

PAPER DETAILS

TITLE: Biyoyakit tesisinden elde edilen kompostun Anadolu karaçami fidanlarının gelişimi üzerine etkisi

AUTHORS: Mehmet Sayman, Abdullah Sarimehmetoglu, Dilek Güner

PAGES: 1-11

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3318552>

Biyoyakıt tesisinden elde edilen kompostun Anadolu karaçamı fidanlarının gelişimi üzerine etkisi

Effect of compost obtained from biofuel on Anatolian black pine seedlings growth

Mehmet SAYMAN¹ 
Abdullah SARIMEHMETOĞLU¹ 
Dilek GÜNER¹ 

¹ Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları
Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Mehmet SAYMAN
mehmetsayman@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)
03.10.2023

Kabul Tarihi (Accepted)
17.12.2023

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Ali KAVGACI
alikavgaci1977@yahoo.com

Atıf (To cite this article): SAYMAN, M., SARI-
MEHMETOĞLU, A., & GÜNER, D. (t.y.). Biyo-
yakıt tesisinden elde edilen kompostun Anadolu
karaçamı fidanlarının gelişimi üzerine etkisi.
Ormançılık Araştırma Dergisi, 11(1), 1-11. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1340115>



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu araştırmanın amacı, tüp harçlarına karıştırılan farklı kompost miktarlarının 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Asch. & Graebn.) fidanlarının bazı morfolojik özellikleri ile beslenme durumlarına olan etkisini belirlemektir. Çalışmada, Afyonkarahisar-Hocalar orijinli Anadolu karaçamı tohumları kullanılmıştır. Eskişehir Orman Fidanlığında farklı kompost miktarları ve tüplü fidan üretim tekniği ile yetiştirilen fidanların bazı morfolojik özellikleri, ibre, gövde ve kök besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Araştırmada tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Veriler varyans analizi ile değerlendirilmiş olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir. Farklı kompost miktarları fidanların KBÇ, FB/KBÇ oranı (gürbüzlük indisi), STA, KKA, FKA, SKA/KKA oranı (katlılık) ve kalite indeksini olumlu yönde etkilemiştir. Fidanların ibre, gövde ve köklerinde belirlenen besin element derişimleri (% , ppm) işlemlere göre önemli farklılıklar göstermiştir. Fidanlarda stoklanan toplam besin elementleri (mg/fidan) arasındaki farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur. Bulgular, kompost materyalin tüp harçlarında kullanılan humus ve çiftlik gübresi gibi diğer organik madde kaynaklarına seçenек olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, karaçam, kompost, fidan kalitesi, morfoloji, besin elementleri

Abstract

The aim of this research is to determine the effect of different compost amounts mixed into seedling growing media on some morphological characteristics and nutritional status of 2+0 old Anatolian black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Asch. & Graebn.) seedlings. In the study, black pine seeds from Afyonkarahisar-Hocalar origin were used. Some morphological characteristics, needle, stem, and root nutrient contents of the seedlings grown with different compost amounts and the pot seedling production technique in Eskişehir Forest Nursery were determined. Random plots experimental design was used in the experiment. The data were evaluated using analysis of variance ($p<0.05$), and the differences between the means were determined by Duncan's test. Different compost amounts positively affected the root collar diameter, seedling height/root collar diameter ratio, shoot fresh weight, root dry weight, seedling dry weight, shoot dry weight/root dry weight ratio, and the seedling quality index according to control treatment. Nutrient concentrations (% , ppm) determined in the needles, stems, and roots of the seedlings showed significant differences according to the treatments. However, the differences among the total nutrients (mg/seedlings) stocked in the seedlings were insignificant. Overall, it shows that compost material can be an alternative to other organic material sources such as humus and farm manure used in growing media.

Keywords: *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, black pine, compost, seedling quality, morphology, nutrients

1. Giriş

Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Asch. & Graebn.), Türkiye’de kuzeyde Tokat ile güneydoğuda Kahramanmaraş arasında çekilecek bir hattın batısında geniş alanlar halinde yer alır (Saatçioğlu, 1976). Karaçam toplam 4.693.060 hektarlık yayılışı ile Türkiye orman alanının (22.933.000 hektar) yaklaşık %18,31’ni kaplayan ve iğne yapraklı türler arasında kızılçamdan (*Pinus brutia* Ten.) sonra en geniş yayılış alanına sahip olan türümüzdür (OGM, 2020). Karaçamın Türkiye ormancılığı için son derece önemli olması fidanlık çalışmalarını teşvik etmektedir.

Ülkemizde stepe girebilme yeteneği ile kurak ve verimsiz sahaların yeniden ağaçlandırılmasında en çok tercih edilen ağaç türüdür. Karaçam geniş yayılışının yanı sıra ağaçlandırmalarda da yoğun kullanılmaktadır (Ayan ve ark., 2021). Buna bağlı olarak fidanlıklarda en fazla üretilen türler arasında olması fidan üretimini etkileyen yetiştirme ortamı, besin maddesi ihtiyacı ve sulama gibi konularda çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmanın yapıldığı Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü’nün kayıtlarına göre yöresel ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere 2018-2022 yılları arasında yılda ortalama 632 000 adet tüplü Anadolu karaçamı fidanı üretilmiştir (OGM, 2023).

Orman fidanlıklarında en önemli amaç kaliteli fidan üretmek ve dolayısıyla, ağaçlandırma çalışmalarının başarısını arttırmaktır. Tolay (1983), kaliteli fidanı, ağaçlandırma çalışmalarında yüksek tutma başarısı gösteren ve ilk yıllarda yaşamını aktif bir biçimde sürdürerek çok iyi büyüme yapabilen ve aynı zamanda bu avantajlarla ekonomik dengede olan fidan olarak nitelmiştir. Şimşek (1987), fidanlarda kalite ölçütlerini belirleyebilmek için kolayca ölçülebilen morfolojik değerler üzerinde geniş araştırmalar yapıldığını bildirmektedir. Fidanların morfolojik ve fizyolojik kalite özellikleri üzerinde tohumun menşei ve irsel nitelikleri yanında yetiştirme tekniği, fidanlık ekolojisi, yetiştirme ortamı ve harç materyallerinin etkisinin olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Ayan ve Tüfekçioğlu, 2006; Deligöz, 2009; Ertekin ve ark., 2009; Ertekin ve ark., 2010; Yer ve Ayan, 2011; Deligöz, 2012; Deligöz, 2022).

Tüplü fidan üretiminde kullanılan harç toprak, kum, organik materyal, çiftlik gübresi ve bunların değişik oranlarda karıştırılmasından elde edilmektedir. Orman Fidanlıklarında kullanılan tüp harçlarının en önemli bileşeni organik maddedir. Bugün fidanlıklarımızda kullanılan organik maddenin (ölü örtü, humus vb.) önemli bir kısmı ormanlardan getirilmekte, bir kısmı da piyasadan

temin edilmektedir. Humusun orman ekosistemi dışına taşınması ekosistemdeki besin havuzlarına zarar vermesi sebebiyle, fidanlıklarda büyük çapta kullanımından kaçınılmalıdır. Ölü örtüde bulunan besin maddelerinin önemli kısmı ekosistem beslenmesinin ana kaynağıdır (Irmak, 1966; Çepel, 1978; Güner, 2017). Bu nedenle, tüplü fidan üretiminde kullanılan organik maddenin yerini alabilecek kaliteli ve ekonomik kaynaklara ihtiyaç olup, bu kaynaklardan biri de biyolojik olarak olgunlaştırma işleminin son ürünü olan kompost olabilir.

Çalışmada kullanılan kompost materyali Eskişehir Orman Fidanlığında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ağaçlarının dal, gövde, yaprak artıklarının patozdan geçirilerek 3-5 cm’lik parçalar halinde küçültülmesiyle, kurulan biyoyakıt tesisinden 18 aylık süreç sonunda elde edilmiştir.

Organik kökenli materyallerin uygun hava, nem, sıcaklık, vb. koşullar altında mikroorganizmaların etkisiyle parçalanarak ayrıştırılması ve süreç sonunda bitki besin maddeleri içeren, organik maddede zengin olan humus görünümlü stabil haldeki son ürün “kompost” olarak tanımlanmaktadır (Raviv, 2011). *Kompost Tebliği* (RG: 05.03.2015, Sayı: 29286) ile ülkemizde geçerli kompost ölçütleri ortaya konmuştur.

Topal (2013) tarafından Türkiye’deki ve dünyadaki kompostun kullanım ölçütleri mukayese edilmiştir. Türkiye’de hem *Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik* (RG: 08.06.2010, Sayı: 27605) hem de *Evsel ve Kentsel Arıtma Çamurlarının Toprakta Kullanılmasına Dair Yönetmelik* (RG: 03.08.2010, Sayı: 27661) kompostun toprakta kullanımı için herhangi bir sınırlamaya sahip değildir. *Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde* (RG: 02.04.2015, Sayı: 29314) ise kompost kullanım sınırlamaları yüzeysel şekilde tanımlanmıştır. Dünya genelinde, Avrupa bu konudaki yasal düzenlemeler açısından ABD’den ileridedir.

Bu araştırmada, Eskişehir Orman Fidanlığında tüp harçlarına farklı miktarlarda karıştırılan kompost materyalin, 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının bazı morfolojik özellikleri ve beslenme durumları üzerindeki etkisi belirlenmiş, buna göre fidanların ulusal ve uluslararası ölçütlere göre uygun olup olmadığı değerlendirilmiştir. Böylece fidanlıklarda yoğun olarak yetiştirilmekte olan karaçam fidanları için organik madde kaynaklarının seçeneklerinin artırılması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Çalışmanın fidanlık aşaması 804 m yükseltideki

Eskişehir Orman Fidanlığında (K 39°43'18" ve 39°44'48", D 30°25'06" ve 30°26'43") gerçekleştirilmiştir. Eskişehir Meteoroloji İstasyonunun 1928–2020 verilerine göre (MGM, 2021); yıllık ortalama sıcaklık 11,3 °C, yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 17,5 °C, yıllık ortalama yağış miktarı 372,9 mm'dir. Çalışmanın yürütüldüğü 2020 ve 2021 yıllarına ait iklim verileri değerlendirildiğinde; yıllık ortalama sıcaklığın sırasıyla 12,2 °C ve 11,7 °C, yıllık ortalama yağış miktarının 315 mm ve 381 mm olduğu görülür. Büyüme süresi yaklaşık 240 gündür. Thornthwaite ve Erinch iklim sınıflandırmasına göre iklim tipi "yarı kuraktır". Sıcaklık ilişkileri bakımından orta sıcaklıklar hâkimdir. Su açığı 305,5 mm olup, haziran-ekim ayları arasında ki beş aylık dönemi kapsamaktadır.

2.2. Fidanlık çalışmaları

Kompost tesisi ısı enerjisi eldesi için yüksek yağın şeklinde hazırlanmış, kompost ayrışma sürecinde nem ve sıcaklık değerleri takip edilerek gerekli hallerde nemlendirme yapılmıştır. Araştırmada kullanılan kompost ve klasik tüp harcının özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre tüp harcının tepkimesi (pH) orta alkali, kompostun nötr olup, kireç içerikleri orta düzeydedir. Fidan üretiminde kullanılan tüp harcının hacim ve özgül ağırlığı değerleri komposttan yüksek; porozitesi, hava kapasitesi su tutma kapasitesi ve ateşte kayıp değerleri komposttan düşüktür.

Tablo 1. Fidanlıkta kullanılan tüp harcı ve kompost materyallerin özellikleri

Table 1. Properties of seedling growing media and compost materials used in the nursery

Özellikler	Tüp Harcı	Kompost
Toprak Reaksiyonu (pH)	7,40	7,09
Toplam Kireç (%)	9,0	6,40
Elektriki İletkenlik (mS/cm)	1,00	1,10
Su Tutma Kapasitesi (%)	38,40	51,00
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	2,40	1,90
Hacim Ağırlığı (g/l)	816,2	336,0
Porozite (%)	66,4	83,0
Hava Kapasitesi (%)	28,0	32,0
Organik Madde (%)	12,6	49,3
Karbon (%)	8,6	33,7
Toplam Azot (%)	0,40	1,38
C/N	23,7	24,4

Fidanlıkta kullanılan sulama suyunun elektriksel iletkenliği 1006 µS/cm, pH: 7,39 ve SAR değeri 0,42'dir. Buna göre sulama suyu kalitesi C₃S₁ olup, yüksek tuzlu-düşük sodyumlu sulama suyu sınıfındadır.

Kompostun farklı miktarları fidanlık tüp harçla-

rında kullanılan humus ve hayvan gübresine ikame olarak tüp harçlarına karıştırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Araştırmada kullanılan harç materyalleri ve oranları (v/v)

Table 2. Growing media materials and ratios (v/v) used in the research

İşlemler	Harç materyalleri ve oranları					
I (Kontrol)	6 T	3 OH	1 HG	1 P		
II	6 T	4 K	1 P			
III	6 T	3 K	1 OH	1 P		
IV	6 T	3 K	1 HG	1 P		
V	6 T	2 K	1 OH	1 HG	1 P	
VI	6 T	1K	2 OH	1 HG	1 P	

T: toprak, OH: Orman humusu, K: Kompost, HG: Hayvan gübresi, P: Ponza

Elde edilen tüp harçlarına Afyonkarahisar-Hocalar orijinli Anadolu karaçamı tohumları ekilmiştir. Bu orijine ait tohumlarda Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünün 16.09.2019 tarihli, 116 no'lu tohum kalite belgesine göre çimlenme enerjisi %61, çimlenme yüzdesi %71'dir.

Fidanlıkta ekim öncesi homojen büyüklükteki tohumları elde etmek için uygun çaptaki elekler kullanılmış ve tohumlar zararlı etmenlere karşı alümine tozu ve pomarsol ile muamele edilmiştir. Hazırlanan harçlar 2020 yılı mayıs başında 7×21 cm ebatındaki polietilen tüplere (yaklaşık 900 ml), doldurulup, yastıklara tesadüf parselleri deneme desenine göre yerleştirilmiştir. Deneme deseni 3 tekerrürlü olarak 70'er fidanla kurulmuştur. Tüplere 3'er adet tohum ekilmiştir.

12 Mayıs 2020 günü tohum ekimi yapılmış ve tohumların üzeri perlit kapatma materyali ile örtülmüştür. Çimlenmeler izlenmiş ve yaklaşık 1 ay sonra tamamlama ekimleri yapılmıştır. 17 Ağustos 2020 günü her tüpte çıkış yapan birkaç fidecikten en sağlıklı seçilerek, diğerleri makasla kesilmiştir (tekleme). Teklenen fidanların, iki vejetasyon dönemi boyunca fidanlıkta yapılan düzenli ot alma, sulama ve gübreleme uygulamalarına devam edilmiştir. Daha sonra, 2+0 yaşına gelen fidanlardan (her tekerrürden 10 adet olmak üzere, her işlem için rastgele seçilen) 30 adedi 2022 yılı şubat ayında sökölerek morfolojik ölçümler ve analizler için Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarına taşınmıştır.

2.3. Laboratuvar çalışmaları

Hazırlanan harçlardan (6 işlem × 5 tekerrür) olmak üzere 30 harç örneği laboratuvar analizleri için alınmış, analizler hava kurusu örneklerde yapılmış ve analiz sonuçları örneklerin mutlak kuru ağırlık

(105 °C) değerlerine göre düzeltilmiştir. Harçların reaksiyonu ve elektrik iletkenliği 1/5 oranında saf su çözeltisinde Cam Elektrot metodu, toplam kireç Kalsimetre metodu, organik madde ateşte kayıp Kuru Yakma metodu, toplam azot ise modifiye Kjeldahl metodu ile tayin edilmiştir (Kacar, 1994). Alınabilir fosfor tüp harçları alkali reaksiyonlu olduğundan Olsen Metodu ile tayin edilmiştir (Ülgen ve Ateşalp, 1972).

Alınabilir potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum amonyum asetat metoduna göre ve demir, bakır, çinko ve mangan ise DTPA metoduna göre alev fotometresi ve AAS cihazında tayin edilmiştir (Kacar, 2012). Karbon içerikleri Leco Truspec CHN-S cihazında kuru yakma yöntemi ile belirlenmiştir. Tüp harçlarının su tutma-hava kapasiteleri, hacim ağırlıkları ve poroziteleri gravimetrik metoduyla, özgül ağırlıkları ise piknometre metodu ile belirlenmiştir (Tuncay, 1984).

Laboratuvarda her işlem parselinden rastgele seçilen 30 fidanda fidan boyu (cm), kök boğazı çapı (mm), taze gövde ve kök ağırlıkları (g), kuru gövde ve kök ağırlıkları (g) ve bu değerlerle gövde/kök oranları (katlılık), fidan boyu/kök boğazı çapı oranı (gümbüzlük indisi) ve kalite indeksi (Fidan kuru ağırlığı/gümbüzlük indisi+katlılık) belirlenmiştir (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Fidan boyları cetvelle, çapları mikro kumpasla ve fidan ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Fidan kuru ağırlıkları, 65-70°C'da sabit ağırlığa gelene kadar Etüvde bekletilerek, belirlenmiştir.

Morfolojik kalite özellikleri tespit edilen her işleme ait 30 fidan 10'arlı üç gruba ayrılarak, her bir gruba ait ibre, gövde ve köklerden karma örnekler hazır-

lanmış ve N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn bitki besin elementlerinin analizleri yapılmıştır. Etüvde 65 °C'de kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örnekleri nitrik-perklorik asit ile yaş yakılmış, daha sonra azot içerikleri modifiye Kjeldahl metoduna göre Foss 8400 tam otomatik azot cihazında, fosfor vanada molibdo fosforik sarı renk metodu ile Shimadzu UV-1800 spektrofotometre cihazında, sodyum ve potasyum Jenway flame photometer cihazında, kalsiyum, magnezyum, demir, bakır, çinko, mangan ise Shimadzu AA 7000 atomik absorpsiyon cihazında tayin edilmişlerdir (Kacar, 1972; Kacar ve İnal, 2008).

2.4. Değerlendirme yöntemi

Farklı kompost miktarları ile yetiştirilen fidanların beslenme durumlarının değerlendirilmesinde, besin elementlerinin derişim değerlerinin (% ve ppm) yanı sıra toplam değerleri de kullanılmıştır. Bunun için fidanların (ibre, gövde ve kök) analizi sonucu elde edilen derişim değerleri ait olduğu fidan örneğinin kuru kütlesi ile çarpılarak o örneğe ait toplam besin elementinin miktarı bulunmuştur. Daha sonra ibre, gövde ve köke ait besin elementleri toplanarak bir fidana ait toplam besin elementi miktarı bulunmuştur.

Tüplü yetiştirilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının kalite durumları, TS 2265 (1988) ve TS 2265 (1976) tarihli İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standartlarına göre değerlendirilmiştir. Yürürlükte olan TS 2265 (1988) standardının TS 2265 (1976)'dan farkı, kök boğazı çapının 3 mm'den 2 mm'e ve fidan kalite sınıfının ikiye düşürülmesidir (Tablo 3).

Tablo 3. Fidanların kalite sınıflandırması
Table 3. Quality classification of seedlings

	Kök Boğazı Çapı	Fidan Boyu		Gövde/Kök	
		I. Sınıf	II. Sınıf	I. Sınıf	II. Sınıf
TSE 2265 (1976)	≥ 3 mm	≥ 9 cm	7-8,9 cm	< 3/1	3/1 - 4/1
TSE 2265 (1988)	≥ 2 mm	≥ 9 cm	7-8,9 cm	< 3/1	3/1 - 4/1

Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özellikleri ile beslenme durumları arasında işlemlere göre bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. (Kalıpsız, 1994; Özdamar, 2002).

3. Bulgular

3.1. Tüp harcı özelliklerine ait bulgular

Her bir işlemi temsilen beşer adet tüp harcı analiz edilmiş ve ortalama değerlerinin yer aldığı Tablo 4 incelendiğinde; değerlerin birbirine yakın oldu-

ğu görülmektedir. pH hafif-orta alkali sınıftadır, EC düşük-orta düzeydedir, kireç içerikleri orta düzeydedir. Ateşte kayıp değerlerine göre organik madde içerikleri yüksektir, C/N oranları fidan yetiştiriciliği için uygundur, Makro besin elementlerinden azot (N) ve sodyum değerleri yüksek; fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) değerleri çok yüksektir. Mikro besin elementlerinden demir (Fe) ve bakır (Cu) değerleri yüksek; çinko (Zn) ve mangan (Mn) değerleri ise orta düzeydedir (Ülgen ve Yurtsever, 1974; Lindsay ve Norvell, 1978; FAO, 1990; Kacar, 2012).

Tablo 4. Farklı yetiştirme ortamlarının ortalama değerleri
Table 4. Average values of different growing media

İşlemler n=5	Hava Kap.	Hacim ağırlığı	STK*	Porozite	Ateşte Kayıp	Özgül Ağırlık	EC	pH	Kireç	C	N	C/N
	%	g/L	%	%	%	g/cm ³	mS/cm		%	%	%	
I	28,0	816,2	38,4	66,4	12,6	2,4	1,0	7,4	9,0	8,6	0,4	23,7
II	25,4	824,4	41,4	66,8	8,4	2,5	0,4	7,6	9,2	5,0	0,2	24,8
III	36,4	698,6	35,4	71,8	8,7	2,5	0,4	7,7	9,1	5,3	0,2	26,1
IV	30,4	758,4	38,6	69,0	10,3	2,5	1,0	7,6	8,8	5,8	0,3	21,2
V	33,0	741,4	36,4	69,4	12,2	2,4	0,9	7,5	8,8	6,5	0,3	22,1
VI	31,2	747,2	37,6	68,8	13,2	2,4	0,9	7,4	9,4	7,4	0,3	26,6
İşlemler n=5	Ca	Mg	K	Na	P	Fe	Cu	Zn	Mn			
	ppm											
I	10266,8	2457,0	1474,0	153,8	107,4	18,9	2,2	2,7	39,6			
II	7973,0	2644,0	1440,2	145,0	119,2	10,1	2,5	1,7	9,2			
III	8992,0	2682,6	1301,2	143,8	100,6	12,6	2,6	1,8	9,9			
IV	8550,8	2834,4	1991,6	193,0	156,2	10,5	2,7	2,3	13,2			
V	9165,6	2618,2	1738,2	181,2	144,8	13,5	2,8	2,7	17,3			
VI	9830,8	2622,8	1464,6	162,0	123,6	14,7	2,7	2,6	16,7			

*STK: Su tutma kapasitesi, n: Örnek sayısı

3.2. Fidan morfolojik özelliklerine ait bulgular

Farklı kompost miktarları ile yetiştirilmiş 2+0 yaşlı tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özellikleri ve varyans analizi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Fidanlar kök boğazı çapı (KBÇ), kök kuru ağırlığı (KKA), katlılık (gövde/kök oranı), gürbüzlük indisi (Gİ) ve kalite indeksi (Kİ) bakı-

mından $P<0,01$ düzeyinde; sak taze ağırlığı (STA) ve fidan kuru ağırlığı (FKA) bakımından $P<0,05$ önem düzeyinde farklılıklar göstermiştir. Fidan boyu (FB), kök taze ağırlığı (KTA), sak kuru ağırlığı (SKA) ve kuru ibre ağırlığı (Kuİb) bakımından ise işlemler arasında anlamlı farklılık ($P>0,05$) belirlenmemiştir.

Tablo 5. Fidanların morfolojik özellikleri
Table 5. Morphological characteristics of seedlings

Morfolojik özellikler n=30	İşlemler						F Oranı	Önem Düzeyi (p)
	I (Kontrol)	II	III	IV	V	VI		
	ortalama±standart hata							
FB	7,55±0,31 ^a	8,57±0,33 ^a	8,75±0,32 ^a	8,30±0,27 ^a	8,41±0,28 ^a	7,91±0,28 ^a	2,195	>0,05
KBÇ	4,05±0,10 ^a	4,13±0,13 ^{ab}	4,30±0,11 ^{abc}	4,53±0,13 ^c	4,67±0,16 ^c	4,49±0,11 ^{bc}	3,622	<0,01
STA	8,60±0,48 ^a	9,41±0,70 ^{ab}	9,60±0,61 ^{ab}	11,17±0,73 ^b	11,11±0,69 ^b	10,32±0,59 ^{ab}	2,491	<0,05
KTA	3,89±0,24 ^a	4,07±0,30 ^a	4,07±0,28 ^a	4,61±0,30 ^a	4,71±0,26 ^a	4,02±0,20 ^a	1,627	>0,05
SKA	4,19±0,23 ^a	4,55±0,32 ^a	4,80±0,26 ^a	5,09±0,48 ^a	5,54±0,34 ^a	5,13±0,27 ^a	2,08	>0,05
KKA	1,92±0,11 ^a	2,01±0,14 ^a	2,09±0,11 ^{ab}	2,52±0,16 ^c	2,41±0,13 ^{bc}	2,09±0,10 ^{ab}	3,616	<0,01
FKA	6,11±0,33 ^a	6,56±0,45 ^{ab}	6,90±0,37 ^{abc}	7,61±0,60 ^{bc}	7,95±0,46 ^c	7,21±0,36 ^{abc}	2,373	<0,05
Kuİb	3,45±0,18 ^a	3,70±0,25 ^a	3,93±0,21 ^a	4,04±0,43 ^a	4,46±0,25 ^a	4,12±0,21 ^a	1,675	>0,05
K	2,21±0,05 ^b	2,27±0,05 ^{bc}	2,30±0,05 ^{bc}	1,98±0,13 ^a	2,29±0,06 ^{bc}	2,46±0,07 ^c	4,563	<0,01
Gİ	18,78±0,75 ^{ab}	20,93±0,64 ^c	20,58±0,07 ^{bc}	18,48±0,52 ^a	18,43±0,72 ^a	17,66±0,44 ^a	4,054	<0,01
Kİ	0,30±0,02 ^a	0,29±0,02 ^a	0,31±0,02 ^{ab}	0,38±0,03 ^{bc}	0,40±0,03 ^c	0,36±0,02 ^{abc}	3,667	<0,01

n: örnek sayısı, FB: fidan boyu (cm), KBÇ: kök boğazı çapı (mm), Gİ: gürbüzlük indisi, STA: sak taze ağırlığı (g), KTA: kök taze ağırlığı (g), SKA: sak kuru ağırlığı (g), KKA: kök kuru ağırlığı (g), FKA: fidan kuru ağırlığı (g), K: katlılık, Kuİb: kuru ibre ağırlığı, Gİ: Gürbüzlük İndisi, Kİ: Kalite indeksi, p: önem düzeyi, Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir.

3.3. Fidanların TS 2265 (1988) standartlarına göre durumu

Çalışmada farklı işlemlerle üretilen fidanların boyları 7,55-8,75 cm, kök boğazı çapları 4,05- 4,67 mm ve gövde/ kök oranları 1,95-2,46 arasında değişmektedir. TS 2265 (1988) fidan kalite sınıflan-

dırmasına göre kontrol dahil bütün işlemlerden boy değerleri ile II. sınıf, kök boğazı çap değerleri ve gövde/kök oranları ile de I. sınıf fidanlar elde edilmiştir (Tablo 3).

3.4. Fidanların besin elementi içeriklerine ait bulgular

Fidanların ibrelerinde P, Ca, Mg, Na, Cu, Fe ve Mn; gövdelerinde Ca, Zn ve Mn, K, Na ve Cu; köklerinde ise Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, P, K ve Mn yoğunlukları bakımından $P < 0,05$ önem düzeyinde farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 6).

Farklı kompost miktarları ile yetiştirilen 2+0 yaşlı tüplü Anadolu karaçamı fidanlarının besin stokları iğne yaprak, gövde ve köklerinde belirlenen besin elementi yoğunlukları kuru kütleleri ile ilişkiye getirilerek hesaplanmıştır. Tablo 7 incelendiğinde; işlemlere göre fidanların besin element stokları arasındaki farklılıkların istatistikî önem düzeyinde olmadığı ($p > 0,05$) görülmektedir.

Tablo 6. Fidanların ibre, gövde ve köklerinde belirlenen besin yoğunlukları
Table 6. Nutrient concentrations determined in needles, stems and roots of seedlings

Fidan Bileşenleri	İşlemler n=9	N (%)	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
İbre	I	1,47 ^a	1300 ^a	3103 ^a	3963 ^c	1296 ^b	40 ^b	409 ^b	14 ^d	18 ^a	48 ^{bc}
	II	1,47 ^a	1272 ^a	3029 ^a	3945 ^c	1283 ^b	48 ^{ab}	389 ^b	15 ^d	17 ^a	45 ^c
	III	1,47 ^a	1296 ^a	3060 ^a	4269 ^{bc}	1310 ^b	41 ^b	402 ^b	17 ^c	17 ^a	52 ^{abc}
	IV	1,36 ^a	1155 ^b	3255 ^a	4899 ^a	1543 ^a	59 ^a	483 ^a	18 ^b	15 ^a	59 ^a
	V	1,40 ^a	1227 ^{ab}	3049 ^a	4681 ^{ab}	1294 ^b	56 ^a	404 ^b	19 ^a	17 ^a	55 ^{ab}
	VI	1,36 ^a	1195 ^b	3065 ^a	4535 ^{abc}	1312 ^b	43 ^b	409 ^b	20 ^a	17 ^a	58 ^a
	<i>F oranı</i>	1,792	5,736	0,739	3,918	3,654	3,487	2,521	76,23	2,146	4,359
	<i>P</i>	>0,05	<0,01	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	>0,05	<0,01
Gövde	I	0,96 ^a	1364 ^a	4598 ^a	4797 ^c	1880 ^b	69 ^{ab}	784 ^a	17 ^a	42 ^a	62 ^a
	II	0,96 ^a	1334 ^a	3838 ^b	5937 ^b	2070 ^{ab}	73 ^{ab}	650 ^a	14 ^b	28 ^c	45 ^b
	III	0,95 ^a	1371 ^a	3806 ^b	6015 ^{ab}	2077 ^{ab}	73 ^{ab}	740 ^a	13 ^b	31 ^c	53 ^{ab}
	IV	0,91 ^a	1351 ^a	4478 ^{ab}	6874 ^a	2224 ^a	82 ^a	941 ^a	14 ^b	29 ^c	60 ^a
	V	0,94 ^a	1335 ^a	3873 ^b	6189 ^{ab}	2091 ^{ab}	67 ^b	801 ^a	15 ^{ab}	32 ^{bc}	61 ^a
	VI	0,88 ^a	1369 ^a	3998 ^{ab}	6109 ^{ab}	2063 ^{ab}	59 ^b	801 ^a	15 ^b	36 ^b	63 ^a
	<i>F oranı</i>	1,006	0,271	2,527	5,393	2,208	2695	0,891	3376	12561	3797
	<i>P</i>	>0,05	>0,05	<0,05	<0,01	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01
Kök	I	1,09 ^a	1664 ^{ab}	3792 ^a	13179 ^a	2632 ^a	411 ^a	1605 ^a	26 ^a	30 ^a	90 ^a
	II	1,06 ^a	1690 ^a	3538 ^{ab}	9704 ^b	2529	484 ^a	1577 ^a	24 ^{ab}	23 ^b	55 ^{bc}
	III	1,05 ^a	1522 ^{bc}	3488 ^b	9828 ^b	2499 ^a	439 ^a	1348 ^{ab}	24 ^{ab}	22 ^{bc}	55 ^{bc}
	IV	1,13 ^a	1512 ^{bc}	3623 ^{ab}	9076 ^{bc}	2565 ^a	487 ^a	1488 ^a	20 ^{bc}	20 ^c	62 ^b
	V	1,03 ^a	1492 ^c	3449 ^b	8130 ^c	2332 ^b	429 ^a	1045 ^b	20 ^{cc}	23 ^b	44 ^c
	VI	1,07 ^a	1499 ^c	3632 ^{ab}	7976 ^c	2327 ^b	430 ^a	1055 ^b	21 ^{bc}	24 ^b	42 ^c
	<i>F oranı</i>	0,771	3,043	1,89	12,061	5,490	1,16 ^a	4,273	3,697	10,81	10,635
	<i>P</i>	>0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

^a Sütunlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir. n: örnek sayısı

Tablo 7. Fidanlarının besin stokları
Table 7. Nutrient stocks of seedlings

İşlemler n=9	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	mg fidan ⁻¹									
I	83,52	9,07	22,40	44,32	11,37	,02	5,10	0,12	0,16	0,40
II	82,85	9,16	21,36	39,07	11,51	1,21	5,06	0,11	0,13	0,31
III	88,95	9,56	22,86	43,23	12,28	1,19	5,02	0,13	0,14	0,37
IV	91,91	9,80	26,9	50,56	15,25	1,54	6,71	0,14	0,14	0,47
V	95,97	10,28	25,80	46,54	13,44	1,36	5,02	0,15	0,16	0,40
VI	89,07	9,7	24,98	43,26	12,80	1,17	4,93	0,15	0,16	0,41
<i>F oranı</i>	0,468	0,340	1,059	0,783	1,512	2,035	1,926	1,544	1,094	1,707
<i>P</i>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

n:örnek sayısı

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Tüp harçlarının özellikleri

Bu araştırmada bitkisel kompostun farklı oranları ile hazırlanan 5 adet tüp harcı ve standart fidanlık tüp harcının analiz sonuçlarına göre tamamı hafif-orta alkali, tuzluluğu düşük-orta ve kireç içerikleri orta düzeydedir (Tablo 4). Fidanlıklarda, damping-off (çökerten) zararını toprak nemi, sıcaklıktaki değişiklikler ve alkali pH koşullarının arttırdığı bildirilirken, iğne yapraklı türlerin daha hassas olduğu, damping-off'a yol açan mantarların gelişiminin engellenmesi için yetiştirme ortamında havasız kapasitesinin dengeli ve iğne yapraklı türler için pH'nın 5,2-5,7 arasında, uygun seviyeler de olması gerektiği belirtilmektedir (Cram, 2003).

Yetiştirme ortamı pH'sının bitkiler için diğer bir önemi de bitki besin maddelerinin alınması konusunda görülmektedir. Alınabilecek durumda olan besin maddelerinin birçoğu için optimal pH sınırları 5-8 arasında olup, demir ve mangan için pH<5 verilmiştir (Çepel, 1995). Aynı eserde, Türkiye koşullarında ana ağaç türlerimizin geniş pH sınırları içerisinde yayılıp, normal gelişim gösterdiği belirtilmektedir. Buna göre, Anadolu karaçamının doğal yayılış alanında 4,3-5,0'lık pH değerleri ölçülmüştür. Genel olarak orman ağaçları için optimum pH sınırı 5,5-6,5 arasında değişmektedir. Orman fidanlıklarında toprak reaksiyonu nötr ve hafif alkali olduğunda, özellikle ibrelili fidanlarda beslenme güçlüklerinin başlaması nedeniyle, pH'nın 6'dan yukarı olmaması tavsiye edilmektedir. Sayman (1996), Denizli Orman Fidanlığında kaplı fidan üretiminde yöresel bitkisel artıkları Buldan sazı (*Typha angustifolia*), kavak talaşı (*Populus* sp.), çam kabuğu ve yongası (*Pinus* sp.), saman (*Sesamum indicum*) kompostlaştırdıktan sonra hazırladığı Anadolu karaçamı yetiştirme ortamlarında pH'ları 6,39 ile 7,15 arasında, daha düşük olarak belirlemiştir. Orman Genel Müdürlüğü'nün 02.02.2021 tarih ve 7327 sayılı Tüplü ve Kaplı Fidan Üretim Çalışmaları Tamimine göre, tüplü fidan üretiminde kullanılacak harç malzemelerinin pH ve EC değerlerinin yüksek olmaması, üretilecek fidan türünün isteklerine uygun olması gerektiği belirtilmektedir.

Tüp harçlarının elektriksel iletkenlikleri (EC) 0,40-1,0 mS/cm değerleri arasında değişmektedir. Bunt (1976), turba ve hacim ağırlığı düşük materyallerin tuzluluk sınır değerlerini tuza orta derecede dayanıklı bitkiler için 0,5-1,0-1,75 mS/cm arasında düşük, orta, yüksek olarak sınıflandırmaktadır. Buna göre; çalışmamızda 2. ve 3. işlem tüp harçları düşük tuzlu, kontrol dâhil diğerleri orta tuzludur. Farklılığın 2. ve 3. işlemle hazırlanan

tüp harçlarında hayvan gübresi kullanılmaması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bütün işlemlerden elde edilen fidanların tamamının TSE (Türk standartları Enstitüsü) standartlarına uygun olması ve herhangi bir kloroza rastlanmaması, Anadolu karaçamının orta derecede tuzluluğa dayanıklı olduğu kanaatini uyandırmıştır. Sayman (1996), Denizli Orman Fidanlığında kaplı Anadolu karaçamı fidan üretiminde Buldan sazı-susam artıkları (7/3) ile hazırlanan yetiştirme ortamında 3,11 mS/cm gibi yüksek bir değer belirlemiş, buna rağmen bu ortamlarda yetişen fidanlarda tuz stresine rastlanmaması, türün tuz toleransına sahip olmasına yorumlanmıştır.

Çalışmamızda tüp harçlarının kireç içerikleri %8,8-9,4 arasında değişmektedir. Tüp harcında %60 oranında kullanılan killi kireçli fidanlık toprağının başta pH ve kireç içeriği olmak üzere söz konusu diğer özellikler üzerinde belirleyici olduğu düşünülmektedir. Fidan yetiştiriciliği yapılacak ideal bir turbada kireç miktarı %0-2 arasında verilirken (Penningsfeld ve Kurzmann, 1966), bu değer, Denizli Çameli turbasında %2,58-8,18, Bolu Yeniçağa turbasında %11,93 civarındadır (Sayman, 1996). Ortamdaki kalsiyum karbonatın (CaCO_3), ortamın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi yanı sıra, bitki beslenmesi ile sıkı bir ilişkisi vardır. Bu etkileri, kalsiyum karbonatın toprak strüktürü (yapı) üzerindeki olumlu etkisi, toprak pH'sı üzerindeki etkisi ve kalsiyum karbonat bakımından zengin ortamlarda birçok bitkilerin, Fe, Mn, Cu, Zn, K ve P'u yeterince alamaması olarak özetlenebilir.

Çalışmamızda tüp harçlarının su tutma kapasiteleri %35,4-41,4 arasında değişmektedir. Buna göre, en düşük su tutma kapasitesi 3. işlemde belirlenirken, en yüksek su tutma kapasitesi 4. işlemde belirlenmiştir. Sayman (1996), Denizli Orman Fidanlığında kaplı Anadolu karaçamı fidan üretiminde yetiştirme ortamlarında su tutma kapasitelerini %64,6-%79,6 arasında ve daha yüksek olarak belirlemiştir.

Çalışmamızda tüp harçlarının özgül ağırlık değerleri 2,4-2,5 g/cm³, hacim ağırlık değerleri 698,6-824,4 g/l, poroziteleri %66,4-71,8, hava kapasiteleri %25,4-33,0 arasında değişmektedir. Toprakların hava kapasiteleri ise bünyelerine bağlı olarak %0-40 arasında değişmektedir. Yine nem miktarı tarla kapasitesinde olan bir toprağın en azından %10-15 arasında hava içermesini Scheffer ve Schachtschabel (1976) iyi bir havalanma olarak değerlendirmektedir. Çalışmamızda belirlenen özgül ağırlık ve hacim ağırlık değerleri Denizli Orman Fidanlığında kaplı Anadolu karaçamı fidan üretiminde yetiştirme ortamlarında belirlenen de-

ğerlerden daha yüksek; porozite ve hava kapasitesi değerleri bu çalışma ile uyumlu olarak belirlenmiştir (Sayman, 1996).

Kontrol işleminde ve tüm kompostlu tüp harçlarında yüksek düzeyde bitki besin maddeleri belirlenmiştir. Bu durumun tüp harçlarının organik madde içeriği ve niteliği ile bunların yeterince ayrışarak, ortamı zenginleştirdiğini gösteren uygun C/N oranları ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

4.2. Fidan morfolojik özellikleri

Kompost kullanımı yetiştirilen fidanların morfolojik özelliklerinin birçoğunu olumlu yönde etkilemiştir. Kontrol dahil bütün işlemlerden TS2265 (1988) ve TS 2265(1976) tarihli standartlara göre boy değerleri bakımından II. sınıf, kök boğazı çap değerleri ve gövde kök oranları bakımından I. sınıf fidanlar elde edilmiştir.

Çalışmamızda Anadolu karaçamı fidanlarının belirlenen çap değerleri (4,05- 4,67 mm) yürürlükteki standarttan iki kat fazladır. Özellikle su açığının fazla olduğu kurak ve yarı kurak bölgelere dikilecek fidanlarda kök boğazı çapının mümkün olduğunca kalın olması gerektiği bildirilmiştir (Ayan, 2007). Barnet (1984) ise kök boğazı çapının, fidanlarda gelişmenin ve dış etkilere karşı dayanıklılığın en iyi ölçüsü olduğunu belirtmiştir.

Carlson (1979) çeşitli çam türleri için (*Pinus banksiana* Lamb., *P. taeda* L., *P. contorta* Dougl., *P. elliotii* Engelm.) Kanada'da benzer koşullarda asgari 8-10 cm boy ve 2 mm çap arandığını bildirmektedir. Parviainen (1982) ise *Pinus silvestris* L. ve *Picea abies* (L.) Karst. için Finlandiya'da 1 yaşlı en düşük fidan boyunu 6 cm, en küçük çapı ise 2,5 mm olarak vermekte, 10 cm boylu fidanları dikim için tavsiye etmektedir.

Ayık (1991) tarafından yapılan bir çalışmada ise klasik harçta yetiştirilen tüplü Anadolu karaçamı fidanları 6 cm boya ve 2,07 mm çapa ulaşmıştır. Sayman (1996), Denizli Orman Fidanlığında kaplı fidan üretiminde 1 yaşlı karaçam fidanlarında en iyi boy değerlerini 9,2 cm – 10,5 cm, en iyi çap değerlerini 2,6 mm – 2,9 mm arasında ve gövde/kök oranlarını 1 civarında belirlemiştir. Genç ve ark. (1999) ise Isparta- Eğirdir, Konya-Seydişehir ve Eskişehir Orman Fidanlıklarında üretilen 2+0 Anadolu karaçamı fidanları ile yaptıkları çalışmada, kök boğazı çapının fidan kalite sınıflandırmasında en önemli morfolojik özellik olduğunu, ancak fidan boyunun da dikkate alınması gerektiği sonucuna varmışlardır. Fidanlık aşamasında yapılan ölçümlerde karaçam fidanları için kök boğazı çapı ≥ 3 mm ve fidan boyu ≥ 5 cm asgari ölçüler

olarak önermektedirler. Çalışmamızda ise farklı işlemlerle üretilen fidanların boyları 7,55 cm – 8,75 cm arasında farklılık göstermektedir.

Fidanların toprak üstü ve toprak altı organları arasındaki dengeyi belirten katlılık değeri de (SKA/KKA) fidan kalite sınıflandırmalarında kullanılmaktadır. Genç (1992), bu oranın düşük olması durumunda fidanın topraktaki su ve besin maddelerinden daha fazla yararlanabileceğini, özellikle kurak ortamlarda toprak üstü kısımlarından transpirasyonla oluşacak su kaybının az olacağını belirtmekte ve gövde/kök oranı 2 ve 3 olan fidanların kurak yetiştirme ortamlarında daha başarılı olduğuna vurgu yapmaktadır. Benzer rakamların değişik türler için tavsiye edildiği görülmektedir (Eyüboğlu, 1988; Turna, 2002; Mullin ve Chritl, 1981). Çalışmamızda; kontrol dahil yapılan uygulamaların tümünde fidanların katlılık değerleri makalede atfı yapılan ideal aralıklar (<3) içerisinde yer almıştır.

Fidan kalite sınıflamasında kullanılan bir başka kriter de gürbüzlük indisidir (FB/KBÇ). Gürbüzlük indisi (Gİ) değeri 50'nin altında olan fidanlar 'iyi', 50-60 arası olan fidanlar 'orta' ve 60 üstünde olan fidanlar ise 'kötü fidan' kabul edilmektedir (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Bu değerın küçük olması fidanların kalitesi açısından istenen bir özellik olup, düşük gürbüzlük indisine sahip fidanlar dikim ve taşıma zararlarından daha az etkilenmekte ve dikim başarısı daha yüksek olmaktadır (Genç, 1992). Çalışmamızda tüm işlemlerde yetiştirilen fidanların Gİ değerlerinin (17,7-20,9) "iyi sınıfta" (<50) yer aldığı görülmektedir.

Fidan kalite indeksi Dickson ve ark. (1960) tarafından geliştirilmiştir ve morfolojik ölçütlerin çoğunu içermektedir. *Pinus strobus* L. ve *Picea glauca* (Moench) Voss türleri üzerinde yapılan çalışmada; fidan kalite indeksi (Kİ) 1'e yakın ve 1'in üstünde bulunan fidanlar yüksek kaliteli olarak kabul edilmektedir. Ancak aynı çalışmada, kalite sınıflarının türlere ve yerel çevre koşullarına göre değişebileceği de bildirilmektedir. Bu çalışmada ise bütün işlemlerden elde edilen Kİ değerleri 0,29-0,40 arasında değişim göstermektedir.

4.3. Fidanların beslenme durumu

Fidanların ibre, gövde ve köklerinde belirlenen besin element derişimleri (% ve ppm) değerlendirildiğinde: azot yoğunluğu ibrelerde, potasyum ve çinko yoğunluğu gövdelerde daha yüksek iken, fosfor, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir ve bakır yoğunlukları köklerde daha yüksek bulunmuştur. Mangan yoğunluğu ise ibre, gövde ve kökte birbirine yakındır (Tablo 6). Bu değerler, Güner ve ark.

(2008)'nın 2+0 yaşlı çıplak köklü karaçam fidanlarının ibrelerinde belirlediği N, P, Mg, Cu değerlerinden yüksektir, K, Ca, Na, Zn ve Mn değerlerinden düşüktür, Fe değerleri birbirine yakındır. Fidan gövdelerinde belirlenen N, Ca, Mg, Fe ve Cu değerlerinden yüksektir, K, Na, Zn ve Mn değerlerinden düşüktür, P değerleri birbirine yakındır. Fidan köklerinde ise belirledikleri N, P, Mg, Cu değerlerinden yüksektir, K, Zn ve Mn değerlerinden düşüktür, Ca, Na ve Fe değerleri ise birbirine yakındır.

Birçok ibreli fidan türü için Proe (1994), ibrelerde belirlenen besin elementi yoğunluk değerlerini N (%1,5-1,8), P (%0,16-0,18), K (%0,6-0,7), Ca (%0,06), Mg (%0,07-0,1), Fe (20-40 ppm), Cu (3-5 ppm) ve Mn (20-40 ppm) vermektedir. Buna göre ibrelerde araştırmamız ile belirlenen azot içeriklerinin sınır değere yakın, fosfor ve potasyumun düşük, magnezyum, kalsiyum, demir, bakır ve manganın yüksek olduğu söylenebilir. Her ne kadar fosfor ve potasyum ilgili kaynağa göre düşük görünse bile, denememizde bu elementlerin fidanlarda eksikliği gösteren herhangi bir belirti görülmemiştir.

Çalışmamızda, farklı kompost miktarları ile yetiştirilen fidanların beslenme durumlarını değerlendirmek için fidanların toplam besin elementi stoğu da kullanılmıştır (Tablo 7). Kontrol fidanlarına göre farklılıklar azotta %10-14, fosfor, kalsiyum ve magnezyumda %10, potasyumda ise %20'i bulmaktadır. Ancak, besin elementleri arasındaki bu farklılık, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durumun, çalışmanın başlangıcında kompostlu bazı işlemlerde tüp harçlarında belirlenen daha yüksek seviyelerde besin element içerikleri ve kompostun sağladığı olumlu özellikler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kompostlu işlemlerde yetiştirilen fidanların birçok kalite özelliğinin de kontrol fidanlarından daha iyi durumda olması, bu işlemlerde fidanların daha iyi beslenebildiğini göstermektedir. Güner ve ark. (2008) ile Güner ve ark. (2018), Eskişehir Orman Fidanlığında çıplak köklü Anadolu karaçamı ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanları ile yaptıkları çalışmalarında boylu, kalın çaplı ve katlı fidanların daha fazla besin elementi içerdiğini vurgulamaktadırlar. Bu fidanların besin stokları sırasıyla türlere göre 90-84 mg N, 10,6-10,4 mg P, 68,6-57,8 mg K, 58,6-63,1 mg Ca ve 13,2-35,0 mg Mg olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda ise fidanlarda belirlenen besin stokları N, P için Anadolu karaçamı ve Toros sediriyle benzer değerleri, K ve Ca, için düşük değerleri göstermektedir. En yüksek Mg stoku Toros sedirinde belirlenmiştir.

Araştırmamızda yetiştirilen fidanların morfolojik

özellikleri, TS 2265 (1988)'e göre kalite sınıfları ve beslenme durumları dikkate alındığında, kompost materyalin tüp harçlarında kullanılan humus ve hayvan gübresi gibi diğer organik madde kaynaklarına seçenек olabileceğini göstermektedir. Orman fidanlıklarında kompost kullanımının yaygınlaştırılması tavsiye edilebilir.

Böylece, tüplü fidan üretiminde özellikleri uygun kompost materyalin kullanılması ile dışarıdan organik madde teminine duyulan ihtiyaç azalacağı gibi orman humusu üzerindeki baskının azaltılması da mümkün olabilecektir. Ölü örtü ve humusun orman ağaçlarının ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin ana kaynağı olması (Çepel, 1978) ve humusun orman ekosistemi dışına taşınmasının ekosistemdeki besin stoklarına zarar vermesi sebebiyle, orman fidanlıklarında kullanımından kaçınılmalı, sadece mikorizal aşılama için yastıklara ve tüplükaplı fidan harçlarına az miktarda karıştırılmalıdır. Özel sektör üreticilerden orman humusuna yönelik Orman Genel Müdürlüğü taşra teşkilatına gelen talepler kabul edilmemelidir.

Teşekkür

Bu makale Orman Genel Müdürlüğü'nce desteklenen ve Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen "Biyoyakıt Tesisinden Elde Edilen Kompostun Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Asch. & Graebn.) Fidan Gelişimi Üzerine Etkisi (ESK-44(1204)/2020-2022)" adlı araştırma projesinin sonuç raporundan hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Anafikir/Planlama - M. Sayman, D. Güner, Veri toplama/İşleme - M. Sayman, A. Sarımehtetoğlu, Veri analizi ve Yorumlama - M. Sayman, A. Sarımehtetoğlu, Literatür taraması - M. Sayman, D. Güner, Yazım - M. Sayman, Gözden geçirme ve düzelme - M. Sayman, A. Sarımehtetoğlu

Kaynaklar

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., 2007. Fidan Standardizasyonu (Bölüm 7). Standart Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniv. Yayınları, Yayın No. 75, s. 301-352, Isparta.

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(3): 363-373.

- Ayan, S., Yücedag, C., Simovski, B., 2021. 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): 449–463.
- Ayık, C., 1991. Tüplü İbrelili Fidan Üretiminde Çeşitli Ortamların Fidan Kalitesi ve Ekonomisi Üzerindeki Etkileri. Türkiye I. Fidancılık Sempozyumu, Ankara, s. 401-410.
- Barnett, J. P., 1984. Relating Seedlings Physiology to Survival and Growth in Container-Grown Southern Pines. In: Seedling physiology and reforestation success (Duryea, M:L., Brown, G.N: eds) Forestry Sciences book series (FOSC, volume 14). Springer, Dordrecht. Doi.org/10.1007/978-94-009-6137-1_8.
- Bunt, A. C. 1976. Modern Potting Compost. George Allen and Unwin, London. ISBN 10: 0271012218.
- Carlson, L.W., 1979. Guidelines For Rearing Containerized Conifer Seedlings in the Prairie Provinces. Canadian Forestry Service. Northern Forest Research Centre. Information Report NOR-X
- Cram, M.M., 2003. Damping-off. In Tree Planters' Notes 50(1),9-13. USDA Forest Service, Athens, Georgia.
- Çepel, N., 1978. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2479, Orman Fakültesi.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniv. Yayın No: 3886. Orman Fakültesi Yayın No: 433, İstanbul.
- Deligöz, A., 2009. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* arn subsp. *pallasiana* (Lamb.) holmboe) fidanlarında sulama programının hazırlanmasında bitki su potansiyeli değerlerinin kullanımı. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, (2), 51-65.
- Deligöz, A., 2012. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder) fidanlarında sonbahar gübrelemesi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 8(1), 1-9.
- Deligöz, A., 2022. Karaçam Fidan Üretimi, s.340-364. Şu eserde: Sevgi, O., Tecimen, H.B., Okan, T. (edlr.). Karaçam. Türkiye Ormancılar Derneği Dijital Yayını, <https://www.ormancilardernegi.org/HaberDetay?Id=145&t=1>, Erişim tarihi: 04.12.2023.
- Dickson, A., Leaf A.L., Hosner, F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries, *Forestry Chronicle*, 36(1): 10-13. Doi.org/10.5558/tfc36010-1
- Ertekin, M., Kırdar, E., Ayan, S., Özel, H. B., 2009. Bazı büyüme düzenleyicilerin Akdeniz defnesi (*Laurus nobilis* L.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri., *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 171-176.
- Ertekin, M., Kırdar, E., Özel, H. B., Ayan, S., 2010. Kurak Mıntıka Ağaçlandırmalarında Kullanılan karaçamın (*Pinus nigra* Arnold.) Büyümesine Fitohormonların Etkileri, Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s. 443-451, Çevre ve Orman Bakanlığı. 17-18 Haziran 2010, Çorum.
- Eyüboğlu, A.K., 1988. Fidanlıkta Değişik Sıklık Derecelelerinde Yetiştirilmiş, Şaşırtılmış ve Şaşırtılmamış Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Fidanlarının Arazideki Durumları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 201, Ankara.
- FAO. 1990. *Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study* (Sillanpa. M). FAO Soils Bulletin No: 63, Rome.
- Genç, M., 1992. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Genç, M., Güner, Ş.T., Şahan, A., 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Karaçam Fidanlarında Morfolojik İncelemeler, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23(Ek sayı 2): 517–525.
- Güner, D., 2017. Karaçam Ağaçlandırma Alanlarında Besin Stoklarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M., 2008: Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkisi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü. Çeşitli Yayınlar No: 1, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Güner, D., Şahin, U., 2018. Toros sedirinde yetiştirme sıklığının fidan morfolojik özellikleri ve beslenme durumuna etkisi. *Ormancılık Araştırma Dergisi* 5(1): 44-55. Doi.org/10.17568/ogmoad.357442.
- Irmak, A., 1966. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No:1187, Orman Fakültesi Yayın Numarası: 104, 362 sayfa.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 453, Ankara.
- Kacar, B., 1994. Toprak analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı. Yayın No: 3, Ankara.
- Kacar, B., 2012. Toprak Analizleri. 3. Basım. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kalıpsız, A. K., 1994. İstatistik Yöntemler, İstanbul Üniv. Yayın No: 3835, Orman Fakültesi Yayın No: 427, İstanbul.
- Lindsay WL, Norvell WA, 1978. Development of a

- DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of American Proceeding* 42(3): 421-428.
- MGM, 2021. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (mgm.gov.tr). Eskişehir ili meteorolojik verileri, Ankara.
- Mullin, R.E., Chritl, C., 1981. Morphological grading of white spruce nursery stocks, *Forestry Chronicle*, 57(3): 126-130.
- OGM, 2020. Orman Genel Müdürlüğü (ogm.gov.tr). Türkiye Orman Varlığı, Ankara.
- OGM, 2023. Orman Genel Müdürlüğü, Eskişehir Orman Fidanlık Müdürlüğü kayıtları.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Parviainen, J., 1982. Qualität und Qualitätsbeurteilung von forstpflanzen-forstsamen, 2: 30-42.
- Penningsfeld, F.; Kurzmann, P., 1966. Hydrokultur und Torfkultur. (= Handbuch des Erwerbsgärtners, Bd.7). Ullmer, Stuttgart. ISBN: 3800151073
- Proe M.F., 1994. Plant Nutrition. In: Forest Nursery Practise (Aldhous, JR, Mason, W.L.: Eds.), Forestry Comission Bulletin: 111, p. 37-65, London.
- Raviv, M., 2011. Composts in growing media: what's new and what's next?. In International Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production 982 (pp. 39-52).
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İstanbul Üniv. Yayın No: 2187 Orman Fakültesi Yayın No: 222, İstanbul.
- Sayman, M., 1996. Farklı Yetiştirme Ortamlarının Kızılcım ve Karaçam Fidanlarının Gelişimi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İzmir.
- Scheffer, F., Schachtschabel, P., 1976. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke, verlag, Stuttgart. ISBN 10: 3432847718.
- Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmalarda Kaliteli Fidan Kullanma Sorunları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi: 65, ss: 5-29.
- Tolay, U., 1983. Hendek Orman Fidanlığında Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'nın Yetiştirme Tekniği ile Fidan Kalitesi ve Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No: 19, 349-448, İzmit.
- Topal, M., 2013. Kompost Standartları Üzerine Bir Derleme. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2): 85-108.
- TSE, 1976. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü (tse.org.tr), TS 2265/Mart 1976, Ankara.
- TSE, 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı. Türk Standartlar Enstitüsü (tse.org.tr), TS 2265/Şubat 1988, Ankara.
- Tuncay, H., 1984. Toprak Fiziği Uygulama Kılavuzu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Tekirir No: 90/1, İzmir.
- Turna, İ., 2002. Fidan Standardizasyonu, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Yayınlanmamış Ders Notları, Trabzon.
- Ülgen, N., Ateşalp, M., 1972. Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir Fosfor Tayini. Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınlar Serisi No: 21, Ankara.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın No: 28, Ankara.
- Yahyaoglu, Z., Genç M., 2007. Fidan Standardizasyonu. Standart Fidan Yetiştirmenin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No. 75, Isparta.
- Yer, E. N., Ayan, S., 2011. Growth stages of bare rooted seedlings of Taurus cedar and Anatolian black pine in Eskişehir forest nursery conditions, Kastamonu University, *Journal of Forestry Faculty*, 11(2): 219-227.