





Humik maddelerin sahil çamı fidanlarının büyüme ve toprak özellikleri üzerine etkisi (İzmit Orman Fidanlığı Örneği)

The effect of humic substances on the growth and soil properties of maritime pine saplings (Izmit Forest Nursery Example)

Zühal Yavuz¹ 
Dilek Tuğrul¹ 
Selin Özbay² 
Muhsin Göksel Çüçen¹ 

¹ Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit

² Marmara Ormanlık Araştırma Enstitüsü, İstanbul

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Zühal Yavuz
zuhalyavuz@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (*Received*)

21.03.2024

Kabul Tarihi (*Accepted*)

24.06.2024

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Mehmet Güvenç Negiz
mehmetnegiz@isparta.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Yavuz, Z., Tuğrul, D., Özbay, S., Çüçen, M. G. (t.y.). Humik maddelerin sahil çamı fidanlarının büyüme ve toprak özellikleri üzerine etkisi (İzmit Orman Fidanlığı Örneği). Ormanlık Araştırma Dergisi, 11(2), 112-121. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.1455868>

Öz

Bu çalışmada, 1+0 yaşlı sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) fidanlarına artan dozlarda verilen humik maddelerin, fidanların gelişimleri, beslenme durumları ve toprak özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. İzmit-Kerpe orijinli tohumların kullanıldığı araştırma İzmit Orman Fidanlığında rastlantı parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Leonardit, metrekareye 30-60-100-150 g, leonarditten üretilen sıvı humik asit ve mineralli humik asit 30-60-100-150 ml dozlarında uygulanmıştır. Leonardit serpilerek, humik asit ve mineralli humik asit sulandırılarak topraktan verilmiştir. Fidanların morfolojik özelliklerini belirlemek için fidan boyu (FB), kök boğazı çapı (KBÇ), gürbüzlük indisi (Gİ) ve Dickson kalite indeksi (DKİ) belirlenmiş, veriler varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirilmiştir. Humik maddelerin kullanımıyla fidan boy ve çap değerleri kontrole göre belirgin bir artış göstermiştir. Fidanların gövde ve köklerinde belirlenen besin element miktarları (ppm) ve toprak özellikleri üzerine işlemlerin etkisi farklı düzeylerde gerçekleşmiştir.

Anahtar kelimeler: Fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan kalitesi, besin elementleri, toprak özellikleri, *Pinus pinaster*

Abstract

In this study, the effects of humic substances given in increasing doses to 1+0-year-old maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) saplings on their development, nutritional status, and soil properties were investigated. The research, which used seeds originating from the İzmit-Kerpe, was carried out in İzmit Forest Nursery using a randomized block design with three replications. Leonardite was applied in doses of 30, 60, 100, and 150 grams per square meter, while liquid humic acid and mineral humic acid derived from leonardite were applied in doses of 30, 60, 100, and 150 milliliters. Humic acid and mineral humic acid were diluted and applied to the soil, while leonardite was applied by sprinkling. To determine the morphological characteristics of the saplings, sapling height (SH), root collar diameter (RCD), robustness index (RI), and Dickson quality index (DQI) were determined, and the data were evaluated using analysis of variance and Duncan test. The use of humic substances resulted in a significant increase in sapling height and diameter compared to the control. The treatments had varying effects on the nutrient element amounts (ppm) in the trunks and roots of the saplings as well as on the soil properties.

Key words: Sapling size, root collar diameter, seedling quality, nutrients, soil properties, *Pinus pinaster*



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Leonardit, yüksek oranda humik asit, karbon, makro ve mikro besin elementleri içeren kömür düzeyine ulaşmamış tamamen doğal organik bir maddedir. Leonardit fosfor (P_2O_5) yönünden yüksek, potasyum (K) bakımından fakir, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) içerikleri çok yüksek ve bitki tarafından alınabilecek mikro besin elementlerince (Fe, Mn, Cu ve Zn) zengindir. Kömürleşme sürecini tamamlamamış oksidasyon şartlarına maruz kalmış linyit olan leonarditi tanımlamak için kullanılan en belirgin özellik humik asit oranıdır. Leonardit, içerdiği humik ve fulvik asitlerle toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerini iyileştirerek, bitkilerin besin maddeleri alımını arttırmaktadır (Engin ve Cöcen, 2012).

Humik asitler vasıtasıyla bitkilere ve toprağa gerekli olan besinler iletilir. Leonarditin humik asit içeriği %35-85 arasında, nem oranı %25-40 arasında, yoğunluğu $0,75-0,85 \text{ g/cm}^3$ ve pH aralığı 3-5 arasında değişmektedir. Leonardit potasyum hidroksit ile reaktörlerde kimyasal işleme sokularak ham sıvı humik asit elde edilir. Leonardit özellikle Türkiye gibi toprakları kireççe zengin ortamlarda sağladığı organik asitlerle, bitki besin maddelerinin alımını arttırmaktadır. Başka bir ifadeyle, topraklarımızda yıllardır yanlış gübreleme sonucu birikmiş olan fosfor ve potasyum gibi besin elementlerini çözürek bu besin elementlerinin alımını sağlamaktadır. Leonardit yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle, sulama suyunun topraktan hemen uzaklaşmasını engelleyerek düşük su tüketimini sağlamaktadır. Ülkemiz çok önemli linyit yataklarına sahiptir. Leonardit de linyitin üst tabakalarında bulunan okside olmuş hali olduğundan, ülkemizdeki tüm linyit yatakları aynı zamanda potansiyel bir leonardit kaynağıdır. Tarım ve Orman Bakanlığının (TOB) leonarditlerin toprak düzenleyici olarak kullanılabilmesi için belirlemiş olduğu humik asit miktarı katı leonarditte (humik + fulvik) en az %40, sıvıda (humik + fulvik) %12' dir. Yapılan araştırmalar ülkemizdeki düşük kalorili linyitlerin organomineral gübre eldesi için iyi bir hammadde kaynağı olabileceğini göstermektedir (Şengüler, 2015).

Kimya, biyoloji, gıda, çevre ve sağlık gibi farklı disiplinlerde humik madde üzerine ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Ormancılıkta ise humik maddelerin kullanımıyla daha boylu ve kaliteli fidanların yetiştirilmesi sağlanarak, ağaçlandırma ve suni gençleştirme çalışmalarının başarıları artırılabilir.

Ağaçlandırmanın hangi amaçla yapılacağı, yetiştirme ortamı özelliklerine uygun ağaç türü seçimi ve ağaçlandırmada kullanılacak fidanın kaliteli olma-

sı önemli konulardır. Yapılan çalışmalarla, sahil çamının endüstriyel ağaçlandırmalarda yaygın şekilde kullanılabilmesi belirlenmiştir. Sahil çamının Korsika orijinleri; hızlı büyümesi, düzgün gövde yapması ve kar zararlarına karşı gösterdiği mukavemeti nedeniyle seçilmiştir (Tunçtaner ve ark., 1985). Ağaçlandırmalarda kullanılmak üzere, Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM) fidanlıklarında üretilmeye başlanmıştır. Sahil çamı genellikle alçak bölgelerde ve sahillerde yetişmektedir. Yüksek rakımlara ancak sıcak bölgelerde çıkabilmektedir. Mülga Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü (AGM) verilerine göre sahil çamı ağaçlandırmaları yoğun olarak Batı Karadeniz Bölümünde ve Marmara Bölgesi'nde bulunmaktadır. Mersin, Muğla, İzmir, Adana ve Artvin illerinde de sahil çamı ağaçlandırmaları yapılmıştır.

Ağaçlandırma çalışmalarında başarı kültür bakım süresinin mümkün olduğunca kısaltılması sağlanabilir. Kültür bakım süresinde ise dikilen fidanların yaşama oranı ve kültürün sıklık çağına ulaşabilme süresi önemlidir. Sıklık çağına gelmek, fidanın gelişimine, özellikle çap ve boy artımına bağlıdır ve bu durum kaliteli fidan kullanımının önemini arttırmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007).

Fidan üretiminde, fidanların çap ve boy gelişimlerini arttırmak amacıyla birçok ön işlem uygulamaları (Ayrancı ve Öner, 2019; Dönmez, 2018; Kuzugüdenli, 2020; Ürgenç, 1998) ve gübreleme çalışmaları yapılmıştır. Bu araştırmada ise leonardit ve leonarditten elde edilen humik asitler kullanılarak sahil çamı fidanlarının gelişimleri, kök ve gövdelerindeki besin elementleri ile yetiştikleri toprakların özellikleri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada; İzmit Orman Fidanlığı'nda, İzmit-Kerpe orijinli tohumdan yetiştirilmiş, 1+0 yaşlı çıplak köklü sahil çamı fidanları kullanılmıştır. Humik madde olarak üretici firmadan alınan leonardit (0-3 mm boyutlarında öğütülmüş toz), leonarditten elde edilmiş humik asit (Ant humix liquide) ve mineralli humik asit (Aclive Hum) kullanılmış olup kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

2.2. Araştırma alanının tanıtımı

İzmit Orman Fidanlığı; şehir merkezine uzaklığı 3 km, Paylar ovası mevkiinde, $40^{\circ} 46'$ kuzey enlemi, $29^{\circ} 54'$ doğu boylamı arasında yer almaktadır. Fidanlığın denizden yüksekliği 6 metredir. Akdeniz iklim (Emberger (Akman, 1990) prensiplerine

Tablo 1. Humik maddelerin kimyasal özellikleri
Table 1. Chemical properties of the humic substances

Humik Madde	pH	Organik madde	Humik+fulvikAsit	K	Ca	Mg	Na
		%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Leonardit	3,91	41	52	53	6162	497	160
Humik asit	9,64	5	12	112	3494	106	36
Mineralli humik asit	9,60	5,2	11,5	136	3158	107	35

göre) sınıflandırmasına göre, deneme alanının, yağışlı-serin biyoiklim sınıfında olduğu belirlenmiştir. Araştırmanın yapıldığı 2017-2019 dönemine ait Kocaeli-İzmit Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine göre (MGM, 2019) yıllık ortalama sıcaklık 15,63°C ve yıllık ortalama yağış miktarı 845,6 mm'dir.

Fidanların yetiştirildiği topraklar hafif alkali, tuz-

suz, az kireçli, organik madde seviyeleri tekstürleri ile ilişkilendirildiğinde yüksektir. Toprak bünyesi "killi balçık" türündedir. Besin elementlerinden magnezyum, azot ve sodyum miktarları orta seviyede, fosfor ve kalsiyum ise yüksektir. Deneme alanının toprak özellikleri bu çalışma ile belirlenerek Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Fidanların yetiştirildiği deneme alanının toprak özellikleri
Table 2. Soil characteristics of the trial area where the saplings were grown

Toprak Türü	pH	EC mS/cm	Kireç %	Organik madde %	P (ppm)	N (%)	Ca (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)
Killi balçık	7,47	0,6	2,04	2,87	19,62	0,14	7302,7	156,33	44,26	197,06

2.3. Deneme alanında uygulanan işlemler

Deneme, rastlantı parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Yastıkların her biri 13'e bölünmüş, sonra birer metre karelik (m²) bölmelere ayrılmış ve bunlara 13 işlem rastgele dağıtılmıştır. Sahil çamının tohumları yastıklara 24 Şubat 2017 tarihinde ekilmiştir. Leonardit serpilerek, humik asit ve mineralli humik asit sulandırılarak topraktan verilmiştir. Sıvı haldeki humik asit ve mineralli humik asit; bir buçuk litrelik (1,5 L) plastik şişelere 30 ml, 60 ml, 100 ml ve 150 ml konulup üzeri suyla tamamlanmış, her şişe süzgeçli kovalara boşaltılıp yastıklardaki birer m²'ye (1x1m) dökülmüştür. Yapılan işlemler ve dozları Tablo 3' te verilmiştir. Toz halindeki leonardit mart ve eylül aylarında, leonarditten elde edilen humik asit ile mineralli humik asit ise nisan ve haziran aylarında verilmiştir. Kontrol parsellerinde humik madde uygulanmamıştır. Fidanlar yağmurlama sulama ile sulanmıştır. Bu suların kalitesi C₂S₁ olup orta tuzlu düşük sodyumlu su sınıfındadır. Fidanlar 1+0 yaşına geldiğinde her işlem parseline 30 adet olmak üzere toplam 390 adet fidan sökülüştür. Fidanlar sökülürken aynı zamanda 13 işlem parseline toprak örnekleri de alınmıştır.

Tablo 3. Deneme alanına uygulanan işlemler
Table 3. Procedures applied to the trial area

İşlemler	Doz g/m ²
Leonardit (L30)	30
Leonardit (L60)	60
Leonardit (L100)	100
Leonardit (L150)	150
	ml/ m ²
Humik asit (HA30)	30
Humik asit (HA60)	60
Humik asit (HA100)	100
Humik asit (HA150)	150
Mineralli humik asit (MHA30)	30
Mineralli humik asit (MHA60)	60
Mineralli humik asit (MHA100)	100
Mineralli humik asit (MHA150)	150
Kontrol (K)	0

2.4. Laboratuvarında yapılan işlemler

Topraktan sökülen fidanlar, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü laboratuvarına taşınmış ve üzerlerindeki topraklar temizlenmiştir. Fidanların boyları (FB, cm) cetvelle, kök boğazı çapları (KBÇ, mm) ise 0,1 mm hassasiyetindeki kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Fidanlar kök boğazlarından kesilerek iki parçaya ayrılmıştır. Gövde (GYA, g) ve kök (KYA, g) yaş ağırlıkları hassas teraziler yardımıyla tartılmıştır. Fidanlar

kök ve gövde olarak kurutma fırınına yerleştirilmiş, 65°C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulduktan sonra gövde (GKA, g) ve kök (KKA, g) kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen verilerden yararlanılarak,

Katlılık (K) = GKA / KKA (Thompson, 1985),

Gürbzlük İndisi (Gİ) = FB (mm) / KBC (mm) (Apholo ve Rikala, 2003)

Fidan kuru ağırlığı (FKA) = GKA (g) + KKA (g)

Dickson Kalite İndeksi (DKİ) = FKA / (Gİ+K) (Dickson ve ark., 1960) değerleri hesaplanmıştır.

Fidanların kök ve gövdeleri kurutulduktan sonra öğütülerek, fidan kök ve gövdede K, Na, Ca ve Mg miktarları AAS Metodu ile tayin edilmiştir (Kacar, 1993).

Alınan toprak örneklerinde; toprak tekstürü, % kireç, elektriksel iletkenlik (EC, mS/cm), toprak reaksiyonu (pH), % organik madde (OM), % azot (N), sodyum (Na, ppm), potasyum (K, ppm), fosfor (P, ppm), kalsiyum (Ca, ppm) ve magnezyum (Mg, ppm) analizleri yapılmıştır.

Toprak tekstürü Bouyoucos (Bouyoucos, 1962) hidrometre yöntemiyle, toprak reaksiyonu (pH) v/5v toprak/su çözeltisinde elektrometrik metotla (TS ISO 10390, 2013), elektriksel iletkenlik (EC) m/5v toprak/su çözeltisinde elektrometrik metotla (TS ISO 11265, 1996), % organik madde Walkley-Black yaş yakma metoduyla (TS 8336, 1990), % kireç Scheibler kalsimetresi (TS 8335 ISO 10693, 1996) ile, % azot (N) Kjeldahl Metoduyla, fosfor (P) toprak örneklerinin kireç miktarları belirlendikten sonra, kireçli topraklarda Olsen ve ark. Metodu (TS 8340/Nisan 1990) ile, asitli topraklarda Bray ve Kurtz No1 metodu (TS 8338, 1990) ile, Ca, Mg, K ve Na ise amonyum asetat çözeltisiyle elde edilen yıkama süzütüsünde Atomik absorpsiyon cihazı ile tayin edilmiştir.

2.5. Değerlendirme yöntemleri

Verilere önce Normalite testi yapılmış, daha sonra Varyans analizi yapılarak, önemli çıkan sonuçların ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile karşılaştırılmıştır. Verilerin analizinde SPSS v.22.0 programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Humik maddelerin fidan gelişimine etkileri

Humik maddelerin sahil çamı fidanlarına uygulanması sonucunda fidan boyu, kök boğazı çapı, gürbzlük indisi ve Dickson kalite indeksi değerlerinde önemli farklılıklar belirlenmiş ve farklılıklar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4). Buna

göre fidan boyu değerleri HA100 işleminde 34,44 cm ile en yüksek, kontrol bölümündeki fidanların ortalama boyları ise 19,78 cm ile en düşüktür (Şekil 1). Kök boğazı çapları L100 işleminde 2,64 mm ile en yüksek, HA150 işlemi ise 1,22 mm ile en düşük değeri göstermiştir. Kontrol, HA100 ve HA150 işlemlerinin uygulandığı fidanlar diğer işlemlere göre daha düşük çapa sahiptir (Şekil 2).

Gürbzlük indisi en yüksek 294,44 ile HA100 işleminde, en düşük ise 104,72 ile L60 işleminde görülmüştür. Fidan kalite indeksi L60 işleminde 0,043 ile en yüksek değeri göstermiştir. TS 2265/Şubat 1988 İğne yapraklı fidanlar standardına göre; 1+0 yaşlı sahil çamı FB \geq 12 cm ve KBC \geq 2 mm ise I. Sınıf, 10 \leq FB < 12 cm ve KBC \geq 2 mm ise II. Sınıf olarak, FB < 10 cm ve KBC < 2 mm ise standart dışı olarak belirtilmiştir. Buna göre HA100, HA150 ve kontrol işleminin uygulandığı fidanlar FB bakımından yeterli olmasına rağmen KBC bakımından yeterli gelişmeyi sağlayamadıkları için standart dışı fidan sınıfında, diğer işlemlerin uygulandığı fidanlar ise I. sınıfta yer almışlardır.

3.2. Humik maddelerin fidanların beslenme durumlarına etkileri

Humik maddelerin sahil çamı fidanlarına uygulanması sonucu fidan gövde ve köklerinde Ca, K, Mg ve Na konsantrasyonlarında önemli farklılıklar belirlenmiş ve farklılıklar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır (Tablo 5). Buna göre fidan gövdelerindeki Ca değerleri, kontrol işlemine göre mineralli humik asidin yüksek dozları ve HA100 işlemi hariç diğer tüm uygulamalarda azalmış ve MHA100 işleminde 10424 ppm ile en yüksek değeri göstermiştir. Köklerde ise Ca değerleri istatistiksel farklılık oluşturmamıştır. K değerleri gövdede mineralli humik asidin tüm dozlarında artmış, diğer uygulamalarda kontrole göre fazla bir artış göstermemiş, kökte kullanılan tüm humik maddelerle ise azalmıştır. Mg değerleri gövdede L30 işlemi hariç diğer humik madde uygulamalarıyla artış gösterirken kökte HA150 işleminde çok az artış belirlenmiş diğer işlemlerde ise azalma göstermiştir. Na değerlerinde HA150 işlemi hem gövdede hem kökte kontrole kıyasla belirgin bir artış göstermiştir. Fidan köklerinde ise Ca hariç diğer besin elementleri gövdeden daha yüksek bulunmuştur.

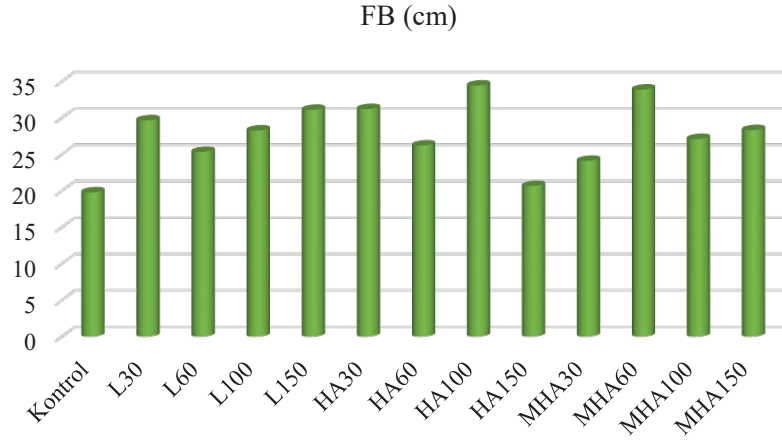
3.3. Humik maddelerin fidanların yetiştirildiği toprak özelliklerine etkileri

Verilen humik maddelerin sahil çamı topraklarının bazı özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan istatistik analizlerde farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 6).

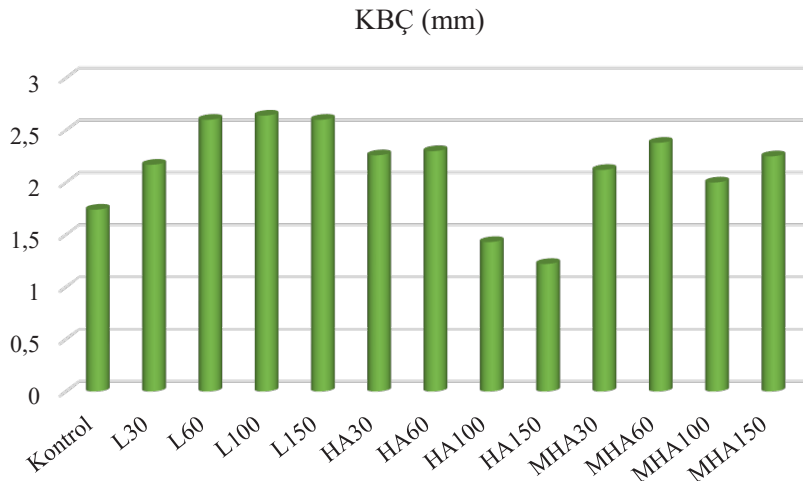
Tablo 4. Humik maddelerin fidanların gelişimindeki etkisine ait farklılıklar
Table 4. Differences in the effects of humic substances on the development of saplings

İşlemler	FB (cm)	KBÇ (mm)	Gİ	DKİ
K	19,78 g	1,74 cde	114,97 c	0,019 ab
L30	29,67 bc	2,17 abc	145,23 bc	0,017 b
L60	25,33 de	2,60 ab	104,72 c	0,043 a
L100	28,28 bcd	2,64 a	117,27 c	0,028 ab
L150	31,11 ab	2,60 ab	127,03 c	0,022 ab
HA30	31,22 ab	2,26 abc	144,13 bc	0,027 ab
HA60	26,22 cde	2,30 abc	124,28 c	0,026 ab
HA100	34,44 a	1,43 de	294,44 a	0,007 b
HA150	20,67 fg	1,22 e	193,03 b	0,007 b
MHA30	24,11 ef	2,12 abcd	118,62 c	0,020 ab
MHA60	33,89 a	2,38 abc	153,81bc	0,021 ab
MHA100	27,11 cde	2,00 abcd	139,73 bc	0,015 b
MHA150	28,33 bcd	2,25 abc	132,16 c	0,023 ab
<i>F</i>	11,06	2,51	5,82	3,11
<i>p</i>	***	*	***	***

FB: Fidanın boyu (cm), KBÇ: Kök boğazı çapı (mm), Gİ: Gürbüzlük indisi, DKİ: Kalite indisi, F: Varyans analizi test istatistiği, *p*: Önem düzeyi, ns: Önemsiz, **p*<0,05; ***p*<0,01 ve ****p*<0,001 satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir.



Şekil 1. Uygulamaların FB üzerine etkileri
Figure 1. Effects of applications on SH (sapling height)



Şekil 2. Uygulamaların KBÇ üzerine etkileri
Figure 2. Effects of applications on RCD (root collar diameter)

Tablo 5. Humik maddelerin besin elementleri konsantrasyonlarına etkisine ait farklılıklar
Table 5. Differences in the effects of humic substances on nutrient concentrations

İşlemler	Gövde				Kök			
	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	8170 bc	4260 c	1253 de	367 cde	3965 a	7708 a	1845 ab	699 ab
L30	5975 ef	3828 c	1146 e	296 de	3956 a	6980 b	1617 bcd	530 bc
L60	5390 f	3393 c	1459 de	265 de	3497 a	5951 b	1573 cd	453 bc
L100	7908 bcd	3268 c	1385 de	216 e	4219 a	7346 b	1793 abc	435 bc
L150	6155 ef	5951 b	1493 cd	343 cde	4501 a	7080 b	1810 abc	498 bc
HA30	7263 cdef	4686 c	1397 de	354 cde	4056 a	5306 b	1608 bcd	496 bc
HA60	7833 bcd	3988 c	1706 abc	307 de	3839 a	5317 b	1605 bcd	483 bc
HA100	8321 bc	4548 c	1509 cd	279 de	3660 a	5091 b	1408 de	296 c
HA150	6854 def	4393 c	1619 bc	630 a	4882 a	5124 b	1891 a	820 a
MHA30	5430 f	7384 a	1464 cd	496 abc	3811 a	6262 b	1399 de	432 bc
MHA60	7748 bcde	7318 a	1712 ab	554 ab	3178 a	5648 b	1186 e	431 bc
MHA100	10424 a	7960 a	1798 a	576 ab	4385 a	5273 b	1256 e	488 bc
MHA150	9049 b	7859 a	1746 ab	426 bcd	4231 a	5080 b	1312 e	348 c
<i>F</i>	4,6	2,69	13,62	6,63	0,83	23,37	2,74	4,87
<i>p</i>	*	*	***	***	ns	***	*	***

F: Varyans analizi test istatistiği, *p*: Önem düzeyi, ns: Önemsiz, **p*<0,05; ***p*<0,01 ve ****p*<0,001 satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir.

Tablo 6. Humik maddelerin sahil çamı topraklarının özelliklerine etkisine ait farklılıklar
Table 6. Differences in the effects of humic substances on the properties of maritime pine soils

İşlemler	pH	EC (mS/cm)	Kireç (%)	OM (%)	N (%)	P (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	7,48 b	0,60 ab	2,04 c	2,87 a	0,14 a	20 a	7303 a	156 a	197 b	44 a
L30	7,81a	0,51 ab	1,63 c	2,83 a	0,13 ab	19 a	7087 ab	118 bcd	250 a	42 a
L60	7,75 a	0,84 a	2,10 c	2,78 a	0,13 ab	22 a	7140 ab	122 bcd	250 a	42 a
L100	7,60 a	0,40 ab	2,88 bc	2,58 a	0,13 ab	20 a	6694 cd	99 d	245 ab	41 a
L150	7,62 a	0,67 ab	3,56 a	2,09 a	0,12 ab	22 a	6688 cd	127 abcd	247 a	42 a
HA30	7,87 a	0,30 b	2,18 c	2,60 a	0,13 ab	20 a	6880 bcd	127 abcd	221 b	44 a
HA60	7,65 a	0,71 ab	3,33 ab	2,28 a	0,11 b	20 a	6592 d	116 bcd	192 b	43 a
HA100	7,55 a	0,86 a	1,96 c	2,71 a	0,13 ab	21 a	6914 bc	142 abc	193 b	43 a
HA150	7,62 a	0,22 b	3,20 ab	2,38 a	0,13 ab	20 a	6745 cd	110 cd	192 b	43 a
MHA30	7,43 b	0,44 ab	2,86 bc	2,77 a	0,13 ab	21 a	6691 cd	117 bcd	192 b	43 a
MHA60	7,41 b	0,27 b	2,07 c	2,81 a	0,14 a	19 a	7068 ab	140 abc	191 b	43 a
MHA100	7,30 b	0,55 ab	3,14 ab	2,59 a	0,14 a	20 a	6842 bcd	150 ab	195 b	42 a
MHA150	7,51 b	0,44 ab	2,90 b	2,31 a	0,13 ab	20 a	6911 bc	127 abcd	193 b	42 a
<i>F</i>	18,55	2,36	26,55	1,16	4,65	2,08	3,3	3,88	10,63	0,57
<i>p</i>	***	*	***	ns	*	ns	**	***	***	ns

F: Varyans analizi test istatistiği, *p*: Önem düzeyi, ns: Önemsiz, **p*<0,05; ***p*<0,01 ve ****p*<0,001 satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan homojen grupları göstermektedir.

Buna göre humik maddelerin toprak pH' sı üzerinde etkisi istatistiksel olarak (*p*<0,001) önemli bulunmuştur. Leonardit ve humik asit uygulamalarının tüm dozlarında pH değerleri kontrol işlemine göre (7,48) artarken mineralli humik asit uygulamalarında ise azalmıştır. pH değeri HA30 işleminde 7,87 ile en yüksek, MHA100 işleminde

ise 7,30 ile en düşüktür.

Humik maddelerin uygulanmasıyla EC değerlerinde (*p*<0,05) önemli farklılıklar belirlenmiştir. Toprağa artan dozlarda humik madde uygulanmasıyla EC değerlerinde düzensiz değişimler meydana gelmiş, ama humik maddeler düşük tuz içeriğine sahip ol-

dukuları için işlemler tuzluluk düzeylerini önemli ölçüde etkilememiştir. Mineralli humik asit işlemlerinin tümündeki değerlerde düşüş belirlenmiştir. HA100 işlemi en yüksek değeri 0,86 mS/cm, HA150 işlemi ise 0,22 mS/cm ile en düşük değeri göstermiştir.

Toprağın kireç içeriğine humik maddelerin etkisi istatistiksel olarak ($p < 0,001$) önemli bulunmuştur. Humik maddelerin uygulanmasıyla kireç değerlerinde düzensiz değişimler meydana gelmiş, ancak kontrol işlemine göre belirgin bir fark gözlenmemiştir.

Organik madde içeriği kontrol ile karşılaştırılınca benzer değerler göstermiştir ve işlemler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Bu da humik maddeleri uygulamanın organik madde miktarını önemli ölçüde değiştirmediklerini göstermektedir. Humik maddelerin uygulanmasıyla toprağın azot miktarlarında ($p < 0,05$) önemli farklılıklar belirlenmiştir. Kontrol bölümünün azot miktarları, humik madde verilen topraklardan daha yüksek değerler göstermiştir. Humik maddeler ise azot miktarında etkili olmamıştır.

Toprakların fosfor içeriklerinde humik maddeler istatistiksel fark oluşturmamış ve işlemler kontrolle benzer değerleri göstermişlerdir.

Humik maddeleri uygulamakla toprağın sodyum değeri hariç besin maddelerinin miktarlarında anlamlı farklılıklar gözlenmiştir. En yüksek kalsiyum (7303 ppm) ve potasyum (156 ppm) miktarları kontrol bölümü topraklarında belirlenmiştir. Humik maddelerin, toprakların kalsiyum ve potasyum miktarlarını düşürdüğü görülmüştür. Magnezyum miktarlarında ise leonarditin tüm işlemlerinde artış gözlenirken, diğer işlemlerde kontrole göre düşüş gözlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada humik maddelerin fidan morfolojik özelliklerine etkisi incelenmiş ve elde edilen bulgulara göre sahil çamı fidan boyları, HA100 işleminde en yüksek boya ulaşmış ve kontrole göre %74 artış belirlenmiş; en yüksek boy değeri 34,44 cm ve en düşük boy değeri kontrol işleminde 19,78 cm bulunmuştur. Kök boğazı çaplarında ise kontrole göre %51 artış L100 işleminde çıkmış; en yüksek değer 2,64 mm ve en düşük değer 1,22 mm'dir. Konu ile ilgili olarak Çeler (2013), 1+0 ve 2+0 yaşlı çıplak köklü sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) fidanlarına leonardit fosfor karışımı uyguladığı çalışmasında; kontrol işlemine göre 1+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının fidan boyunda %13, kök boğazı çapında %18 ve sarıçam fidanlarının kök

boğazı çapında ise %85 artış tespit etmiştir.

TSE 2265/Şubat 1988 İğne yapraklı fidan kalite sınıflandırmasına göre 1+0 yaşlı fidanlar için $FB \geq 12$ cm ve $KBÇ \geq 2$ mm ise I. Sınıf, $10 \leq FB < 12$ cm ve $KBÇ \geq 2$ mm ise II. Sınıf olarak, $FB < 10$ cm ve $KBÇ < 2$ mm ise standart dışı olarak belirtilmiştir. Buna göre HA100, HA150 ve kontrol işleminin uygulandığı fidanlar FB bakımından yeterli olmasına rağmen KBÇ bakımından yeterli gelişmeyi sağlamadıkları için standart dışı fidan sınıfında, diğer işlemlerin uygulandığı fidanlar ise I. sınıfta yer almışlardır. Fidan kalitesini temsil etmede KBÇ'nin, FB'dan daha önemli bir parametre olduğu, kalın çaplı ve boylu fidanların daha fazla yaprak ve ibreye sahip olmalarından dolayı, daha yüksek besin maddesi içeriğine sahip oldukları vurgulanmaktadır (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Cleary ve Greaves (1979), KBÇ'nin, fidanın mukavemetini belirten önemli bir parametre olduğunu belirtmektedirler.

Fidan kalite sınıflamasında kullanılan kriterlerden birisi olan gürbüzlük indisi, fidan boyunun kök boğazı çapına oranıdır. Bu değer küçük olması fidan kalitesi açısından istenilen bir özellik olup, düşük gürbüzlük indisine sahip fidanlar dikim ve taşıma zararlarından daha az etkilenmekte ve dikim başarısı daha yüksek olmaktadır (Genç, 1992). Araştırmamızda gürbüzlük indisi değerleri; sahil çamı fidanlarında en yüksek 294,44 ve en düşük 104,72 bulunmuştur. Gürbüzlük indisi değerlerine göre, fidan kaliteleri $GI < 50$ ise kaliteli fidan, $50 < GI < 60$ ise orta kaliteli fidan ve $GI > 60$ ise düşük kaliteli fidan olarak sınıflandırılmıştır (Apholo ve Rikala, 2003). Bu sınıflandırmaya göre çalışmamızdaki tüm fidanlar "düşük kaliteli fidan" sınıfına girmektedir.

Dickson kalite indeksinin değeri arazi performansı için fidanın potansiyel gücünü açıklar (Manas ve ark., 2009). Fidan kalite indeksi 1'e yakın ve daha yüksek bulunan fidanların yüksek kaliteli kabul edildiği bildirilmektedir (Dickson ve ark. (1960)'ne atfen Aslan, 1986). Buna göre araştırmamızdaki fidanlar düşük kaliteli fidan sınıfına girmektedir.

Çalışmamızda, humik maddelerin fidan beslenmesine etkisini belirlemek için yapılan incelemelerde Ca, fidanların gövdelerinde MHA100, MHA150 ve HA100 işlemlerinde kontrole göre artış göstermiş, köklerinde ise fark belirlenmemiştir. K ve Mg, gövdede mineralli humik asidin (MHA) uygulanan tüm dozlarında artışlar göstermiş; köklerde ise uygulamaların etkisi HA150 işleminin Mg değerini çok az arttırmasının dışında azaltıcı yönde olmuştur. Na, HA150 işleminin uygulanmasıyla hem gövde hem de kökte en yüksek değerleri göstermiştir. Diğer tüm uygulamalar ise kökte Na değerlerini

düşürmüştür. Gövde ve kökteki besin elementlerinin miktarları kıyaslandığında Ca dışındaki elementlerin kökte daha yüksek miktarda bulunduğu görülmektedir. Gürlevik ve Mercan (2017), 1+0 yaşlı çıplak köklü sedir (*Cedrus libani*) fidanlarına azotlu ve kükürtlü gübreleme yaparak, gövde ve köklerdeki besin elementlerini incelediklerinde; Potasyumun (K) gövdede köklere göre daha fazla, kalsiyumun (Ca) köklerde gövdeye göre daha fazla, magnezyumun (Mg) ise gövde ve köklerde hemen hemen aynı seviyelerde olduğunu belirlemişlerdir.

Humik maddelerin, fidan topraklarının kimyasal özelliklerine etkisini belirlemek için yapılan bu çalışmamızın sonuçlarına göre, sıvı olarak verilen humik maddeler ile toz halinde verilen leonarditin etkilerinin farklı olduğu anlaşılmıştır. Toprakların pH değeri L ve HA işlemlerinin tümünde yükselirken MHA işlemlerinin tüm dozlarında azalmıştır. Yıldız (2019), marul (*Lactuca sativa*) ve ıspanakta (*Spinacia oleracea*) leonardit kullanarak yaptığı çalışmada leonarditin pH değerini düşürdüğünü belirlemiştir. Öküzcüoğlu (2019), leonardit kullanımının toprak kriterlerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada leonarditin pH düşürücü etkisini belirlemiştir. Ergönül (2011) ise ayçiçeği (*Helianthus annuus*) çeşitlerinde humik asit ve leonardit kullanarak yaptığı çalışmada leonarditin toprağın pH derecesini 7.93'ten 7.74'e, humik asidin ise 7,70'e düşürdüğünü gözlemlemiştir.

Çalışmamızda toprakların elektriksel iletkenlik değerleri (EC), leonardit uygulanan topraklarda kontrol bölümüyle hemen hemen aynıdır, HA işlemlerinde ise rakamsal olarak yükselmesine rağmen kayda değer bir artış söz konusu değildir. Alagöz ve ark. (2006) 'nın çalışmasında işlenmiş leonardit uygulamalarının toprağın elektriksel iletkenliği üzerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmada humik maddelerin, toprakların % kireç miktarlarına etkisi en yüksek ve en düşük değerler L150 ile L30 işlemlerinde tespit edilmiştir. Humik maddelerin uygulanmasıyla kireç değerlerinde düzensiz değişimler meydana getirmiş, ama kontrol işlemine göre belirgin bir fark gözlenmemiştir.

Humik madde uygulamalarımızda toprağın besin elementi içeriğine etkileri sınırlı düzeydedir. Humik maddelerin toprakların Ca ve K miktarlarına etkisi azaltıcı yönde olmuştur. Mg miktarları leonarditin tüm işlemlerinde artmış, diğer işlemlerde kontrole göre düşüş gözlenmiştir. Na miktarları ise uygulamalarla değişmemiştir.

Humik madde uygulamalarımız toprakların P miktarlarında anlamlı bir fark oluşturmamış ve

işlemler kontrole benzer değerleri göstermişlerdir.

Toprakların % N ve % OM miktarları, humik madde uygulamalarımız sonrası değişmemiştir. Ergönül (2011) ise ayçiçeği yetiştirilen topraklarda tohum ekiminden önce topraktaki azot %0,102 ve organik madde %2,05 iken, hasat sonrası leonardit verilen toprakların azot değeri %0,087 ve humik asit verilenlerde 0,085'e düştüğü, organik madde değerlerinin de leonarditli topraklarda %2,28'e, humik asitli topraklarda ise %2,30'a yükseldiğini tespit etmiş ve bu durumun leonardit ve humik asit kullanımının topraktaki alınabilir azot miktarını arttırdığını belirtmiştir. Demir ve ark. (2012)'nin leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitkinin verimi ve toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, leonarditin toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmazken, verim artışında ise etkili olduğunu belirlemiştir.

Özyazıcı ve ark. (2010), bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık (*Corylus sp.*) yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amaçlı çalışmalarında, toprakların azot kapsamı üzerine, toprak düzenleyicilerin ve organik gübrelerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Aynı çalışmada leonarditin bir yıllık kullanımının toprağın % organik madde miktarını arttırmadığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak fidanların çap ve boy değerlerinde sağlanan üstünlükler sebebiyle fidanlıklarda sahilçamı için leonardit ve humik asitlerin kullanımı önerilebilir. Bununla birlikte boyca üstünlüğünü uzun yıllar koruyabilen bu fidanlar ağaçlandırma sahalarında yoğun diri örtü ile rekabet için üstünlük sağlayabilir (özellikle Karadeniz Bölgesi'nde) (Çetiner, 1997).

Teşekkür

Bu makale, OGM Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen İZT-407 (6210) /2017-2021 no'lu, "Fidanlıklarda Humik Madde Kullanımının Bazı Orman Ağaçlarının Fidan Kalitesi ve Toprak özelliklerine Etkisi" adlı araştırma projesinin sonuç raporundan hazırlanmıştır.

Yazar Katkıları

Anafikir/Planlama-Z. Yavuz, D. Tuğrul, Veri toplama/İşleme-Z. Yavuz, D. Tuğrul, M. G. Çüçen, S. Özbay, Veri analizi ve Yorumlama-Z. Yavuz, D. Tuğrul, Literatür taraması-Z. Yavuz, D. Tuğrul, Yazım-Z. Yavuz, Gözden geçirme ve düzeltme-Z. Yavuz

Kaynaklar

- Akman, Y., 1990. İklim ve biyoiklim (1. Basım). Ankara: Palme Yayınları.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254
- Apholo, P.J., Rikala, R., 2003. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume. *New Forests* 25(2): 93-108
- Aslan, S., 1986. Kazdağı Göknaarı (*Abies equitrojani* Aschers et Sinten)'nin Fidanlık Tekniği Üzerine Çalışmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 157, Ankara
- Ayrancı, A., Öner, M. N., 2019. Farklı orijinli Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) tohumlarında bazı ön işlemlerin çimlenmeye etkisi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 61-70.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Toprakların parçacık boyutu analizlerini yapmak için geliştirilmiş hidrometre yöntemi. *I. Agronomy dergisi*, 54(5), 464-465.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979. Fidan. (Çeviren: Eyüboğlu, A.K.) *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 3167, Ankara
- Çeler, E., 2013. Çıplak Köklü Sarıçam ve Karaçam Fidanı Morfolojik Kalite Özelliklerine Leonarditin Etkileri.. Kastamonu Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu
- Çetiner, Ş., 1997. Ordu-Gölköy yöresindeki diri örtü temizliği ve toprak işleme çalışmalarında mekanizasyon olanaklarının araştırılması. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Trabzon
- Demir, M., Noyan, Ö. F., Oğuz, İ., 2012. Leonardit kullanımı ile birlikte azaltılmış azotlu gübre uygulamalarının bitki verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 14(1): 445-455
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1): 10-13
- Dönmez, F., 2018. Ultrasonik Ses Dalgası Uygulamalarının Ispanak Tohumlarında Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)
- Engin, V.T, Cöcen, E.İ., 2012. Leonardit ve humik maddeler. *MT Bilimsel Sayı*: 2: 13-20
- Ergönül, U., 2011. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerine Uygulanan Humik Asit ve Leonarditin Verim, Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- 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
- Gürlevik, N., Mercan, M., 2017. Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus Libani* A. Rich) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(1): 21-29
- Kacar, B., 1993. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 3 Ankara
- Kuzugüdenli, E., 2020. Tohuma ait Bazı Önışlemlerin Karaçamın Çimlenme Özellikleri Üzerindeki Etkisi. U. Sevilmiş (Ed.), Tarım ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler içinde (321-342. ss.). Ankara, Türkiye. İKSAD Yayınevi.
- Manas, P., Castro, E., Heras, J., 2009. Quality of maritime pine (*Pinus Pinaster*) seedlings using waste materials as nursery growing media. *New Forests*, 37(3): 295-311
- MGM, 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kocaeli ili meteorolojik verileri, Kocaeli
- Öküzçüoğlu, S., 2019. Leonardit Kullanımının Toprak Kriterlerine Etkisi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi, Manisa
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M. A., Üstün, G. Y., 2010. Bazı Organik Materyallerin ve Toprak Düzenleyicilerin Organik Fındık Yetiştiriciliğinde Verim ve Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri, Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum
- Şengüler, İ., 2015. Leonardit: Özellikleri, önemi ve ekonomik değeri, *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, sayı: 19: 101-106
- Thompson, B.E., 1985. Seedling Morphological Evaluation: What You Can Tell By Looking, *In: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Ability of Major Tests.* (Duryea, M.L.: edt.), Workshop Proceedings. Oregon State University, Corvallis, s55-71. ISBN 0-87437-000-0
- TS 2265/Şubat 1988. İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı., Ankara
- TS 8335 ISO 10693, 1996. Toprak Kalitesi-Karbonat Muhtevası Tayini- Volumetrik Metot
- TS 8336, 1990. Toprakta Organik Madde Tayini
- TS 8338, 1990. Toprakta Fosfor Tayini (Modifiye Bray ve Kurtz No. 1 Metodu).
- TS 8340/Nisan 1990. Toprakta Fosfor Tayini (Olsen ve Ark. Metodu).
- TS ISO 10390, 2013. Toprak Kalitesi- Ph Tayini. (Yerine Geçen: TS ISO 10390 :2021; Ziyaret tarihi: 22.03.2024)
- TS ISO 11265, 1996. Toprak Kalitesi- Elektriksel Özi-

letkenlik Tayini

Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1985. Kuzey Amerika Karakavaklarının (*Populus deltoides* Bartr.) Marmara ve Ege Bölgelerine En Uygun Orijinlerinin Seçimi Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten 21: 1-42, İzmit

Ürgeç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü Orman Fakültesi, İ.Ü Rektörlük Yayın No: 3994, Orman Fakültesi Yayın No: 441, Emek Matbaacılık, İstanbul.

Yahyaoglu, Z., Genç, M., 2007. Fidan Standardizasyonu: Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 75, Isparta, s3-11

Yıldız, K.Y., 2019. Farklı Dozda Uygulanan Leonardit ve Vermicompostun Yaprağı Yenen Sebzelerde (Marul ve Ispanak) Verim ve Kalite Kriterlerine Etkisi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi, Manisa