

Ihlamur (*Tilia tomentosa*) odunun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

Vedat Çavuş^{1*}, İbrahim Ersin², Bekir Cihad Bal³

Öz

Günümüzde ağaç malzemenin yapısal veya yarı yapısal alanlarda en ekonomik bir şekilde kullanılması kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Ağaç malzemenin; farklı amaçlarda kullanılması, çeşitli deney yöntemleriyle fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılarak ortaya konulması ile orantılıdır. Bu amaç doğrultusunda ıhlamur (*Tilia tomentosa*) odununun; radyal, teğet ve enine yüzeyde statik sertlik değeri, çivi ve vida tutma kapasitesi, eğilmede elastikiyet modülü, eğilme direnci ile hava kurusu yoğunluk değeri belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre; vida tutma kapasitesi enine, radyal ve teğet yüzeyde sırasıyla 13.47, 20.32 ve 24.60 N/mm² olarak belirlenmiştir. Çivi tutma kapasitesi; enine, radyal ve teğet yüzeylerde sırasıyla 5.00, 7.01 ve 7.09 N/mm² olarak ve Janka sertlik değeri; enine, radyal ve teğet yüzeylerde sırasıyla, 50.13, 27.30 ve 33.03 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 8572.87 N/mm², eğilme direnci 83.26 N/mm² ve hava kurusu yoğunluk değeri ise 489.46 kg/m³ olarak belirlenmiştir. Deney numunelerinden elde edilen veriler bazı endüstriyel ve endüstriyel olmayan odun türleri ile karşılaştırılarak bu odun türü hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ihlamur, statik sertlik, vida tutma kapasitesi,

Determination of some technological properties of linden (*Tilia tomentosa*) wood

Abstract

Today, it has become an inevitable necessity to use wood material in the most economical way in structural or semi-structural areas. Wood material; use for structural or non-structural purposes; It is proportional to the determination of its mechanical and physical properties by various test methods. In this study, it was aimed to determine some important mechanical and physical properties of linden (*Tilia tomentosa*) wood. For this purpose, linden wood; Static hardness value in radial, tangential and cross section surface, nail and screw holding capacity, modulus of elasticity in bending, bending resistance and air dry density value were determined. According to the test results; screw holding capacity was determined as 13.47, 20.32 and 24.60 N/mm² in the cross-section, radial and tangential surface, respectively. Nail holding capacity on the cross-section, radial and tangential surfaces were 5.00, 7.01, and 7.09 N/mm², respectively. Janka hardness on the cross-section, radial and tangential surfaces were 50.13, 27.30 and 33.03 N/mm² respectively. Flexural modulus of elasticity 8572.87 N/mm², bending strength 83.26 N/mm² and air dry density value were 489.46 kg/m³. The data obtained from the test samples were compared with some industrial and non-industrial wood types and information about this wood type was given.

Keywords: Linden, static hardness, screw holding capacity

Makale tarihçesi: Geliş:17.10.2022, Kabul:21.12.2022, Yayınlanma:26.12.2022, *e-posta: vedatcavus@hotmail.com.

¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

²İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir/Türkiye

³Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş/Türkiye.

Atıf: Çavuş V., Ersin İ., Bal B.C., (2022), Ihlamur (*Tilia tomentosa*) odunun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 120-130, DOI: 10.33725/mamad.1190347

1 Giriş

Ihlamur (*Tilia*), *Tiliaceae* familyasının bir üyesi olup, sarımsı veya beyazımsı çiçeklerini haziran-temmuz aylarında açan çoğunlukla ağaç biçiminde seyrek olarak ta boyulu çalı formunda kışın yaprak döken odunsu bitkilerdir. Yaprakları çoğunlukla kalp şeklinde olup çiçekleri dikasyum durumlarda toplanmış, sapı üzerinde ağ damarlı, zarımsı ve tüysüz bir brakte bulunmaktadır. Çiçekleri beş parçalı olup, kendine özgü ve keskin bir kokusu vardır. Yaprakların alt yüzü gümüşü beyaz, yıldız tüylü olup bu ağacın boyu 15-40 metreye kadar ulaşabilir (Uslu, 2004). Dünya’da yaklaşık 30 ihlamur ağacı türü bulunmakta olup bu ağaç türü çoğunlukla kuzey yarı küre tarafında, yarı tropik ve ılıman bölgelerinde yetişirler (Davis, 1967; Tanker ve Toker, 1984; Tuttu ve ark.,2017). Ihlamur türlerinden birisi olan ve balkanlarda yaygın olarak görülen aynı zamanda bir Sibirya-Avrupa bitkisi olan gümüşü ihlamur (*Tilia tomentosa* Moench.); yoğun olarak Yunanistan’ın kuzeyinde bulunmaktadır. Ülkemizde ise ihlamur ağacı (*Tilia tomentosa* Moench, *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia rubrasubsp. Caucasica* Rupr. ve *V. Engl.*, *Tilia cordata* Mill.) olmak üzere 4 farklı çeşidi bulunmakta olup mevcut orman alanlarımızın %0.06’sını oluşturmakta ve bu değerın yarisını gümüşü ihlamur (*Tilia tomentosa*) temsil etmektedir (Davis 1967; Korkut 2011; Parlak ve ark., 2019). Karabük’ün doğusundan Kuzeybatı Anadolu’ya doğru geniş bir yayılım gösteren gümüşü ihlamur (*Tilia tomentosa*)’a bölgesel olarak Dilek yarımadası ve Hatay’da da bulunmaktadır (Yaltrık, 1966; Demir, 2003).

Ihlamur odunu kolay işlenen bir tür olup 560 kg/m^3 yoğunluğa sahiptir. Genellikle diri ve öz odunu arasında renk farkı olmayıp sarımsı- beyazımsı bir ton değerinde odunu; kolay olarak işlenmektedir. Ihlamur odununun diri ve öz odunu renk farkının az olması tornacılıkta bu odunun kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca cila ve vernik gibi uygulamaları kolay kabul etmesi uygulama sırasında kolaylıkla renk verilebilmesi, kolaylıkla vida, çivi, zımba teli uygulamalarını kabul etmesi de bir diğer üstün özelliklerinden biridir. Yönlere bağlı olmaksızın yarılmaya karşı direncinin üstün olması bu odun türünü oymacılıkta da ön plana çıkarmaktadır. (Praciak ve ark., 2013). Endüstride kullanım alanları müzik aletleri (piyano, arp) yapımında kukla, heykel ve şapka kalıpları, ahşap oyuncak, yassı fırça sapları üretimi, arı kovani, mobilyacılıkta, doğramacılıkta, ahşap jaluzi üretiminde, kâğıt ve kibrit üretiminde kullanılan ana malzemelerden biridir. Ihlamurun lifli kabuğunun ip olarak veya kaba dokumalarda kullanımı elverişlidir. Ihlamur odunu endüstride çoğunlukla kalas veya tomruk olarak satılmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde bu ağaç türüne ait çalışmaların sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu çalışmada, Ihlamur (*Tilia tomentosa*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların ahşap endüstrisi ve bu ağaç türünün kullanımına ait önemli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

Bu çalışmada, ihlamur (*Tilia tomentosa*) odunu kullanılmıştır. Ihlamur odun örnekleri İzmir’de bulunan bir keresteciden tomruk olarak satın alınmıştır. Tomruğun alt kısmından ilk önce 40 cm yukarisından başlanarak deney örneklerinin kesilmesi TS 2470 standardında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Tomruğun geometrik merkezi göz önünde bulundurularak iki kısma kesilmiş daha sonra öz kısmı çıkarılmıştır. Öz kısmı çıkarılan odunlar 30 mm kalınlığında kaba kesimleri yapılarak oda şartlarında 5 ay kurumaya bırakılmıştır. Ihlamur odunu deney örnekleri lif doğrultusu dikkate alınarak ölçülandırılmıştır.

Deney örneklerinin kesilmesi sırasında yıllık halkaların her iki yüzeye paralel ve komşu yüzeylere dik olacak şekilde olmalarına özen gösterilmiştir. Deney örneklerinin tomruktan kesim aşamasından net ölçüye getirilmelerine kadar budaksız, çatlaksız, lifleri düzgün, odun kusuru barındırmayan ve renk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararına uğramamış, diri odun kısımlarından alınmasına dikkat edilmiştir. Tüm kesimler şerit testere makinesinde radyal yön dikkate alınarak kaba kesimleri yapılmıştır. Kaba kesimleri yapılan kerestelere ilk önce planya makinesinde işlem görmüş ve daha sonra kalınlık makinesinde 22 mm kalınlığa getirilmiştir. Kalınlıkları çıkarılan deney numuneleri daire testere makinesinde kesilerek 22×22×360 mm ölçülerine getirilmiştir. Net ölçülerine getirilen deney numunelerini hassasiyeti sağlamak amacıyla kalibre kontak zımpara makinesinde sırasıyla kalınlık, genişlik ve boyu 20×20×360 mm olacak şekilde zımparalanmıştır. Deney numunelerinin hazırlanmasında, yıllık halkaların kesit yüzeyine teğet olması göz önünde bulundurulmuştur.

2.2 Metot

Deneye başlanmadan önce hazırlanan numuneler 20±2°C sıcaklık %65±5 nisbi rutubetteki iklimlendirme kabini içinde bekletilerek denge rutubet miktarı olan % 12'ye gelmeleri sağlanarak deneye hazır hale getirilmiştir. Deneye hazır hale getirilen deney numunelerine yapılan fiziksel ve mekanik testler ve bu testlerin yapılmasında uygulanan standartlar ve deney numunelerinin ölçüleri ve sayıları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde mesnetler arası mesafe 300 mm olarak, ön yük miktarı 50 N, test hızı Fmax %70 ve ayarlanmış ve deney ağaç malzemenin teğet yüzeyine radyal yönde yapılmıştır. Çivi ve vida tutma kapasitesinin belirlenmesinde, vida çapı 3.5 mm olan çinko vidalar ve çapı 3 mm olan tel çiviler kullanılmıştır. Vidalar takılmadan önce test örneklerine, sütunlu matkap ile Ø2.5 mm ve 20 mm boyunda kılavuz delik açılarak vidalar bu kılavuz deliklerine delik boyu kadar vidalanmıştır. Statik sertlik direncinin belirlenmesi için yükleme ucu hızı 5 mm/dk ve yarımküre ucun yarıçapına 5.64 mm oyuk oluşturacak biçimde test cihazı ayarlanarak deneyler tamamlanmıştır. Statik sertlik direncinin belirlenmesi, çivi ve vida tutma kapasitesi denemeleri boyuna, teğet ve radyal yönlerde belirlenmiştir. Deney örneklerinden elde edilen veriler kullanılarak, varyans analizi yapılmıştır. Daha sonra minimum, maksimum, standart sapma ve aritmetik ortalama değerler hesaplanarak karşılaştırmalar yapılmış ve İzmir'de yetişen ıhlamur odununa ait deney numunelerinin bazı mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deney numunelerinin ölçü, sayı ve uygulanan standartlar

No	Deney adı	Numune ölçüleri (mm)	Numune sayısı	Uygulanan standart
1	Hava Kurusu Yoğunluk	20×20×30	24	TS 2472
2	Eğilmede Direnci	20×20×360	24	TS 2474
3	Eğilmede Elastikiyet modülü	20×20×360	24	TS 2478
4	Statik Sertlik Değeri	50×50×50	24	TS ISO 13061-2
5	Vida ve Çivi tutma kapasitesi	50×50×50	24	TS EN 13446

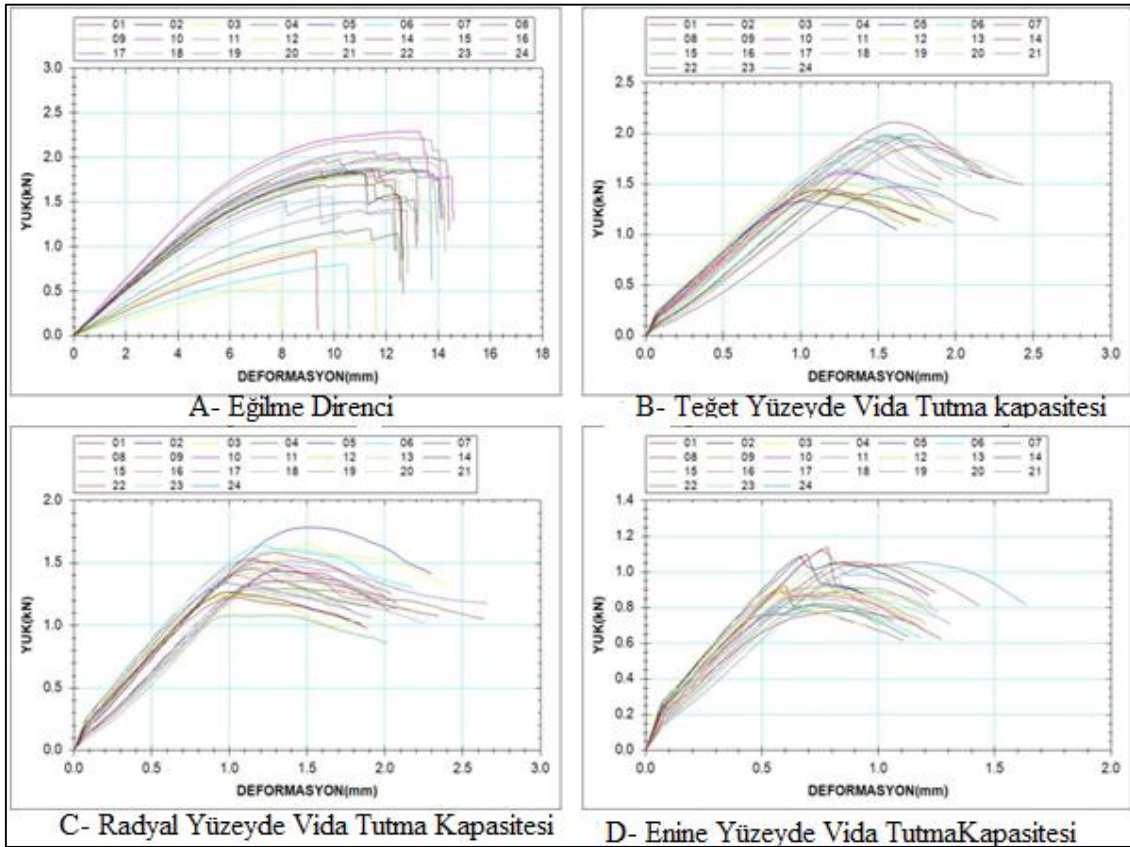
3 Bulgular ve Tartışma

Ağaç malzeme, farklı yönlerde benzersiz ve bağımsız özelliklere sahip ortotropik bir malzemedir. Ağaç liflerinin yapı içerisindeki oryantasyonu ve bir ağacın büyüdükçe çapının artması nedeniyle, özellikler birbirine dik olan boyuna (L), radyal (R) ve teğet (T) üç eksen boyunca değişir. Bu değişim ağaç malzemenin mekanik özellikler dahil olmak üzere nerdeyse tüm özelliklerini etkiler. Ağaç malzemenin direnç ve elastik özelliklerinin yönlerine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Ozyhar, 2013; Şirin ve Aydemir, 2016). Aynı zamanda ağaç malzemenin eğilme direnci, elastikiyet modülü, dinamik eğilme direnci gibi özelliklerinin belirlenmesi için uygulanan kuvvetlere karşı göstermiş olduğu tepki ile ağaç malzemenin yoğunluğu arasında lineer olarak artan bir ilişki söz konusudur. Bu artan-doğrusal ilişki daha önce yapılan birçok araştırmada ortaya konulmuştur (Kollmann ve Cote, 1984; Bal ve ark., 2018). Yönlerine bağlı olarak farklı direnç özelliklerine sahip olan ağaç malzemenin kullanım yerine ve biçimine karar verilebilmesi için her üç yönde de direnç özelliklerinin bilinmesi ile mümkün olabilir.

Bu çalışmada İzmir’de yetişen ıhlamur odununa ait deney numunelerine ait hava kurusu yoğunluk değerleri (D_{12}) tespit edilmiştir. Ihlamur odununun hava kurusu yoğunluk değeri ortalama olarak 489 kg/m^3 olarak belirlenmiş, en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla $352\text{-}585 \text{ kg/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Literatürde Ihlamur odununun mekanik ve fiziksel özellikleri ile ilgili oldukça sınırlı çalışma vardır. Ihlamur odununun yoğunluğu üzerine yapılan bir çalışmada gümüş ıhlamur (*Tilia argentea* Desf.) odununun hava kurusu yoğunluğu fırın kurusu yoğunluğu sırasıyla 526 ve $504 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ olarak tespit edilmiştir (Korkut, 2011).

Ihlamur odununun eğilme direnci ortalama olarak 83.26 N/mm^2 belirlenmiştir. En düşük değer ve en yüksek değer sırasıyla $29.2 - 115 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Literatürde ıhlamur odununun eğilme direnci üzerine yapılan ve endüstriyel olan ve olmayan türlerle yapılan çalışmalarda: gülibrişim 63.70 N/mm^2 (Çavuş, 2019a); kızılâğaç 75.98 N/mm^2 (Çaliova, 2011); manolya 85.56 N/mm^2 (Çavuş, 2019b); yabancı kiraz 95.39 N/mm^2 (Aytin 2013); kurtbağrı ağacı 98.66 N/mm^2 (Çavuş, 2021); dişbudak 115.66 N/mm^2 (Alioğulları, 2010); Ihlamur 72.06 N/mm^2 (Korkut, 2011); olarak belirlenmiştir. Ihlamur odununa ait ortalama eğilmede elastikiyet modülü değeri 8572.87 N/mm^2 ve en düşük ve en yüksek değerler sırasıyla $3325\text{-}11350 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Literatürde ıhlamur odununun eğilme direnci üzerine yapılan ve endüstriyel olan ve olmayan türlerle yapılan çalışmalarda: gülibrişim 5029.00 N/mm^2 (Çavuş, 2019a); kızılâğaç 7434.05 N/mm^2 (Çaliova, 2011); manolya 6375.66 N/mm^2 (Çavuş, 2019b); yabancı kiraz 12793.80 N/mm^2 (Aytin 2013); kurtbağrı ağacı 6946.26 N/mm^2 (Çavuş, 2021); dişbudak 115.66 N/mm^2 (Alioğulları, 2010); ıhlamur 5206.02 N/mm^2 (Korkut, 2011); dişbudak 13651.00 (Şahin, 2013) kokar ardıç 6701.50 N/mm^2 (Çavuş, 2020) ve ılgın 7533.00 N/mm^2 (Mantanis ve Birbilis, 2010) olarak belirlenmiştir.

Ihlamur odununa ait eğilme direnci ve teğet, radyal ve enine yüzeyler için vida tutma kapasitesi (VTK) yük deformasyon grafikleri Şekil 2 A-B-C-D’de ve bu yüzeyler için VTK değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. VTK; teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 24.60, 20.32 ve 13.47 N/mm^2 olarak belirlenmiştir. VTK yüzeyleri birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek değer teğet yüzeyde belirlenirken bunu radyal ve enine yüzeylerde tespit edilmiştir. Bal ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan ıhlamur odununun (*Tilia grandifolia* Ehrh.) teğet yüzeyde VTK 19.53 N/mm^2 olarak belirlenmiştir. Bu durum ağaç türü, ağaçtan alındığı yer, odunun yoğunluğu, ekstraktif madde içeriği, genç-olgun odun farklılıkları, öz-diri odun farklılıkları, yetiştirme yeri gibi ağaç malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerini belirleyen bazı önemli faktörlerle açıklanabilir.



Şekil 2. Ihlamur odununa ait eğilme direnci ve teğet, radyal ve boyuna yönler için VTK yük-deformasyon grafikleri

Çizelge 2. VTK değerleri (N/mm²)

Deney Yüzeyi	N	\bar{x}	σ	HG	Min.	Maks.	COV
Teğet	24	24.60	3.63	A*	19	30	14.78
Radyal	24	20.32	2.31	B	15.4	25.4	11.37
Enine	24	13.47	1.54	C	16.2	11.1	11.47

HG: Homojenlik Grubu; N: numune sayısı; *: En yüksek değer

Ihlamur odununda ait VTK için varyans analizi değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde VTK için deney yüzeyi (kuvvetin uygulandığı yüzey) anlamlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. VTK varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Gruplar arası	1511.71	2	755.85	108.17	0.000*
Gruplar içi	482.11	69	6.98		
Toplam	1993.82	71			

*: Anlamlı

Elde edilen veriler teğet, radyal ve enine yüzeyler için VTK üzerine endüstriyel ve endüstriyel olmayan bazı odun türleri ile yapılan önceki çalışmalarda benzer değerler ile ıhlamur odununa ait değerler Çizelge 4’te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4. Çeşitli odunların teğet, radyal ve enine yüzeylere için VTK ile ıhlamur odunu ile karşılaştırılması

Ağaç Malzeme Türü	VTK (N/mm ²)			ÇTK (N/mm ²)			Kaynak
	E	R	T	E	R	T	
İhlamur	13.47	20.32	24.60	5	7.01	7.09	Tespit
Turunç	52.60	57.70	55.80	52.60	57.70	55.80	(Çavuş, 2020c)
Japon akça ağacı	28.90	33.10	35.10	28.90	33.10	35.10	(Efe, 2020)
Manolya	30.40	32.53	38.40	30.40	32.53	38.40	(Çavuş ve Ayata, 2018)
Tespil	24.02	30.31	35.66	24.02	30.31	35.66	(Çavuş ve Ayata, 2018)
Kurtbağrı ağacı	34.77	43.93	41.04	34.77	43.93	41.04	(Çavuş, 2021)
Çitlembik	55.80	59.60	58.10	55.80	59.60	58.10	(Çavuş, 2020b)
Akça ağaç	33.45	36.63	39.91	33.45	36.63	39.91	(Çavuş ve Ayata, 2018)
Kayısı	44.38	47.34	48.89	44.38	47.34	48.89	(Çavuş, 2020a)

T:teğet, R:radyal, E: enine yüzey

İzmir’de yetişen ıhlamur odununun teğet, radyal ve enine yüzeyler için çivi tutma kapasitesi (ÇTK) tespit edilmiş ve değerler Çizelge 5’te gösterilmiştir. ÇTK teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 7.09, 7.01 ve 5 N/mm² olarak belirlenmiştir. ÇTK yüzeyleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, en yüksek değer teğet yüzeyde belirlenirken bunu radyal ve boyuna yönler takip etmiştir.

Çizelge 5. ÇTK değerleri (N/mm²)

Deney Yüzeyi	N	\bar{x}	σ	HG	Min.	Maks.	COV
Teğet	24	7,09	1,66	A*	4,9	10,7	23,44
Radyal	24	7,01	1,49	B	4,9	9,7	21,31
Enine	24	5	0,84	C	3,5	6,4	16,98

HG: Homojenlik Grubu; N: numune sayısı; *: En yüksek değer

İhlamur odununa ait ÇTK için varyans analizi değerleri Çizelge 6’da gösterilmiştir. Çizelge 6’ya göre, ÇTK için deney yüzeyi anlamlı olarak belirlenmiştir. Çeşitli odunların teğet, radyal ve enine yüzeyler için çivi tutma kapasiteleri üzerine yapılan bazı önceki çalışmalarda benzer değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler ve ıhlamur odununa ait değerler Çizelge 4’te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6. ÇTK varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Gruplar arası	69,38	2	34,69	18,18	0.000*
Gruplar içi	131,62	69	1,90		
Toplam	201	71			

*: Anlamlı

İhlamur odununun teğet, radyal ve enine yüzeyler için janka sertlik değeri (JSD) tespit edilmiş ve değerler Çizelge 7’de gösterilmiştir. Çizelge 7 incelendiğinde, JSD teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 33.03 N/mm², 27.30 N/mm² ve 50.13 N/mm² olarak belirlenmiştir. JSD için yüzeyleri birbirleriyle karşılaştırıldığında, en yüksek değer enine yüzeyde belirlenirken bu değeri teğet ve radyal yüzeylere ait değerler takip etmiştir.

Çizelge 7. Janka sertlik değerleri

Deney Yüzeyi	N	\bar{x}	σ	HG	Min.	Maks.	COV
Teğet	24	33,03	5,60	B	25,2	41	16,97
Radyal	24	27,3	2,35	C	24,1	32,8	8,61
Enine	24	50,13	2,44	A*	45,6	55,2	4,88
HG: Homojenlik Grubu; N: numune sayısı; *: En yüksek değer							

İhlamur odununa ait JSD için varyans analizi değerleri Çizelge 8’de gösterilmiştir. Çizelge 8’e göre, JSD için deney yüzeyi (kuvvetin uygulandığı yüzey) anlamlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Janka sertlik değerleri varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Gruplar arası	6754,88	2	3377,44	235,77	0.000*
Gruplar içi	988,42	69	14,32		
Toplam	7743,31	71			
*: Anlamlı					

Çeşitli odunların teğet, radyal ve enine yüzeyler için JSD önceki çalışmalarda benzer değerler elde edilmiştir. Bu değerler ile ihlamur oduna ait değerler Çizelge 9’da karşılaştırılmıştır. Yapılan önceki çalışmalarda tüm ağaç türleri için enine yüzeye ait JSD değeri; radyal ve teğet yüzeylere ait sertlik değerlerinden yüksek elde edilmiştir. Ağaç malzemenin sertliğini belirlemek için yapılan çalışmalarda odun türünün ve yüzeylerinin odun sertliğinin üzerinde önemli etken olduğu bildirilmiştir (Şanıvar ve Zorlu 1980; Ayata, 2020).

Çizelge 9. Bazı ağaç türleri ile ihlamur odununun sertlik değerlerinin karşılaştırılması

Ağaç Türü	Sertlik (N/mm ²)			Kaynak
	E	R	T	
Kasnak meşesi	60.60	42.79	44.00	(Göker ve ark., 2001)
Yabani kiraz	26.34	13.76	12.26	(Aytin, 2013)
Kızılcıam	59.90	39.10	39.90	(Efe ve Bal, 2016)
Karabiber	56.63	44.22	45.13	(Ayata, 2019)
Dişbudak	96.89	66.61	75.92	(Alioğulları, 2010)
Kurtbağrı ağacı	101.82	83.97	82.58	(Çavuş, 2021)
Erik	124.31	103.28	103.24	(Ayata, 2019)
ihlamur (<i>Tilia tomentosa</i>)	50.13	27.03	33.03	Tespit
Ayous	28.69	17.89	21.01	(Ayata, 2020)
Tespit	72.83	60.14	54.75	(Ayata, 2019)
Douglas	36.17	21.82	24.68	(Ay, 2005)

4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, İhlamur odununun eğilmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, teğet, radyal ve enine yüzeyler için vida tutma kapasitesi, çivi tutma kapasitesi, statik sertlik (janka) değeri ve hava kuruşu yoğunlukları araştırılmıştır. Deney verilerine göre aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir;

- Yapılan denemeler sonucunda, ıhlamur odununun ortalama hava kuruşu yoğunluk değeri (D_{12}) 489 kg/m^3 olarak belirlenmiştir.
- İhlamur odun türünün eğilmede elastikiyet modülü değeri 83.26 N/mm^2 , eğilme direnci değeri 8572.87 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.
- İhlamur odun türünün vida tutma kapasitesi teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 24.60 , 20.32 ve 13.47 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.
- İhlamur odun türünün çivi tutma kapasitesi teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 7.09 , 7.01 ve 5 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.
- İhlamur odun türünün, statik sertlik direnci teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 33.03 , 27.30 ve 50.13 N/mm^2 olarak belirlenmiştir.
- Teğet, radyal ve enine yüzeyler vida ve çivi tutma kapasitesi ve sertlik değeri üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.
- Belirlenen bu bilgilerin ıhlamur odun türünün kullanım alanları hakkında önemli bilgiler sağlayacağı ve bu odun türünün mobilya, doğrama ve müzik aletleri yapımında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Yazar katkıları

Vedat Çavuş: deney tasarımının yapılması, verilerin elde edilmesi ve makalenin yazılması, deney konusunun belirlenmesi, **İbrahim Ersin:** Malzeme temini ve temin edilen malzemelerin deney numunesi haline getirilmesi tarafından, **Bekir Cihad Bal:** testlerin yapılması

Kaynaklar

- Alioğulları, S., (2010), Süleymaniye plantasyonlarında uygulanan dikim aralığının dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odununun bazı mekanik özelliklerine etkisi, *Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Ay, N., (2005), Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) odununun janka sertlik değeri, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 6 (1-2), 11-16.
- Ayata, Ü., (2019), İzmir yöresinde yetişen erik, karabiber ve tespih odunlarının statik sertliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 94-102. DOI: 10.33725/mamad.571364.
- Ayata, Ü., (2020), Ayous odununun bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve ısı işleminden sonra renk ve parlaklık özellikleri, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 22-33. DOI: 10.33725/mamad.724596.
- Aytin, A., (2013), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi, *Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.

- Bal, B.C., Özdemir, F., Altuntaş, E., (2013), Masif ağaç malzeme ve tabakalı kaplama kerestenin vida tutma direnci üzerine karşılaştırmalı bir çalışma, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 9(2), 14-22.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Efe, F.T., (2018c), Ceviz, maun, kestane ve ıhlamur odunlarında vida tutma kapasitesinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 383-396.
- Çaliova, Z., (2011), Kızılağaç ve doğu ladini odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ısı işlemin etkisi, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Çavuş, V., (2019a), İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20(4): 440-447. DOI: 10.18182/tjf.611994.
- Çavuş, V., (2019b), Manolya (*magnolia grandiflora* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, MAS 10th International European Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, December 14-15, 2019, İzmir, Türkiye, 44-52.
- Çavuş, V., (2020), Kokulu ardıç odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bir araştırma, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-9. DOI: 10.33725/mamad.717060.
- Çavuş, V., (2020a), Kayısı ağacı (*Prunus armeniaca* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2), 457-464. DOI: 10.24011/barofd.729707.
- Çavuş, V., (2020b), Çitlembik (*Celtis australis* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, 1st International Hazar Scientific Research Conference, 18-20 September 2020, Baku, Azerbaijan, 912-927.
- Çavuş, V., (2020c), Turunç odununun bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve diğer bazı ağaç odunları ile karşılaştırılması, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 101-109, DOI: 10.33725/mamad.828000.
- Çavuş, V., Ayata, Ü., (2018), Manolya ağacı, akçaağaç ve tespih ağacı odunlarında vida tutma direnci üzerine bir araştırma, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 94-102. DOI: 10.33725/mamad.496615.
- Davis, P. H., (1967), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol: II, Edinburgh University Press, Edinburgh
- Demir, D., (2003), Türkiye’de doğal yetişen ıhlamur (*Tilia* L.) taksonlarının morfolojik ve palinolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul*
- Efe, F.T., (2020), Japon akçaağaç odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 110-118, DOI: 10.33725/mamad.837309.
- Efe, F.T., Bal, B.C., (2016), Yüksek sıcaklıkta ısı işlem görmüş kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun sertlik değerlerinde meydana gelen değişimler, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 79-86.

- Göker, Y., As, N., Ünsal, Ö., (2001), Kasnak meşesi (*Quercus vulcanica* (Boiss, and Heldr.) Kotschy.) odununun bazı teknolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(1), 33-42.
- Kollmann, F.F.P., Cote, W.A., (1984), Principles of Wood Science and Technology. Volume I.: Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin.
- Korkut, S., (2011), Physical and mechanical properties and the use of lesser-known native Silver Lime (*Tilia argentea* Desf.) wood from Western Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 10(76), 17458-17465.
- Mantanis, G.I., Birbilis, D., (2010), Physical and mechanical properties of Athel wood (*Tamarix aphylla*), *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 11(2), 82-87.
- Ozyhar, T. (2013), Moisture and time dependent orthotropic mechanical characterization of beech wood, *Technical University of Munich, Ph. D Thesis, Germany*.
- Parlak, S., Gönültaş, O., Hamurcu, H. (2019), Gümüşi ıhlamur (*Tilia tomentosa* Moench) doğal popülasyonlarında çiçek yağ verimini etkileyen fizyografik faktörler. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 1-6.
- Praciak, A., Pasiecznik, N., Sheil, D., Van Heist, M., Sassen, M., Correia, CS., Dixon, C., Fyson, G., Rushford, K., Teeling, C. (2013), The CABI encyclopedia of forest trees (CABI, Oxfordshire, UK).
- Şahin, H.İ., (2013), Isıl işlemin doğal ve plantasyon ormanlarında yetişen dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odunlarının bazı teknolojik özelliklerine etkisi, *Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Şanıvar, N., Zorlu, İ., (1980), Ağaç işleri gereç bilgisi temel ders kitabı, mesleki ve teknik öğretim kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43, 472 sayfa.
- Şirin, G., Aydemir, D., (2016), Sonlu elemanlar metodunun ahşap malzemelerde kullanımına ilişkin bir araştırma, *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18 (2): 205-212.
- Tanker N., Toker, G., (1984), Türkiye'de yetişen *Tilia* L. türlerinin morfolojik ve anatomik olarak karşılaştırılması, *Gazi Ecz. Fak. Der.*, 1 (2), 69-78, -1984
- TS 2470 Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler, Türkiye Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 2472 Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 2474 Odunun statik eğilme dayanımının tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü, Ankara
- TS 2478 Odunun statik eğilmede elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS ISO 13061-12 Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri- Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri- Bölüm 12: Statik sertliğin tayini
- TS EN 13446 Ahşap esaslı levhalar-Bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü, Ankara

Tuttu, G., Ursavaş, S., Söyler, R., 2017. Ihlamur çiçeğinin Türkiye'deki hasat miktarları ve etnobotanik kullanımı. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 3(1): 60-66.

Uslu J. Ihlamur Profil Sektörü, İstanbul Ticaret Odası Bilgi İşlem Doküman Odası.

Yaltırık, F., (1966), Tiliaceae, flora of turkey and the east aegean islands, volume II., edited by P.H.Davis, Edinburgh.