

## Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında odun yoğunluğu ve radyal büyüme performansının Shigometer ile belirlenebilme imkanının araştırılması

Bilgin İçel<sup>a,\*</sup>

**Özet:** Bu çalışmada temel amaç; kızılçamda odun yoğunluğu ve ağaç büyüme performansının nispeten tahribatsız olarak kabul edilen, arazi şartlarında ağaçlar dikili haldeyken ölçüm gerçekleştirebilen Shigometer cihazı kullanılarak belirlenebilme imkanının araştırılmasıdır. Isparta, Burdur ve Antalya illeri sınırlarında kalan fakat orman bölge müdürlüğü sınırları itibarıyla Isparta ve Antalya Orman Bölge Müdürlükleri sorumluluk alanında olan beş adet deneme alanında arazi çalışmaları yürütülmüştür. Sonuç olarak, Shigometer verileri ile farklı kızılçam meşcereleri arasında dikili ağaçlarda odun yoğunluğuna yönelik bir seçimin yapılması mümkün görülmemektedir. Literatürde yapılmış olan bir çalışmaya paralel olarak bu çalışmada aynı deneme alanında, aynı yaştaki popülasyonlar arasında en iyi radyal büyüme performansını ve en yüksek yoğunluk değerini gösteren popülasyon doğru belirlenmiştir. Buna rağmen, cihazın sıralamadaki diğer popülasyonların yerinin belirlenmesinde doğru sonuçlar vermemesi nedeniyle, bu cihazın bir popülasyonun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi olanın/olanların belirlenmesinde kullanılabilmesi yönünde kesin bir sonuca ulaşılamamıştır. Bu argümanın tamamen desteklenebilmesi için ilave çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler herhangi bir çürüklük ve kusur içermeyen ağaçlardan elde edilmiş olup, daha sonra yapılacak çalışmalarda kızılçam için referans değer olarak yararlanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Shigometer, Kızılçam, Büyüme, Yoğunluk

## Investigating the possibility of using Shigometer for determining wood density and radial growth performance among Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) populations

**Abstract:** This work was conducted to investigate the possibility of estimating wood density and growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) trees in the field by using portable Shigometer device. The field works were carried out at five experimental areas which were located near the boundaries of Isparta, Burdur and Antalya provinces, under official responsibility of Isparta and Antalya regional directorates of forestry. Consequently, it was not possible to make a selection for wood density among different stands using Shigometer data. The best performance determined correctly using our dataset but, we could not achieve to determine other populations' performance in correct order at one of experimental sites. Although a publication in the literature suggests that it could be used in the selection of the best one in terms of radial growth performance among the trees of the same population, further work is required for full support of that argument. The data obtained in this study are measured from the defect-free trees and may use as reference values for following studies on *Pinus brutia*.

**Keywords:** Shigometer, Turkish red pine, Growth, Density

### 1. Giriş

Ülkemizde giderek artan odun hammaddesi talebi doğal ormanlarımızın üretim gücünün üzerinde seyretmektedir. Bu sorunun çözümüne yönelik farklı çalışmalar yapılmaktadır. Gerçekleştirilmiş olan çeşitli tür denemelerinde kızılçamın Ege ve Akdeniz bölgelerinde hızlı gelişen diğer yabancı türlerle yarıştığı belirlenmiştir. Bu nedenle kızılçam, Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarının ve ağaç ıslahı programları için belirlenen öncelikli türlerin başında yer almakta ve bu alanlar, günümüzde ve gelecekte ülkemizde endüstriyel odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2000).

Bugüne kadar ülkemizde kızılçamın odun özellikleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda (Berkel, 1957; Göksel,

1984; Bozkurt vd.,1993; Göksel ve Özden, 1993; Bektaş,1997; Güller, 2004) ağaçlar kesilerek örnekler alındığı için oldukça sınırlı sayıda örnek ağaç üzerinde çalışılmıştır. Odun özellikleri üzerine ağaç yaşı, yükselti, baki, bonitet, orijin vb. etkili pek çok faktör bulunmaktadır (Zobel, 1992; Haygreen ve Bowyer, 1996; Bozkurt ve Erdin 1997; Treacy vd., 2000). Bu nedenle, bir çalışma yapılırken tüm etkili faktörler göz önüne alındığında örnek sayısının artırılması gereklidir. 20. yy da tahribatsız muayene ile ilgili bilimsel gelişmeler, dikili ağaçlarda odun özelliklerinin belirlenmesinde çok farklı yöntem ve cihazlar kullanılabilmesine olanak sağlamıştır (Bucur, 2003). Tahribatsız muayene (TM) metodlarının geliştirilmesi ile ağaçların kesilmesine gerek kalmadığı için yapılan çalışmalarda daha çok sayıda örnekleme yapılabilmesi olanağı doğmuştur.

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Department of Forest Product Engineering, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): bilginicel@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.08.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.02.2017



**Citation** (Atıf): İçel, B., 2017. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında odun yoğunluğu ve radyal büyüme performansının Shigometer ile belirlenebilme imkanının araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 241-246.  
DOI: 10.18182/tjf.359640

Ormancılıkta pek çok uygulamada, ağaçlar kesilmeden ağaç hakkında bilgi edinebilmek oldukça önemli bir konudur. Örneğin, dikili haldeki ağaçlarda inceleme, değerlendirmeye imkan veren pratik yöntemlerin öğrenilmesi ve yaygınlaşması hem ağaç ıslahı çalışmalarında hem de dikili haldeki satışların verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Tahribatsız muayene yöntemleri olarak bilinen yöntemlerin, ülkemizde ormancılık ve orman endüstrisi alanında kullanımı oldukça yeni bir konudur. Ülkemizde özellikle dikili ağaçlarda TM ile odun özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup, orijinal çalışmalar son 5-10 yılda başlamıştır. Bu yöntemler, ağaç kesilmeden, ağacın hayatıyetine zarar vermeden ve daha sonra hammadde olarak kullanımında değerini düşürmeden örnekleme ya da ölçüm yapılmasına olanak sağlar. Bu nedenle, klasik yöntemlere nazaran hem daha çevreci hem de daha fazla örnek alınmasına imkan veren yöntemlerdir.

Odunda kullanılan TM yöntemleri dört genel başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar; Mekanik, akustik, elektromanyetik ve nükleer tekniklerdir (Bucur, 2003). Shigometer elektromanyetik yöntemler içerisinde yer almaktadır.

Shigometer Alex Shigo tarafından geliştirilmiş pille çalışan, arazide taşınabilir bir çeşit ohmmetre dir. Bu cihaz PDC (Pulse Direct Current-Darbeli Doğru Akım) üretir ve bu akım odun ya da kabuktan geçerken oluşan direnci ölçer. Odun çürümeye başlamadan önce daha nemli olur ve daha fazla iyon içerir ki buda direkt olarak elektrik akımına karşı direncini etkilemektedir. Ayrıca odunun sıcaklığı da elektriksel direnci üzerinde etkili bir faktördür. Bu nedenle Shigometer donmuş odunda kullanılamamaktadır. Shigometer kullanılırken odun içerisine ince uçlu (2,4 mm) bir matkap yardımıyla açılan deliklere probları yerleştirilir ve elektriksel direnci bir tuş yardımıyla ekranda okunur (Shigo ve Shigo, 1974; Shigo ve Shortle, 1985).

Yurtdışında yapılan bazı çalışmalarda Shigometer, ağaçta hastalıklı dokunun (çürüklük, renk değişikliği, solgunluk vb.) tespitinde kullanılmıştır (Skutt vd., 1972; Shigo ve Shigo, 1974; Tattar vd.,1972; Tattar, 1976; Blanchard ve Shortle, 1977; Shortle vd., 1977; Shortle, 1979; Blanchard ve Carter, 1980; Shortle, 1982; Shigo ve Shortle, 1985; Costello ve Peterson, 1989).

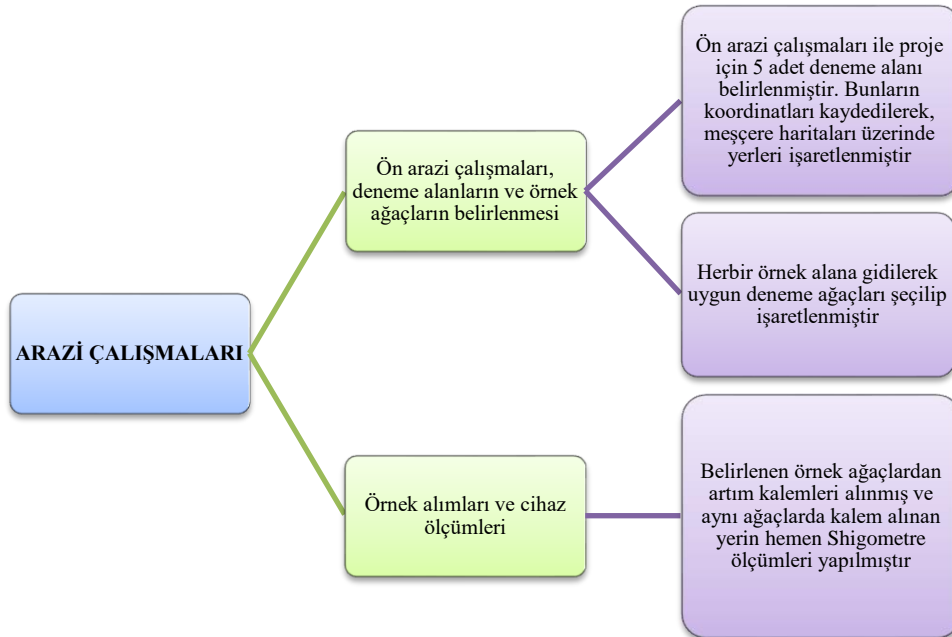
Ülkemizde daha önce Shigometer kullanılarak yapılan bir çalışmada, Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bormmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen) shigometer ve artım burgusunun *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *sensu lato* ve diğer funguslardan kaynaklanan kök ve alt gövde çürüklüğünün tespitinde kullanım olanakları araştırılmıştır (Doğmuş Lehtijarvi vd., 2007).

Odunun elektriksel direncini etkileyen önemli faktörlerden birisi de yoğunluğudur (Skaar, 1988).

Bu çalışmanın amacı; Elektriksel direnci (ER) ölçümleri ile kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) odun yoğunluğu ve radyal (çap yönünde) büyüme performansı bakımından ağaçlar dikili haldeyken bir ön değerlendirme yapılabilmesi imkanı olup olmadığının araştırılmasıdır. Yapılan literatür araştırmalarında, ülkemizde ne incelediğimiz ağaç türünde (kızılçam), nede başka bir türde Shigometer cihazı kullanılarak, dikili ağaçlarda burada incelenen özelliklerin belirlenmesine yönelik yapılmış bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Arazi çalışmaları (Şekil 1) planlanırken aylık, haftalık ve günlük olarak hava tahminleri takip edilmiş ve arazi çalışmalarının aşırı (ekstrem) günlerde yapılmamasına dikkat edilmiştir. Bunun için şehir merkezi için verilen tahminlerden ziyade bölgesel yağış ve sıcaklık haritaları dikkate alınmıştır. Araştırmanın ön arazi çalışmaları aşamasında keşif sürveyleri ile araştırmaların yürütüleceği örnek alanlar incelenmiştir.



Şekil 1. Arazi çalışmalarının aşamaları

Arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler ışığında; Isparta, Burdur ve Antalya illeri sınırlarında kalan fakat Orman bölge müdürlüğü sınırları itibariyle Isparta ve Antalya orman Bölge Müdürlükleri sorumluluk alanında olan ve çalışma amacına uygun görülen, beş adet deneme alanında (Göhlhisar, Pamucak, Karadağ, Melli ve Kepez) arazi çalışmaları yürütülmüştür (Çizelge 1). Deneme alanlarının koordinatları, Global Position System (GPS); yükselteleri, altimetre ile ölçülerek örnek alan arazi karnesine işlenmiştir.

### 2.1. Shigometer ölçümleri

Çalışmada kullanılan Shigometer cihazının (Model: OZ-93, Şekil 2) ölçüm derinliği ile ilgili otomatik ölçeklendirme yoktur. Cihazın sürekli bir veri kayıt sistemi bulunmamaktadır. Cihaz doğrusal olarak ve sürekli bir ölçüm ve veri kaydı gerçekleştirmediği için, cihaz arazide denenirken ölçüm derinliğini belirleyeceğimiz ölçek (skala) probun üzerinde işaretlenmiştir. Otomatik bir kayıt sisteminin olmaması nedeniyle veriler tek tek not edilmek zorunda kalmıştır. Ölçümler 1.30 m yükseklikten ve diri odun kısmında (aynı yöredeki ağaçlarda x-ray ölçümü için alınan artım kalemleri yardımıyla aynı derinlikte) gerçekleştirilmiştir.

Cihazın kullanım talimatında ıslanmaya karşı korunması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle Shigometer cihazı ile arazide kuvvetli yağışın olduğu dönemlerde cihaz ile çalışmak uygun değildir. Çalışma 2013 yılı ilkbahar aylarında gerçekleştirilmiştir (Mart-Nisan-Mayıs). Ön arazi çalışmalarında cihazın ölçüm değerleri üzerine yağışlı ve yağışsız günler açısından bir fark olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu nedenle, arazide yağmurlu günlerde cihaz plastik koruyucularla yağmurdan korunarak çalışılmıştır. Ön arazi çalışmalarında yapılan ölçümlerin ortalaması 69 KΩ

(yağışsız günlerde); 70 KΩ (hafif yağışlı günlerde) dur. Az da olsa ortalama değerinde görülen fark sebebiyle çalışma için yapılan tüm ölçümler yağışın olmadığı günlerde gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. X-Ray Densitometre ile odun yoğunluğunun belirlenmesi

X-ray ölçümleri için alınan artım kalemi örnekleri (Shigometer ölçümlerinin hemen altından 1.30 m yükseklikten alınmıştır) aynı gün laboratuvara getirilmiş ve laboratuvarında buzdolabına (+2 ila +4 °C) konulmuştur. Bu artım kalemi örnekleri, örnek alındıktan sonra gelen ilk 24 saat içinde, burğu talaşı vb. artıklardan temizlenerek, teker teker vakumlu paketleme cihazı ile paketlenmiştir. Her paket, ilgili örneğin kimliğini ve özelliklerini gösterecek şekilde etiketlenmiştir. Vakumlama ve etiketleme işi bitirilince, paketlerdeki örnekler, tekrar buzdolabına konulmuştur. Örnekler, üzerlerinde ek çalışmalar yapılınca kadar, buzdolabında +2°C de (Örneklerin tamamının elde edilmesi ve kurutulacak mekanın ayarlanması aşamasına kadar) örnekler saklanmıştır. Daha sonra örnekler tek tek vakumlu poşetlerden çıkarılarak örnekler üzerindeki ağaç dış kabukları bistiiri ile ayrılmış ve her örnek, kurumaya başladığında örneklerde eğilme oluşmaması için, öz kısmından iki parçaya bölünmüştür. Her örnek üzerine, silinmeyen ve örnek rutubeti etkisi ile dağılmayan özellikteki bir kalemlerle örnek numaraları yazılarak, direk güneş ışığı almayan kapalı ve havadar bir ortamda kurumaya bırakılmıştır. Üç hafta süre ile kurutulmuş örnekler, kontrol edildikten sonra tekrar vakumlu paketleme makinesi kullanılarak gruplar halinde paketlenmiştir. Daha sonra örnekler çalışmanın yapılacağı laboratuvara (Fransa-INRA) gönderilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanlarına ait bilgiler

İl/ilçe-yöre	Orman bölge müdürlüğü	Deneme alanı adı (Kullanılan kısaltma)	Ortalama ağaç yaşı	Yükselti (m)	Koordinatları
Antalya/Kepez	Antalya	Kepez (AK)	40	90	36° 55' 18" N 30° 37' 00" E
Burdur/Bucak	Isparta	Melli (BM)	100	350	37° 16' 28" N 30° 49' 08" E
Isparta/Sütçüler	Isparta	Karadağ (SK)	105	650	37° 30' 49" N 30° 51' 56" E
Burdur/Bucak	Isparta	Pamucak (BP)	112	800	37° 24' 53" N 30° 41' 21" E
Isparta/Göhlhisar	Isparta	Göhlhisar (G)	115	1100	37° 04' 16" N 29° 32' 16" E



Şekil 2. Shigometer cihazı ve arazide kullanımı

X-ray ile ölçüm yapılan birçok laboratuvarında X-ray threshold density profili ilkbahar yaz odunu sınırının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Güller (İçel), 2010). Bu çalışmada da aynı seçim uygulanmıştır.

X-ray ölçümleri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmaktadır (Bucur, 2003).

$$\rho = \mu / \mu'$$

Bu eşitlikte:

$\mu$  :Örnekten geçen ve ölçülen X-ray ışınlarının zayıflama miktarını,

$\mu'$  :örneğin X-ray ışınlarını zayıflatma katsayısını (mass attenuation coefficient),

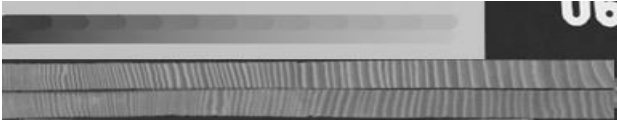
$\rho$  : Örneğin yoğunluğunu ifade etmektedir.

Kızılçam ile ilgili kalibrasyon işlemi için Güller (2010) tarafından belirlenen değerler kullanılmıştır.

X-Ray cihazı ölçümü için hazırlanmış 2 mm kalınlıkta bir örnek ve x-ray yoğunluk ölçümü için çekilmiş iki örneğe ait x-ray film görüntüleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3 ve 4). X-ray yoğunluk ölçümlerinden Shigometer ile ölçüm yapılan kısımdaki veriler kullanılmıştır.



Şekil 3.X-Ray ölçümü için hazırlanan örnek (Örnek kalınlığının görülmesi için örnek dik pozisyonda fotoğraflanmıştır)



Şekil 4.X-Ray ölçümünde film görüntüsü

### 2.3. İstatistiksel değerlendirmeler

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp., New York) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar tanımlayıcı istatistikler ile değerlendirilirken, gruplar arası (deneme alanları) farklılıklar için ANOVA uygulanmış, farklı olan grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Tüm deneme ağaçlarında yapılan ölçümler değerlendirildiğinde kızılçamda elektriksel direnç değerinin 64,8 ile 72,6 K $\Omega$  arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2)

Tüm deneme alanlarından elde edilen ortalama değerler karşılaştırıldığında ise (Çizelge 3 ve 4), deneme alanları arasında istatistiksel olarak fark bulunduğu (P=0,015) görülmektedir. Bununla birlikte Duncan testi sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 5) Gölhisar deneme alanı hariç, diğer deneme alanları arasında ortalama değerler bakımından (%95 güven düzeyinde) önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Gölhisar deneme alanı en yaşlı ve yükseltisi en fazla olan deneme alanıdır. Fakat Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 5) en düşük yükseltideki ve en genç ağaçların bulunduğu Antalya-Kepez (AK) deneme alanı değerleri ile Gölhisar deneme alanı değerleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık görülmemektedir. Bu durumda elektriksel iletimi etkileyen bazı faktörlerin (dikili ağaçlarda su içeriği gibi) elde edilen veriler üzerinde etkili olduğu düşünülebilir. Çalışmada çalışma mevsimi, göz önüne alınsa da günlük su iletimi değerlerindeki farklılıklar, taban suyu seviyesi vb. bilinmemektedir.

Çizelge 2.Tüm ağaçlarda yapılan Shigometer ölçümleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

N (Ağaç)	Minimum ER (K $\Omega$ )	Maksimum ER (K $\Omega$ )	Ortalama ER (K $\Omega$ )	Std hata	Std. sapma
380	64,8	72,6	68,95	0,042	0,819

Çizelge 3. Deneme alanları ve Antalya-Kepez deneme alanında popülasyonlar bazında Shigometer ölçümleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

Deneme Alanı	Populasyon	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std hata	Std. sapma
AK	B	50	67,6	70,1	68,818	0,091	0,642
	D	50	67,6	70,4	69,110	0,091	0,644
	H	50	67,6	70,1	69,102	0,081	0,572
	K	50	67,6	70,3	68,871	0,096	0,682
	M	50	67,6	70,8	68,980	0,092	0,647
	S	50	67,6	70,7	69,060	0,093	0,657
BP		20	64,8	70,8	68,710	0,306	1,366
SK		20	64,8	70,8	68,585	0,295	1,320
BM		20	66,8	70,8	68,605	0,245	1,094
G		20	67,6	72,6	69,230	0,280	1,250

Çizelge 6 da görüldüğü gibi elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde Shigometer verileri ile kızılçamda dikili ağaçlarda odun yoğunluğuna yönelik bir seçimin yapılması mümkün görülmemektedir. Fakat aynı deneme alanında (AK) ve aynı yaştaki 6 farklı popülasyon değerlendirildiğinde en yüksek yoğunluk değerinin en yüksek elektriksel direnç değeri ölçülen popülasyon olduğu görülmüştür.

Shortle vd (1977) elektriksel direncin (ER) popülasyon ortalamasından farkının o birey için büyüme performansını gösterdiğini belirtmektedir. Bu bilgiden hareketle bu çalışmada aynı deneme alanındaki farklı popülasyonlarda ve aynı popülasyon içerisindeki ağaçlarda değerlendirme yapılmıştır. Deneme alanları içerisinde bu değerlendirmenin yapılabileceği deneme alanı Antalya-Kepez deneme alanıdır. Paysen vd. (1992)'ye göre ağaçlarda elektriksel direnci etkileyen faktörler gözden geçirilmiştir. Kepez deneme alanının seçilmesinin nedeni; bu alanın farklı kızılçam popülasyonlarının (farklı yükselti den gelen) büyüme performansının değerlendirildiği, aynı popülasyon içerisinde yarı kardeş bireylerden oluşan, daha önceden kurulmuş bir deneme alanı olması sebebiyledir. Bu deneme alanında 6 popülasyonda bu konu hakkında değerlendirme yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre Antalya- Kepez deneme alanında altı popülasyon arasında elektriksel direnç değerleri bakımından ( $P=0,104$ ) istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte popülasyonların radyal büyüme performansı bakımından bir fikir verip vermediğini görmek için deneme alanı ortalaması ile farkları hesaplanmıştır (Çizelge 7). Kepez deneme alanında 6 popülasyonun deneme alanı ortalamasından farkı değerlendirildiğinde, Güller (İçel) vd. (2011) tarafından bu popülasyonlar için radyal büyüme performansı için verilen en iyiler sıralaması (1.D; 2. S; 3.M) ve odun yoğunluğu değeri için verilen en iyiler sıralaması (1. D; 2. M; 3.S) ile karşılaştırıldığında "D" popülasyonunun deneme alanı ortalamasından farkının en yüksek olan popülasyon olduğu görülmüştür. Bu bakımdan ilk etapta bu bulgunun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi popülasyonun belirlenmesinde kullanılabileceği düşünülmüştür. Fakat Güller (İçel) vd. (2011) tarafından bu popülasyonlar için büyüme performansı ve yoğunluk için verilen en kötü (6.sırada) popülasyon "H" olarak belirtilmektedir. Çalışmadaki bulgularda ise "H" popülasyonu "D" popülasyonundan sonra 2. sırada yer almaktadır. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Shortle vd. nin belirttiği yolun aynı deneme alanındaki popülasyonların karşılaştırılmasında (büyüme performansı ve yoğunluk bakımından sıralanmasında) kullanılabilmesi yönünde bir bulgu elde edilememiştir. En iyi popülasyonun belirlenmesine yönelik Shortle vd. ne paralel bulgunun ise tesadüfi olup olmadığını gelecekte yapılacak çalışmalarla incelenmesi gerekmektedir.

Ayrıca her popülasyon içerisindeki bireyler bazında bu değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bazı bireylerde olumlu bulgular elde edilmiş olsa da, elektriksel direnci popülasyonun ortalama elektriksel direncinden farkı en fazla olan bireylerin en iyi büyüme performansını gösterdiğine dair bir genelleme yapılabileceğini sağlayacak bir bulgu elde edilememiştir.

Çizelge 4. Tüm deneme alanlarında Shigometer değerlerinin karşılaştırılması

Kaynak	Type III	df	Kareler toplamı	F	P
Düzeltilmiş Model	8,231a	4	2,058	3,139	0,015
Intercept	582385,3	1	582385,3	888385,7	0,000
Deneme Alanı	8,231	4	2,058	3,139	0,015
Hata	245,833	375	0,656		
Toplam	1806606	380			
Düzeltilmiş Toplam	254,064	379			

Çizelge 5. Duncan testi sonuçları

Duncan	Alt Grup		
Deneme Alanı	N	1	2
SK	20	68,585	
BM	20	68,605	
BP	20	68,710	
AK	300	68,990	68,990
G	20		69,230
Önem Düzeyi (Sig.)		0,111	0,299

Çizelge 6. Deneme alanları için Shigometer ve X-ray densitometre sonuçları

Deneme alanı	Popülasyon	N	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Elektrik direnci (K $\Omega$ )
AK	B	50	0,500	68,818
	D	50	0,504	69,110
	H	50	0,494	69,102
	K	50	0,496	68,871
	M	50	0,503	68,980
	S	50	0,502	69,060
BP	Doğal	20	0,570	68,710
SK	Doğal	20	0,632	68,585
BM	Doğal	20	0,594	68,605
G	Doğal	20	0,599	69,230

Çizelge 7. Kepez deneme alanında 6 popülasyonun deneme alanı ortalamasından farkı ve sıralaması

Deneme alanı	Popülasyon	N	Pop. ortalama	Deneme alanı ort	Fark	Pop. sıralaması
AK	B	50	68,818	68,990	-0,172	6.
	D	50	69,110	68,990	0,120	1.
	H	50	69,102	68,990	0,112	2.
	K	50	68,871	68,990	-0,119	5.
	M	50	68,980	68,990	-0,010	4.
	S	50	69,060	68,990	0,070	3.

#### 4. Sonuç

Bu konuda yapılan çalışmaların çok sınırlı olması bazı yargılara ulaşılmasını güçleştirmektedir. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda, aynı deneme alanında en iyi radyal büyüme performansını ve en yüksek yoğunluk değerini gösteren popülasyon doğru belirlenmiştir. Buna rağmen, cihazın sıralamadaki diğer popülasyonların belirlenmesinde paralel sonuçlar vermemesi nedeniyle, bu cihazın bir popülasyonun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi olanın/olanların belirlenmesinde ve sıralanmasında kullanılabilmesi yönünde kesin bir sonuca ulaşamamıştır. Bu argümanın desteklenebilmesi için ilave çalışmalar yapılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 110-O-560 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Anonim, 2000. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü 1999 Yılı Çalışma Raporu 2000 Yılı Çalışma Programı. Ankara Orman Bakanlığı, Yayın No:102, Ankara.
- Bektaş, İ., 1997. Kızılçam odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berkel, A., 1957. Kızılçam (*P. brutia*) da teknolojik araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7: 1.
- Blanchard, R.O., Shortle, W.C., 1977. Changes in electrical resistance associated with disease and death of elm seedlings. Proceedings of American Phytopathological Society, 4:183.
- Blanchard, R.O., Carter, J.K., 1980. Electrical resistance measurements to detect Dutch elm disease prior to symptom expression. Canadian Journal Forest Research, 10: 111-114.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., As, N., 1993. Datça Kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler kitabı, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, Türkiye, s.623-635.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı (1. Basım). İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- Bucur, V., 2003. Nondestructive Characterization and Imaging of Wood (1.Basım). Heidelberg: Springer Verlag.
- Costello, L.R., Peterson, J.D., 1989. Decay detection in eucalyptus: an evaluation of two methods. J Arboriculture, 15(8):185-188.
- Doğmuş Lehtijarvi, H.T., Lehtijarvi A., Hatat, G., Aday Kaya, G., Karaca, H. G., 2007. *Heterobasidion Annosum* S. L.'un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar metotları ile tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 58-67.
- Göksel, E., Özden, Ö., 1993. Kağıt endüstrisinde Kızılçam. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, 648-654s.
- Göksel, E., 1984. Kızılçamın lif morfolojisi ve odunundan sülfat selülozu elde etme olanakları üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:364, İstanbul.
- Güller (İçel), B., 2004. Silvikültürel müdahalelerin kızılçam odununun teknolojik özellikleri üzerine etkisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güller (İçel), B., 2010. Kızılçam'da (*Pinus Brutia* Ten.) odun yoğunluğunun X-Ray yoğunluk ölçer ile belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 97-109.
- Güller (İçel), B., Güller A., M., Genç., 2011. dikili durumdaki ağaçların iç kısımlarında oluşan ve belirgin bir emare göstermeyen çürük ve boşlukların tahribatsız belirlenmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim 2014, Kahramanmaraş, Türkiye, s. 306-312.
- Güller (İçel), B., Isik, K., Cetinay, S., 2011. Genetic variation in *Pinus Brutia* Ten. wood density traits. Bioresources, 6 (4 ): 4012-4027.
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., 1996. Forest Products and Wood Science (3. Edition). Iowa State University Press, US.
- Paysen, T.E., Narog, M.G., Zavala, M.A., 1992. Monitoring Electrical Resistance in Canyon Live Oak Using a Shigometer. Symposium on Ecology and Management of Oak and Associated Woodlands: Perspectives in the Southwestern United States and New Mexico Symposium, April 27-30 1992, Sierra Vista, AZ, 199-203pp.
- Shigo, A.L., Shigo, A., 1974. Detection of discoloration and decay in living trees and utility poles. U.S. For. Serv. Res. Pap., 294: 1.
- Shigo, A.L., Shortle, W.C., 1985. Shigometry: Agric. Handbook. 646. DC: U.S. Department of Agriculture, 49, Washington.
- Shortle, W.C., Shigo, A.L., Berry, P., Abusamra, J., 1977. Electrical resistance in tree cambium zone: relationship to rates of growth and wound closure. For. Sci., 23: 326-329.
- Shortle, W.C., 1979. Detection of decay in trees. Journal of Arboriculture, 5: 226-232.
- Shortle, W.C., 1982. Decaying Douglas-Fir: Ionization associated with resistance to a pulsed electric current. Wood Science, 15: 29-32.
- Skaar, C., 1988. Wood-water relations. Springer, Berlin.
- Skutt, H.R., Shigo, A.L., Lessard, R. A., 1972. Detection of discolored and decayed wood in living trees using a pulsed electric current. Canadian Journal of Forest Research, 2: 54-56.
- Tattar, T. A., Shigo, A. L., Chase, T., 1972. Relationship between the degree of resistance to a pulsed current and wood in progressive stages of discoloration and decay in living trees. Canadian Journal of Forest Research, 2: 236-243.
- Tattar, T. A., 1976. Use of electrical resistance to detect verticillium wilt in Norway and sugar maple. Canadian Journal of Forest Research, 6: 499-503.
- Treacy, M., Evertsen, J., Dhubhain, A.N., 2000. A Comparison of Mechanical and Physical Wood Properties. COFORd (National Council for Forest Research and Development), Finland.
- Zobel, B.J., 1992. Silvicultural effects on wood properties. Instituto de Pesquisas Florestais, 2:31-38.