

## İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi

Vedat Çavuş<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu çalışmada, İzmir yöresinde yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağaç türüne ait odunda bazı mekanik ve fiziksel özellikler ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç ile gülibrişim odununda eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, statik sertlik, renk ve parlaklık ölçümü, hava kurusu yoğunluk, hava kurusu rutubet değeri ve genişleme (radyal, teğet ve boyuna) lif doygunluğu noktası tespit edilmiştir. Yapılan testlere ait sonuçlara göre; ışıklılık ( $L^*$ ) değeri 73,80, kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu değeri 5,65, sarı renk ( $b^*$ ) tonu değeri 20,93 ve  $60^\circ$ ’de yapılan liflere dik ( $\perp$ ) ve paralel ( $\parallel$ ) parlaklık değerleri sırasıyla 2,69 ve 3,50, hava kurusu yoğunluk değeri  $570,60 \text{ kg/m}^3$  ve hava kurusu rutubet değeri ise %10,20, statik sertlik değeri ortalama  $52,55 \text{ N/mm}^2$ , dinamik eğilme (şok) direnci  $0,451 \text{ kgm/cm}^2$ , eğilme direnci  $63,70 \text{ N/mm}^2$  ve eğilmede elastikiyet modülü tayini  $5029 \text{ N/mm}^2$  olarak elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu ağaç türünün endüstriyel yönden önemli özelliklere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Gülibrişim ağacı, Renk, Parlaklık, Mekanik özellik, Fiziksel özellik

## Determination of some mechanical, physical and surface properties of the julibrissin (*Albizia julibrissin*) grown in İzmir City

**Abstract :** In this study, it was aimed to determine some mechanical, physical and surface properties of wood in the wood species of *Albizia julibrissin* grown in İzmir region. For this purpose, static hardness, elasticity modulus and bending resistance, air dry density, air dry moisture value, color and brightness measurement of fertilizer wood were determined. According to the results of the tests; the brightness ( $L^*$ ) value is 73.80, the red color ( $a^*$ ) tone value is 5.65, the yellow color ( $b^*$ ) tone value is 20.93 and perpendicular ( $\perp$ ) and parallel ( $\parallel$ ) to the fibers made at  $60^\circ$ . brightness values are 2.69 and 3.50, air dry density value is  $570.60 \text{ kg/m}^3$  and air dry moisture value is 10.20, dynamic bending (shock) resistance is  $0.451 \text{ kgm/cm}^2$ , static hardness value is  $52.55 \text{ N/mm}^2$  bending resistance is  $63.70 \text{ N}$  and the modulus of elasticity in bending was determined as  $5029 \text{ N/mm}^2$ . It was concluded that this wood species has industrially important properties.

**Keywords:** Silk tree, Color, Glossiness, Mechanical properties, Physical properties

### 1. Giriş

Dünyanın hemen hemen tüm kıtalarına yayılmış istilacı yabancı bir ağaç olan Gülibrişim genel olarak çok farklı iklim koşullarına, ekolojik bölgelere, park ve bahçelere adapte olabilmektedir (Weber, 2003). Türkiye’de Gülibrişim, ipekağacı, Persipek ağacı, Pembe Siris, Lenkoran akasya, Mimoza olarak bilinen *Albizia julibrissin*, 6-12 m boyunda çabuk gelişen, kısa ömürlü, kışın belli dönem sonunda yaprak döken dikensiz bir ağaçtır. Gülibrişim; tarla, çayır ve mera alanları, meyve bahçeleri ve bağ alanları gibi çok farklı niteliklere sahip tarım ekosistemlerine gölge bitkisi olarak dikilmektedir. Ayrıca, gülibrişim odununun yoğun ve sert olması ile iyi cila tutması gibi nedenlerle mobilya yapımında kullanılmaktadır (Karaer vd., 2015).

Bu türün küresel dağılımı Kuzey Anadolu, Kuzey İran, Kafkaslar, Sina, Japonya, Kıbrıs, Yugoslavya, Bulgaristan ve Avustralya’dır (Mozaffarian, 2003). Gülibrişimi 1749’da İstanbul’da göreyerek İtalya’ya (Floransa) götüren Filippedel

Albizzi onuruna bitkiye Latince “*Albizia*” adı verilmiştir. “Julibrissin” ise Fars kökenli “Gülibrişim” kelimesinin basitçe bozulması ile üretilmiştir. Buna göre Gülibrişim, Türkiye’de en azından 1749’lı yıllardan itibaren bulunmaktadır. Ülkemizde denize kıyısı olan tüm yerler ile iklimi ılık olan her yerde yetişen Gülibrişim, çok hızlı (filizi bir sezonda 1 m’den fazla) büyüme yeteneğine sahip, elverişli şartlarda çok sayıda tohum vermektedir. Gülibrişim, Doğu Karadeniz bölgesine son derece iyi adapte olmuştur (Chamberlain, 1970). Literatürde gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununa ait çalışmaların yeterince yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada uygun saha koşullarında hızla büyüme gösteren 20 yılda ortalama 6 metre boy 25-30 cm çapa ulaşması (Addlestone vd., 1999) ve ülkemizin denize kıyısı olan her yerinde yetişebilmesi nedeni ile gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağacı odunu tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununda bazı mekanik (statik sertlik, dinamik eğilme (şok) direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve eğilme

✉ <sup>a</sup> İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir.

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): vedat.cavus@ikc.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): xxxxxx, **Accepted** (Kabul tarihi): xxxxxx



**Citation** (Atıf): Çavuş, V., 2019. İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 440-447.  
DOI: [10.18182/tjf.611994](https://doi.org/10.18182/tjf.611994)

direnci), fiziksel özellikler (hava kurusu yoğunluk ve hava kurusu rutubet değeri) ve yüzey özellikleri (renk ve parlaklık) belirlenmiştir. Belirlenen bu bilgilerin bu ağaç türüne ait kullanım alanları hakkında önemli bilgiler vereceği düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve metod

### 2.1. Materyal

Çalışmada, İzmir yöresinde yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağacına ait odun örnekleri, İzmir ilinde bulunan bir keresteciden satın alınma yöntemi ile temin edilmiştir. Bu çalışma için deney numuneleri hazırlanırken TS 2470 (1976) standardında belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Satın alınan tomruğun çapı 16 cm olduğundan birbirine dik iki çap doğrultusunda iki kısma kesilmiş ve öz kısmı çıkarılarak 40 mm kalınlığında kesilmiştir. Deney numuneleri Lif doğrultusu, uzunluk eksenine paralel başlarında yıllık halkalar iki yüze paralel diğer iki yüze dik olacak şekilde ölçülendirilmiştir. Ölçülendirme işleminde deney numunelerinin; budaksız, düzgün lifli, odun kusuru içermeyen ve çatlaksız, renk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararına uğramamış, diri odun kısımlarından alınmasına özen gösterilmiştir. Deney numuneleri, deneyden önce 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kondisyonlanmıştır. Deney sonrasında, deney numunelerinden rutubet ölçümü için kırılmanın gerçekleştiği yere yakın yerlerden numuneler alınmış ve rutubetler belirlenmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Renk ve parlaklık özelliklerinin belirlenmesi

Deney numunelerinin renk ölçümleri (L\*, a\* ve b\* parametreleri) X Rite Ci62 marka (Regensdor, Switzerland) (dalga boyu çözünürlüğü 10 nm, ölçüm geometrisi D/8°, D65 aydınlatıcı) cihazda (Şekil 1A) (ASTM D 2244-3, 2007) yapılmıştır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) sistemi üç parametre olarak karakterize edilmiştir: L\*, a\* ve b\*. L\* eksenini ışıklılık değerini, +a\* kırmızıyı, -a\* yeşili, +b sarıyı, -b\* maviyi ifade etmekte olup, L\* 100 (beyaz)'den 0 (siyaha)'a değişir (Zhang vd., 2009, Ayata ve Çavuş 2018). Deney numunelerinin parlaklık ölçümleri ise Meter Poly gloss GL0030 TQC (TQC BV, Neuss, Germany) (Şekil 1B) cihazında 20°, 60° ve 85°'de liflere dik ve paralel yönde ISO 2813 (1994) standardına göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Renk ölçüm cihazı (A) ve parlaklık cihazı (B)

#### 2.2.2. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

##### 2.2.2.1. Hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesi ( $D_{12}$ )

Deney numunelerinin hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesinde, odunda fiziksel ve mekanik deneyler için odunun birim hacim ağırlığının tayini standardında (TS 2472, 1976) belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, 20x20x30 mm (radyal x teğet x boy yönde) ölçülerinde 15 adet dikdörtgen prizma şeklinde deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numunelerinin 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile kalınlık, genişlik ve boyları belirlenmiştir. Ölçüleri belirlenen deney numunelerinin ağırlıkları 0.01 gr duyarlıklı hassas terazide belirlenmiş olup, özgül ağırlığın hesaplanmasında aşağıdaki denklem (1) kullanılmıştır.

$$D_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} (gr/cm^3) \quad (1)$$

Burada;

$D_{12}$  : Hava kurusu yoğunluk ( $gr/cm^3$ ),

$M_{12}$  : Hava kurusu haldeki ağırlık (gr),

$V_{12}$  : Hava kurusu haldeki hacim ( $cm^3$ )

##### 2.2.2.2. Rutubet miktarının belirlenmesi

Deney numunelerinin rutubet miktarının belirlenmesinde, odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini (TS 2471, 1976) standartlarında belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, 20x20x30 mm (radyal x teğet x boy yönde) ölçülerinde 15 adet dikdörtgen prizma şeklinde deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numunelerinin ağırlıkları, 0,01 kg duyarlılıkta tartabilecek terazi ile tespit edilmiştir. İlk ağırlıkları tespit edilen deney numuneleri 103±2 °C'de değişmez ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur. 6 saat aralıkla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney numunesi ağırlığının %0,5'ine eşit veya daha az olduğunda, değişmez ağırlığa ulaştığı kabul edilmiştir. Deney numuneleri etüvden çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra rutubet miktarı %0,1'den fazla yükselmeyecek şekilde hemen terazide ağırlıkları tespit edilmiştir. Ağırlıkları tespit edilen deney numunelerinin rutubet miktarının belirlenmesinde aşağıdaki denklem (2) kullanılmıştır.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

W : Rutubet miktarı

$m_1$  : Kurutmadan önce deney parçası ağırlığı, gram olarak,

$m_2$  : Kurutmadan sonra deney parçası ağırlığı, gram olarak

##### 2.2.2.3. Lif doygunluk noktasının (LDN) belirlenmesi

Lif doygunluk noktası (LDN), hücre çeperinin tamamen su ile doygun olması; fakat hücre lümenlerinde suyun hiç bulunmaması durumudur (Bal ve Bektaş, 2018). Deney numunelerinin lif doygunluk noktasının (LDN) belirlenmesinde, aşağıdaki denklem (3) kullanılmıştır.

$$LDN = \frac{\alpha V}{D_o} (\%) \quad (3)$$

Burada;

LDN : Lif doygunluk noktasını (%),

$\alpha V$  : Hacmen genişleme yüzdesini (%),

Do : Tam kuru yoğunluk değerini göstermektedir ( $g/cm^3$ ).

#### 2.2.2.4. Genişlemenin belirlenmesi

Gülibrişim odununa ait radyal, teğet, boyuna yönlerdeki genişleme TS 4084 (1983)'e göre belirlenmiştir. Ölçümlerin belirlenmesinde 15 adet deney numunesi kullanılmıştır. Radyal, teğet ve boyuna yönlerindeki genişleme için aşağıdaki denklem (4) kullanılmıştır.

$$\alpha R_{max} = \frac{l_{max} - l_{min}}{l_{min}} \times 100 \quad (4)$$

Burada;

$l_{min}$ ; deney parçasının kurutulduktan sonra sırasıyla, radyal ve teğet doğrultularda mm olarak boyutları,

$l_{max}$ ; lif doygunluğunun üzerinde rutubet derecesinde bulunan deney parçasının sırasıyla, radyal ve teğet doğrultularda mm olarak boyutlarıdır. Sonuçlar %0,1 yaklaşımla ifade edilmiştir. Bu denklemle; teğet, radyal ve boyuna yönlerdeki ölçüler kullanılarak, bu yönlerdeki genişleme yüzdeleri tespit edilmiştir.

#### 2.2.3. Mekanik özelliklerinin belirlenmesi

##### 2.2.3.1. Eğilme direncinin belirlenmesi

Deney numunelerinin, eğilme direncinin belirlenmesi için TS 2474 (1976)'e uygun olarak 20x20x300 mm ölçülerinde 15 adet deney numunesi hazırlanmıştır. Deney numunelerinin boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülerek belirlenmiştir. Deneyler, KSU Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümündeki test makinesinde yapılmıştır. Deney parçasının yerleştirildiği silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, deney parçasının kalınlığının 13 katı (260 mm) olarak ayarlanmıştır. Yük, deney parçasının yüzeyine değişmez bir hızla yeknesak olarak yüklenmiş ve deney hızı, deney parçaları yüklenmeye başladıktan 1,5 ± 0,5 min. sonra kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anın-

daki kuvvet ( $P_{max}$ ) okunup, eğilme direnci ( $\sigma_E$ ) aşağıdaki denklemle (5) göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_E = \frac{3 \cdot P_{max} \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} \quad (N/mm^2) \quad (5)$$

Burada,

$P_{max}$  : Kırılma anında uygulanan maksimum yük (N)

L : Silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık (mm)

B : Deney parçasının eni (mm)

H : Deney parçasının kalınlığı (mm)

Statik eğilme dayanımının tayini için kullanılan deney numunelerinin şekil ve boyutları ile kullanılan test makinesinin görüntüsü Şekil 2'de gösterilmiştir.

##### 2.2.3.2. Elastikiyet modülünün belirlenmesi

Oduna uygulanan düşük gerilmelerde meydana gelen şekil değişiminin, yük kaldırıldıktan sonra tamamen ortadan kalkması ile şeklin geri kazanılması özelliğini ortaya koyabilmek için eğilmede elastikiyet modülü belirlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde, eğilme direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numuneleri kullanılmıştır. Elastiklik modülü (E), elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı ( $\Delta F$ ) için örnekteki eğilme miktarları farkı ( $\Delta f$ ) yardımı ile aşağıdaki denklemden (6) yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} \quad (kg/cm^2) \quad (6)$$

Burada,

$\Delta F$  : Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (Kg),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm),

$\Delta f$  : Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (cm),

b : Deney parçasının en kesit genişliği (cm),

h : Deney parçasının en kesit kalınlığı (cm)



Şekil 2. Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme direnci ve statik sertlik tayini direncinin belirlenmesinde kullanılan test makinesi ve deney numunelerinin görünümü.

### 2.2.3.3. Dinamik eğilme (şok) direnci

Ağaç malzeme; alet sapı, ambalaj, döşeme, spor malzemesi ve bunlar gibi bazı kullanım yerlerinde şok şeklinde etkilere de maruz kalabilmektedir. Bu tür yüklemelere karşı koyma derecesini saptayabilmek için dinamik eğilme direnci araştırılmıştır. Dinamik eğilme (şok) direncinin tayini için TS 2477 (1976)'da belirtilen ölçülere 20x20x300 mm uygun deney numuneleri hazırlanmıştır. Deney numunelerinin 0,01 mm duyarlılıkta ölçüleri belirlenmiştir. Deney numunelerinin dayanakları silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, 240 mm olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri, dinamik eğilme (şok) direnci test makinesine yerleştirilerek deneye başlanmış ve iş miktarı (A) belirlenmiştir. Dinamik eğilme direnci ( $A_w$ ) aşağıdaki denklemle göre (7) hesaplanmıştır.

$$A_w = \frac{1000 Q}{b.h} (kg/cm^2) \quad (7)$$

Burada;

$A_w$  : Dinamik eğilme direnci ( $kg/cm^2$ )

$Q$  : Deney parçasının kırılması için gerekli enerji. 0,1 kgf.m (jul)

b ve h = Deney parçasının radyal ve teğet yönlerdeki boyutları ( $cm^2$ )

### 2.2.3.4. Statik sertlik tayini

Deney numunelerinin statik sertlik tayini için TS 2479 (1976)'da belirtilen standartlara göre 50x50x50 mm ölçülerinde deney numuneleri hazırlanmıştır. 3–6 mm/dk. hızla hareket eden yüklem ucu ile deney parçasının yüzeyine; merkez eksenleri üzerinde, yarımküre ucun yarıçapına (5,64 mm) eşit olan derinlikte bir oyuk açacak şekilde test makinesi ayarlanmıştır. Statik sertlik tayini için kullanılan deney numunelerinin şekil ve boyutları Şekil 2'de gösterilmiştir. Her bir deney parçasının statik sertliği  $H_{wc}$ , deney yapılırken rutubet miktarında W alanı  $1 cm^2$  ye eşit olan bir iz elde edebilmek için gerekli yük miktarı kgf (Newton) olarak aşağıdaki denklem (8) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$H_{wc} = KP \quad (8)$$

Burada;

P : Yükleme ucunun deney parçasının içerisinde belirli derinliğe girmesi sırasındaki yük kgf (Newton) olarak,

K : Yükleme ucunun 5,64 mm derinliğe girmesi halinde  $1'e$ , 2,82 mm derinliğe girmesi halinde ise  $4/3'e$  eşit olan bir katsayıdır.

### 2.2.4. İstatistiksel analiz

Deney numunelerinin, belirlenen mekanik, fiziksel ve yüzey özelliklerine ait testlerin verileri kullanılarak SPSS 17 istatistik programında tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmış ve çizelgeler halinde gösterilmiştir. Liflere dik ve paralel parlaklık ölçümleri ile radyal, teğet ve enine yönlere göre statik sertlik faktör etkileri ve karşılıklı etkileşimlerini belirlemek için varyans analizi uygulanmıştır. Duncan testi

ile kritik değerler karşılaştırmalar yapılarak homojenlik grupları belirlenmiştir.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Renk ve parlaklık özellikleri

Gülibrişim odununa ait renk parametreleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Belirlenen bu sonuçlara göre, gülibrişim odununa ait ışıklılık ( $L^*$ ) değeri 73,80, kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu değeri 5,65, sarı renk ( $b^*$ ) tonu değeri 20,93 olarak belirlenmiştir. Gülibrişim odununa ait parlaklık değerleri için varyans analizi sonucu Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, lif yönü (A), ölçüm açısı (B) ve etkileşim (AB) anlamlı elde edilmiştir.

Gülibrişim odununa ait  $20^\circ$ 'de yapılan liflere dik ( $\perp$ ) ve paralel ( $//$ ) parlaklık değerleri sırasıyla 0,97 ve 1,11;  $60^\circ$ 'de yapılan liflere dik ( $\perp$ ) ve paralel ( $//$ ) parlaklık değerleri 2,69 ve 3,50 olup  $85^\circ$ 'de yapılan liflere dik ( $\perp$ ) ve paralel ( $//$ ) parlaklık değerleri için 0,76 ve 1,36 olduğu tespit edilmiştir. Bütün parlaklık derecelerinin ve parlaklık ölçümlerinin ortalaması 1,73 olarak elde edilmiştir. Liflere paralel parlaklık değerlerinin, liflere dik parlaklık değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Parlaklık üzerine yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ordu ve Sofuoğlu, 2016; Ayata ve Çavuş, 2018). Gülibrişim odununa ait parlaklık değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir

Çizelge 1. Gülibrişim odununun renk parametreleri

Renk parametreleri	N	$\bar{x}$	S	Min.	Max.	COV.
Işıklılık ( $L^*$ )	15	73,80	1,12	71,86	75,63	1,52
Kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu	15	5,65	0,38	5,08	6,34	6,82
Sarı renk ( $b^*$ ) tonu	15	20,93	1,30	19,18	22,78	6,21

N: Ölçüm Sayısı,  $\bar{x}$ : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı

Çizelge 2. Gülibrişim odununun parlaklık değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	$p \leq 0,05$
Lif yönü (A)	5,929	1	5,929	224,341	0,000*
Ölçüm açısı (B)	83,783	2	41,891	1585,082	0,000*
Etkileşim (AB)	1,785	2	0,892	33,764	0,000*
Hata	2,220	84	0,026		
Toplam	363,770	90			

\*Anlamlı

Çizelge 3. Gülibrişim odununun parlaklık değerleri

Parlaklık	N	$\bar{x}$	S	Min.	Max.	HG.	COV.
Dik ( $\perp$ ) ölçüm	15	0,97	0,06	0,90	1,10	E	6,10
Paralel ( $//$ ) ölçüm	15	2,69	0,26	2,30	3,00	B	9,77
Dik ( $\perp$ ) ölçüm	15	0,76	0,09	0,60	0,90	F	11,98
Paralel ( $//$ ) ölçüm	15	1,11	0,05	1,00	1,20	D	4,14
Dik ( $\perp$ ) ölçüm	15	3,50	0,16	3,10	3,70	A*	4,45
Paralel ( $//$ ) ölçüm	15	1,36	0,23	1,00	2,00	C	16,63

N: Ölçüm Sayısı,  $\bar{x}$ : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, HG: Homojenlik Grubu COV: Varyasyon katsayısı, \*En yüksek değeri ifade etmektedir.

## 3.2. Fiziksel özellikler

Gülibrişim odununa ait hava kuru su, hava kuru su rutubet değeri, hava kuru su yoğunluk, tam kuru yoğunluk, teğet yönde genişleme, radyal yönde genişleme, boyuna yönde genişleme, hacmen genişleme, lif doygunluğu noktası, iki hafta sonunda aldığı su miktarı, tam yaş ağırlığı, tam kuru ağırlığı değerleri Çizelge 4'te gösterilmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde; gülibrişim odununa ait ortalama hava kuru su rutubet değeri %10,20, hava kuru su yoğunluk 570,64 kg/m<sup>3</sup>, tam kuru yoğunluk 539,74 kg/m<sup>3</sup>, teğet yönde genişleme %5,27, radyal yönde genişleme %4,32, boyuna yönde genişleme %0,73, hacmen genişleme %10,31, lif doygunluğu noktası %19,15, iki hafta sonunda aldığı su miktarı %109,90, tam yaş ağırlığı 142,53 ve tam kuru ağırlığı 67,99 olduğu görülmektedir.

Literatürde gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odunu ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda İran'da yetişen gülibrişim ağacının yoğunluğu diri odunda 439 kg/m<sup>3</sup>, öz odunda 394 kg/m<sup>3</sup> (Kiaei ve Farsi, 2016) ve 0,47 kg/m<sup>3</sup> (Farvardin vd., 2015) olarak belirlenmiştir. Bazı ağaç türleri ile yapılan çalışmalarda; Kayın 0,60 gr/cm<sup>3</sup>, Ceviz 0,78 gr/cm<sup>3</sup>, Göknaar 0,49 gr/cm<sup>3</sup>, Karaçam 0,43 gr/cm<sup>3</sup>, Kızılcım 0,46 gr/cm<sup>3</sup>, Kavak 0,37 gr/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir (Örs ve Keskin, 2001; Tunçtaner vd., 2004; Bektaş vd., 2005). Deney numunelerinin rutubet içerikleri incelendiğinde, odun yoğunluğu arttıkça rutubet miktarının azaldığı literatürde belirtilmiştir (Bal ve Bektaş, 2018). Deney numunelerinin ortalama lif doygunluk noktası %19,15 olarak tespit edilmiştir. Bu değer ile gülibrişim odunu literatürde belirtilen sınıflandırmaya göre "lif doygunluk noktası çok düşük olan ağaç türleri" grubundadır (Bozkurt ve Göker, 1996). Çizelgede verilen daralma ve genişlemeye ait değerler incelendiğinde, gülibrişim odununun tüm daralma-genişleme değerleri üzerine etkisinin önceki çalışmalar ve literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir (Pliura vd., 2005; Kord vd., 2010). Ek olarak, deney numunelerinin daralma-genişleme değerleri; radyal yönde, teğet yöne göre daha düşük tespit edilmiştir. Bu durum, literatürde yıllık halkalarda yoğunluğu yüksek olan yaz odunu kısmının teğet yönde uzanması, öz ışınlarının radyal yönde uzanması ve hücre çeperlerinde bulunan ligninin, hücre çeperinin radyal yüzeylerinde daha fazla bulunması ile açıklanabilir (Bozkurt ve Erdin, 1990; Simpson ve Tenwolde, 1999; Bal ve Bektaş, 2018).

## 3.3. Mekanik özellikler

Gülibrişim odununa ait eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme (şok) direnci değerlerine ait sonuçlar Çizelge 5'te gösterilmiştir. Eğilme direnci 63,70 N/mm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler daha önce yapılan çalışmalarda uyumludur (Kiaei ve Farsi, 2016). Bazı ağaç türlerinde eğilme direnci değerlerine ait sonuçlar Huş (*Betula pendula*) 135,92 N/mm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018a), Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 113,27 N/mm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018b), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monenich) 95,39 N/mm<sup>2</sup> (Aytin, 2013), Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill) 82,34 N/mm<sup>2</sup> (Akpınar, 2012), Kavak (*Populus subsp.*) 62,80 N/mm<sup>2</sup> (Orhan, 2017) tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, gülibrişim odununun eğilme direnci değerinin huş, kara servi, yabani kiraz ağaç türlerinden düşük olduğu; Avrupa melezi, monter çamı, kavak ve kızılçık ağaç türlerinden ise yüksek olduğu görülmektedir (Kiaei ve Farsi, 2016).

Gülibrişim odununa ait eğilmede elastikiyet modülü tayini 5029 N/mm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler literatür ile uyumludur (Farvardin vd., 2015; Kiaei ve Farsi, 2016). Deney numunelerinden alınan veriler, başka ağaç türleri ile yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill) 20045,75 N/mm<sup>2</sup> (Akpınar, 2012), Huş (*Betula pendula*) 16887,00 N/mm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018a), Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 13203,00 N/mm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018b), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monenich) 12793,80 N/mm<sup>2</sup> (Aytin, 2013), Kavak (*Populus subsp.*) 4214,20 N/mm<sup>2</sup> (Orhan, 2017) olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre, gülibrişim odununa ait eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gülibrişim odununa ait dinamik eğilme (şok) direnci 0,451 kgm/cm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Deney sonuçları, bazı ağaç türleri ile yapılan dinamik eğilme direnci değerleri ile karşılaştırıldığında Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 0,280 kgm/cm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018b), Kavak (*Populus subsp.*) 0,528 kgm/cm<sup>2</sup> (Orhan, 2017), Huş (*Betula pendula*) 0,680 kgm/cm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018a) olarak belirlenmiştir. Deney numunelerinden elde edilen veriler önceki araştırmalardan elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında; gülibrişim odununun dinamik eğilme direncinin (Şok), bu türlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Gülibrişim odununun fiziksel özellikleri

Test	N	$\bar{x}$	S	Min.	Max.	COV.
Hava kuru su rutubet değeri (M) (%)	15	10,20	0,39	9,57	11,02	3,87
Hava kuru su yoğunluk (D <sub>12</sub> ) (kg/m <sup>3</sup> )	15	570,64	17,23	523,18	592,64	3,02
Tam kuru yoğunluk (D <sub>0</sub> ) (kg/m <sup>3</sup> )	15	539,74	16,76	502,51	558,25	3,10
Teğet yönde genişleme (α <sub>t</sub> ) (%)	15	5,27	0,61	4,48	7,09	11,49
Radyal yönde genişleme (α <sub>r</sub> ) (%)	15	4,32	0,40	3,55	4,93	9,17
Boyuna yönde genişleme (α <sub>b</sub> ) (%)	15	0,73	0,13	0,43	0,90	17,72
Hacmen genişleme (α <sub>v</sub> ) (%)	15	10,31	0,66	9,58	11,98	6,42
Lif doygunluğu noktası (LDN) (%)	15	19,15	1,71	17,38	23,85	8,92
İki hafta sonunda aldığı su miktarı	15	109,90	7,98	98,31	126,92	7,26

N: Ölçüm Sayısı,  $\bar{x}$ : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı



Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerine ait sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen değerlere göre; gülibrişim odununa ait statik sertlik değeri ortalama 52,55 N/mm<sup>2</sup> olup; değerlerin teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 48,65 N/mm<sup>2</sup>, 46,50 N/mm<sup>2</sup> ve 62,48 N/mm<sup>2</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Enine kesit statik sertlik değerleri; radyal ve teğet kesite göre daha yüksek tespit edilmiştir. Teğet kesitte elde edilen sertlik değeri ise radyal kesit sertliğine göre daha fazla tespit edilmiştir. Statik sertlik değeri üzerine yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ay ve Uncu, 2004; Ayata vd., 2018; Bal vd., 2018b; Emiroğlu, 2018).

Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerleri için varyans analizi sonucu Çizelge 7'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre; Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerlerinde test yüzey yönü anlamlı olarak elde edilmiştir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından bazı ağaç türlerinde statik sertlik değeri üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen değerler sırasıyla; Dut (*Morus Sp.*) 81,55 N/mm<sup>2</sup> (Ayata vd., 2018), Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) 79,71 N/mm<sup>2</sup> (Alioğulları, 2010), Huş (*Betula pendula*) 53,97 N/mm<sup>2</sup> (Bal vd., 2018a), Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) 49,91 N/mm<sup>2</sup> (Ayata vd., 2018), Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) 49,88 N/mm<sup>2</sup> (Ünsal, 1998), Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) 48,91 N/mm<sup>2</sup> (Ayata vd., 2018), Sedir (*Cedrus libani*) 36,35 N/mm<sup>2</sup> (Ayata vd., 2018), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) 18,95 N/mm<sup>2</sup> (Ünsal ve Candan, 2008) olarak verilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen veriler bulgular kısmında verilen diğer araştırmalardan elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında; gülibrişim odunu huş, doğu çınarı, kayın, kızılcım, sedir, sarıçam ve titrek kavak ağaç türlerinden yüksek statik sertlik değeri verirken; dut, dar yapraklı dişbudak ve huş ağaç türlerinden düşük değer verdiği görülmektedir.

Çizelge 5. Gülibrişim odununun eğilme, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci

Test	N	$\bar{x}$	S	Min.	Max.	COV
Eğilme direnci (N/mm <sup>2</sup> )	15	63,70	11,90	43,20	80,50	18,60
Eğilmede elastikiyet modülü(kgm/cm <sup>2</sup> )	15	0,451	0,074	0,293	0,577	16,386
Dinamik eğilme şok direnci (kgm/cm <sup>2</sup> )	15	0,451	0,074	0,293	0,577	16,386

N: Ölçüm Sayısı,  $\bar{x}$ : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı

Çizelge 6. Gülibrişim odununun statik sertlik değerleri

Test yüzey yönü	N	$\bar{x}$ (N/mm <sup>2</sup> )	S	HG.	Min.	Max.	COV
Teğet (T)	15	48,65	5,23	B	36,32	55,31	10,74
Radyal (R)	15	46,50	2,62	B	41,96	52,44	5,63
Enine (E)	15	62,48	3,59	A*	55,75	67,60	5,74

N: Ölçüm Sayısı,  $\bar{x}$ : Ortalama, S: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı, \*En yüksek değeri ifade etmektedir.

Çizelge 7. Gülibrişim odununun statik sertlik değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	p<0,05
Test yüzey yönü	2256,224	2	1128,112	71,916	0,000*
Hata	658,835	42	15,687		
Toplam	127161,653	45			

\*Anlamlı

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, İzmir yöresinde yetişmiş olan gülibrişim ağaç türüne ait odunda bazı mekanik ve fiziksel özellikler ile yüzey özellikleri tespit edilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen sonuçlara göre;

1. Kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu değeri 5,65, ışıklılık ( $L^*$ ) değeri 73,80, sarı renk ( $b^*$ ) tonu değeri 20,93 ve 60°'de yapılan liflere dik ( $\perp$ ) ve paralel ( $\parallel$ ) parlaklık değerleri sırasıyla 2,69 ve 3,50 olarak belirlenmiştir. Hava kurusu rutubet değeri %10,20, hava kurusu yoğunluk 570,64 kg/m<sup>3</sup>, tam kuru yoğunluk 539,74 kg/m<sup>3</sup>, teğet yönde genişleme %5,27, radyal yönde genişleme %4,32, boyuna yönde genişleme %0,73, hacmen genişleme %10,31, lif doygunluğu noktası %19,15, iki hafta sonunda aldığı su miktarı %109,90, tam yaş ağırlığı 142,53 ve tam kuru ağırlığı 67,99 olarak belirlenmiştir.
2. Eğilme direnci 63,70 N/mm<sup>2</sup>, statik sertlik değeri ortalama olarak 52,55 N/mm<sup>2</sup>, dinamik eğilme (şok) direnci 0,451 kgm/cm<sup>2</sup>, eğilmede elastikiyet modülü tayini 5029 N/mm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir.

Belirlenen bu bilgilerin bu ağaç türüne ait kullanım alanları hakkında önemli bilgiler verdiği düşünülmektedir. Bu ağaç türünün odununun mobilya, doğrama ve müzik aletleri yapımında yararlanılabileceği düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Addlestone, B.J., Mueller, J.P., Luginbuhl, J.M., 1999. The establishment and early growth of three leguminous tree species for use in silvopastoral systems of the southeastern USA. *Agroforestry Systems*. 44(2/3): 253-265.
- Akpınar, E., 2012. Trabzon-maçka yöresinde yetiştirilmiş Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine gövde yüksekliğinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alioğulları, S., 2010. Süleymaniye plantasyonlarında uygulanan dikim aralığının dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odununun bazı mekanik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- ASTM D 2244-3, 2007. Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM Standards, USA.
- Ay, N., Uncu, A., 2004. Murgul Bakır İşletmesi Bacalarından Çıkan SO<sub>2</sub> Gazının Sarıçam odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkisi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 21:119.
- Ayata, Ü., Çavuş, V., 2018. Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi odunlarında renk ve parlaklık üzerine ısı işleminin (ThermoWood Metot) etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(4): 546-553.
- 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, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye, s. 1490-1494.
- Aytin, A., 2013. Yabancı kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., 2018. Kayın ve kavak odunlarında bazı fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 1-10.

- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., Dilik, T., 2018a. Huş (*Betula pendula*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması. IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, s. 2104-2113.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., Dilik, T., 2018b. İzmir'de yetişen kara servi (*Cupressus sempervirens*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, s. 2098-2103.
- Bektaş, İ., Alma, H., Fidan S., 2005. Doğu Çınarı (*Platanus Orientalis*)'nın Lambri Yapımına Uygunluğunun araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı, PROJE NO: 2003/1-5:17.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler. İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 40(1): 6-24.
- Bozkurt, Y., Göker Y., 1996. "Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi", İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3944, İstanbul.
- Chamberlain, D.F., 1970. Albizia Durazz. In: Davis PH (ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands Edinburgh: Edinburgh University Press, pp. 3-10.
- Emiroğlu, F., 2018. Termo-mekanik yoğunlaştırılmış ahşap malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine su itici maddelerin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Farvardin, F., Roohnia, M., Lashgari, A., 2015. The effect of extractives on acoustical properties of persian silk wood (*Albizia julibrissin*). Maderas. Ciencia y tecnología, 17(4): 749-758.
- ISO 2813, 1994. Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karaer, H., Kutbay, G., Terzioğlu, S., 2015. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu *A. julibrissin* T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kiaei, M., Farsi, M., 2016. Vertical variation of density, flexural strength and stiffness of Persian silk wood Madera y Bosques, 22(1): 169-175.
- Kord, B., Kialashaki, A., Kord, B., 2010. The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 1-6.
- Mozaffarian, M., 2003. Trees and shrubs of Iran. Farhang Moaser publication. Iran. 382.
- Ordu, M., Sofuoğlu, S.D., 2016. Çeşitli Ağaç Türlerine Ait Doğal Renk ve Parlaklık Değerlerinin Karşılaştırılması. Electronic Journal of Vocational Colleges, 6(4): 41-51.
- Orhan, H., 2017. Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. KOSGEB. Kale Matbaacılık Ofset, Ankara, s. 89-92.
- Pliura, A., Yu, Q., Zhang, S. Y., Mackay, J., 2005. Variation in wood density and shrinkage and their relationship to growth of selected young poplar hybrid crooes. Agricultural and Environmental Database, 51(5): 472.
- Simpson, W., Tenwolde, A., 1999. Physical properties and moisture relations of wood, wood handbook, Wood as Engineering Material. FPL, GTR, 113, Madison, pp: 3-6.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2477, 1976. Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2479, 1976. Odunun statik sertliğinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, 1983. Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tunçtaner, K., As, N., Özden, Ö., 2004. Bazı Kavak Klonlarının Büyüme Performansları, Odunlarının Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kağıt Üretimine Uygunlukları Üzerine Araştırmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 212 ISSN:1300-395X Müdürlük Yayın No:239 Teknik Bülten No: 196:29, Ankara.
- Ünsal, O., Candan, Z., 2008. Moisture content, vertical density profile and janka hardness of thermally compressed pine wood panels as a function of press pressure and temperature. Drying Technology, 26: 1165-1169.
- Ünsal, Ö., 1998. Buharlanmış ve buharlanmamış kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Weber, E., 2003. Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. Cambridge, MA: CABI Publishing, 548.
- Zhang, J., Kamdem, D.P., Temiz, A., 2009. Weathering of copper-amine treated wood, Applied Surface Science, 256(3): 842-846.