



İzmir'de Yetişen İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) Odununda Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Ümit AYATA^{1*} Bekir Cihad BAL²

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, BAYBURT.

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü, KAHRAMANMARAŞ.

Öz

Odun hammaddesi önemli mühendislik malzemelerinden birisidir. Özellikle, yenilenebilir olması, ucuz olması, kolay temin edilebilmesi, kolay işlenmesi, çevre dostu olması ve estetik bakımdan tercihe edilmesi önemli üstünlüklerindedir. Odunun kullanım yerine karar verirken, onun bazı teknolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda, iğde odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yeterli çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada, İzmir'de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununa ait bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; hava kurusu rutubet değeri %9,93, hava kurusu yoğunluk (D_{12}) 536 kg/m³, tam kuru yoğunluk (D_o) 507 kg/m³, teğet yönde genişleme (α_t) %5,90, radyal yönde genişleme (α_r) %3,24, boyuna yönde genişleme (α_l) %0,30, hacmen genişleme (α_v) %9,44, lif doygunluğu noktası (LDN) %18,63. Şok direnci 0,389 kgm/cm², eğilme direnci 61,12 N/mm² ve elastikiyet modülü tayini 4663 N/mm², janka sertlik değeri teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 40,23 N/mm², 40,10 N/mm² ve 58,74 N/mm² olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuş iğdesi odunu, fiziksel ve mekanik özellikler

Determination of Some Physical and Mechanical Properties of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) Wood Grown in Izmir

Abstract

Wood raw material is one of the important engineering materials. Especially, it is renewable, cheap, easy to obtain, easy to process, environmentally friendly and aesthetically preferred. When deciding where to use wood, some of its technological properties need to be well known. In previous studies, physical and mechanical properties of Russian olive wood have not been studied sufficiently. For this reason, in this study, some mechanical, physical and surface properties of Russian olive (*Elaeagnus angustifolia* L.) wood grown in Izmir were investigated. According to data obtained, the air-dried moisture content 9,93%, air-dried density (D_{12}) 536 kg/m³, oven-dried density (D_o) 507 kg/m³, tangential swelling (α_t) 5,90%, radial swelling (α_r) 3,24%, longitudinal swelling (α_l) 0,30%, volumetric swelling (α_v) 9,44%, fiber saturation point (FSP) 18,63%. Impact bending strength 0,389 kgm/cm², bending strength 61,12 N/mm² and modulus of elasticity 4663 N/mm², janka hardness for tangential, radial and transverse surfaces were determined as 40,23 N/mm², 40,10 N/mm² and 58,74 N/mm², respectively.

Keywords: Russian olive wood, physical and mechanical properties

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ümit AYATA (Dr.); Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Rektörlük Binası, Dede Korkut Külliyesi 69000, Bayburt-Türkiye. Tel: +90 (458) 333 20 34, E-mail: umitavata@bayburt.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-6787-7822

Geliş (Received) : 09.07.2019
Kabul (Accepted) : 22.11.2019
Basım (Published) : 15.12.2019

1. Giriş

İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ağacı, güney Avrupa ve batı Asya'ya özgü bir ağaç türüdür (Little, 1961). ABD'nin batı kısımlarında da yayılış göstermektedir (Lesica ve Miles, 2001). Kuzey Amerika'ya sömürge döneminde, muhtemelen süs amaçlı olarak tanıtılmıştır (Elias, 1980). İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ağacı 10 m yüksekliğe ve 30 cm çapa kadar hızla büyüyen ve 5-6 yıl sonra meyve vermeye başlayan, uzun ömürlü bir ağaçtır (80-100 yıl) (Kiseleva ve Chindyaeva, 2011). Bu ağaç taşkın, şiddetli kuraklık, taşlık, kumlu ve yüksek tuzluluk veya toprakların alkalinitesi gibi çok çeşitli zorlu çevresel koşullara tolerans gösterebilir (Asadiar vd., 2013).

İğde odunu günümüzde çeşitli kullanım alanlarında değerlendirilmektedir. Çiçeklerden elde edilen uçucu bir yağ parfümeride kullanılmaktadır (Komarov, 1968). İğde ağacı kabukları tekstil, kimya, kozmetik ve farmakoloji endüstrilerinde kullanılan özellikler taşımaktadır (Akça, 2013). Tekstil endüstrisinde, patiska baskısında bitki sakızı kullanılır (Komarov, 1968). İğdenin odunu sert, ince tanelidir ve direkler, kirişler, ev eşyaları (Komarov, 1968; Polunin, 1969) ve oymacılık (Genders, 1994) için kullanılmaktadır. İğde odunu mükemmel bir yakıttır (Komarov, 1968; Gamble, 1972). İğde ağacının biyoyakıt kapasitesi 487623 MJ, dal odun enerjisi (ağaç başına) 93,6 MJ ve kök odun enerjisi (ağaç başına) 118,40 MJ olarak belirlenmiştir (Lamers ve Khamzina, 2008). İğde ağacının farklı bölümleri, çeşitli tıbbi formatlarda, parfüm endüstrilerinde, aynı zamanda ağaç işleri ve müzik aletleri üretiminde de kullanılmaktadır (Kiseleva ve Chindyaeva, 2011).

İğde ağacı öz odununda holoselüloz %82, alfa selüloz %52,3, lignin %22,39, kül %0,4, soğuk su çözünürlüğü %2,5, sıcak su çözünürlüğü %3,5, etil alkol çözünürlüğü %3,6 ve %1'lik NaOH çözünürlüğü %14,1 olarak elde edilirken, diri odununda holoselüloz %80,9, alfa selüloz %50,3, lignin %24, kül %0,70, soğuk su çözünürlüğü %4,3, sıcak su çözünürlüğü %5,2, etil alkol çözünürlüğü %4,3 ve %1'lik NaOH çözünürlüğü %14,7 olarak belirlenmiştir (Akça, 2013).

İğde odununda ısı iletkenlik değeri 0,121 W/mK ve yoğunluk değeri 0,559 g/cm³ olarak bulunmuştur (Çavuş vd., 2019). Bulgaristan'da yetişen iğde ağacında odun yoğunluğu 584 kg/m³ olarak elde edilmiştir (Nikolov ve Bl'skova, 1980). Başka bir çalışmada ise iğde odunun yoğunluğu 0,540 g/cm³ olarak bildirilmiştir (Crivellaro vd., 2016).

Bu güne kadar farklı ağaç türlerinin odun özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda iğde odunun teknolojik özelliklerinin yeterince araştırılmadığı görülmektedir. Ancak, bir ağacın odunun fiziksel, kimyasal, mekanik ve diğer teknolojik özelliklerinin bilinmesi, kullanım yerine karar verirken etkili olan faktörlerdendir. Bu konuda yapılan çalışmaların önemi Berkel (1951) tarafından "herhangi bir ağaç türü odununun teknik vasıfları hakkında etraflı bir bilgiye sahip olmak, orman mahsullerinin en önemlisini teşkil eden ana mahsul odunun esaslı bir şekilde değerlendirilmesi bakımından önemlidir" şeklinde vurgulanmıştır. Farklı ağaç türlerinin fiziksel, mekanik, biyolojik dayanıklılık veya kimyasal özelliklerinin belirlenmesindeki temel amaç o ağaç türünün odunun kullanım yerinin belirlenmesidir. Yapılan önceki çalışmalarda bu nokta vurgulanmıştır. Örneğin, Güller ve Ay (2001) tarafından yapılan, sakallı kızılbaş ağacının mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Kantay vd., (2000) tarafından yapılan, ceviz odununun yoğunluğu ve bazı mekanik özellikleri, Efe ve Kasal (2007) tarafından yapılan çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, Ay ve Şahin, (2002) Anadolu kestanesi odununun bazı mekanik özellikleri, Mantanis ve Birbilis (2010) tarafından yapılan, ılgın odununun fiziksel ve mekanik özellikleri başlıklı çalışmalarda da aynı amaç hedeflenmiştir.

Kuş iğdesi ağaç türü üzerine yapılan önceki çalışmalarda, özellikle meyvesinin kimyasal özellikleri, sağlık açısından değerlendirilmesi ve yetiştirme özellikleri gibi konular araştırılmıştır. Ancak, Kuş iğdesi odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yeterince araştırılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada, İzmir'de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda, mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü, şok direnci, janka sertlik, fiziksel özelliklerden hava kurusu rutubet, hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk, teğet yönde genişleme, radyal yönde genişleme, boyuna yönde genişleme, hacmen genişleme ve lif doygunluk noktası araştırılmıştır. Elde edilecek verilerin, iğde ağacı odununun kullanım alanları hakkında önemli bilgiler sunacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada İzmir İl'inde yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ağacı odunu deneme materyali olarak seçilmiştir. Bu ağaç odunundan 10 cm x 10 cm x 100 cm boyutlarındaki keresteler bir kereste tüccarından satın

alınma yöntemi ile elde edilmiştir. Alınan kerestelerin budaksız ve ardaksız olmasına, herhangi bir böcek saldırısına, mantar tahribatına, çeşitli organizmalar tarafından zarar görmemiş olmasına ve herhangi bir çatlak oluşumu içermemesine dikkat edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

İğde odununa ait kalasların denge rutubetine gelmesi için sıcaklığı $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nemi $\%65\pm 5$ olan ortamda iki hafta süre boyunca TS 642-ISO 554 (1997)'de belirtilen esaslara göre klimatize işlemine maruz bırakılmıştır. İki haftalık iklimlendirme işlemlerinden sonra, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla test örnekleri ilgili standartlara göre hazırlanmıştır. Bu testlere ait standartlar Tablo 1'de verilmiştir. Eğilme direnci test örnekleri $2\times 2\times 30$ cm ve şok direnci test örnekleri $2\times 2\times 30$ cm ölçülerinde, Janka sertlik testi için test örnekleri $5\times 5\times 5$ cm ölçülerinde hazırlanmıştır. Elastikiyet modülü eğilmede elastikiyeti göstermektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ALŞA marka statik malzeme test cihazında 2 m/dk hızla yapılmıştır. Mesnet açıklığı 30 cm olarak ayarlanmıştır. Elastikiyet modülü ilgili standartta belirtildiği şekilde maksimum yükün $\%10$ ile $\%40$ aralığında iki nokta baz alınarak belirlenmiştir. Cihazın kontrolünde Robotest test yazılım programı kullanılmıştır. Eğilme direnci ve şok direnci testlerinde kuvvet test örneğinin radyal yüzeyine uygulanmıştır. Şok direnci denemeleri ALŞA marka şok test cihazında yapılmıştır. Şok direnci denemelerinde mesnet açıklığı 24 cm olarak ayarlanmıştır. Lif doyunluk noktası ise Bozkurt ve Göker (1996)'da belirtilen esaslara göre ve aşağıdaki formül (1) kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{LDN} = \alpha_v / D_o (\%) \quad (1)$$

Burada: LDN lif doyunluk noktası, α_v hacmen genişleme, D_o tam kuru yoğunluk değerini göstermektedir.

Tablo 1. İğde odununda bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Özellikler	Standartlar
Fiziksel Özellikler	
Hava kurusu rutubet değeri (r_{12}) (%)	TS 2471
Hava kurusu yoğunluk (D_{12}) (kg/m^3)	TS 2472
Tam kuru yoğunluk (D_o) (kg/m^3)	TS 2472
Teğet yönde genişleme (α_t) (%)	TS 4084
Radyal yönde genişleme (α_r) (%)	TS 4084
Boyuna yönde genişleme (α_l) (%)	TS 4084
Hacmen genişleme (α_v) (%)	TS 4086
Mekanik Özellikler	
Eğilme direnci	TS 2474
Elastikiyet modülü	TS 2478
Statik sertlik değeri (Janka)	TS 2479
Şok direnci	TS 2477



Şekil 1. Eğilme direnci (A), şok direnci (B) ve statik sertlik (C) test örnekleri test sonrası görüntüsü.

2.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada yapılan testlere ait elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 17.0 programından faydalanılmıştır. Testlere ait minimum, maksimum, homojenlik grubu, standart sapma ve ortalamalar belirlenmiş olup bu belirlenen sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

Kuş iğdesi odunun fiziksel özelliklerine ait istatistik değerleri aşağıda Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, tam kuru yoğunluk değerinin 507 kg/m^3 , hava kurusu yoğunluk değerinin 536 kg/m^3 ve hava kurusu rutubet değerinin ise %9,93 olduğu görülmektedir. Literatürde bilinen en düşük yoğunluk değeri balsa odununda (130 kg/m^3) ve en yüksek yoğunluk değeri ise pelesenk (1230 kg/m^3) odununda (Bozkurt ve Göker, 1996) ölçülmüştür. Bu değerler göz önüne alındığında iğde odununun yoğunluğunun orta yoğunluk grubunda olduğu söylenebilir. Odun yoğunluğu ağaç türü, ağaçtan alındığı yer, yetiştirme yeri, coğrafi bölge, rutubet miktarı, ağaç yaşı ve rakım gibi faktörlerden etkilenme olduğu belirtilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1996). Yapılan bazı çalışmalarda ise ağaçtan alındığı yerin yoğunluk üzerine etkisi gösterilmiştir (Bektaş, 1997; Malkoçoğlu, 1994; Kord vd., 2010; Bal 2011; Bal vd., 2012). Çizelgede teğet, radyal, boyuna ve hacmen genişleme yüzdeleri de verilmiştir. Ayrıca, lif doygunluk noktası da %18,6 olarak hesaplanmıştır. Bu hacmen genişleme yüzdesi ile (%9,93) ve lif doygunluk noktası yüzdesi ile iğde odununun diğer birçok ağaç türüne göre (Bozkurt ve Göker, 1996) daha düşük bir genişleme yüzdesi ve lif doygunluk noktasına sahip olduğu söylenebilir. Odunun genişleme ve daralma yüzdelerini etkileyen birçok faktör vardır. Odun yoğunluğu, rutubet miktarı, yıllık halka yapısı, özışımı ve hücre çeperinde mikrofibrillerin açısı ve orta lamelde bulunan lignin miktarı odunun daralma ve genişlemesini etkilemektedir (Bozkurt ve Göker, 1996). Odun yoğunluğu arttıkça genişleme yüzdesinin arttığı ve lif doygunluk noktasının azaldığı kayın ve kavak odunlarında ortaya konmuştur (Mantanis vd., 1994; Kord vd., 2010; Bal ve Bektaş, 2018a).

Tablo 2. İğde odununun fiziksel özelliklerine ait sonuçları

Test	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum
Hava kurusu rutubet değeri (r_{12}) (%)	15	9,93	0,81	8,11	7,43	10,81
Hava kurusu yoğunluk (D_{12}) (kg/m^3)	15	536	36	6,75	497	600
Tam kuru yoğunluk (D_0) (kg/m^3)	15	507	41	8,09	467	590
Teğet yönde genişleme (α_t) (%)	15	5,90	0,72	12,20	4,38	6,88
Radyal yönde genişleme (α_r) (%)	15	3,24	0,75	23,15	2,16	4,82
Boyuna yönde genişleme (α_l) (%)	15	0,30	0,16	53,33	0,14	0,79
Hacmen genişleme (α_v) (%)	15	9,44	0,94	9,96	7,53	10,88
Lif doygunluğu noktası (LDN) (%)	15	18,63	1,39	7,46	16,12	20,70

İğde odununda belirlenen eğilme direnci, elastikiyet modülü şok direnci, değerlerine ait bulgular Tablo 3’de verilmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre, iğde odununda eğilme direnci $61,12 \text{ N/mm}^2$ ve elastikiyet modülü tayini $4663,32 \text{ N/mm}^2$ ve şok direnci $0,389 \text{ kgm/cm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu mekanik özellikler iğde odununun yoğunluk değeri ile beraber diğer ağaçların mekanik özellikleri ile (Bozkurt ve Erdin, 1997) kıyaslandığında oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ortalama 500 kg/m^3 yoğunluk değerine sahip diğer ağaç türlerinin, bu çalışmada iğde odunundan elde edilenden daha yüksek mekanik özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Yapılan önceki çalışmalarda genel olarak odun yoğunluğu arttıkça odunun mekanik özelliklerinin de genel olarak arttığı belirlenmiştir (Malkoçoğlu, 1994; Bektaş, 1997; Bektaş vd., 2002; Kiaei, 2011; Bal ve Bektaş, 2018b). Ancak, mekanik özellikleri etkileyen tek faktör yoğunluk değildir. Odun rutubeti, ağaç türü, odunun kimyasal içeriği, genç odun oluşumu ve ekstraktif maddeler mekanik özellikleri etkilemektedir. Odun rutubeti arttıkça mekanik özellikler azalır (Bozkurt ve Göker, 1996). Hücre çeperinde lignin oranının artması şok direncini düşürür (Bozkurt ve Göker, 1997). Reçine ve sakız gibi ekstraktif maddelerin artması yoğunluğu artırır ancak mekanik özellikleri etkilemez. Ayrıca genç odun oluşumu mekanik özellikleri azaltır (Bal vd., 2012). Bu çalışmada, denemeleri yapılan iğde odununda mekanik özelliklerin yoğunluğuna göre biraz düşük çıkmasının nedeni yukarıda sayılan yoğunluk haricindeki diğer nedenlerle açıklanabilir.

Tablo 3. İğde odununda dinamik eğilme (şok) direnci, eğilme direnci ve elastikiyet modülüne ait sonuçlar.

Test	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum
Eğilme direnci (N/mm^2)	15	61,12	9,10	14,89	49,68	75,93
Elastikiyet modülü (N/mm^2)	15	4663,32	512,22	10,98	3988,66	5427,76
Şok direnci (kgm/cm^2)	15	0,389	0,119	30,663	0,158	0,583

Elde edilen janka sertlik değerleri için varyans analizi sonucu Tablo 4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre iğde odununa ait janka sertlik değerlerinde test yüzey yönü anlamlı olarak elde edilmiştir.

Tablo 4. İğde odununa ait janka sertlik değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0,05$
Test yüzey yönü	3450,694	2	1725,347	34,692	0,000*
Hata	2088,769	42	49,733		
Toplam	102237,151	45			

*: Anlamlı

İğde odununa ait janka sertlik değerleri Tablo 5’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre iğde odununa ait janka sertlik değeri teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 40,23 N/mm², 40,10 N/mm² ve 58,74 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Janka sertlik yüzeyleri birbirleriyle kıyaslandığında, en yüksek değer enine yüzeyde belirlenmiştir. Radyal ve teğet yüzeylere ait janka sertlik sonuçları birbirine çok yakın olarak elde edilmiştir (Tablo 8). Janka sertlik değeri üzerine yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Bal, 2011; Bal vd., 2012; Aytin, 2013; Şahin, 2013; Bal vd., 2018; Ayata vd., 2018).

Tablo 5. İğde odununda janka sertlik değerlerine ait sonuçlar.

Test Yüzey Yönü	Ölçüm Sayısı	Ortalama (N/mm ²)	Standart Sapma	Homojenlik Grubu	Varyasyon Katsayısı	Minimum	Maksimum
Teğet	15	40,23	5,22	B	12,98	33,75	51,40
Radyal	15	40,10	6,51	B	16,23	31,01	53,87
Enine	15	58,74	8,92	A*	15,19	44,53	71,76

*: En yüksek değeri ifade etmektedir.

Bu çalışmada elde edilen fiziksel ve mekanik özellikler diğer bazı çalışmalarda elde edilen farklı ağaç türlerine ait sonuçlarla karşılaştırılmıştır (Tablo 6).

Tablo 6. İğde ağacına ait sonuçlar ve bazı ağaç türleri ile kıyaslanması.

Kaynak	Tes-pit	Mantanis ve Birbilis, (2010)	Malkoç oğlu, (1994)	Bal vd., (2018a)	Kesik vd., (2017)	Düzkale vd., (2015)	Aytin, (2013)	Şahin, (2013)	Bal vd., (2012)		
		İğde	İlgın	Kayın	Huş	Porta-kal	Zeytin	Yabani Kiraz	Diş-budak	Toros sediri	Genç Odun
r_{12} (%)	9,93	-	-	13,0	-	-	-	-	-	-	-
D_{12} (kg/m ³)	536	0,730	669	685	-	-	612	713,90	574	588	
D_0 (kg/m ³)	507	0,660	645	-	-	-	568	-	524	547	
α_t (%)	5,90	3,4	12,63	-	8,01	5,05	8,00	-	5,34	7,91	
α_r (%)	3,24	12,1	5,24	-	7,64	4,15	4,91	-	3,36	4,82	
α_i (%)	0,30	-	0,29	-	0,10	0,82	-	-	0,56	0,19	
α_v (%)	9,44	15,6	17,84	-	-	10,02	13,90	-	9,27	12,92	
LDN (%)	18,63	-	30,13	-	-	-	-	-	17,92	24,48	
H_{jT} (N/mm ²)	40,23	33,7	-	52,80	-	-	12,26	75,12	28,70	30,50	
H_{jR} (N/mm ²)	40,10	-	-	46,60	-	-	13,76	66,61	26,40	31,10	
H_{jE} (N/mm ²)	58,74	-	-	62,50	-	-	26,34	96,89	49,40	53,60	
σ_{ED} (N/mm ²)	61,12	88,5	112,3	135,92	140,93	64,39	95,39	115,66	75,80	94,40	
σ_{EM} (N/mm ²)	4663	7533	13082	16887	11733	4444	12793	9876	6668	8963	
σ_{SD} (kgm/cm ²)	0,389	-	0,950	0,680	-	0,300	-	-	0,360	0,514	

r_{12} : Hava kurusu rutubet değeri, D_{12} : Hava kurusu yoğunluk, D_0 : Tam kuru yoğunluk, α_t : Teğet yönde genişleme, α_r : Radyal yönde genişleme, α_i : Boyuna yönde genişleme, α_v : Hacmen genişleme, LDN: Lif doygunluğu noktası, H_{jT} : Teğet yüzeyde statik sertlik, H_{jR} : Radyal yüzeyde statik sertlik, H_{jE} : Enine yüzeyde statik sertlik, σ_{EM} : Elastikiyet modülü, σ_{ED} : Eğilme direnci, σ_{SD} : Şok direnci

Bu karşılaştırma sonucuna göre iğde odunu daha küçük genişleme miktarına sahip olduğu ve bunun çoğu kullanım yeri için üstün bir özellik olduğu söylenebilir. Ancak, mekanik özellikleri karşılaştırılan diğer ağaç odunlarına göre daha düşüktür. Bu ise masif ağaç malzemenin çoğu kullanım yeri için istenmeyen bir özelliktir. Özellikle yük taşıyan masif ağaçtan elde edilen yapı elemanlarında yüksek direnci ve yüksek elastikiyet ararız. Bunun yanında ani yüklere maruz kalan kullanım yerlerinde kullanılacak masif ağaç malzemedeki yüksek şok direnci istenir. Örneğin alet sapları, İğde odununun şok direncide oldukça düşük belirlenmiştir. Bu nedenle bu gibi kullanım yerlerinde kullanılması uygun değildir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, İzmir’de yetişen iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) odununda elastikiyet modülü, statik sertlik, eğilme direnci, hava kuru rutubet, tam kuru yoğunluk, hava kuru yoğunluk, teğet yönde genişleme, radyal yönde genişleme, hacmen genişleme, boyuna yönde genişleme, lif doygunluğu noktası gibi özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre; iğde ağacına ait elde edilen sonuçlar ile diğer ağaç türlerine ait sonuçların birbirleri arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin, her ağaç türünün farklı yoğunluk değerine, anatomik, kimyasal, morfolojik özelliklere sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Genel olarak masif ağaç malzemenin yüksek genişleme yüzdesine sahip olması kullanım yerlerinde sorun oluşturmaktadır. Kuş iğdesi odununun genişleme yüzdesi diğer ağaç türlerine göre oldukça düşük olması onun üstün bir özelliği olduğu söylenebilir. Ancak mekanik özelliklerinin düşük olması, çoğu kullanım yerinde değerlendirilemeyeceğini göstermektedir.

Kaynaklar

1. Akça, M. (2013). İğde Ağacı (*Elaeagnus angustifolia* L.) Odunu ve Kabuğunun Kimyasal Bileşenlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, 64s.
2. Asadiar, L. S., Rahmani, F., Siami, A. (2013). Assessment of genetic diversity in the Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) based on ISSR genetic markers. *Rev Ciênc Agron*, 44, 310–316.
3. Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B. C., Efe, F. T. (2018). Dut, Doğu Çınarı, Kızılcım Ve Sedir Ağaç Türlerinde Janka Sertlik Değerinin Belirlenmesi. 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 1490-1494, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye.
4. Aytin, A. (2013). Yabani Kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) Odununun Fiziksel, Mekanik Ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Yüksek Sıcaklık Uygulamasının Etkisi. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, 208s.
5. Ay, N., Şahin, H. (2002). Maçka-çatak bölgesi Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* mill.) odununun bazı mekanik özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 87-95.
6. Bal, B. C. (2011). Okaliptüs (*Eucalyptus grandis*) Odununun Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri Ve Lamine Ağaç Malzeme Üretiminde Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 177s.
7. 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.
8. Bal, B. C., Bektaş, İ. (2018a). Kayın ve kavak odunlarında fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-10.
9. Bal, B. C., Bektaş, İ. (2018b). Odunun yoğunluğu ile bazı mekanik özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 51-61.
10. Bal, B. C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F. T., Dilik, T. (2018). Huş (*Betula pendula*) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 2104-2113, 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye.
11. Bektaş, İ. (1997). Kızılcım (*Pinus brutia* ten.) Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 239s.
12. Bektaş, İ., Güler, C., Baştürk, M. A. (2002). Principal mechanical properties of eastern beech wood (*Fagus orientalis* L.) naturally grown in andırın northeastern mediterranean region of Turkey. *Turk J Agric For*, 26, 147-154.
13. Berkel, A. (1951). Lübnan Sedirinde Teknolojik Araştırmalar, İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi (A), S: 182-211.
14. Bozkurt, Y., Göker, Y. (1996). *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3944, ISBN: 975-404-420-1, İstanbul. 374 sayfa.
15. Bozkurt, Y., Erdin, N. (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*, İ.Ü., Orman Fakültesi, Yayın No: 445, S: 1, İstanbul, ISBN: 975-404-449-X, 372 sayfa.
16. Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., Ayata, U. (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey. *Bioresources*, 14(3), 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
17. Crivellaro, A., Schweingruber, F. H., Christodoulou, C.S., Papachristophorou, T., Tsintides, T., Da Ros, A. D. (2016). *Atlas of Wood, Bark and Pith Anatomy of Eastern Mediterranean Trees and Shrubs with a Special Focus on Cyprus*. Springer-Verlag GmbH.

18. **Düzkale, G., Bektaş, İ., Tunç, H. H., Doğanlar, Y. (2015).** Zeytin ağacı (*Olea europaea*) odunun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Ormancılık Dergisi*, 10(2), 29-35.
19. **Efe, H., Kasal, A. (2007).** Çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Politeknik Dergisi*, 10(3), 303-311.
20. **Elias, T. S. (1980).** *The Complete Trees of North America. Field Guide and Natural History.* Van Norstrand Rein-Hold Co., New York.
21. **Gamble, J. S. (1972).** *A Manual of Indian Timbers.* Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 868 p.
22. **Genders, R. (1994).** *Scented Flora of the World.* Robert Hale. London. ISBN 0-7090-5440-8.
23. **Güller, B., Ay, N. (2001).** Some mechanical properties of alder [*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C. A. Mey.) Yalt.] wood obtained from Artvin region. *Turk J Agric For*, 25, 129-138.
24. **Kantay, R., As, N., Ünsal, Ö. (2010).** Ceviz (*Juglans regia* L.) odununun yoğunluğu ve bazı mekanik özellikleri. *Turk J Agric For*, 24, 751-756.
25. **Kiaei, M. (2011).** Anatomical, physical, and mechanical properties of eldar pine (*Pinus eldarica*) grown in The Kelardasht region. *Turk J Agric For.*, 35, 31-42
26. **Kiseleva, T. I., Chindyaeva, L. N. (2011).** Biology of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) at the northeastern limit of its range. *Contemp Probl Ecol.* 4, 218-222.
27. **Kesik, H. İ., Kaymakçı, A., Olgun, Ç., Çağatay, K., Tor, Ö. (2017).** Portakal (*Citrus X sinensis* (L.) Osbeck) Odununun Fiziksel, Kimyasal Ve Mekanik Özellikleri. *Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmalar Sempozyumu*, 1627-1633, April 10-12, 2017.
28. **Komarov, V. L. (1968).** Flora of The USSR. Israel Program for Scientific Translation.
29. **Kord, B., Kialashaki, A., Kord, B. (2010).** The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*. *Turk J Agric For.*, 34, 1-6.
30. **Lamers, J. P. A., Khamzina, A. (2008).** Fuelwood production in the degraded agricultural areas of the Aral Sea Basin, Uzbekistan. *Bois et Forêts des Tropiques*, 297, 43-53.
31. **Lesica, P., Miles, S. (2001).** Natural history and invasion of Russian olive along eastern Montana rivers. *Western North American Naturalist*, 61(1), 1-10.
32. **Little, E. L. (1961).** *Sixty Trees from Foreign Lands.* USDA Forest Service Agriculture Handbook 212, Washington, DC.
33. **Malkoçoğlu, A. (1994).** Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) Odununun Teknolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 154s.
34. **Mantanis, G., Birbilis, D. (2010).** Physical and mechanical properties of athel wood (*Tamarix aphylla*). *Turkish Journal of Forestry*, 11(2), 82-87.
35. **Mantanis, G.I., Young, R.A., Rowell, R. M. (1994).** Swelling of wood. *Wood Science and Technology*, 28, 119-134.
36. **Nikolov, S., Bl'skova, G. (1980).** Structure and properties of wood of *Elaeagnus angustifolia*. *Nauchni Trudove, Vissh Lesotekhnicheski Institut, Sofiya (Mekhanichna Tekhnologiya na D'rvesinata)*, 26, 35-39.
37. **Polunin, O. (1969).** *Flowers of Europe - A Field Guide.* Oxford University Press, ISBN 0192176218.
38. **Şahin, H. İ. (2013).** Isıl İşlemin Doğal Ve Plantasyon Ormanlarında Yetişen Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) Odunlarının Bazı Teknolojik Özelliklerine Etkisi. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, 258s.
39. **TS 642-ISO 554 (1997).** Kondisyonlama ve/veya deney için standard atmosferler-özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
40. **TS 2471 (1976).** Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
41. **TS 2472 (1976).** Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
42. **TS 2474 (1976).** Odunun statik eğilme dayanımının tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
43. **TS 2477 (1976).** Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
44. **TS 2478 (1976).** Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
45. **TS 2479 (1976).** Odunun statik sertliğinin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
46. **TS 4084 (1983).** Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
47. **TS 4086 (1983).** Odunda hacimsel şişmenin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.