,56 arasında tespit etmişlerdir. Avanoğlu ve ark. (2005)'nin Kastamonu-Taşkoprü Orman Fidanlığında yürüttükleri çalışmada ise %KKök çıplak köklü karaçam fidanı dört orijinin ortalaması olarak %17,31 olarak tespit etmişlerdir. Bu oranlar ile mukayese edildiğinde üretimin yapıldığı fidanlık koşulları, orijin faktörleri farklı olmakla birlikte aynı yaşlı tüplü ve çıplak köklü fidanların %KKök

değerleri açısından ortaya çıkan büyük farklılık dikkati çekmektedir. Dolayısıyla, kuraklık stresinin etkili olduğu ekstremite arz eden yetişme muhiti koşullarında tüplü fidan kullanımının avantajını teyid etmektedir.

Yine Deligöz ve ark. (2009) araştırmalarında kalite sınıfları bazında belirlenen Kİ değerleri 3.70 ile 4.45 arasında tespit ederken, Genç ve Yahyaoğlu (1994) ise aynı türün aynı orijininde Kİ değerleri 3 olarak; Avanoğlu ve ark. (2005)'de, farklı tohum kaynaklarına ait 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özelliklerini inceledikleri çalışmaları Kİ değerini ortalama 4.79 olarak tespit etmiştir. Genç ve Yahyaoğlu (2007) aynı tür için, kurak yetişme ortamlarından toplanan tohumlardan üretilen fidanların Kİ oranını, nemli alanlardan toplanan tohumlardan üretilen fidanlara göre daha küçük olduğunu belirtmektedir. Yürütülen bu araştırmada ise Kİ değerleri 0,98 (1+0 yaşlı) ile 1,49 (2+0 yaşlı) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle katlılık değerleri büyük fidanları elbette tohum hasat ve kullanım prensiplerini de dikkate alarak rutubet problemi olmayan yörelerde (Deligöz ve ark., 2009) buna karşın küçük Kİ değerine sahip fidanların ise su kısıtı olan yörelerde kullanmak isabetli olacaktır. Bernier ve ark. (1995) Kİ değerleri 3'ten yüksek olmayan tüplü fidanların kullanılmasını genel olarak önerirken, Kİ değerinin yüksekliğinin kökün güçlü olmadığına işaret ettiğini ve özellikle kurak bölgeler ya da yüksek evaporasyon koşullarında yapılan dikimler için dikim sonrasında fidanların su stresinden etkilenebileceğini belirtmektedirler. Yürütülen bu çalışma kapsamında elde edilen Kİ değerleri ise polietilen tüplü fidanlara ait değerlerdir. Dolayısıyla Türkiye gibi potansiyel ağaçlandırma sahalarının antropojen step ve yarı kurak alanlarda (Ayan ve ark., 2021b) mevcut olması nedeniyle tüplü fidan üretim oranı ve kullanımının artırılması önem arz etmektedir.

Fidanların Gİ kriteri bakımından; Gökdemir ve Kızmaz (1998), dikim başarı açısından bu oranın 23-24 civarında olması gerektiğini belirtmektedir. Deligöz ve ark. (2009) ise çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanları için yürüttükleri araştırmada Gİ değerlerini 35,21 ile 55,42 arasında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada ise Gİ, 20.04 (1+0 yaşlı tüplü) ve 20.45 (2+0 yaşlı tüplü) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen farklı sonuçlar üzerinde fidanların yetiştirme sürecinde muhatap oldukları kültürel işlem farklılıkları ve özellikle de fidan tipinin etkili olduğu düşünölmektedir.

Bitki su potansiyeli ile su muhteviyatı arasında sıkı bir ilişki vardır. Dolayısıyla bitkilerin su potansiyeli azaldıkça nispi su içeriği de azalış eğilimindedir. (Taiz ve Zeiger, 2008). Hatta çok kurak bölgelerde su potansiyeli değerleri daha da düşebilmektedir (Xu ve Li, 2006; Kezik ve Kocaçınar, 2014). Ayrıca, bitkilerde su potansiyeli yıl içinde mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterirken (Tschaplinski ve ark., 1998; Choat ve ark., 2006) bitki türü ve yetişme ortamının da bireylerin fizyolojik davranışları üzerinde rolleri vardır (Kezik ve Kocaçınar, 2014). Bu çalışmada; fenolojik gözlemler ile teyit edilen ve kuru madde değişim oranı yöntemi belirlenen fidan gelişim evreleri ile bitki su potansiyeli birlikte değerlendirildiğinde; durgunluktan çıkış evresi olarak belirlenen mart sonu ve Nisan ayı başlarında gerçek dormansi döneminin sonlanmasıyla birlikte şafak öncesi (*Ψpd*) su potansiyeli değerlerinde düşüş olduğu gözlenmiştir. Bu durum, gelişme+hızlı gelişme evresinde fidanların su kullanımının artmasına karşın fidanlıkta uygun bir sulama rejimine henüz

başlanmaması ile ilgili olduğu düşünölmektedir. *Ψpd* açısından en düşük değer -1,38±0,203 MPa ile ağustos ayında tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları ile paralellik gösteren bir çalışma Deligöz (2007) tarafından gerçekleştirilmiş, Anadolu karaçamı fidanlarının uyku devresine giriş döneminde olan eylöl ayında su potansiyeli değerlerinin azaldığını ifade etmiştir. Ayrıca, Cleary ve Greaves (1979) su potansiyeli bakımından en düşük değerin dormant evreye giriş ve odunlaşma dönemi içinde olan Eylül ayında tespit edildiğini (-2,25 MPa), nitekim su potansiyeli değerinin yaklaşık -1,5 MPa'ya düşmesinin fidanlarda boy büyümesinin sona ermesine ve uyku halinin başlamasına neden olduğunu belirtmektedirler. Bu tespiti benzerlik gösteren bir eğilim bu çalışma kapsamında da elde edilmiştir. Dirik (1999) Anadolu karaçamı fidanlarında 5 aylık dönem süresince (Kasım-Mart) aylık periyotlarla öz suyu potansiyeli ile ilgili değerler, kök yenileme potansiyeli, köklerin kuruma stresine karşı dayanıklılıkları, arazi koşullarında olan dikimlerde uyanma oranı, tutma başarısı ve 1. vejetasyon dönemi sonu boy artımı değerlerini ortaya koyduğu çalışmada, su potansiyeli değerlerinin, köklerinin dayanıklılıklarının dönemsel olarak değiştiğini belirtmiştir.

Klorofil floresans, fotosentetik aktivitenin belirlenmesinde kullanılan ve fotosentetik verimliliği ortaya koyan en önemli parametre *Fv/Fm* oranıdır. Bu oranın stres koşullarında azaldığını çeşitli araştırıcılar tarafından ifade edilmektedir (Maxwell ve Johnson, 2000; Ritchie, 2006; Landis ve ark., 2010). Ayan ve ark. (2022b) Çankırı Orman fidanlığında Toros sedirinde yürüttükleri araştırmada; fidan gelişim evrelerine göre *Fv/Fm* oranının, ikinci vejetasyon dönemi başlarında, durgunluktan çıkış döneminde en düşük seviyelerde olduğu gözlenirken, Haziran-Temmuz- aylarında güneşlenme süresinin en uzun olduğu ve gelişme dönemi içerisinde sürgünlerinde gelişmesi ile en yüksek seviyelerdedir. *Fv/Fm* oranının, fidan gelişim evrelerinden yavaşlama ve odunlaşma dönemlerinde yine düşük gösterdiğini belirtmişlerdir (Ayan ve ark., 2022b). Toros sedirinde tespit edilen *Fv/Fm* oranı gibi Anadolu karaçamı fidanları üzerinde yürütölen bu çalışmamızda da benzer sonuçlar bulunmuştur. En düşük *Fv/Fm* oranı Mart ayında (0,63), en yüksek ise Ekim ayında (0,92) ölçöldü. Mayıs ile Ekim aylarında arasındaki *Fv/Fm* oranı Mart ayına göre daha yüksektir. Bu durum henüz dormant evreden çıkma aşamasındaki fidanların yaşadıkları stresin olası etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Stres, fidanların *Fv/Fm* oranının düşük olmasına neden olmuş olabilir. Yürütölen bu çalışmada; *Fv/Fm* değerleri aylar bazında değişiklik gösterse de genelde yüksek değerler olarak ortalama 0,77 olarak tespit edilmiştir. Bu durum fidanların herhangi bir stres etmenine maruz kalmadıklarını göstermektedir. Demir (2019) farklı orijinlere ait Anadolu karaçamı fidanlarında uyguladığı üç değişik sulama rejimi (S1: her gün S2: 5 günde bir, S3:10 günde bir) sonrasında fidanlarda *Fv/Fm* değerlerini en düşük 0,702 en yüksek 0,836 olarak tespit etmiştir. Söz konusu araştırma her ne kadar farklı orijinler ile sera ortamında ve farklı sulama rejimleri uygulanarak yapılsa da bu çalışma ile benzer sonuçlar içermektedir.

Sonuç olarak; Çankırı Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanlarının büyük bir oranla TSE 2265/Şubat 1988 standartlarına uygun olduğu, başta fidan kök karakteristikleri olmak üzere yarı-kurak yörelerde yapılacak ağaçlandırmalarda dikim için uygun standartlarda oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte; küresel iklim

değişikliğinin yoğun etkilerinin göröldüğu son yıllarda fidanlık kültürel işlemlerinin türe hatta orijine ve üretimin yapıldığı fidanlığın ekolojik şartlarına göre çok daha entansif bir planlamaya ve uygulamaya dayalı olarak yürütölmeye ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Bu çalışma, Fatma ÇELEN tarafından, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Sezgin AYAN danışmanlığında, hazırlanan yüksek lisans tezinden üretölmüştür.

Kaynaklar

- Acar, F.C., Altun, Z.G., Boza, A., 2010. Provenance trials of Turkish black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *nigra* var. *caramanica*) in Ege region: Fifteenth year results. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten 50, 1–34.
- Akgöl, H., 2010. Bolu Orman Fidanlığında Yetiştirilen Bazı Önemli Türlerde Fidan Kalite Değerlendirmeleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Anonim, 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları, TS 2265/Şubat-1988. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü Yayınları.
- Anonim, 2019. Çankırı Orman Fidanlığı 2019-2023 Yılları Arası Rotasyon Planı. Çankırı Fidanlık Müdürlüğü Kayıtları, Çankırı.
- Anonim, 2022. Çankırı Meteoroloji İstasyonu 2019 Yılına Ait İklim Değerleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Aphalo, P., Rikala, R., 2003. Field Performance of Silver-Birch Planting-Stock Grown at Different Spacing and in Containers of Different Volume. Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands. New Forests 25, 93-108.
- Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacioğlu, A., 2005. The Evaluation of 2+0-Year Old Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) Seedlings Produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery According to The Norms of Turkish Standards Institution. Sigma: Journal of Engineering and Science, Yıldız Technical University, 2,73-83, İstanbul, Türkiye.
- Ayan, S., 1998. Tüplü sarıçam (*Pinus silvestris* L.) fidanı üretiminde yavaş yarayışlı gübrelerin etkileri. Orman Mühendisliği Dergisi, 35(9), 25-28, Ankara.
- Ayan, S., 2001. Fidan üretiminde topraksız kültür ortamı alternatifleri. Gazi Üniversitesi Orman Faköltesi Dergisi 1(1), 30-42.
- Ayan, S., 2002a. Determining the Site Condition Features of Containerized-Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seedlings, and Setting the Production Techniques, Ministry of Forests, The In-stitution of Eastern Black Sea Forestry Research, Ministry Publication Number:179, Eastern Black Sea Forestry Studies (DKOA) Publication Number:14, Technical Bulletin Publication Number: 11, Trabzon.
- Ayan, S., 2002b. Fidan yetiştiriciliği ve ağaçlandırma çalışmalarında zeolite mineralinin kullanımı. Gazi Üniversitesi Orman Faköltesi Dergisi, 2(1), 78-88.

- Ayan, S., 2007. Containerised Seedling Propagation, 7th Section (Editors: Yahyaoglu, Z. and M. Genç, Seedling Standardization: Quality Seedling Propagation and Principals of Seedling Qualification Norms) Publication of Suleyman Demirel University, Pub. Nu: 75, 301-352, ISBN 978-9944-452-07-6, Isparta.
- Ayan, S., Yücedag, C., Simovski, B., 2021a. A major tool for afforestation of semi-arid and anthropogenic steppe areas in Turkey: *Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. Journal of Forest Science 67(10), 449–46367. <https://doi.org/10.17221/74/2021-JFS>.
- Ayan, S., Çalişkan, E., Özel, H.B., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Yılmaz, E., 2021b. Etkili Mikroorganizmaların Tüplü Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarının Morfolojik Özelliklerine Etkisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 23(1), 294-305.
- Ayan, S., Çalişkan, E., Özel, H.B., Yer Çelik, E.N., Yılmaz, E., Gülseven, O., Akın, S.S., 2022a. The influence of effective microorganisms on physiological characteristics of containerized taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings. CERNE, v.28, e-103018, <http://doi.org/10.1590/01047760202228013018>.
- Ayan, S., Çelen, F., İmal, B., 2022b. Tüplü Toros Sediri Fidanlarında Morfolojik ve Fizyolojik Bazı Özellikler ile Fidan Gelişim Evreleri (Çankırı Orman Fidanlığı). Bartın Orman Fakültesi Dergisi 24(2), 272-288.
- Ayan, S., Gerçek, V., Şahin, V., Sivacioğlu, A., 2005a. Tüplü Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidan Üretiminde Substrat Olarak Zeolitin Kullanılabilirliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ladin Sempozyumu Cilt. 1, 490-500, 19-22 Ekim 2005, Trabzon.
- Ayan, S., Feyzioğlu, F., Demircioğlu, N., Aksu, V., 2005b. Trabzon-Of Orman Fidanlığı ekolojik koşullarında doğu ladini fidanlarının gelişim dönemleri. KTÜ, Ladin Sempozyumu, 19-22 Ekim 2005, Cilt. 1; s. 437–445, Trabzon.
- Ayan, S., Tilki, F., 2007. Morphological Attributes of Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) Seed-lings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. Acta Agronomica Hungarica 55(3), 363-373.
- Ayan, S., Turna, İ., Acar, C., 2000. Sera ve açık alan koşullarının enso tipi sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının bazı morfolojik karakterleri üzerine etkileri. Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi No.3, 64-76, Erzurum.
- Ayan, S., Tüfekçioğlu, A., 2006. Growth Responses of Scots Pine Seedlings Grown in Peat-Based Media Amended with Natural Zeolite. Journal of Environmental Biology 27(1), 27-34.
- Ayan, S., Yer, E.N., Gülseven, O., 2017. Türkiye'deki Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırma Sahalarının İklim Tipi Açısından Değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 152-161.
- Ayıntaplı, P., 1995. Serinyol ve Tekir fidanlıklarında üretilen Kızılçam, Anadolu Karaçamı ve Toros Sediri fidanlarında kalite sınıflaması araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Barčić D., Dubravac T., Vučić M., 2020. Potential hazard of open space fire in black pine stands (*Pinus nigra* J.F. Arnold) in regard to fire severity. SEEFOR 11, 161–168.
- Bernier, P. Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D.G., 1995. Shoot root ratio is of limited use in evaluation the quality of container conifer stock, *Tree Planters' Notes* 46(3) 102-106.
- Brestic, M., Zivcak, M., 2013. PSII fluorescence techniques for measurement of drought and high temperature stress signal in crop plants: protocols and applications. In 'Molecular stress physiology of plants'. (EdsGRout, A Das), 87–131 p. (Springer: New Delhi, India).
- Brestic, M., Zivcak, M., Hauptvogel, P., Misheva S., Kocheva, K., Yang, X., Li, X., Al-lakhverdiev, S.I., 2018. Wheat plant selection for high yields entailed improvement of leaf anatomical and biochemical traits including tolerance to non-optimal temperature conditions. Photosynthesis Research, 136, 245–255.
- Choat, B., Ball, M.C., Luly, J.G., Donnelly, C.F., Holtum, J.A., 2006. Seasonal patterns of leaf gas exchange and water relations in dry rain forest trees of contrasting leaf phenology. Tree Physiology 26(5), 657-664.
- Deligöz, A., 2007. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-fizyolojik Özelliklerinin Dikim Başarısına Etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.
- Deligöz, A., Genç, M., Özçelik, H., 2009. Kalite sınıflamasının Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarının arazi performansına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A(2) 37-50.
- Demir, E., 2019. Bazı Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Orijinlerinin Tohum ve Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılığı. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Çankırı, Türkiye.
- Demircioğlu, N., Ayan, S., 2004. KastamonuTaşköprü orman fidanlığı ekolojik koşullarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarının büyüme dönemleri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Biyologlar Derneği - Tübitak, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Doğa ve Çevre, s. 107-114, 5-8 Ekim 2004, Bolu.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seed-lings Stock in Nurseries. Forestry Chronicle 36 (1), 10-13.
- Dirik, H., 1990. Orman Ağacı Fidanlarının Büyüme-Uyku Ritimleri ve Bunun Fidanlık Çalışmalarındaki Önemi, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri.B, Cilt 40, Sayı 1: 88-99.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe.) fidanlarındaki fizyolojik değişimler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi 49A (2) 59-74.
- Ertekin M., Özel H.B., 2010. Black pine (*Pinus nigra* Arnold.) and Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) plantations in the scope of erosion control practices in Çorum region, Turkey. Bartın Forestry Faculty Journal 12, 77–85.
- Freer-Smith, P., Muys, B., Bozzano, M., Drössler, L., Farrelly, N., Jactel, H., Korhonen, J., Minotta, G., Nijnik, M., Orazio, C., 2019. Plantation Forests in Europe: Challenges and Opportunities. From Science to Policy 9. European Forest Institute: 52. Available at: <https://efi.int/publications->

- [bank/plantation-forests-europe-challenges-and-opportunities.](#)
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 2007. Üretim-Yetiştirme Koşulları ve Etkileri. In: Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. (Yahyaoglu Z ve Genç M eds.), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları 75: 37-215.
- Genç, M., Güner, ř.T., şahan, A., 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Karaçam Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Journal of Turkish Agriculture & Forestry 23 (Ek Sayı 2) 517-525 .
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 1994. Eğirdir, Seydişehir ve Eskişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Anadolu Karaçamı Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Bildiri, SDÜ. VIII. Mühendislik Haftası, Isparta, 28 s.
- Gökdemir ř., Tosun S., Palazoglu Z.Ö., Arslan M., Coşgun S., Türker H., Tokcan M., 2012. Results of Provenance Trials of Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) at the 25 Year in Turkey. Ankara, Central Anatolia Forestry Research Publications: 40.
- Gökdemir, ř. ve Kızmaz, M., 1998. Toros Gökıarı (*Abies cilicica* Carr.)'nın Fidanlık Tekniği Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi Orman Bakanlığı Yayın No: 121, Dergi No:82., 7-40, Ankara.
- Jedrowski, C, Brüggemann, W., 2015. Imaging of fast chlorophyll fluorescence induction curve (OJIP) parameters, applied in a screening study with wild barley (*Hordeum spontaneum*) genotypes under heat stress. Journal of Photochemistry and Photobiology B, Biology, 151, 153–160.
- Kezik, U., Kocaçınar, F., 2014. Kurak ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı 699-713.
- Kılıcı, M., Sayman, M., Akbin, G., Akgül, A., 1999. Farklı sulama uygulamalarının yastıkta yetiştirilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarının gelişim üzerine etkileri. Orman Bakanlığı, Ege Bölgesi, Orman Toprak Lab. Müd., Orman Bakanlığı Teknik Bülten Yayın No: 65, İzmir.
- Kızmaz, M., 1993. Karaçam fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, 7-36.
- Landis, T.D., Dumroese, R.K., Haase, D.L., 2010. The Container tree nursery manual, Volume 7, Seedling processing, storage, and outplanting agric. Hand book. 674. Washington, U.S. Department of Agriculture Forest Service, 200 p.
- Lopushinsky, W., 1990. Seedling moisture status. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD, editors. Proceedings, *Target seedling symposium*, Combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Technical Report. RM–200: 123-138.
- Maxwell K., Johnson, G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence a practical guide. Journal of experimental botany, 345, 659-668.
- Mikulová, K., Jarolímek, I., Bacigál, T., Hegedüřová, K., Májeková, J., Medvecká, J., Slabejová, D., řibík, J., řkodová, I., Zaliberová, M., řibíková, M., 2019. The effect of non-native black pine (*Pinus nigra* J. F. Arnold) plantations on environmental conditions and undergrowth diversity. Forests 10, 548.
- Öner N., İmal B., 2007. Çankırı ili orman varlığı ve ağaçlandırma çalışmaları. Çankırı Araştırmaları Dergisi 2: 275–285.
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S., Özel, H.B., 2016. Rehabilitation of semi-arid areas in Central Anatolia. Anatolian Journal of Forest Research 2, 32–44.
- Ritchie, G.A., 2006. Chlorophyll fluorescence, what is it and what do the numbers mean, USDA Forest Service Proceedings RMRS, 43 p.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., 1965. Sap pressure in vascular plants. Science 148, 339-346.
- Semerci H., Öztürk H., Semerci A., İzbırak A., Ekmekçi Y., 2008. Değişik İslah zonlarından örneklenen Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) orijinlerinin dona ve kuraklığa dayanıklılıklarının belirlenmesi. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Bülten, 21, 1–54.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Bitki fizyolojisi (Plant physiology), Üçüncü baskıdan Türkçeye çeviri Türkan, İ., (ed), Palme yayıncılık, Ankara.
- Thurm E.A., Hernandez L., Baltensweiler A., Ayan S., Razstovits E., Bielak K., Mladenov Zlatanov T., Hladnik D., Balic B., Freudenschuss A., Büchsenmeister R., Falk W., 2018. Alternative tree species under climate warming in managed European forests. Forest Ecology and Management 430, 485–497.
- Tschaplinski, T.J., Gebre, G.M., Shirshac, T.L. (1998). Osmotic potential of several hardwood species as affected by manipulation of throughfall precipitation in an upland oak forest during a dry year. Tree physiology, 18(5), 291-298.
- Xu, H., Li, Y., 2006. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. Plant and soil, 285(1), 5-17.
- Yer, E. N., Ayan, S., 2011. Growth Stages of Bare Rooted Seedlings of Taurus Cedar and Anatolian Black Pine in Eskişehir Forest Nursery Conditions, Journal of Forestry Faculty, Kastamonu University, 11(2), 219-227.