

Dörtüyl-Hatay yöresinde yetişen saplı meşe odununun bazı teknolojik özellikleri

İbrahim Bektaş^a, Suphi Oruç^a, Ayşenur Kılıç Ak^{a,*}

Özet: Bu makalenin temel amacı, Dörtüyl (Hatay) yöresinde doğal olarak yetişen Saplı meşe (*Q. robur* L.) odununun bazı mekanik özelliklerini belirlemek ve bu özellikler ile yörenin toprak yapısı arasındaki etkileşimi araştırmaktır. İlgili yörede belirlenen deneme alanlarından temin edilen materyal üzerinde yapılan mekanik testler sonucunda; liflere paralel basınç direnci 60.2 N/mm², statik eğilme direnci 100.7 N/mm², elastikiyet modülü 9939.8 N/mm², dinamik eğilme direnci 1.4 kg/cm², makaslama direnci 16.6 N/mm², liflere paralel çekme direnci 97.7 N/mm², liflere dik çekme direnci 6.6 N/mm², Janka sertlik (liflere paralel yönde) 98.9 N/mm² ve Janka sertlik (liflere dik yönde) 79.7 N/mm² olarak tespit edildi. Regresyon analizi, yoğunluk ile direncin pozitif ve kuvvetli artan bir ilişkiye sahip olduğunu, toprak analizleri ise, yetiştirme ortamının meşe için oldukça uygun olduğunu göstermiştir. Araştırmada elde edilen temel çıktılarla birlikte hesaplanan statik ve dinamik kalite değerlerinin katkısı ile de, meşe odununun orman ürünleri endüstrisinde diğer kullanım alanları ile birlikte kereste, doğrama, parke, lambri ve mobilya endüstrisinde de değerlendirilebileceği teyit edildi.

Anahtar kelimeler: Dörtüyl, Saplı meşe odunu, Teknolojik özellikler

Some technological properties of pedunculate oak wood grown in Hatay-Dörtüyl region

Abstract: The main aim of this article is to determine some mechanical properties of pedunculate oak that is naturally grown in Dörtüyl (Hatay) region and to research the relationship between these properties and the regional soil characteristics. As a result of the mechanical tests results made on the material obtained from the sample areas in the specific region, it was confirmed that compressive strength parallel to grain was 60.2 N/mm², static bending strength was 100.7 N/mm², modulus of elasticity was 9939.8 N/mm², dynamic bending strength was 1.4 kg/cm², shear strength was 16.6 N/mm², tensile strength parallel to grain 97.7 N/mm², tensile strength perpendicular to the fibers was 6.6 N/mm², janka hardness (parallel to fibers) was 98.9 N/mm² and janka hardness (perpendicular to fibers) was 79.7 N/mm². Regression analysis showed that density and strenghts have a positive and strongly increasing relationship, while soil analysis showed that the habitat is quiet appropriate for pedunculate oak. With the contribution of the statical and dynamic quality values calculated together with the obtained outputs within the study, it was confirmed that pedunculate oak wood can be utilized as lumber, carpentry, flooring, paneling and furniture industry together with the other areas of usage in forest product industry.

Keywords: Dörtüyl/Hatay, pedunculate oak wood, Technological properties

1. Giriş

Ağaç malzemeye olan talep; ahşap malzemenin kolay işlenmesi, ısı ve sese karşı yalıtkan olması, doğal yapısı, renk ve estetik gibi özellikleri nedeniyle her geçen gün giderek artmaktadır (Keskin, 2001). Bu talebin karşılanabilmesi ve kesilen ağaçların kullanım yerine uygun olarak verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi için özelliklerinin tam olarak bilinmesi önemlidir. Bilindiği üzere, ahşap anizotrop bir malzemedir ve bu nedenle özellikleri çeşitli doğrultularda farklılık göstermektedir. Ahşabın boyut ve şekil değiştirmelere, gerilme ve kılmalara yol açan mekanik türden dış kuvvetlere ve çeşitli yüklemelere karşı koyma derecesini ve durumunu belirten özellikler mekanik özellikler olarak adlandırılmaktadır. (Bozkurt ve Göker, 1996).

Malzemenin mekanik kuvvetlerden etkilenme derecesi büyük ölçüde iklime, toprağa, ağaç türüne, özgül ağırlığa, anatomik yapıya, coğrafi orijine, yetiştirme bölgesi

koşullarına, nem miktarına, sıcaklığa, malzemenin çürük veya sağlam oluşuna, kusurlarının bulunup bulunmamasına, kuvvetin etki yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Çalışmaya konu olan meşe orman ürünleri endüstrisinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bu türün önemli kullanım alanları arasında özellikle kesme kaplama üretimi, toprak altı ve toprak üstü inşaatlar, fiç ve parke yapımı, bunların yanı sıra mobilya, maden direği, travers üretimi ve gemi inşaatı sayılabilir (Dündar, 2002). Meşe kerestesi, estetik görünümü ve sahip olduğu diğer özelliklerinden dolayı mobilya endüstrisinde de sıkça tercih edilmektedir. Bu ve diğer kullanım alanları için gerekli olan direnç özelliklerinin iyi bilinmesi önemlidir (Munoz ve Gete, 2011).

Öte yandan, 18 tür ve kapladığı alan itibari ile ülke ormancılığında ilk sıralarda yer alan meşe (6.476.277 ha.) (Terzioğlu vd., 2012), 21.6 milyon hektar olan

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): akilic@ksu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.04.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.05.2016



Citation (Atıf): Bektaş, İ., Oruç, S., Kılıç Ak, A., 2016. Dörtüyl yöresinde yetişen saplı meşe odununun bazı teknolojik özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 17(2): 178-186. DOI: [10.18182/tjf.55302](https://doi.org/10.18182/tjf.55302)

ormanlarımızın yaklaşık % 30'na tekabül etmektedir (OGM, 2014).

Literatürde yer alan bilgiler dikkate alındığında, Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biri olan meşenin, sahip olduğu potansiyelinin etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi ancak gelecekte yapılacak araştırmalarla mümkün olacaktır.

Bu temenniye katkı yapmak amacı ile planlanan bu çalışmada, Dörtüyl yöresinde doğal olarak yetişen Saplı meşe (*Q. robur* L.) odununun bazı teknolojik özellikleri ve deneme alanlarının toprak karakteristikleri belirlenerek, önceki çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu şekilde, mevcut bilgiler genişletilerek Saplı meşe odununun araştırmacılar ve kullanıcılar tarafından daha iyi tanınmasına ışık tutulması hedeflenmiştir.

2. Materyal

Türkiye'deki doğal yetişme ortamlarından olan Dörtüyl (Hatay) Domuzdamı mevkiinden rastgele yöntemle seçilen dört farklı deneme alanından (I, II, III ve IV no'lu), TS 4176'ya göre alınan tomruklar kullanılmıştır. Tomrukların kökten itibaren 2 ila 4. metreleri arasından hazırlanan deney numuneleri, mekanik testlere tabii tutulmadan önce TS 642'ye göre, %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklıkta klimatize edilerek ortalama %12 hava kurusu rutubet derecesine ulaşmaları sağlanmıştır.

3. Yöntem

Saplı meşe odunundan hazırlanan deney örnekleri, %65 bağıl nem ve 20°C de yeterli süre bekletilerek hava kurusu hale gelmeleri sağlanmıştır. Üniversal test makinesinde test edilerek, aşağıda açıklanan mekanik özellikleri belirlenmiştir. Testlerden sonra rutubetleri ölçülerek %12'den sapma gösteren örneklerin %12 rutubetteki mekanik direnç değerleri aşağıdaki dönüşüm formülüne göre hesaplanarak istatistik analizler gerçekleştirilmiştir:

$$\sigma_{12} = \sigma_m(1 + \alpha(m-12)) \quad (1)$$

Burada; σ_{12} : %12 rutubetteki direnç değeri (N/mm²), σ_m : %m rutubetteki direnç değeri (N/mm²), α : dönüşüm katsayısı, m: Test sırasında ölçülen rutubet yüzdesi (%). Liflere paralel basınç, statik eğilme, eğilmede elastikiyet ve dinamik eğilme testlerinde, direnç ile yoğunluk arasındaki ilişkiyi belirlemek amacı ile lineer regresyon analizi yapılmıştır.

3.1. Liflere paralel yönde basınç direnci

TS 2595'e göre hazırlanan 20×20×30 mm boyutlarındaki örneklerde deney öncesi kuvvetin uygulanacağı en kesit alanı (a×b) ölçülmüş, sonra da dakikada 70 N/mm² olacak şekilde basıncın artırılması ile yapılan testler sırasında ulaşılan kırılma anındaki maksimum kuvvet (P_{max}) belirlenerek aşağıdaki formül (2) yardımı ile basınç direnci hesaplanmıştır:

$$\sigma_{B//} = P_{max}/(a \times b) \quad (N/mm^2) \quad (2)$$

Burada; $\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci (N/mm²), P_{max} : En büyük yük (N), a ve b: Numunenin enine kesit alanı (mm²).

3.1.1. Liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Ayrıca, direnç yoğunluk ilişkisini ortaya koymak amacı ile numunelerin hava kurusu yoğunlukları (D_{12}) aşağıdaki formüle (3) göre hesaplanmıştır:

$$D_{12} = W_{12}/(a \times b \times l) \quad (g/cm^3) \quad (3)$$

Burada; W_{12} : Hava kurusu ağırlık (g), l: Numunenin uzunluğu (cm)

3.1.2. Statik kalite değeri

Ağaç malzemede liflere paralel basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki üzerinden oluşturulan statik kalite değeri (I_{st}) aşağıdaki formül (4) ile hesaplanmıştır:

$$I_{st} = \sigma_{B//} / (100 \times D_{12}) \quad (4)$$

Burada; $\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci (N/mm²), D_{12} : Hava kurusu yoğunluk (g/cm³).

3.1.3. Spesifik kalite değeri

Basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bir diğer değer de aşağıda formüle (5) göre hesaplanan spesifik kalite değeri (I_{sp})'dir:

$$I_{sp} = \sigma_{B//} / (100 \times D_{12}^2) \quad (5)$$

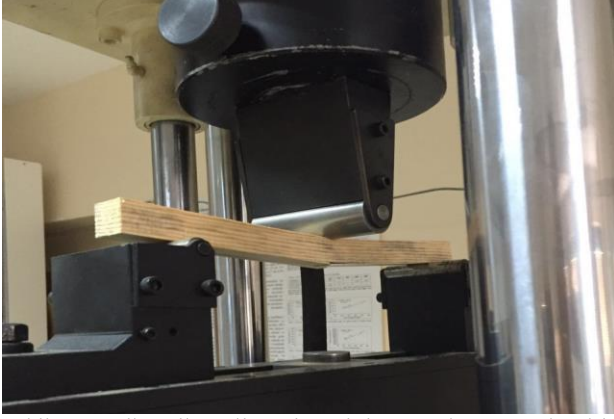
Burada; $\sigma_{B//}$: %12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci (N/mm²), D_{12} : Hava kurusu yoğunluk (g/cm³).

3.2. Statik eğilme direnci

Statik eğilme direnci denemeleri TS 2474'e uygun olarak 20×20×300 mm boyutlarında hazırlanan hava kurusu rutubete sahip örnekler üzerinde yapılmıştır (Şekil 1). Kuvvet teğet yönde dakikada 50 N/mm² olacak şekilde uygulanmış ve statik eğilme direnci (σ_{SE}) formül (6) yardımı ile hesaplanmıştır:

$$\sigma_{SE} = 3 \times P_{max} \times L / 2 \times b \times h^2 \quad (N/mm^2) \quad (6)$$

Burada; P_{max} : Kırılma anında uygulanan maksimum yük (N), L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (240 mm), b: Deney numunesinin yıllık halkalara dik yönde genişliği (mm), h: Deney numunesinin yıllık halkalara teğet yönde kalınlığı (mm).



Şekil 1. Statik eğilme direnci testinin uygulanmasından bir görünüş.

3.2.1. Statik eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Statik eğilme direncine tabii tutulan örneklerin, kırılmayı müteakip kırılma yerlerine yakın noktalarından alınan $20 \times 20 \times 300$ mm boyutlarındaki numunelerin tam kuru yoğunlukları (D_0) formül (7) ile belirlenerek elde edilen veriler, regresyon analizinde direnç yoğunluk ilişkisinin ortaya konmasında kullanılmıştır.

$$D_0 = W_0 / (a \times b \times l) \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (7)$$

Burada: W_0 : Tam kuru ağırlık (g); a,b,l: Numunenin teğet, radyal ve boyuna ölçüleri (cm).

3.3. Eğilmede elastikiyet modülü

Eğilmede elastikiyet modülü, TS 2478'de belirtilen esaslara uygun olarak statik eğilme direncinin uygulanması sırasında yük-deformasyon eğrisinin "elastik bölgesi" içerisinde elde edilen verilerle formül (8) yardımı ile aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\sigma_{EM} = P \times L^3 / 4 \times b \times h^3 \times f \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (8)$$

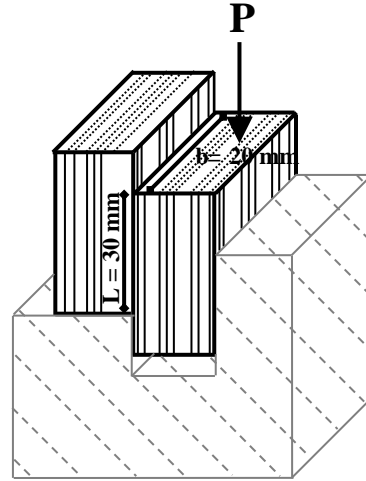
Burada, σ_{EM} : Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm^2), P: Elastikiyet sınırı altında uygulanan yüklerin ortalaması (N), L: Dayanaklar arasındaki açıklık (240 mm), b: Numune genişliği (mm), h: Numune yüksekliği (mm), f: Deformasyon miktarı (mm).

3.3.1. Eğilmede elastikiyet modülü ile yoğunluk arasındaki ilişki

Statik eğilme testi sırasında hesaplanan tam kuru yoğunluk değerleri ile elastikiyet modülü verileri regresyon analizi ile değerlendirilerek, elastikiyet modülü-yoğunluk arasındaki ilişkinin derecesi ortaya konmuştur.

3.4. Liflere paralel makaslama direnci

Makaslama direnci, TS 3459'da verilen esaslar doğrultusunda hazırlanan deney numuneleri ile Şekil 2' de gösterilen test düzeneği vasıtasıyla liflere paralel yönde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Makaslama direnci testinden numune boyutları ve kuvvetin uygulanma şekli (L: Makaslama yüzeyinin uzunluğu, b: Makaslama yüzeyinin genişliği).

Deney hızı, numunenin 1.5-2 dakika sürede kırılmasını sağlayacak şekilde ayarlanmış ve makaslama direnci, formül (9) 'deki yolla hesaplanmıştır:

$$\sigma_{M//} = P_{max} / b \times L \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (9)$$

Burada; $\sigma_{M//}$: Liflere paralel makaslama direnci (N/mm^2), P_{max} : Kırılma yükü (N), b: Makaslama yüzeyi genişliği (mm), L: Makaslama yüzeyi uzunluğu (mm).

3.5. Dinamik eğilme (şok) direnci

Denemeler, TS 2477'ye göre $20 \times 20 \times 300$ mm boyutlarında hazırlanan hava kurusu rutubet derecesine (%12) kadar klimatize edilmiş örnekler ile dinamik eğilme test makinasında gerçekleştirilmiştir. Denemelerden önce örneklerin orta kısımlarından enine kesit alanları ölçülmüş ve dinamik eğilme direnci (σ_{DE}) formül (10) 'e göre hesaplanmıştır:

$$\sigma_{DE} = 1000 \times Q / b \times h \text{ (kgm/cm}^2\text{)} \quad (10)$$

Burada; Q: Deney parçasının kırılması için harcanan iş miktarı (kgm), b ve h: Deney parçasının radyal ve teğet yönlerdeki boyutları ($b \times h$, cm^2).

3.5.1. Dinamik eğilme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişki

Denemelerden sonra örneklerin kırılma bölgelerine yakın kısımlardan $20 \times 20 \times 30$ mm ebatlarında yoğunluk numuneleri alınarak, kurutma dolabında 103°C de tam kuru hale gelmelerini müteakip her bir örneğin tam kuru yoğunluğu formül (7) e göre tespit edilmiştir. Daha sonra bu veriler formül (8)'de hesaplanan dinamik eğilme direnci değerleri ile birlikte regresyon analizine tabii tutularak, direnç-yoğunluk ilişkisi araştırılmıştır.

3.5.2. Dinamik kalite değeri (I_d)

Çeşitli ağaç türlerinin şok şeklindeki etkilere karşı koyma kabiliyetlerinin karşılaştırılması bakımından bir ölçü teşkil eden dinamik kalite değeri (I_d) formüle (11) yardımı ile belirlenmiştir (Ay, 1998; Bal vd., 2012; Göker vd., 1999):

$$I_d = \sigma_{DE} / D_{12}^2 \quad (11)$$

Burada; I_d : Dinamik kalite değeri, σ_{DE} : Dinamik eğilme (şok) direnci (kgm/cm^2), D_{12} : Hava kuruşu yoğunluk (g/cm^3).

3.6. Liflere paralel çekme direnci

Liflere paralel çekme direnci denemeleri TS 2475'e göre hazırlanan çekme bölgesi boyutları 7×20 mm olan hava kuruşu rutubetteki örneklere uygulanmıştır. Liflere paralel çekme direnci formül (12) yardımı ile belirlenmiştir:

$$\sigma_{C//} = P_{\max} / b \times h \quad (12)$$

Burada; $\sigma_{C//}$: Liflere paralel çekme direncini (N/mm^2), P_{\max} : Kırılma anında oluşan yük (N), $b \times h$: Enine kesit alanı (mm^2).

3.7. Liflere dik çekme direnci

TS 2476'da belirtilen esaslara uygun $20 \times 20 \times 70$ mm ebatlarında hazırlanan numunelerle gerçekleştirilen liflere dik çekme direnci, formül (13) yardımı ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\sigma_{C\perp} = P_{\max} / b \times h \quad (\text{N/mm}^2) \quad (13)$$

Burada; $\sigma_{C\perp}$: Liflere dik çekme direnci (N/mm^2), P_{\max} : Yük miktarı (N), $b \times h$: Çekme kesit yüzey alanı (mm^2).

3.8. Janka sertlik

Statik Janka sertlik denemeleri TS 2479'a uygun olarak hazırlanan $50 \times 50 \times 50$ mm boyutlarındaki hava kuruşu rutubetteki örnekler üzerinde yapılmıştır. Denelerde liflere paralel, radyal ve teğet yönlerde kuvvet 0.63 cm/dak hızla uygulanarak Janka sertlik değerleri ölçülmüş ve liflere dik ve paralel janka sertlikler hesaplanmıştır.

3.9. Toprak Analizleri

Araştırmada her deneme alanında 50 cm derinliğinde bir çukur açılarak toprak örneği alınmıştır. Deneme alanlarının bazı toprak karakteristikleri, Black (1965)'te verilen konvansiyonel metotlara göre belirlenmiştir.

4. Bulgular ve tartışma

4.1. Mekanik özellikler

Mekanik test laboratuvarlarda ölçülen direnç değerlerine ait analiz ve hesaplamalarla elde edilen ortalama, standart sapma, varyasyon katsayısı ve dağılım genişlikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Dörtüyl saplı meşesi mekanik özelliklerine ait Çizelge 1'de yer alan dataların değerlendirilmesi amacı ile, bazı meşe türlerine ait direnç değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Ağaç malzeme basınç direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkilere dayanılarak, statik ve spesifik kalite değerleri baz alınarak gruplandırılmıştır (Bozkurt ve Göker, 1996). Bu sınıflandırmaya uygun olarak, liflere paralel Janka sertlik (99 N/mm^2) de dikkate alınarak yapılacak değerlendirmede, Dörtüyl meşesi odunu statik kalite değeri (7.8) tasnifine göre "iyi" kalite sınıfında, spesifik kalite değeri (10.0) bakımından ise "sert odunlar" grubunda yer aldığı belirlenmiştir.

Sertlik derecelerine göre iğne yapraklı ve yapraklı ağaçlar dinamik kalite değeri bakımından sınıflandırılmıştır (Bektaş vd., 2002). Bu sınıflandırma, 2'nin üzerinde dinamik kalite değerine sahip Dörtüyl meşesi odununun "iyi" kalitede olduğunu göstermiştir.

Çizelge 1. Mekanik test sonuçları

Dörtüyl Saplı meşesi		N	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon katsayısı (%)	Dağılım genişliği
Liflere paralel basınç (N/mm^2)	$\sigma_{B//}$	90	60.2	6.23	10.34	30.0
	I_{st}	-	7.8	-	-	-
	I_{sp}	-	10.0	-	-	-
Statik eğilme direnci (N/mm^2)		40	100.7	10.54	10.46	36.5
Elastikiyet modülü (N/mm^2)		40	9939.8	1269.6	12.78	5061.3
Dinamik eğilme (şok) (kgm/cm^2)	σ_{DE}	64	1.4	0.51	36.41	2.93
	I_d	-	2.1	-	-	-
Makaslama direnci (paralel) (N/mm^2)		40	16.6	2.56	15.41	12.08
Liflere paralel çekme direnci (N/mm^2)		32	97.7	22.9	23.42	75.6
Liflere dik çekme direnci (N/mm^2)		40	6.6	2.18	32.95	9.62
Janka sertlik (N/mm^2)	Liflere dik	64	79.7	10.97	13.68	46.35
	Liflere paralel	64	98.9	15.33	15.50	73.8

N: Numune sayısı; $\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci; I_{st} : Statik kalite değeri; I_{sp} : Spesifik kalite değeri; σ_{DE} : Dinamik eğilme direnci; I_d : Dinamik kalite değeri.

Çeşitli meşe türlerine ait mekanik özelliklerin yer aldığı Çizelge 2 incelendiğinde, direnç değerlerinin genel olarak yoğunlukla paralel olarak seyrettiği söylenebilir. Aynı tablodan, Dört yol saplı meşesinin direnç değerlerinin de yoğunluğu ile paralel olarak değiştiği görülüyor. Aynı türde de olsa, farklı direnç değerlerinin ölçülmüş olması beklenen bir sonuçtur. Direnç değerlerinin ve genelde odun özelliklerinin farklılaşmasına etki eden çok sayıda faktörün varlığı söz konusudur. Bölge farklılığının basınç direnci üzerine olan etkisi As, (1994), tarafından Sahil çamı odununda, Bektaş, (1997), tarafından da Kızılçam odununda anlamlı bulunmuştur. Yine, Bektaş vd., (2002), Kayın odununun mekanik özelliklerinin farklılaşmasına ağacın yaşı, yetiştirme ortamı ve ekolojik faktörlerin, özellikle bakı, yükselti, toprak özellikleri ve iklim farklılığının etkili olduğunu belirtmektedirler.

Dinamik eğilme direnci Dört yol meşesinde oldukça yüksek (1.4 kgm/cm^2) olarak hesaplanmıştır. Bu değer yüksek olması, ağaç malzemenin şok şeklinde tesir eden kuvvetler karşısında daha dayanıklı olduğunu, bir başka deyişle çarpma anında ortaya çıkan enerjiyi daha iyi absorbe ederek, selülozik yapı içerisinde bertaraf edebildiğini, yani gevrek olmadığını göstermektedir (Dündar, 1997).

Makaslama direncinin Çizelge 2’de yer alan diğer meşelerden tüylü meşe hariç daha yüksek olduğu görülmektedir. Bilindiği gibi makaslama direnci ağaç malzemenin özellikle yapı malzemesi olarak kullanımında öne çıkmaktadır. Bu yönü ile Dört yol saplı meşesi, ahşap

yapı ve buna ek olarak mobilya endüstrisinde değerlendirilebilir.

Genel olarak bakıldığında, Çizelge 2’de yer alan meşe odunlarının mekanik özelliklerinde farklılıkların olduğu göze çarpmaktadır.

Öte yandan, diğer malzemelere göre ağaç malzemenin hafifliğine oranla yüksek direnç değerlerine sahip olması önemli bir avantaj olarak değerlendirilir. Bu oran “direnç/ağırlık (yoğunluk) şeklinde hesaplanır ve “mukavemet kriteri olarak adlandırılır (Bozkurt ve Göker, 1996). Farklı çalışmalar için hesaplanmış meşe türlerine ve çeliğe ait mukavemet kriterleri Çizelge 3’de sunulmuştur.

Çizelge 3’te hesaplanan mukavemet kriterlerine göre, Dört yol meşesinin ortalama olarak tablodaki türleri arasında nispeten yüksek mukavemet kriterine sahip ağaçlardan biri olduğu görülmektedir. Meşe türlerinin tamamının liflere paralel çekme direncinde ($\sigma_{C//}/D_0$) çelikten daha yüksek bir mukavemet kriterine sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, meşe için özellikle hafifliğine oranla yüksek çekme direnci istenen yerlerde bir avantaj sağlayabilir.

4.2. Toprak özelliklerine göre mekanik dirençlerin irdelenmesi

Bu bölümde deneme alanlarını oluşturan bazı toprak özellikleri ile meşe odununun mekanik dirençleri arasındaki ilişki üzerinde değerlendirmeler yapabilmek amacı ile Çizelge 4 oluşturulmuştur.

Çizelge 2. Dört yol meşesine ait mekanik direnç değerlerinin diğer bazı meşe türleri ile karşılaştırılması

Ağaç Türü	D ₀	$\sigma_{B//}$	σ_{SE}	σ_{EM}	σ_{DE}	$\sigma_{M//}$	$\sigma_{C//}$	H _J	Kaynak
Dört yol saplı meşesi	0.72	60	101	9940	1.4	17	98	90	-
Istranca meşesi	0.67	65	108	11056	0.8	9	-	68	Dündar,2002
Kırmızı meşe	0.66	60	128	13034	1.3	13	-	-	Berkel,1970
Saplı meşe	0.65	61	88	10000	0.7	11	90	-	-
Sapsız meşe	0.73	75	102	11000	-	16	84	-	Perçin vd., 2015
Sapsız meşe	0.59	67	107	10743	0.6	10	-	-	Keskin, 2004
Çoruh meşesi	0.68	56	-	-	0.7	-	110	-	-
Beyaz meşe	0.71	51	105	12250	0.6	-	-	-	Berkel,1970
Tüylü meşe	0.74	58	119	12161	-	19	82	-	Efe ve Çağatay,2011

D₀: Tam kuru yoğunluk(g/cm^3); $\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci (N/mm^2); σ_{SE} : Statik eğilme direnci (N/mm^2); σ_{EM} : Elastikiyet modülü (N/mm^2); σ_{DE} : Dinamik eğilme (şok) direnci (kgm/cm^2); $\sigma_{M//}$: Liflere paralel makaslama direnci (N/mm^2); $\sigma_{C//}$: Liflere paralel çekme direnci (N/mm^2); H_J: Janka sertlik (N/mm^2).

Çizelge 3. Bazı meşe türlerinde hesaplanan mukavemet kriterleri

Ağaç Türü	Mukavemet Kriteri						Kaynak
	$\sigma_{B//}/D_0$	σ_{SE}/D_0	σ_{EM}/D_0	σ_{DE}/D_0	$\sigma_{M//}/D_0$	$\sigma_{C//}/D_0$	
Dört yol saplı meşesi	83.3	140.3	13806	1.9	23.6	135.5	-
Istranca meşesi	97.5	160.6	16502	1.2	12.9	-	Dündar,2002
Kırmızı meşe	90.9	193.2	19749	2.0	19.7	246.9	Berkel,1970
Saplı meşe	93.8	135.4	15385	1	16.9	138.5	-
Sapsız meşe	105.6	143.4	15493	-	20.6	118.3	Perçin vd., 2015
Sapsız meşe	113.6	179.7	18208	1.0	17.2	-	Keskin, 2004
Çoruh meşesi	82.4	-	-	0.9	-	161	Berkel,1970
Beyaz meşe	71.8	147.7	17254	0.9	-	-	-
Meşe	78.6	160.1	16434	-	26.2	111.1	Efe ve Çağatay,2011
Çelik	-	-	26923	-	-	64 ^(c)	Bozkurt ve Göker, 1996

^(c)Çelikte çekme direnci 500 N/mm^2 , yoğunluk 7.8 g/cm^3 olarak alınmıştır.

Çizelge 4 incelendiğinde, deneme alanları ağaç yaşları ile mekanik dirençler arasındaki ilişkinin heterojen yapıda olduğu söylenebilir. Çünkü en düşük yoğunluğa (0.71 g/cm^3) ve en genç yaş ortalamasına (48) sahip IV no'lu deneme alanında liflere dik çekme direnci en yüksek değere ulaşmıştır. En yoğun (0.71 g/cm^3) ve yaşlı ağaçlardan (63) oluşan II no'lu deneme alanında ise statik eğilme ve eğilmede elastikiyet değerleri, diğerlerinden daha yüksek olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4 toprak özellikleri açısından değerlendirildiğinde de odun özellikleri ile homojen bir orantının oluşmadığı görülecektir. Aynı tabloda ver alan kil, kum ve silt yüzdelere bakıldığında, deneme alanlarının kumlu balçık topraklardan oluştuğu görülmektedir. Bu tür toprakların meşenin yetişmesine uygun olduğu belirtilmektedir (Dündar, 1997).

Kum içerikleri yüksek, taneli ve kaba tekstürlü toprakların havalandırılmaları kolay ancak su tutma kapasiteleri düşüktür. Kireçli kil toprakları ise daha iyi havalanabilen ve suyun belirli ölçüde sızabildiği topraklardır. Yüksek kil oranı, toprakların bitki besin maddelerince zenginliğini ve gübrelemelerin etkisinin kalıcılığını sağlar (Kantarci, 2000).

Ağaçların ve diğer bitkilerin yetişmesi bakımından önemli faktörlerden biri de toprağın ihtiva ettiği organik madde miktarlarıdır. Deneme alanlarında ölçülen organik madde yüzdeleri %9–12 arasında seyretmektedir. Kacar, (2009), tarafından bu düzeylerdeki organik madde içeriğine sahip topraklar, zengin topraklar sınıfında değerlendirilmektedir. Aynı zamanda, en yüksek OM oranı (%12) en yaşlı ve yoğun ağaçların bulunduğu II no'lu deneme alanında ölçülmüştür. Yılmaz ve Alagöz, (2008)'de,

organik madde miktarının toprakların ısınmasını ve su tutma kapasitelerini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir.

4.3. Direnç-yoğunluk ilişkilerinin araştırılması

Ticarette önemli ve yaygın kullanımı olan ağaç malzemenin özellikleri üzerinde en temel belirleyici faktörlerden birisi yoğunluktur. Bu nedenle öteden beri, konu ile ilgili yapılan çalışmalarda direnç-yoğunluk ilişkisi daima araştırılmıştır. Bektaş, (1997), tarafından, yoğunluk ile direncin pozitif ve kuvvetli bir ilişkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Bu gerekçelerle, Dörtüol saplı meşesi odununun niteliklerinin ve kullanım alanlarının belirlenmesinde diğerlerine göre öne çıkan; liflere paralel basınç, statik eğilme, elastikiyet modülü, dinamik eğilme dirençleri ile yoğunluk arasındaki ilişki standart lineer regresyon metodu ile araştırılmıştır. Elde edilen grafikler Şekil 2-3-4-5 ve denklemler Çizelge 5'te verilmiştir.

Liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasında lineer regresyon metodu ile ortaya konan ilişkinin grafiği Şekil 3'de görülmüyor.

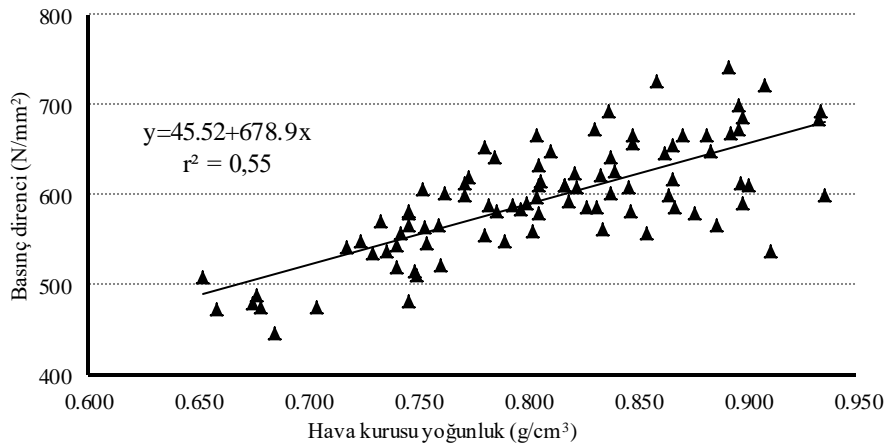
Şekil 3 incelendiğinde, analizlerde korelasyon katsayısı (r)>0.70 ve determinasyon katsayısı (r^2)>0.50 şartını sağlayan liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu yoğunluk arasında doğrusal artan kuvvetli bir ilişkinin varlığı anlaşılmaktadır. Aynı zamanda Çizelge 5 'te verilen regresyon katsayısı (b)'nin işaretinin pozitif (+) olması da mevcut artışın aynı yönlü olduğunu göstermektedir.

Eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkinin niteliğini ortaya koymak amacı ile yapılan analiz sonuçları elde edilen grafik Şekil 4'te, ilişkinin denklemi ve katsayıları da Çizelge 5 'te verilmiştir.

Çizelge 4. Deneme alanlarına göre toprak özellikleri ile mekanik dirençlerinin mukayesesi

DN	Toprak özellikleri (%)				Odun özellikleri									
	Kil	Kum	Silt	OM	Yaş	D_0	$\sigma_{B//}$	σ_{SE}	σ_{EM}	σ_{DE}	$\sigma_{M//}$	$\sigma_{C//}$	$\sigma_{C\perp}$	H_j
I	12	76	12	11	53	0.72	61	96	9554	1.8	16.6	91	7.4	94
II	14	73	14	12	63	0.74	54	106	10934	1.4	16	89	6.1	87
III	14	71	15	9.9	56	0.72	58	98	9983	1.7	17	102	6.5	94
IV	21	57	22	10.5	48	0.71	59	101	10228	1.1	14.5	96	7.4	82

DN: Deneme alanı no; OM: Organik madde miktarı.



Şekil 3. Liflere paralel basınç direnci ve yoğunluk arasında yapılan regresyon analizine ait grafik ve korelasyon katsayısı

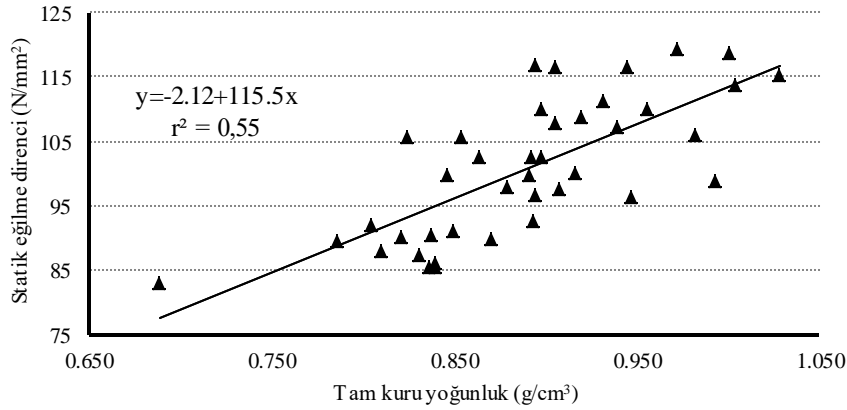
Statik eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasında doğrusal artan iyi derecede bir ilişkinin varlığı, Şekil 4 'de gösterilen grafikten ve Çizelge 5'te yer alan $r=0.74$ ve $r^2=0.55$ olarak hesaplanan değerlerden anlaşılmaktadır. Aynı tabloda b'nin işaretinin (+) olması ile de eğilme direnci ve yoğunluk değerlerindeki artışların aynı yönlü olduğu görülmektedir. Bu tespitler, Bektaş ve Güler, (2000), tarafından yapılan çalışma ile de teyit edilmektedir. Ağaç malzemedeki yoğunluk arttıkça, eğilme direnci artmaktadır.

Elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkinin ortaya konması amacı ile yapılan regresyon ve

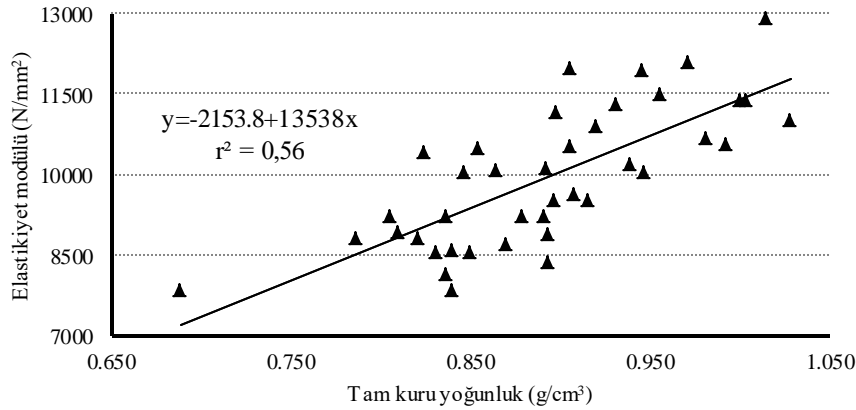
korelasyon analizleri sonucu elde edilen grafik ve regresyon denklemi Şekil 5'te görülmektedir.

Yapılan regresyon analizi ile elde edilen grafik (Şekil 5) ve korelasyon hesaplamaları (Çizelge 5) dikkate alındığında, elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk arasında pozitif ve aynı yönlü (b'nin işareti +) doğrusal artan ($r=0.75$ ve $r^2=0.56$) bir münasebetin varlığı görülebilir.

Dinamik eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkiye ait grafik Şekil 6'te görülmektedir.



Şekil 4. Saplı meşe odununa ait eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişki

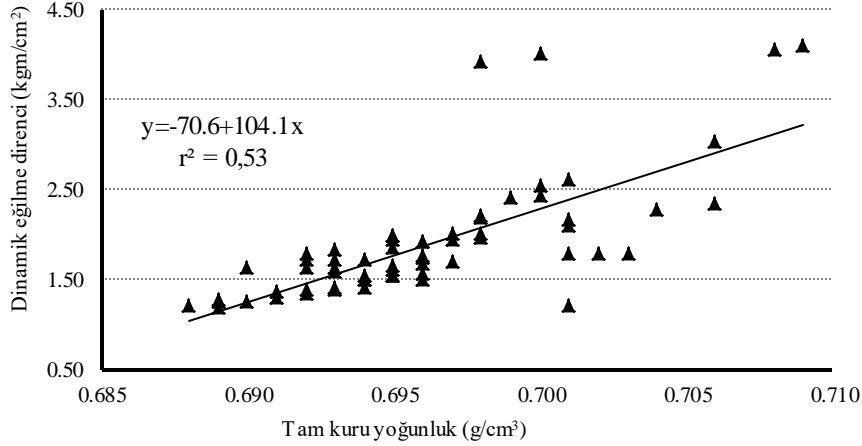


Şekil 5. Elastikiyet modülü ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkiye ait grafik ve regresyon denklemi

Çizelge 5. Regresyon analizlerinden çıkarılan denklemler ve katsayıları

Ozellikler ^(*)	Denklem	b	r	r ²	Sonuç
$\sigma_{B//} - D_{12}$	$Y=45.52+678.9x$	+	0.74	0.55	$r > 0.70$ ve $r^2 > 0.50$
$\sigma_{SE} - D_0$	$Y=-2.12+115.5x$	+	0.74	0.55	$r > 0.70$ ve $r^2 > 0.50$
$\sigma_{EM} - D_0$	$Y=-2153.8+13538x$	+	0.75	0.56	$r > 0.70$ ve $r^2 > 0.50$
$\sigma_{DE} - D_{12}$	$Y=-70.6+104.1x$	+	0.73	0.53	$r > 0.70$ ve $r^2 > 0.50$

^(*) $\sigma_{B//} - D_{12}$: Basınç direnci ve yoğunluk, $\sigma_{SE} - D_0$: Eğilme direnci ve yoğunluk, $\sigma_{EM} - D_0$: Elastikiyet modülü ve yoğunluk, $\sigma_{DE} - D_{12}$: Dinamik eğilme direnci ve yoğunluk; b: Regresyon katsayısı (b)'nin işareti; r: Korelasyon katsayısı; r²: Determinasyon katsayısı.



Şekil 6. Saplı meşe odununda dinamik eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkiye ait grafik

Regresyon analizi sonucu elde edilen verilerin grafiğini gösteren Şekil 6'dan, dinamik eğilme direnci ile tam kuru yoğunluk arasında doğru orantılı ve artan bir ilişkinin bulunduğu kolayca görülebilir. Özellikle Çizelge 5'e göre, b'nin pozitif olması ve ($r > 0.70$ ve $r^2 > 0.50$) şartının sağlanması ile bu ilişkinin aynı yönlü ve kuvvetli olduğunu da göstermektedir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, Dörtüyl yöresinde doğal olarak yetişen saplı meşe odununun bazı teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Aynı zamanda bu özellikler diğer meşe türleri ile de karşılaştırıldı. Test edilen malzemenin daha iyi tanınarak, uygun kullanım alanlarında değerlendirilmesine katkı yapması beklenen mukavemet kriterleri literatürde yer alan bazı meşelerinkine kıyaslandı. Ayrıca liflere paralel basınç, statik eğilme, dinamik eğilme dirençleri ve elastikiyet modülü dotalarına uygulanan regresyon analizi ile de meşe odununda, yoğunluk ile direncin pozitif ve kuvvetli artan bir ilişkiye sahip olduğu ortaya kondu. Toprak analizleri ile belirlenen yetişme ortamındaki kum, silt, kil ve organik madde miktarlarının, meşenin yetişmesi için oldukça uygun oranlarda olduğu anlaşıldı. Çalışmada ulaşılan ana sonuçlara ek olarak hesaplanan statik ve dinamik kalite değerlerinin yardımı ile de, orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olan meşe odunun "iyi kalitede" bir malzeme olduğu teyit edildi.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma projeleri yönetim birimi başkanlığı tarafından 2011/3-2YLS numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

As, N., 1994. Sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton). Ahşap Dergisi, 18-20.
Ay, N., 1998. Rize Çayeli bölgesi kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (c. a. *mey*) yalt) odununun mekanik özellikleri. Mühendislik Bilimler Dergisi, 4(1-2):641-647.

Bal, B.C., Bektaş, İ., Kaymakçı, A., 2012. Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2): 17-27
Bektaş, İ., 1997. Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Bektaş, İ., Güler, C., 2000. Andırın doğu kayını odununda elastiklik özellikleri ve yoğunluk arasındaki ilişki. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 3(2): 51-57.
Bektaş, İ., Güler, C., Baştürk, M.A., 2002. Principal mechanical properties of eastern beech wood naturally grown in Andırın northeastern mediterranean region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 26(3):147-154.
Berkel, A., 1970. Ağaç Malzeme Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
Black, C.A., 1965. Methods of analysis. Agronomy Monographs No: 9, Part 1 and 2. Am. Soc. of Agronomy, Madison, WI.
Bozkurt, A.Y., Göker, Y., 1996. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
Dündar, T., 1997. İstranca meşesinin (*Quercus hardwisiiana* Stev.) teknolojik özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Dündar, T., 2002. Demirköy yöresi istranca meşesinin (*Quercus hartwissiana* stev.) mekanik özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51(2): 159-172
Efe, H., Çağatay, K., 2011. Çeşitli masif ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Politeknik Dergisi, 14(1): 55-61.
Göker, Y., As, N., Akbulut, T., Ayrılmış, N., 1999. The technological properties and use of carob (*Ceratonia siliqua* L.) wood. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 49(2):43-55
Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi Yayını, Ankara.
Kantarci, D., 2000. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2008. Organik madde toprak suyu ilişkisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 1(2): 15-21.
- Keskin, H., 2001. Lamine masif ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri ve ağaç işleri endüstrisinde kullanım imkanları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Keskin, H., 2004. Sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) kombinasyonu ile üretilmiş lamine ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri ve kullanım imkanları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 17(4):121-131.
- Munoz, G.R., Gete, A.R., 2011. Relationships between mechanical properties of oak timber (*Quercus robur* L.). *Holzforchung*, 65: 749-755.
- OGM, 2014. Türkiye Orman Varlığı. TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 115, Ankara.
- Perçin, O., Sofuoğlu, S.D., Uzun, O., 2015. Effect of boron impregnation and heat treatment on some mechanical properties of oak (*Quercus petraea* liebl.) wood. *Bioresources*, 10(3): 3963-3978.
- Terzioğlu, S., Bilgili, E., Karaköse, M., 2012. Türkiye Ormanları. Orman Genel Müdürlüğü Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı. ISBN: 978-605-393-044-0:10-11, Ankara.
- TS 4176. Odunda odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması, TSE Ankara, 1984.
- TS 642. Kondisyonlama ve/veya deney için standard atmosferler-özellikler, TSE Ankara. 1997.
- TS 2474. Odunun statik eğilme dayanımının tayini, TSE Ankara, 1976.
- TS 3459. Odunda liflere paralel doğrultuda makaslama dayanımının tayini, TSE Ankara, 2012.
- TS 2475. Odunda liflere paralel doğrultuda çekme gerilmesinin tayini, TSE Ankara, 1976.
- TS 2476. Odunun liflere dik doğrultuda çekme gerilmesinin tayini, TSE Ankara, 1976.
- TS 2477. Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, TSE Ankara, 1976.
- TS 2479. Odunun statik sertliğinin tayini, TSE Ankara, 1976.
- TS 2478. Odunun statik eğilmede elastikiyet modülünün tayini, TSE Ankara, 2005.
- TS 2595. Odunun liflere paralel doğrultuda basınç dayanımı tayini, TSE Ankara, 1977.