



### Kokulu ardıç odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bir araştırma

Vedat Çavuş\* 

#### Öz

Odun geçmişten günümüze kadar çok önemli mühendislik malzemelerinden birisi olmuştur. Hem yakacak odun ve hem de yapacak odun olarak birçok farklı kullanım alanına sahiptir. Özellikle ahşap yapılarda ve mobilya sektöründe oldukça fazla kullanılmaktadır. Odunun fiziksel, mekanik, kimyasal özellikleri ve biyolojik dayanıklılık özellikleri, önemli özellikleridir. Masif odunun kullanım yerine karar verirken, bu özelliklerine dikkat edilir. Bu çalışmada, kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) odununun, bazı önemli fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Tam kuru yoğunluk, genişleme yüzdeleri, genişleme anizotropisi, lif doygunluk noktası, su alma yüzdesi, eğilme direnci, elastikiyet modülü, şok direnci, statik sertlik değeri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre; tam kuru yoğunluk 525 kg/m<sup>3</sup>, teğet yönde genişleme %5.76, radyal yönde genişleme %3.75, boyuna yönde genişleme %0.13, hacmen genişleme %9.64, lif doygunluk noktası %18.35, su alma yüzdesi %76.8, eğilme direnci 93 N/mm<sup>2</sup>, eğilmede elastikiyet modülü 6701 N/mm<sup>2</sup>, şok direnci 0.28 kgm/cm<sup>2</sup>, teğet yüzeyde sertlik 45.7, radyal yüzeyde sertlik 43.8 ve enine yüzeyde sertlik 62 N/mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Odun, Kokulu ardıç, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

### A research on some physical and mechanical properties of Foetid juniper wood

#### Abstract

Wood has been one of the most important engineering materials from the past to the present. Wood has many different uses as both firewood and raw materials. Wood raw material is widely used especially in wooden structures and furniture industry. The physical, mechanical, chemical properties and biological durability properties of wood are important features. When deciding on the use of solid wood, these features are taken into account. In this study, some important physical and mechanical properties of Foetid juniper wood (*Juniperus foetidissima* Wild.) have been investigated. Oven-dried density, swelling percentages, fiber saturation point, water uptake percentage, bending strength, elastic modulus, impact bending strength, static hardness values were determined. According to data obtained Oven-dried density, swelling percentages, fiber saturation point, water uptake percentage, bending strength, elastic modulus, impact bending strength, static hardness values were 525 kg/m<sup>3</sup>, 5.76%, 3.75%, 0.13%, 9.64%, 18.35%, 76.93% N/mm<sup>2</sup>, 6701 N/mm<sup>2</sup>, 0.28 kgm/cm<sup>2</sup>, 45.7 N/mm<sup>2</sup>, 43.8 N/mm<sup>2</sup>, 62 N/mm<sup>2</sup>, respectively.

**Keywords:** Wood, Foetid Juniper, Physical Properties, Mechanical Properties

## 1 Giriş

Türkiye’de doğal olarak beş tür ardıç bulunmaktadır. Bunlar; bodur ardıç (*Juniperus communis* var. *nana* (Willd.) Loud), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L.), Finike ardıcı (*Juniperus phoenicea* L.), kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.) ve boylu ardıçtır (*Juniperus excelsa* Bieb.). Bodur ardıç yüksek dağlarda çalı halinde, katran ardıcı, Trakya ve Anadolu’nun pek çok yerinde, Finike ardıcı Güney ve Batı Anadolu’nun alçak yerlerinde bilhassa maki içerisinde, Kokar ardıç Toroslar’da, boylu ardıç ise kuzey, orta, batı ve bilhassa Toroslar’da ve Antitoroslar üzerinde yayılışı bulunmaktadırlar (Bozkurt 1971). 2015 yılında yapılan bir çalışmaya göre Türkiye’de toplam ardıç ormanı alanı 958.423 Ha ve toplam ormanlık alan içinde yüzdelik oranı %4.29 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2015).

Ardıçtan yapılan dolap ve sandıklara böcek arız olmaz. İyi boyanır ve diğer çam türü ağaçlara oranla iyi verniklenir. Oyma ve tornacılıkta, turistik eşya yapımında mobilya üretiminde, dekorasyonda, duvar kaplamalarında ve baston yapımında kullanılır. Özellikle köy tipi mobilyalarda aranan bir ağaçtır. Kurşunkalem yapımında ardıç kadar iyi sonuç veren başka bir ağaç yoktur. Ardıçtan yapılan kurşun kalem kolay ve düzgün yontulur (Şanıvar ve Zorlu 1980).

Odunun fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen önemli bazı faktörler vardır. Yapılan önceki çalışmalarda bu faktörlerin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Odunun fiziksel özelliklerini etkileyen önemli faktörlerin ağaç türü (Kollmann ve Cote, 1968; Bao ve ark. 2001;), ağaçtan alındığı yer (Malkoçoğlu 1994; Bal ve ark., 2011), odunun yoğunluğu (Kollmann ve Cote, 1968; Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bal ve Bektaş 2018a), ekstraktif madde içeriği (Bal ve ark., 2011), genç odun-olgun odun farklılıkları, (Bal ve ark., 2012) öz odun-diri odun farklılıkları (Bal ve Bektaş 2012), yetişme yeri (Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997) olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalarda genel olarak ağaç türünün odunun fiziksel özelliklerini değiştirdiği, odun örneklerinin ağaçtan alındığı yere göre farklı fiziksel özellikler verdiği, özden çevreye doğru odun yoğunluğunun arttığı, daralma ve genişleme yüzdelerinin arttığı belirlenmiştir.

Odunun mekanik özellikleri üzerine yapılan çalışmalarda genel olarak; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, şok direnci, basınç direnci en fazla araştırılan mekanik özelliklerdendir. Bunların haricinde liflere paralel ve dik çekme direnci, makaslama direnci ve statik sertlik ise daha az araştırılan özelliklerdendir. Bu mekanik özellikleri etkileyen önemli bazı faktörler, yapılan önceki çalışmalarda; odunun yoğunluğu (Kollmann ve Cote, 1968; Bozkurt ve Göker, 1996; Bal ve ark., 2012; Bal ve Bektaş 2018b), odunun rutubeti (Kollmann ve Cote, 1968; Bozkurt ve Göker, 1996; Gerhards 2007), genç odun-olgun odun farklılığı (Bao ve ark., 2001; Bal ve ark., 2012) öz odun-diri odun farklılıkları (Bal ve Bektaş 2013) çürüklük (Bozkurt ve Göker, 1996) şeklinde belirlenmiştir.

Kokulu ardıç odunun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yapılan bir önceki çalışmada şu veriler tespit edilmiştir; fiziksel özelliklerden tam kuru yoğunluk  $474 \text{ kg/m}^3$ , hava kurusu yoğunluk  $518 \text{ kg/m}^3$ , radyal yönde daralma miktarı %4.1, teğet yönde daralma yüzdesi %4.8, hacmen daralma yüzdesi %8.9 olarak tespit edilmiştir. Mekanik özelliklerden basınç direnci  $36 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci  $51 \text{ N/mm}^2$ , elastikiyet modülü  $11080 \text{ N/mm}^2$ , çekme direnci  $56 \text{ N/mm}^2$ , makaslama direnci  $5 \text{ N/mm}^2$ , şok direnci  $0,33 \text{ kgm/cm}^2$ , yarıma direnci  $0.35 \text{ N/mm}^2$ , brinell sertlik değeri enine yüzeyde  $37.6 \text{ N/mm}^2$  ve yan yüzeyde ise  $17.5 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir (As ve ark., 2001).

Yapılan önceki çalışmalarda, kokulu ardıç odununun fiziksel ve mekanik özelliklerinin yeterince araştırılmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, bu çalışma da kokulu ardıç odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

## 2 Materyal ve Metot

### 2.1 Materyal

Denemelerde kullanılan ardıç türü Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) olarak isimlendirilen ardıç türüdür. Çalışmada kullanılan materyal Adana ilinden temin edilmiştir. Test örnekleri hazırlanmadan önce kereste parçaları oda şartlarında kurutulmaya bırakılmıştır. 3 aylık bir süreden sonra test örnekleri hazırlanmıştır.

### 2.2 Metot

Bu çalışmada denemeleri yapılan testler iki farklı başlık altında fiziksel özellikler ve mekanik özelliklerin nasıl yapıldığı ve hangi standartların kullanıldığı, test örneklerin ölçüleri, test düzeneği ve testlerle ilgili diğer bilgiler açıklanmıştır.

#### 2.2.1 Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

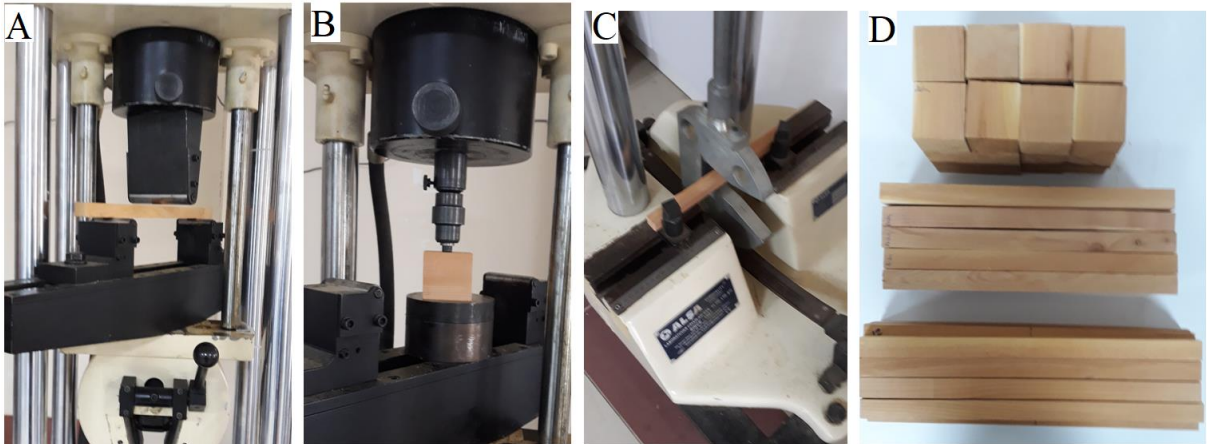
Fiziksel özelliklerin belirlenmesi için 2x2x3 cm ölçülerinde 50 adet test örneği hazırlanmıştır. Test örnekleri üzerinde, rutubet miktarı (r) TS 2471'e göre, tam kuru yoğunluk ( $D_0$ ) TS 2472'ye göre, radyal, teğet, boyuna genişleme TS 4084'e ve hacmen genişleme TS 4086'ya göre belirlenmiştir. Lif doygunluk noktası (LDN) ise aşağıdaki Formül 1'e göre belirlenmiştir.

$$LDN = \alpha_v / D_0 (\%) \quad (1)$$

Burada  $\beta_v$ : hacmen genişleme miktarı,  $D_0$ : tam kuru yoğunluk değeridir.

#### 2.2.2 Mekanik özelliklerin belirlenmesi

Eğilme direnci TS 2474'e, eğilmede elastikiyet modülü TS 2478'e, şok direnci TS 2477'ye ve statik sertlik değeri ise TS 2479'da belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Bu testlere ait test esnasındaki görüntüler Şekil 1-A, B ve C'de verilmiştir. Eğilme direnci test örnekleri 2x2x36 cm ölçülerinde, şok direnci test örnekleri 2x2x30 cm ölçülerinde ve statik sertlik test örnekleri 5x5x5 cm ölçülerinde hazırlanmıştır (Şekil 1-D). Eğilme direncinde mesnetler arası mesafe 30 ve şok direncinde 24 cm olarak ayarlanmıştır. Eğilme direnci ve şok direnci testinde kuvvet radyal yüzeye (teğet yönde) uygulanmıştır. Eğilme direnci ve statik sertlik değeri ölçümleri, ALŞA marka, hidrolik sistemle çalışan, statik malzeme test cihazında yapılmıştır. Cihazın kontrolü Robutest yazılım programı üzerinden yapılmıştır.



Şekil 1. Mekanik özelliklerin yapılması (A: eğilme direnci, B: statik sertlik, C: şok direnci) ve test örneklerinin görüntüsü (D)

### 3 Bulgular ve Tartışma

Yapılan laboratuvar denemeleri sonunda elde edilen fiziksel özelliklere ait test sonuçları aşağıda Tablo 1’de verilmiştir. Tablonun alt kısmında ayrıca, Türkiye’de yetişen bazı iğne yapraklı ağaçların odunlarının fiziksel özellikleri de verilmiştir. Kokulu ardıç odununun tam kuru yoğunluğu  $525 \text{ kg/m}^3$ , teğet, Radyal, boyuna ve hacimsel genişleme yüzdesi sırasıyla %5.76, %3.74, %0.13 ve %9.64 olarak ölçülmüştür. Lif doygunluk noktası %18.35 ve genişleme yüzdelerinin ölçüldüğü andaki su miktarı ise %76.8 olarak ölçülmüştür. Bu fiziksel özellikleri, tabloda verilen diğer iğne yapraklı ağaç odunları ile kıyaslandığında, tam kuru yoğunluk değerinin kızılçam, göknar ve duglas göknarından daha yüksek olduğu ancak, sedir, karaçam odunundan daha düşük olduğu görülmektedir. As ve ark. (2001) tarafından belirlenen kokulu ardıç odununun tam kuru yoğunluğundan daha yüksek tam kuru yoğunluk belirlenmiştir. Ancak, genişleme yüzdeleri ve lif doygunluk noktası rutubeti ise daha düşük tespit edilmiştir. Yapılan önceki çalışmalarda, tam kuru yoğunluk miktarı arttığında odunun daralma ve genişleme yüzdelerinin arttığı belirlenmiştir (Kollmann ve Cote, 1968; Malkoçoğlu 1994; Bektaş 1997; Bal ve Bektaş 2018a).

**Tablo 1.** Fiziksel özelliklere ait bulgular ve bazı iğne yapraklı ağaç türleri ile karşılaştırma

| Karşılaştırma   | TKY               | TG   | RG   | BG   | HG    | LDN   | SA   |
|---|-------------------|------|------|------|-------|-------|------|
|   | kg/m <sup>3</sup> | %    | %    | %    | %     | %     | %    |
| <b>Ortalama değer</b>   | 525               | 5.76 | 3.75 | 0.13 | 9.64  | 18.35 | 76.8 |
| <b>Standart sapma</b>   | 28                | 0.48 | 0.43 | 0.08 | 0.68  | 0.98  | 7.3  |
| <b>En yüksek değer</b>  | 572               | 6.76 | 4.67 | 0.45 | 10.86 | 20.88 | 91.6 |
| <b>En düşük değer</b>   | 433               | 4.20 | 2.55 | 0.03 | 7.33  | 16.30 | 61.7 |
| <b>Diğer bazı iğne yapraklı ağaç odunlarına ait fiziksel özellikler</b> |                   |      |      |      |       |       |      |
| <b>Toros Sediri</b> (Bal ve ark. 2012)                                  | 547               | 7.91 | 4.92 | 0.19 | 12.92 | 24.48 | 128  |
| <b>Kızılçam</b> (Bektaş 1997)   | 510               | 7.68 | 4.68 | 0.34 | 12.36 | 26.5  |      |
| <b>Göknar</b> (Güleç 2011)  | 450               | 5.65 | 4.03 | -    | 9.68  | -     | -    |
| <b>Karaçam</b> (Gündüz 1999)  | 590               | 7.6  | 3.7  | 0.3  | 11.6  |       |      |
| <b>Duglas göknarı</b> (Maçka) (Ay 1994)                                 | 415               | 7.9  | 4.1  | 0.29 | 12.3  | 29.6  |      |
| <b>Kokulu Ardıç</b> (As ve ark. 2001)                                   | 474               | 7.44 | 4.78 | -    | 12.22 | 25,7  |      |

**TKY:**Tam kuru yoğunluk, **TG:**Teğet genişleme, **RG:**Radyal genişleme, **BG:**Boyuna genişleme, **HG:**Hacmen genişleme, **LDN:** Lif doygunluk noktası, **SA:** Su alma miktarı.

Tam kuru yoğunluk, odunun daralma ve genişlemesini etkileyen çok önemli bir faktördür. Ancak, diğer bazı faktörlerde etkilemektedir. Örneğin; hücre çeperinde S<sub>2</sub> tabakasında fibril demetlerinin açısı (Kord ve ark. 2010) ve odunun kimyasal içeriği de etkilidir (Bozkurt ve Erdin 1997). Tabloda verilen bir diğer fiziksel özellikte lif doygunluk noktasıdır. Bu çalışmada hesaplanan lif doygunluk noktası %18.35’tir. Hacmen genişleme yüzdesinin tam kuru yoğunluğa bölünmesi ile hesaplanmıştır. Tabloda verilen diğer lif doygunluk noktası değerlerinden daha düşüktür. Bunun olası nedeni, diğer ölçümlere göre ardıç odununun genişleme yüzdesinin düşük olmasıdır. Ayrıca, Bozkurt ve Göker (1996) tarafından ardıç odunu lif doygunluk noktası düşük olan ağaç türlerinden olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan bir çalışmada lif doygunluk noktası ile tam kuru yoğunluk arasındaki ilişkinin doğrusal azalan bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Bal ve Bektaş 2018a). Tabloda verilen su alma miktarı, 2 haftalık suda bekletme sonunda ulaşılan su alma miktarını göstermektedir. Bu şekilde uzun süreli suda bekletme sonunda ölçülen su alma miktarı odun yoğunluğu arttıkça azalmaktadır.

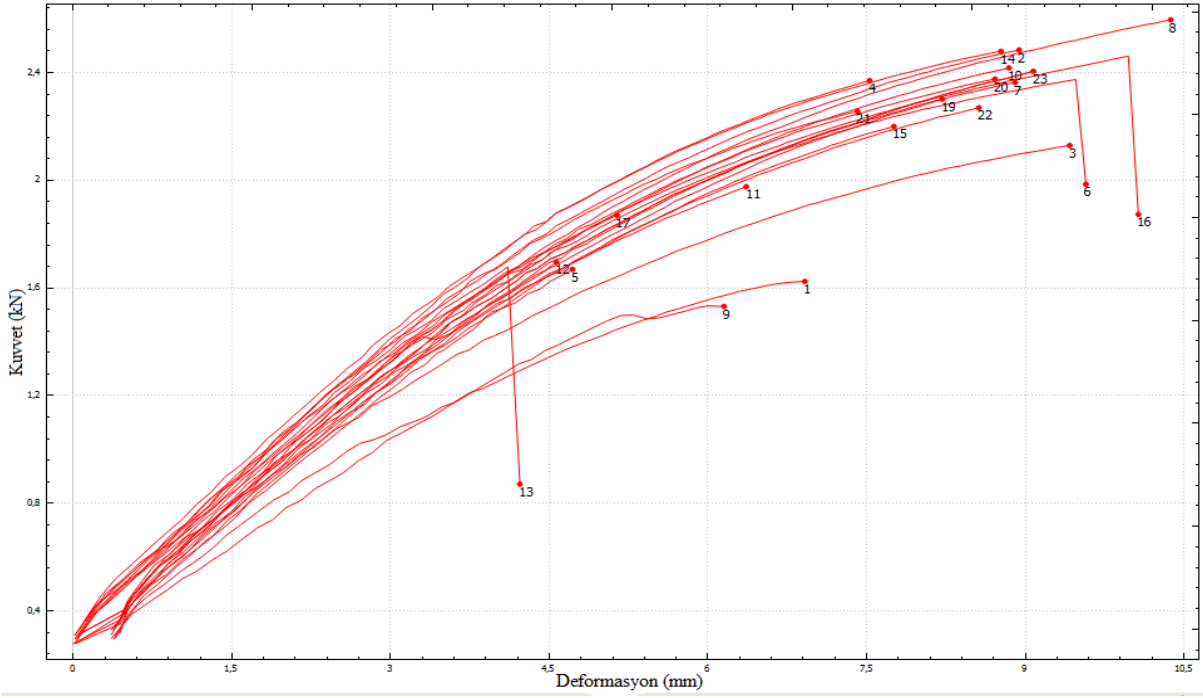
Mekanik özelliklere ait elde edilen bulgular ve diğer bazı çalışmalardan elde edilen iğne yapraklı ağaçların mekanik özelliklerine ait test sonuçları, aşağıda Tablo 2’de verilmiştir. Kokulu ardıç odunun eğilme direnci 93 ve eğilmede elastikiyet modülü 6701 N/mm<sup>2</sup>, şok direnci 0.28 kgm/cm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Statik sertlik değeri ise teğet yüzeyde 45, Radyal yüzeyde 43 ve enine yüzeyde 62 N/mm<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Statik sertlik değerleri yüzeyler arasında farklılık göstermiştir. Yapılan önceki çalışmalarda da benzer farklılıklar tespit edilmiştir (Malkoçoğlu 1994; Bal 2011; Efe ve Bal 2016; Ayata 2019). Eğilme direnci değeri diğer iğne yapraklı ağaç türleri ile karşılaştırıldığında göknar ve ladin odunundan daha yüksek ve çam ve duglas göknarı odunundan daha düşük eğilme direnci değerine sahip olduğu görülmektedir. Elastikiyet modülü değeri incelendiğinde ise, diğer ağaç türlerine göre kokulu ardıç odununun daha düşük elastikiyet modülüne (6701 N/mm<sup>2</sup>) sahip olduğu görülmektedir. Elastikiyet modülü değeri de diğer mekanik özellikler gibi yoğunluktan etkilenmektedir. Yoğunluğu yüksek olan odunların elastikiyet modülü yüksektir (Kollmann ve Cote, 1968; Bozkurt ve Göker, 1996; Bal ve Bektaş 2018b).

**Tablo 2.** Mekanik özelliklere ait bulgular

| Karşılaştırma  | ED                | EEM               | ŞD                  | SS                |                   |                   |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  |                   |                   |                     | RY                | TY                | EY                |
|  | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | kgm/cm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |
| <b>Ortalama değer</b>  | 93.8              | 6701.5            | 0.28                | 45.7              | 43.8              | 62.0              |
| <b>Standart sapma</b>  | 14.2              | 601.0             | 0.08                | 1.6               | 2.2               | 2.3               |
| <b>En düşük değer</b>  | 65.6              | 4855.0            | 0.17                | 42.7              | 39.3              | 58.0              |
| <b>En yüksek değer</b>   | 107.9             | 7502.0            | 0.49                | 48.3              | 47.2              | 66.8              |
| <b>Diğer bazı iğne yapraklı ağaç odunlarına ait mekanik özellikler</b> |                   |                   |                     |                   |                   |                   |
| <b>Toros Sediri</b> (Bal ve ark. 2012)                                 | 94.4              | 8963              | 0.514               | 30.5              | 31.1              | 53.6              |
| <b>Kızılcam</b> (Bektaş 1997)  | 57.85             | -                 | 0.420               | -                 | -                 | -                 |
| <b>Göknar</b> (Güleç 2011)   | 72                | -                 | 0.390               | 31.28             | 31.77             | 47.36             |
| <b>Karaçam</b> (Gündüz 1999)   | 119               | 7061              | -                   | -                 | -                 | -                 |
| <b>Ladin</b> (Yıldız 2002)   | 65.70             | 8594              | -                   | -                 | -                 | -                 |
| <b>Duglas göknarı</b> (Maçka) (Ay 1994)                                | 88.06             | 7790              | 0.435               | -                 | -                 | -                 |
| <b>Kokulu Ardıç</b> (As ve ark. 2001)                                  | 51                | 11080             | 0,330               | -                 | -                 |                   |

**ED:** Eğilme Direnci, **EEM:** Eğilmede Elastikiyet Modülü, **ŞD:** Şok Direnci, **SS:** Statik Sertlik, **TY:** Teğet yüzey, **RY:** Radyal yüzey, **EY:** Enine Yüzey

Şekil 2’de eğilme direnci testine ait kuvvet-deformasyon grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde testi yapılan 23 test örneğinin birkaç tanesi hariç diğerlerinin elastikiyet sınırının yaklaşık 4 mm olduğu görülmektedir. Ayrıca, grafikten elde edilen bir diğer sonuç ise; test bitişinin ani olarak gerçekleşmesidir. Aslında bu iki durum, odunun tokluk derecesinin bir göstergesidir. Grafikte, her bir test için çizilen kuvvet-deformasyon eğrisinde plastik bölgenin çok kısa olduğu da görülmektedir.



Şekil 2. Eğilme direnci testine ait kuvvet-deformasyon grafiği

Tablo 2’de verilen şok direnci değerleri incelendiğinde, Kokulu ardıç odunun şok direnci  $0.28 \text{ kgm/cm}^2$  olduğu görülmektedir. Bu şok direnci değeri, Tablo 2’de verilen diğer tüm iğne yapraklı ağaç türlerinden daha düşüktür. Ayrıca, test örneklerinin kırılma noktalarında oluşan kıymık boylarının çok kısa olduğu veya bazı örneklerde hiç kıymık oluşmadığı görülmektedir. Bu durumda, kokulu ardıç odununun, eğilme direnci kuvvet-deformasyon grafiğine göre, şok direnci test sonucuna göre ve şok direnci test örneklerinin test sonrası görüntüsüne göre son derece gevrek olduğu sonucuna ulaşılabilir.



Şekil 3. Kokulu ardıç odununun şok direnci test örnekleri, test sonrası görüntüsü

#### 4 Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, Kokulu ardıç odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Kokulu ardıç odununun tam kuru yoğunluk değerine oranla genişleme yüzdeleri diğer bazı iğne yapraklı ağaçlara göre daha düşüktür.
- Kokulu ardıç odununun lif doygunluk noktası diğer çoğu ağaç türüne göre oldukça düşüktür. Bu lif doygunluk noktası oranı ile “lif doygunluk noktası düşük olan ağaç türleri” sınıfına girmektedir.
- Mekanik özellikleri düşüktür. Özellikle şok direnci diğer iğne yapraklı ağaçlara göre oldukça düşüktür. Şok direnci testi sonrası, test örneklerinin kırılma noktalarının görüntüsüne göre, eğilme direnci testi kuvvet-deformasyon grafiğine göre kokulu ardıç odunu oldukça gevrek bir yapıya sahiptir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada sunulan, testlerin yapılmasında yardımcı olan Prof. Dr. Bekir Cihad BAL’a teşekkür ederim.

#### Kaynaklar

- Anonim, (2015), Türkiye orman varlığı, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, *Türkiye orman varlığı kitabı*, Ankara.
- As, N., Koç, H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., (2001), Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 51(1), 71-88.
- Ay, N., (1994), Duglas (*Pseudotsuga Menziesii* (mirb.) Franco) odununun anatomik, fiziksel ve mekanik özellikleri, *KTÜ Orman Fakültesi, Doktora Tezi*, Trabzon.
- 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.
- Bal, B.C., (2011), Okaliptüs grandis (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex maiden) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri ve lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılması üzerine araştırmalar, *KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi*, Kahramanmaraş.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., (2012), The physical properties of heartwood and sapwood of *Eucalyptus grandis*, *ProLigno*, 8 (4), 35-43.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., Kaymakçı, A., (2012), Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, *KSÜ, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 17-27.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., Tutuş, A., Kaymakçı, A., (2011), The within-tree variation in some physical properties in eucalyptus grandis grown in Karabucak Region, *Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 82-88.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., (2013), The mechanical properties of heartwood and sapwood of *E. grandis* grown in Karabucak, Turkey, *Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi* 9 (1), 71-77.
- Bal, B. C., Bektaş, İ., (2018a), Kayın ve kavak odunlarında bazı fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1-10. DOI: 10.33725/mamad.420917.

- 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. DOI: 10.33725/mamad.467353.
- Bao, F.C., Jiang, Z.H., Jiang, X.M., Lu, X.X., Luo, X.Q., Zhang, S.Y., (2001), Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species in China, *Wood Science and Technology*, 35(2001), 363-375.
- Bektaş, İ., (1997), Kızılçam (*Pinus Brutia* ten.) Odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., (1997), Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 445, S: 1, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y.(1996), Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No:3944, İstanbul.
- Bozkurt, A. Y. (1971), Önemli bazı ağaç türleri odunlarının tanımı, teknolojik özellikleri ve kullanış yerleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1653, O.F. Yayın No: 177, İstanbul.
- Efe, FT, Bal, B.C., (2016), Yüksek sıcaklıkta ısıtılmış işlem görmüş kızılçam (*Pinus brutia* ten.) odununun sertlik değerlerinde meydana gelen değişimler, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2016 (Özel sayı), 79-86.
- Gerhards, C.C., (2007), Effect of moisture content and temperature on the mechanical properties of wood: an analysis of immediate effects, *Wood and Fiber Science*, 14(1), 4-36.
- Güleç, T., (2011), Kahramanmaraş bölgesinde büyük göknar kabuk böceği (*Pityokteines curvidens*)’den zarar görmüş Toros göknar odununun bazı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş.
- Gündüz, G. (1999), Camiyanı karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *Pallasiana*)’nın bazı anatomik, teknolojik ve kimyasal özellikleri, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Zonguldak.
- 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.
- Malkoçoğlu, A., (1994), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) odununun teknolojik özellikleri, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Trabzon.
- Şanıvar, N., Zorlu, İ., (1980), Ağaç işleri gereç bilgisi temel ders kitabı, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Etüt ve Programlama Dairesi Yayınları No: 43.
- TS 2471 (1976), Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 2472 (1976), Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 2474 (1976), Odunun statik eğilme dayanımının tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.



- TS 2477 (1976), Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 2478 (1976), Odunun statik eğilmede elastiklik modülünün tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 2479 (1976), Odunun statik sertliğinin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 4084 (1983), Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
- TS 4086 (1983), Odunda hacimsel şişmenin tayini, Türkiye Standartlar Enstitüsü (TSE), Ankara.
- Yıldız, S. (2002), Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.*