

PAPER DETAILS

TITLE: Ak Dut Agacinin Anatomik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

AUTHORS: Gökhan GÜNDÜZ,Naci YILDIRIM,Göksu SIRIN,Saadettin Murat ONAT

PAGES: 131-149

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/274941>



Ak Dut Ağacının Anatomik, Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Gökhan GÜNDÜZ¹, Naci YILDIRIM¹, Göksu ŞİRİN¹, Saadettin Murat ONAT¹

Özet

Ak Dut (*Morus alba* L.) farklı iklim ve topraklarda yetişebilen bir ağaç türüdür. Ülkemizde doğal olarak yetişmekte olan bir meyve ağacıdır. Kurak, verim azalması, soğuk hava şartları, tuzlu su gibi çeşitli etkilere karşı dayanımı fazladır. Dayanıklı ve sarı renkli odunu sayesinde mobilyacılık alanında, bazı formları ile süs ağacı olarak ve bunun yanında müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır. Daha çok meyvesi ve ipekböcekçiliğinde kullanılan yaprakları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada Ankara, Beypazarı ilçesinden alınan Ak Dut (*Morus alba* L.) ağacından elde edilen numuneler kullanılmıştır. Ağacın bazı anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek üzere incelemeler yapılmıştır. Anatomik ve kimyasal çalışmalarda gövde ve dal odunu için ayrı numuneler hazırlanarak aralarında karşılaştırılmıştır. Çalışmada bulunan sonuçlara göre gövde ve dal odunları için anatomik ve kimyasal yönden aralarında belirgin bir fark bulunmamıştır. Bunun yanında diğer *Morus* türleri ile yapılan karşılaştırmalarda bazı farklı özellikler taşıdığı görülmüştür. Yıllık halka sınırı belirgindir. Trahealer halkalı yapıdadır. Homojen ve geniş özışınlarına sahiptir. Kimyasal açıdan yapılan karşılaştırmada sıcak su çözünürlüğünün fazla olduğu görülmüştür. Fiziksel ve mekanik özelliklerde hava kuru özgül kütle değeri 0.671 g/cm³, tam kuru özgül kütle değeri 0.599 g/cm³, hücre duvarı maddesi %39.95 ve hava boşluğu oranı %60.05, hacim yoğunluk değeri 0.532 g/cm³, hacimsel daralma miktarı %11.55, hacimsel genişleme miktarı %11.62, odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı %121.55, lif doygunluk noktası rutubeti %31.51, liflere paralel basınç direnci 49.086 N/mm², eğilme direnci 82.31 N/mm² ve elastikiyet modülü değeri 2128.67 N/mm² olarak bulunmuştur. *M. alba* odununun mekanik özelliklerinden, liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci değerleri ile hava kuru ve tam kuru özgül kütle değerleri üzerinde istatistik analizler yapılarak 0.05 güvenirlilik düzeyinde farklılıklar ortaya konulmuştur. Ayrıca, regresyon analizleri de yapılarak sonuçlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Sonuç olarak *M. alba*'nın fiziksel özelliklerine ilişkin çalışmalarda çıkan sonuçlar bazı yapraklı ağaçlarla karşılaştırılmış, nispeten birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Ancak, bu türün mekanik özelliklerinin düşük olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ak Dut, Anatomik Özellikler, Kimyasal Özellikler, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100 Türkiye

Some Anatomical, Chemical, Physical And Mechanic Properties of White Mulberry (*Morus alba* L.) Tree

Abstract

White mulberry can grow in various climates and soils. Also, White mulberry is a naturally growing fruit tree in our country. It can withstand even to arid, less-productive, cold climates and salty water conditions. Fungi and insects and its yellow wood, it is used in furniture and musical instruments making. It is also used as an ornamental tree. However, the studies are mostly focused on fruits and leaves which is used in silkworm production. In this study anatomical, chemical, physical, mechanic properties of *Morus alba* wood have been investigated. In this study, the samples used were obtained from Beypazarı vicinity of Ankara, Turkey. In order to determine some anatomical and chemical properties, various tests and investigations were carried out. In order to compare, trunk-wood and branch-wood specimens were prepared. According to the results, there was no significant difference found between trunk and branch wood. According to comparisons made among other *Morus* species some differences were observed. Annual ring borders are distinct. Trachea are ring type. Rays are homogenous and large. According to chemical comparisons, it was found that water solubility is high. Among these properties, air-dry density is found as 0.671 g/cm³, oven-dry density is found as 0.599 g/cm³, cell wall material as 39.95%, lumen ratio as 60.05%, volume-density value as 0.532 g/cm³, volumetric shrinkage as 11.55%, volumetric swelling as 11.62%, the maximum amount of water that wood can hold as 121.55%, moisture content at fiber saturation point as 31.51%, compression strength parallel to grain as 49.086 N/mm², bending strength as 82.31 N/mm² and modulus of elasticity was found as 2128,67 N/mm². Statistical analyses having 0.05 confidence interval were carried out on the results of compression strength, bending strength and air-oven dry density values and the differences were determined. Moreover, regression analyses were carried out, and the relationships between the results were determined. As a result, the results of physical properties of *M. alba* were compared to some other hardwoods. The results found were comparable to other species. However, mechanical properties were found inferior to other species.

Keywords: White Mulberry, Anatomical Properties, Chemical Properties, Physical Properties, Mechanical Properties.

1. Giriş

Ağaç malzeme insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığı en eski malzemelerdendir. Son yıllarda dünyada diğer endüstri dallarında ortaya çıkan gelişmelere paralel olarak, orman ürünleri endüstrisi de hızlı bir değişim ve gelişme göstermiş ve buna bağlı olarak ağaç malzeme kullanımında oldukça büyük oranda bir artış meydana gelmiştir. Bu artışla birlikte orman varlıkları da hızla tükenmektedir. Oysa ormanlar kendilerini uzun sürede

yenileyebilmektedir. Bu yüzden, ağaç malzeme bilinçli bir şekilde kullanılmalı ve odunun karakteristik özellikleri hakkında geniş bilgilere sahip olunmalıdır. Karakteristik özellikler ağaç türlerine, bulundukları ortama, rutubet miktarına, yetiştirme yerine göre farklılıklar göstermektedir. Oduna ait özelliklerin belirlenmesi için makroskopik ve mikroskopik çalışmalar yapılmaktadır. Yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların tanımlaması fark göstermektedir. İğne yapraklı ağaçların tanımında mikroskopik, yapraklı ağaçların tanımında ise hem mikroskopik hem de makroskopik özelliklerden yararlanılmaktadır. Yapraklı ağaçlardan olan Ak Dut ağacının asıl yurdu Çin'dir. Ülkemizde ve sıcak, ılıman bir çok ülkede meyvesi ve ipekböcekçiliğinde kullanılan yaprakları için yetiştirilmektedir. Odunu içerdiği "Morin" isimli madde dolayısıyla sarı renklidir. Dayanıklı odunu tarım aletleri, takunya, araba tekeri ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır. Dut ağaçlarının daha çok meyvesi ve yaprakları incelenmiş olup odun özellikleri hakkında fazla çalışma bulunmamaktadır.

1.1 Ak Dut (*Morus alba* L.) Ağacının Özellikleri

Ak Dut, *Moraceae* familyası ve bu familyanın *Morus* L. cinsine dahil ağaçlardandır. Familyanın önemli cinsleri *Morus* L. (Dutlar), *Broussonetia* L'Herit. Ex Vent. (Kağıt Dutları), *Maclura* Nutt, *Ficus* L. (İncirler)'dir. Şekil 1'de Ak Dut ağacının odun, kabuk, ve meyvesi görülmektedir.



Şekil 1. Ak Dut ağacının odun, kabuk ve meyvesinin görünüşü.

Morus L. (Dutlar) 12 kadar türe sahiptir. Bunlar kışın yaprağını döken ağaç ya da boylu çalı şeklindeki odunsu bitkilerdir. *Morus alba* L. Çin'in doğal bir türüyken, *Morus nigra* L. (Kara Dut) İran'ın, *Morus rubra* L. (Mor Dut) ve *Morus microphylla* Buckl. (Texas Dutu) Kuzey Amerika'nın doğal türleridir. Ayrıca *Morus australis* (Çin Dutu), *Morus indica* (Hindistan Dutu), *Morus serrata* (Himalaya Dutu) türleri de vardır. Ak Dut ağaçlarının bazı önemli varyeteleri; *M. alba* var. *tataricum* Loud., *M. alba* var. *multicaulis* Loud, *M. alba* var. *pendula*, *M. alba* var. *pyramidalis*, *M. alba* var. *nana*, *M. alba* var. *laciniata*'dır (Rehder, 1962). Türkiye'de yaygın olarak yetişen 3 farklı dut türü tespit edilmiştir. Bunlar Ak Dut (*M. alba*), Kara Dut (*M. nigra*) ve Mor Dut (*M. rubra*)tur. Bu üç dut türü içerisinde en yaygın ve ağaç sayısı en fazla olanı Ak

Dut'tur. Ak Dut'un doğal yayılışlı ve Türkiye'nin baştan başa her yerinde yaygın olarak etkili olduğu, bunu sırası ile Kara Dut ve Mor Dut'un takip ettiği bildirilmiştir (Davis, 1982; Lale ve Özçağırın, 1996)

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan ipekböcekçiliğinde tek gıda dut yaprağı olduğundan dut ağacının ülke ekonomisinde önemli bir yeri vardır. Dut yaprağı ipekböceği besini olmasının yanında iyi protein içeriği ve kolay sindirilebilmesi sayesinde büyükbaş, küçükbaş hayvanlarla balıklar için yem olarak kullanılmaktadır (Trujillo, 2002; Huo, 2002). Ağacın meyvesi taze ve kuru olarak tüketildiği gibi meyvesinden pekmez, pestil, sirke, ispiroto vb. mamuller de yapılır (Güven ve Başaran, 1979). Ağacın dallarından çıkarılan kuvvetli, dayanıklı lifler aşı, çelik ve fidan bağlama işlerinde kullanılmaktadır. Dut bunların yanında kağıt üretiminde, çuval yapımında kullanılır. Budamaya dayanıklı bir ağaç olduğundan yakacak amaçlı da kullanılabilir (Tekeli, 1973). Ak Dut yaprakları antibakteriyel, kan düşürücü, ateş düşürücü, terletici özelliğe sahiptir. Taze yapraklar kanamaları durdurmak için kullanılabilir. Meyveleri baş dönmesi, kulak çınlaması, uykusuzluk, böbrek iltihabı, hipertansiyon, sinir zayıflığı, saçların erken beyazlaması tedavilerinde, gövdesi romatizma ağrıları, spazm tedavisinde, kök kabukları astım, akciğer iltihabı, öksürük, bronşit, ödem, hipertansiyon tedavisinde kullanılabilir (Duke, 1983; Huo, 2002; Moore, 2002; Anon., 2002a). Bunun yanında kök kabukları tansiyon düşürücü olarak kullanılır (Behferooz, 1993). Ayrıca dut ağacının kök kabukları, yaprakları ve meyveleri şeker hastalığı tedavisinde kullanılır. Ak Dut'un çekirdek ve yağının bazı karakteristikleri üzerinde yapılan araştırmada *Morus alba*'nın olgun çekirdeklerinin %29.4 ham protein, %30.7 yağ, %25.3 ham selüloz, %7.1 karbonhidrat, %3.7 kül, %3.8 nem ve 33.3 mg/100g flavonlar, 817 µg/g vitamin E ve 1.78 µg/g karoten içerdiği, ham proteinde 18 aminoasit bulunduğu ve çekirdek yağının %79.4 oranında Linoleik asit içerdiği bildirilmiştir (Xiaolan et al., 1998).

1.1.1 Botanik Özellikleri

Ak Dut 15 m kadar boy yapabilen, kalın dallı, geniş tepeli bir ağaçtır. Tepe çapı 6-8 m'dir. Hızlı büyüme özelliğine sahiptir. Derin topraklarda iyi gelişme göstermektedir. Bunun yanında kurak, kumlu, kireçli topraklarda da yetişebilmektedir ve tuzlu suya dayanabilir. Bu ağaç geç donlardan zarar görebilir. Ilıman iklimde, sıcak, çok güneş alan bölgelerde iyi gelişme gösterir. Soğuk hava şartlarına dayanıklıdır. Ağaçların çoğu anavatanlarından götürülüp adaptasyonu yapılarak yetiştirildiği bölgenin tabii bitkisi haline gelmiştir. Bu sebeple sınıflandırılması zordur (Machii et. al., 2001). Ak Dut'un anavatanı Çin'dir. Japonya, Kore, Mançurya, Hindistan, Pakistan, İran ve Anadolu'da genellikle sıcak ve ılıman bölgelerde, Avrupa'da Akdeniz çevresindeki ülkelerde, Orta Avrupa'da kısmen de kuzey bölgelerde bu ağaç yetişmektedir (Gökmen, 1973). Dut, 600 mm'den 2500 mm'ye kadar yağış alan yerlerde yetişebilir. Toplam yağıştan çok, yağışın dağılımı önemli olup vejetasyon

devresinde ortalama 10 gün için 50 mm yağışa ihtiyaç duyar. %65- 80 hava nemi dutların büyümesi için ideal bir ortamdır. Dut 1500 m yüksekliğe kadar yetişebilir. Hatta Japonya’da yetiştiricilik 1735 m yüksekliğe çıkabilmektedir. Fakat dutların yetişmesi için ideal olan yükseklik 700 m civarındır (Anonim, 1984).

Ağacın yan tomurcukları yumurta biçiminde, kızıl kestane renginde ve çıplaktır. Sürgünler sarımsı kahverengi gençken hafif tüylü ya da çıplaktır. Kesildiğinde süt gibi salgı salgılar. Yaşlı gövdelerin kabukları levhalar halinde çatlaklıdır. Kökleri gevrek yapıda ve kırılğan özelliktedir. Ağacın yaşı ilerledikçe güçlü yan kökler gelişir. Böylece rüzgara karşı dayanım artar. Yapraklar geniş yumurtamsı şekildedir, 6-18 cm uzunluğundadır, uçları kısa ve sivridir. Yaprak kenarı uçları küt kaba dişlidir, çeşitli şekillerde loplar bulunur, üst yüzü açık yeşil ve pürüzsüz, alt yüzü ise damarlar boyunca tüylü veya hemen hemen çıplaktır. Yaprak sapı 1-2,5 cm uzunluğundadır. Ağacın çiçekleri oldukça küçüktür. Meyveleri değişik büyüklüklerdedir ve olgunlaştığında beyaz, pembe-beyaz renk alır. Meyveler mürekkep meyve durumunda ve tatlıdır. Ağacın tohumları küçük, açık kahverengi olup 1-2 mm boyundadır.

1.1.2 Makroskopik Özellikleri

Ak Dut odunun gövdesi silindirik, dik ve kalın; kabuk boyuna derin çatlaklı ve gri-kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgindir. Öz odunu sarımsı kahverengi, diri odun sarı renklidir. Öz odun ve diri odun birbirlerinden belirgin bir şekilde ayrılabilir. İncelemiş olduğumuz materyal odununda büyüdüğü ortamdaki çevre şartlarına bağlı olarak çekme odunu oluşmuştur. Dutlarda oluşan çekme odununda daima kalınlaşmış ve daha ağır olan jelatinli libriform lifleri bulunur. Jelatinli tabakada fibrillerin yükseliş açısı çok büyük olup, yaklaşık olarak hücre boyuna eksenine paralel seyrederler. Jelatinli tabaka selülozdan ibaret olduğundan çekme odununda selüloz miktarı fazla ve bu nedenle dinamik eğilme direnci normal odundan daha yüksektir (Örs ve Keskin, 2001).

1.1.3 Mikroskopik Özellikleri

Ak Dut’ta traheler halkalı düzendedir, ilkbahar odunu traheleri oval ya da yuvarlak şekilli olup çok sıralı, ikisi bir arada, nadiren kısa radyal sıralıdır ve 250 µm ya da daha fazla çaplıdır. Traheler çoğunlukla tüllerle doludur. Yaz odunu traheleri ise çoğunlukla köşeli, küçük kümeler ve kısa radyal sıralar halindedir. Yaz odunu trahelerinin içlerinde spiral kalınlaşmalar görülür, çapları 20 µm civarındadır. Perforasyon tablaları basit tiptedir. Esas doku libriform liflerinden oluşur. Boyuna parانشimler paratraheal halkalıdır ve yaz odunu traheleriyle birlikte kümeler, teğet ya da radyal sıralar oluştururlar. Bunun yanında sınır parانشimleri de bulunmaktadır. Öz ışınları 8 hücre kadar genişlikte, 1 mm kadar yükseklikte ve mm’de 3-5 adet, homojen yapıda, çevre

hücreleri ve romboidal kristaller bulunmaktadır. Karşılaşma yeri geçitleri büyük ve yuvarlaktır (Bozkurt ve Erdin, 1995).

2. Materyal ve Metot

2.1 Materyal

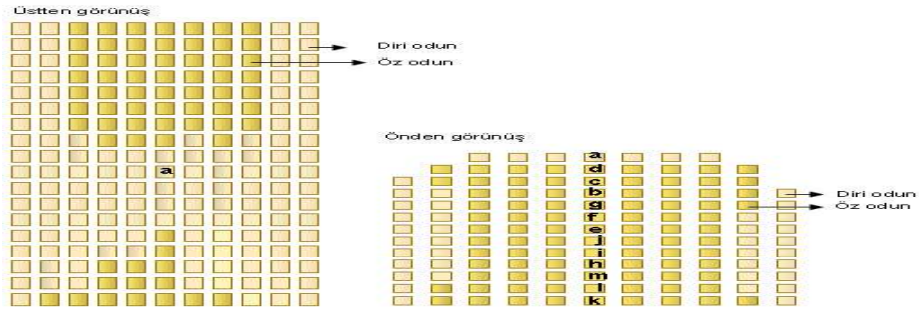
Kullanılan materyal Ankara ilinin Beypazarı ilçesi İnözü mevkiinde 1000 m rakımdaki bölgeden kesilmiştir. Bakısı Kuzey-Batı'dır.

2.2 Metot

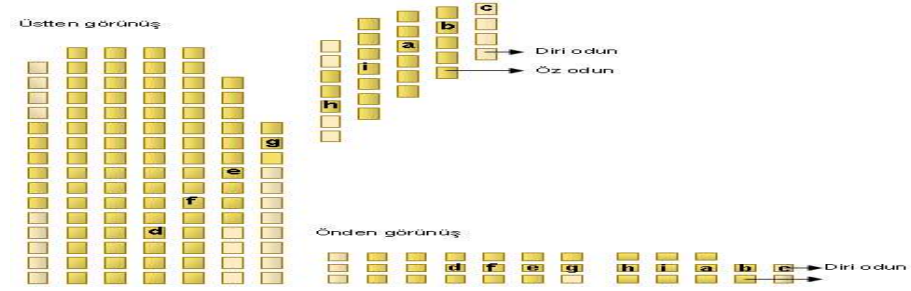
Anatomik özellikler için örnekler ağacın 1.30 m yüksekliğindeki gövde bölümü ile bir dalından alınmıştır. Anatomik incelemeler için gövde numuneleri gövde çapında bir hat izlenerek alınmış dal numuneleri ise dal ayrımının olduğu hat üzerinden alınmıştır ve tüm örnekler 2×2×2 cm boyuta getirilmiştir. Anatomik çalışmalarda, istatistiki olarak sağlam sonuçlar elde etmek için sayım ve ölçümlerde S. Carlquist 25, IAWA Committee ise 50'yi esas almaktadır (Carlquist, 1986). Lif ve trahe hücresi özelliklerinin belirlenmesi için maserasyon yöntemi uygulanmıştır. Numuneler ağacın herhangi bir bölgesinden diri ve öz odun için ayrı olmak üzere tesadüfi alınmıştır. Çalışmada kullanılan gövde ve dal odunu numuneleri selüloz tayini, holoselüloz tayini, lignin tayini, soğuk ve sıcak su çözünürlüğü, alkol çözünürlüğü, %1'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözünürlüğü deneylerine tabi tutulmuştur. Selüloz tayininde nitrik asit (HNO₃), Holoselüloz tayininde Klorit, Lignin tayininde Klason yöntemi kullanılmıştır. Soğuk ve sıcak su çözünürlükleri Tappi T 207 cm-99, alkol çözünürlüğü Tappi T 204 cm-97, %1'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözünürlüğü Tappi T 212 cm-02 standardına göre yapılmıştır. Liflerin ve trahe hücrelerinin özelliklerinin belirlenmesi için maserasyon yöntemi uygulanmıştır. Ak Dut (*Morus alba* L.), ağacının anatomik özelliklerinin belirlenmesi için örnekler ağacın 1.30 m yüksekliğindeki gövde bölümü ile bir dalından alınmıştır. Anatomik incelemeler için gövde numuneleri gövde çapında bir hat izlenerek alınmış ve 2×2×2 cm boyuta getirilmiştir. Dal numuneleri ise dal ayrımının olduğu hat üzerinden alınmıştır ve yine örnekler 2×2×2 cm boyuta getirilmiştir.



Şekil 2. Gövde ve dal odunu örneklerinin kesilmiş ve numaralandırılmış hali.



Şekil 3. Gövde odununda numune yerlerinin görünümü.



Şekil 4. Dal odununda numune yerlerinin görünümü.

Anatomik çalışmalarda, istatistikî olarak sağlam sonuçlar elde etmek için sayım ve ölçümlerde S. Carlquist 25, IAWA Committee ise 50'yi esas alınmaktadır (Carlquist, 1986). Ak Dut (*Morus alba* L.) ağacının gövde odununun, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi için deneylerde

TSE standartları kullanılmıştır. Ebatlandırılan parçaların tümü odunda bulunduğu yere göre numaralandırılmıştır. Böylece numunelerinin odununun hangi bölgesinden alındığı ve özelliklerin nasıl değiştiği belirlenmiştir.

Yıllık Halka İle İlgili Ölçümler: Ölçmeler stereo mikroskopunda taksimatlı oküler ile gerçekleştirilmiştir. Ak Dut odununun enine kesitteki yıllık halka görünüşü Şekil 5’de gösterilmektedir.



Şekil 5. Ak Dut odununun enine kesitteki yıllık halka görünüşü.

Ak Dut ağacının fiziksel özelliklerini belirlemek için özgül kütle, hücre duvarı maddesi ve hava boşluğu oranı, hacim yoğunluk değeri ve odun su ilişkileri, liflere paralel basınç direnci, eğilme ve elastikiyet modülü deneyleri yapılmıştır. Özgül kütle tayininde TS 2471, TS 2472, TS 53 standartlarına uyulmuştur. Hava kurusu özgül kütle tayininde TS 2471’deki eşitlik kullanılmıştır. Tam kuru özgül kütle tayini TS 2472 standardına uygun olarak belirlenmiş, hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu oranlarını belirlemede TS 53 standardı kullanılmıştır. Odun-su ilişkilerinde kullanılan numunelerin boyuna, radyal ve teğet yönlerdeki daralma ve genişleme miktarlarının ölçümü TS 4083, TS 4084, TS 4085, TS 4086 standartlarına uygun olarak yapılmıştır.

Mekanik özellikleri belirlemek için yapılan deneylerde 10 tonluk universal test aleti kullanılmıştır. Mekanik özelliklerden liflere paralel basınç değeri ve eğilme ile buna bağlı olarak hesaplanan eğilmede elastikiyet modülü değerleri hesaplanmıştır. Liflere paralel basınç değeri deneyi, TS 2595 standardına, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyi TS 2474 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

3.1 Anatomik Özelliklere İlişkin Bulgular

Ağaçtaki öz ışınları mültiseri özelliktedir ve homoselüler yapı göstermektedir. Gövdede yan yana en fazla 9 sayıda hücre, dalda en fazla 8 sayıda hücre dizilmiştir. Çevre hücreleri bulundurdıkları görülmüştür. Çizelge 1’de ve dal odununda trahe teğet ve radyal çapları, Çizelge 2’de ise gövde ve dal odunu için öz ışını özellikleri görülmektedir.

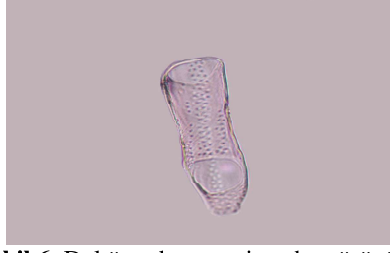
Çizelge 1. Gövde ve dal odununda trahe teğet ve radyal çapları.

		Trahe Teğet Çapı (µm)				Trahe Radyal Çapı (µm)			
		En Yüksek	En Düşük	En Yüksek Arit. Ort.	En Düşük Arit. Ort.	En Yüksek	En Düşük	En Yüksek Arit. Ort.	En Düşük Arit. Ort.
Gövde	İlkbahar Odunu	270	60	196.4	134.8	370	50	270	175.6
	Yaz Odunu	100	10	61.6	32	120	10	78.4	40
Dal	İlkbahar Odunu	280	80	192.8	145.6	380	90	304	158.4
	Yaz Odunu	140	10	86	34	160	10	115.2	40.4

Çizelge 2. Gövde ve dal odunu öz ışıını özellikleri.

		Öz ışıını Sayısı (mm)				Öz ışıını Yüksekliği (µm)				Öz ışıını Genişliği (µm)			
		En Fazla	En Az	En Yüksek Arit. Ort.	En Düşük Arit. Ort.	Max	Min	En Yüksek Arit. Ort.	En Düşük Arit. Ort.	Max	Min	En Yüksek Arit. Ort.	En Düşük Arit. Ort.
Gövde		6	2	4.06	3.46	1610	110	706.8	527	130	30	86.2	73.2
Dal		7	2	3.94	2.72	1280	100	586.6	238.4	130	50	76.2	63.8

Trahe ve liflerin serbest hale gelebilmeleri için maserasyon işlemi uygulanmıştır. Traheler ağaçların çoğunda olduğu gibi basit perforasyon tablasına sahiptir. Trahelerin bazılarında spiral kalınlaşmalar oluşmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Dal öz odununa ait trahe görünüşü.

3.2 Kimyasal Özelliklere İlişkin Bulgular

Ak Dut (*Morus alba* L.) ağacının gövde ve dal odunlarının kimyasal analizlerine ait bulgular Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Kimyasal analiz sonuçları.

Özellikler (%)	Gövde Odunu	Dal Odunu
Soğuk Su Çözünürlüğü	6.04	6.09
Sıcak Su Çözünürlüğü	14.83	15.35
%1’lik NaOH Çözünürlüğü	14.83	14.35
Alkol Çözünürlüğü	11.13	11.65
Holoseülüz Oranı	85.98	85.63
Selüloz Oranı	53.08	51.35
Lignin Oranı	21.30	21.15

Soğuk su çözünürlüğü gövde odununda %0.05 fazla, sıcak su çözünürlüğü dal odununda %0.52 fazladır. %1’lik sodyum hidroksit (NaOH) çözünürlüğü gövde odununda %0.48, alkol çözünürlüğü ise dal odununda %0.52 fazladır. Holoseülüz oranı gövde odununda %0.35 fazla bulunmuştur. Selüloz oranı %1.73 ve lignin oranı %0.15 gövde odununda fazla bulunmuştur.

3.3 Makroskopik Özelliklere İlişkin Bulgular

Makroskopik özellikler için yapılan ölçümlere göre ortalama yıllık halka genişliği 4.140 mm bulunmuştur. Yaz odunu katılım oranı ise ortalama %69.394’tür. Yaz odunu genişliği ortalama olarak 3.137 mm bulunmuştur. Yaz odunu yaş ilerledikçe tedrici bir azalış göstermiştir.

Çizelge 4. Yıllık halkaya ilişkin istatistik değerler.

	İlkbahar Odunu Genişliği (mm)	Yaz Odunu Genişliği (mm)	YHG (mm)	YKO (%)
(x)	1.002	3.137	4.140	69.394
(S)	0.243	1.992	2.053	15.057
(% Vks)	24.257	63.5	49.598	21.698
Max.	1.6	8.2	8.900	92.134
Min.	0.6	0.4	1.0	35.714

Yıllık halka genişliği ile yaz odunu genişliği arasındaki ilişki regresyon analizi ile belirlenmiştir.

Çizelge 5. Yıllık halka genişliği ve yaz odunu genişliği arasındaki ilişki.

Y=Yaz odunu genişliği (mm) X=Yıllık halka genişliği (mm)	Katsayılar	Standart Hata	thesap	%95 Güvenirlik Derecesinde Güven Aralıkları
<i>Sabit</i>	-0.852	0.087	-9.703	-1.030 < a > -0.673
<i>X değişkeni</i>	0.963	0.019	50.575	0.924 < b > 1.002

Yaz odunu katılımı sonuçlarına bakıldığında; yaz odunu katılım oranı ortalama %69.39, en az % 35.71, en fazla %92.12 bulunmuştur.

3.4 Fiziksel Özelliklere İlişkin Bulgular

Fiziksel özelliklerden hava kurusu özgül kütle, tam kuru özgül kütle, hacim-yoğunluk değeri, hücre duvarı maddesi oranı, hava boşluğu oranı ve odunun çalışma miktarı belirlenmiştir. Hava kurusu özgül kütlelerin en düşük ve en yüksek değerler arasında değişimi, değişik özgül kütle değerlerinin katılım oranları ve bu katılım oranlarına dağılışı için özgül kütle varyasyon grafiği oluşturulmuştur. En çok tekrarlanan hava kurusu özgül kütle değerleri % 66.9 katılım oranı ile 0.644-0.734 g/cm³ arasındadır. Aritmetik ortalama ise 0.671 g/cm³'tür. Tam kuru özgül kütle değeri % 64 katılım oranı ile 0.568-0.664 g/cm³ arasındadır. Aritmetik ortalama 0.599 g/cm³'tür. Hücre duvarı maddesi oranı ortalama % 39.948 olup %29.866-%50.135 arasında değişmektedir. Hava boşluğu oranı ise ortalama % 60.064'tür. Hücre duvarı maddesi oranı için en çok tekrarlanan değer % 6.15 katılım oranı ile % 45.42'dir. Ortalama hücre duvarı maddesi oranı %39.948'dir. Hava boşluğu oranı için en çok tekrarlanan değer %7.42 katılım oranı ile % 59.21'dir. Ortalama hava boşluğu oranı % 60.064'tür. Doymuş hacme göre yoğunluk değeri 0.532 g/cm³ olup 0.411 g/cm³-0.603 g/cm³ arasında değişmektedir. Hacimsel daralma için en çok tekrarlanan değer % 25 katılım oranı ile % 12.82'dir. Ortalama hacimsel daralma değeri 11.552'dir. Hacimsel genişleme için en çok tekrarlanan değer % 30.26 katılım oranı ile %12.16'dır. Ortalama hacimsel genişleme değeri % 11.618'dir. Odunun içine alabileceği en yüksek su miktarı ortalama % 121.550 olup % 93.320-% 176.506 arasında değişmektedir. Odunun alabileceği maksimum su miktarı ve tam kuru özgül kütle arasındaki ilişki regresyon analizi ile belirlenmiştir. Buna göre, Korelasyon katsayısı (r) = 0.918, Belirlilik katsayısı (r²)= 0.842, Standart sapma= 6.486'dır. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.918 olduğundan ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilir. Odunun

alabileceği maksimum su miktarı ve yaz odunu katılım oranı arasındaki ilişki için uygulanan regresyon analizine göre ise Korelasyon katsayısı (r) = 0.606, Belirlilik katsayısı (r^2)= 0.367, Standart sapma = 13.014'tür. Lif doygunluğu noktası (LDN) maksimum 31.51 ve minimum 14.39 olarak belirlenmiştir.

3.5 Mekanik Özelliklere İlişkin Bulgular

Mekanik özellikler için liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci değerleri belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin deneyler sonucunda hava kurusu özgül kütle en çok 0.832, en az 0.447 bulunmuştur. Aritmetik ortalama 0.667'dir. Tam kuru özgül kütle değeri en çok 0.752 en az 0.375 ve aritmetik ortalama 0.595'tir. Liflere paralel basınç direnci ve hava kurusu özgül kütle arasındaki ilişki regresyon analizi ile belirlenmiştir. Korelasyon katsayısı (r) = 0.570, Belirlilik katsayısı (r^2)= 0.325, Standart sapma = 8,061'dir.

Çizelge 6. Basınç direnci ve tam kuru özgül kütle arasındaki regresyon analizi sonuçları.

Y= Basınç direnci (N/mm ²) X=Tam kuru özgül kütle (g/cm ³)	Katsayılar	Standart Hata	T hesap	%95 Güvenirlik Derecesinde Güven Aralıkları
Sabit	-14.125	2.338	-6.039	-18.713 □ a □ -9,537
X değişkeni	106.294	3.917	27.131	98.607 □ b □ 113,976

Eğilme direnci ve tam kuru özgül kütle arasındaki ilişki için uygulanan regresyon analizi sonuçlarına göre Korelasyon katsayısı (r) = 0.525, Belirlilik katsayısı (r^2)= 0.118, Standart sapma = 347.179'dur.

4. Sonuç

Ölçümlere göre gövde odununda birim alana düşen trahe sayısı daha fazladır. Teğet çaplarda gövde odunu ve dal odunu arasında önemli bir fark bulunmazken radyal çaplarda gövde odunu biraz daha yüksek değere sahiptir. Örneklerin alındığı bölgelere bakıldığında ise bulunuş yerine göre aralarında önemli bir ilişki görülmemiştir. Çizelge 7'de diğer bazı *Moraceae* türlerine ait özellikler görülmektedir. Ak Dut (*Morus alba*) yıllık halka sınırının belirginliği, halkalı trahe yapısı ile bu türlerden ayrılmaktadır.

Çizelge 7. Bazı *Moraceae* türlerine ait özellikler.

Ağaç Türü	Yıllık Halka Sınırı	Trahe Düzeni	Tül Oluşumu	Kaynak
<i>Antiaris toxicaria</i>	Belirsiz	Dağınık	+	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Brosimum paraense</i>	Belirsiz	Dağınık	+	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Chlorophora excelsa</i>	Hafif belirgin	Dağınık	+	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Piratinera guianensis</i>	Belirsiz	Dağınık	+	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Morus alba</i>	Belirgin	Halkalı	+	Şirin, 2006

Çizelge 8'de öz ışınları için bazı *Moraceae* türleriyle karşılaştırma yapılmıştır.

Çizelge 8. Bazı *Moraceae* türlerine ait öz ışını özellikleri.

Ağaç Türü	Özışını Sayısı (1 mm)	Özışını Yüksekliği (HücreAdedi)	Özışını Genişliği (Hücre Adedi)	Kaynak
<i>Antiaris toxicaria</i>	4-7	25-26	3-5	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Brosimum paraense</i>	Heterojen	-	-	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Chlorophora excelsa</i>	3-9	6-26	1-5	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Piratinera guianensis</i>	Heterojen	-	-	Bozkurt ve Erdin,1995
<i>Morus alba</i>	Homojen	-	5-9	Şirin, 2006

Ak Dut gövde ve dalı için yapılan ölçümlerde özışınlarının yüksekliği ve genişliği gövde odununda daha fazla bulunmuştur. Çizelgedeki türlerle yapılan karşılaştırmada ise Ak Dut (*Morus alba*) geniş özışınlarıyla ayrılmaktadır. Özışını sayısı ve boyutları enine yönde iletimi etkilemektedir. Bu nedenle sayı ve boyutun fazla olması enine yöndeki permeabiliteyi olumlu yönde değiştirir (Gündüz, 1999).

Lif ve trahe hücreleri için yapılan ölçümlere göre lif uzunluğu ve trahe uzunluğunun hem gövde hem de dal diri odununda daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla beraber lif uzunluğu gövdede dala göre fazlayken trahe uzunluğu dal odununda daha fazla görülmüştür. Lif genişliği dal diri odununda gövde diri odununa göre daha yüksektir. Buna karşılık gövde öz odunu lif genişliğinde daha yüksek bulunmuştur. Lümen genişliği yine dal diri odununda

daha fazlayken öz odunlarda önemli bir fark görülmemiştir. Çift çeper kalınlıklarında da yine önemli bir fark bulunmamaktadır. Lif genişliği, lümen genişliği ve çift çeper kalınlığı gövde diri odununda öz oduna göre azalma gösterirken dalda bu durum tam tersi özellikte olup diri odunun öz odundan yüksek değerler aldığı görülmüştür.

Çizelge 9. Bazı *Morus* türlerinin kimyasal özellikleri (%).

Ağaç Türü	Morus bombycis	Morus lactea	Morus alba	
			Gövde	Dal
Analiz				
Selüloz	-	-	53	51
α-Selüloz	34	35	-	-
Lignin	28	21	21	21
Pentozan	18	26	-	-
%1 NaOH	18	28	15	14
Çöz.				
Alkol-Benzen	12	9	11*	12*
Çöz.				
Sıcak Su Çöz.	3	10	15	15
Kül Oranı	1,1	0,8	-	-
Kaynak	Bozkurt ve Erđin,1995	Bozkurt ve Erđin,1995	Şirin, 2006	Şirin, 2006

*Alkol çözünürlüğü

Çizelge 9’da görülen kimyasal analiz sonuçlarında dal ve gövde odunlarındaki sıcak su çözünürlüğü bu iki *Morus* türüne göre fazladır. %1’lik sodyum hidroksit (NaOH) çözünürlüğü daha düşüktür. Lignin oranı için *Morus bombycis* ile yakın değerler elde edilmiştir. Çizelge 10’da diğer bazı yapraklı ağaçlarla karşılaştırmalar görülmektedir.

Çizelge 10. Bazı ağaç türlerinin kimyasal özellikleri (%).

Ağaç Türü	Holoselüloz	Selüloz	Lignin	Alkol-Benzen Çöz.	Sıcak Su Çöz.
<i>Acer japonicum</i> Thunb.	81.7	47.4	20.7	1.9	4.3
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	-	47.5	26.2	2.3	2.3
<i>Carpinus betulus</i> L.	85.7	46.4	17.8	4.4*	3.7
<i>Fagus sylvatica</i> L.	85.6	49.1	23.8	-	-
<i>Juglans regia</i> L.	-	40.8	29.1	4.4	-
<i>Quercus robur</i> L.	-	41.1	29.6	0.4	12.2
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	81.7	50.1	20.6	2.8	4.6
<i>Ulmus americana</i> L.	-	42.0	29.4	-	-
Kaynak	Fengel, D., Wegener, G., 1984				
<i>Morus alba</i> L. Gövde	85.9	53.1	21.3	11.1*	14.8
<i>Morus alba</i> L. Dal	85.6	51.4	21.2	11.7*	15.3
Kaynak	Şirin, 2006				

*Alkol çözünürlüğü

Holoselüloz, selüloz ve lignin oranları Ak Dut (*Morus alba*) ağacında bu türlerle yakın değerdedir. Buna karşılık alkol-benzen çözünürlüğü ve sıcak su çözünürlüğünde bu türlere göre belirgin bir fark görülmektedir. Ak Dut ağacı içerisinde yıllık halka genişlikleri bazı değişiklikler göstermektedir. Özellikle, ağaç yaşının artması ile birlikte özden kabuğa doğru yıllık halka genişliğinin azalması belirgindir. Bunun sonucu olarak yaz odunu katılım oranı azalmaktadır. İlkbahar ve yaz odunlarının yıllık halka içerisindeki iştirak oranları belirgindir. Halkalı büyük traheli yapraklı ağaçlarda, yıllık halka genişliği arttıkça özellikle yaz odunu genişliği hızlı, buna karşılık ilkbahar odunu genişliği yavaş ve az miktarda bir artış gösterir. Ak Dut ağacında bu artışta farklılıklar görülmekte olup ağacın yaşı ilerledikçe yıllık halka genişliği ve yaz odunu genişliği azalmıştır. Bu azalışın nedeni ağaç türü, yaşı, rakım, bakı, ısı gibi değişik faktörlere bağlı olabilmektedir. Halkalı traheli yapraklı ağaçlarda yıllık halka genişliği arttıkça yaz odunu genişliği de artmaktadır. Odun içerisinde yaz odunu genişliğinin artışı ile birlikte özgül kütle değeri de artmaktadır. Ak Dut'a ait tam kuru özgül kütle (r_0), hava kurusu özgül kütle (r_{12}) değerleri ve bazı yapraklı ağaçların ortalama özgül kütle değerleri Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Bazı yapraklı ağaç türlerine ait özgül kütle değerleri (g/cm³).

Ağaç Türü	(r12)	(r0)	Kaynak
<i>Quercus robur</i> L.	0.69	0.65	(Örs, 2001)
<i>Betula verrucosa</i>	0.65	0.61	(Göker, 1982)
<i>Castanea sativa</i> Mill.	0.63	0.59	(Göker, 1982)
<i>Pirus comminis</i> L.	0.69	0.65	(Göker, 1982)
<i>Morus alba</i> L.	0.67	0.60	(Yıldırım, 2006)

Hücre duvarı maddesi oranı ortalama %39.95 olup %29.86 ile %50.13 arasında değişmektedir. Hava boşluğu oranı ise ortalama %60.06'dır. Hava boşluğu oranı arttıkça ağaç malzemenin absorbe edebileceği empenye maddesi miktarı artmaktadır (Gündüz, 1999). Ak Dut ağacına ait hacim-yoğunluk değeri ile bazı yapraklı ağaç türlerine ait ortalama hacim-yoğunluk değerleri Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Bazı yapraklı ağaç türlerine ait hacim yoğunluk değerleri.

Ağaç Türü	y (g/cm ³)	Kaynak
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	0.513	(Göker, 1982)
<i>Ulmus carpinifolia</i>	0.555	(Örs, 2001)
<i>Quercus robur</i> L.	0.570	(Örs, 2001)
<i>Fagus orientalis</i> L.	0.531	(Göker, 1982)
<i>Castanea sativa</i> Mill.	0.470	(Örs, 2001)
<i>Pirus comminis</i> L.	0.547	(Örs, 2001)
<i>Morus alba</i> L.	0.532	(Yıldırım, 2006)

Morus alba L. için bulunan hacim-yoğunluk değeri *Fagus orientalis* L. ile aynı sınırlar içerisinde çıkmıştır. Buna karşılık *Quercus robur* L., *Ulmus carpinifolia* ve *Pirus comminis* L.'den düşük. *Castanea sativa* L. ve *Fraxinus excelsior* L.'den ise yüksek çıkmıştır. Ak Dut'a ait daralma yüzdeleri ve alabileceği maksimum su miktarı ise Çizelge 13'de bazı yapraklı ağaç türleriyle karşılaştırılmıştır. Buna göre en düşük hacimsel daralma değerinin Ak Dut'a ait olduğu görülmektedir. Genişleme yüzdeleri de daralma yüzdelerine paralellik göstermektedir. Bütün ağaç endüstri sektörlerinde odunun az çalışması istenilen bir özelliktir. Maksimum su miktarlarına bakıldığında Ak Dut'a ait değer *Castanea sativa* Mill. ve *Fraxinus excelsior* L.'den düşük, diğer ağaç örneklerinden ise yüksek çıkmıştır.

Çizelge 13. Bazı yapraklı ağaç türlerine ait ortalama daralma ve alabilecekleri maksimum su miktarları (%).

Ağaç Türü	Daralma Miktarı				Alabileceği Miktarı	Mak. Su
	Radyal	Teğet	Hacimsel	Kaynak	rmax (%)	Kaynak
<i>Juglans regia</i> L.	5.4	7.5	13.4	(Göker, 1982)	-	-
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	5	8	13.2	(Göker, 1982)	128.26	(Göker, 1982)
<i>Ulmus carpinifolia</i>	4.6	8.3	13.2	(Göker, 1982)	113.11	(Örs, 2001)
<i>Quercus robur</i> L.	5.4	7	12.6	(Göker, 1982)	108.77	(Örs, 2001)
<i>Fagus orientalis</i> L.	5	10.5	16	(Göker, 1982)	121.65	(Göker, 1982)
<i>Betula verrucosa</i>	5.3	7.8	13.7	(Göker, 1982)	-	-
<i>Castanea sativa</i> Mill.	-	-	-	-	146.10	(Örs, 2001)
<i>Pirus comminis</i> L.	4.6	9.1	14.1	(Göker, 1982)	116.15	(Örs, 2001)
<i>Morus alba</i> L.	3.52	7.34	11.55	(Yıldırım, 2006)	121.55	(Yıldırım, 2006)

Ak Dut odununun alabileceği maksimum su miktarı ile tam kuru özgül kütle arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelenmiştir. Bulunan korelasyon katsayısı değeri 0.918 olup ilişkinin çok kuvvetli olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 14’de bazı yapraklı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci (sB//) ve eğilme direnci (sE) değerleri verilmiştir.

Çizelge 14. Bazı yapraklı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci ve eğilme direnci değerleri.

Ağaç Türü	sB// (N/mm ²)	sE (N/mm ²)	Kaynak
<i>Juglans regia</i> L.	72	147	(Göker, 1982)
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	52	120	(Göker, 1982)
<i>Ulmus carpinifolia</i>	56	89	(Göker, 1982)
<i>Quercus robur</i> L.	60	110,5	(Göker, 1982)
<i>Fagus orientalis</i> L.	64	87	(Göker, 1982)
<i>Betula verrucosa</i>	51	147	(Göker, 1982)
<i>Castanea sativa</i> Mill.	50	77	(Göker, 1982)
<i>Pirus comminis</i> L.	53	99	(Göker, 1982)
<i>Morus alba</i> L.	49	82	(Yıldırım, 2006)

Çizelge 14’e göre Ak Duta ait liflere paralel basınç direnci değeri bu ağaçların değerleri ile kıyaslandığında en düşük değere sahiptir. *Fraxinus excelsior* L., *Pirus comminis* L., *Betula verrucosa*, ve *Castanea sativa* Mill. Ak Dut’a en yakın basınç direnci değerlerine sahiptirler. Liflere paralel basınç direnci ile hava kurusu ve tam kuru özgül kütle arasındaki ilişki regresyon analizi uygulanarak belirlenmiş ve bulunan korelasyon katsayısı değerleri hava

kurusu için 0.613, tam kuru özgül kütle için 0.570 çıkmıştır. Ak Dut odununun basınca göre kalite değeri 7.34 olup orta sert kalite sınıfına girmektedir. Ağaç birleştirmelerinde teknik olarak bu değerin yüksek olması istenmektedir. Ak Dut'a ait eğilme direnci bu ağaçların değerleri ile kıyaslandığında *Castanea sativa* Mill.'den sonra en düşük değerin Ak Dut'a ait olduğu görülmektedir. Bu değerin düşük olmasının nedeninin Ak Dut ağacında bulunan odun liflerinin boyuna eksen ile yaptığı açıdan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Odun liflerinin boyuna eksen ile yaptığı açı 0°'den 90°'ye yükseldikçe eğilme direnci düşmektedir. Eğilme direnci ile hava kurusu ve tam kuru özgül kütle arasındaki ilişki regresyon analizi uygulanarak belirlenmiş ve bulunan korelasyon katsayısı değerleri hava kurusu için 0.521, tam kuru özgül kütle için 0.525 çıkmıştır.

Ak Dut ağacı kağıt ve mobilya sektöründe kullanılmasına rağmen bu alanlarda çok yaygın bir ağaç değildir. Sağlam odun yapısı ve görünüş özellikleriyle mobilya sektöründe daha geniş kullanım alanına sahip olabilecek bir ağaçtır. Bunun yanında, yüksek selüloz içeriği dolayısıyla kağıt sektöründe de daha fazla yer alabilir.

Kaynaklar

- Anonim, 1984.** *İpekböcekçiliği ve Dutçuluk (Seminer Notları)*, İpekböcekçiliği Araştırma Enstitüsü Yayınları. No:81, Bursa, 1-7 s.
- Anon., 2002a.** *Morus alba*, http://gardenbed.com/source/43/4223_lan.asp
- Behferooz, F 1993.** *M. alba* L. ve *M. nigra* L. Üzerinde Farmakognozik Araştırma, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakognozi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, S. 119, Ankara.
- Bozkurt, Y., Erdin N 1995.** *İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri*, İstanbul.
- Carlquist, S. 1986.** Terminology of Imperforate Tracheary Elements, *IWA Bulletin*, N.S., Vol. (1): 75-81, 1986.
- Davis, P H 1982.** *Flora of Turkey and The East Aegean Island*, Edinburg, Vol. 7.
- Duke, J A 1983.** *Handbook of Energy Crops*, http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/nexus/morus_spp_nex.html
- Fengel, D., Wegener, G 1984.** *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reaction*. Walter de Gruyter. New York.
- Göker, Y 1982.** Hızlı Gelişen Türlerden Bazılarının Teknolojik Özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B Serisi, Cilt: 32, Sayı:1, İstanbul.
- Gökmen, H 1973.** *Kapalı Tohumlular* (I. cilt). Sark Matbaası, Ankara..
- Gündüz, G 1999.** Camiyanı Karaçamının (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) Bazı Anatomik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, *Doktora Tezi*, Z.K.Ü. Orman Fak. Bartın.

- Güven, S ve Başaran, M 1979.** Çanakkale Yöresinde Üretilen Kara Dut (*Morus nigra* L.) Meyvesinin Besin Teknolojileri Yönünden Değerlendirilmesi. *Tarımsal Araştırma Dergisi* 1(2) p. 108-117.
- Huo, Y 2002.** Mulberry Cultivation and Utilization In China, Mulberry for Animal Production, FAO Animal Production and Health Paper 147, 11-44.
- Lale, H., Özçagiran, R 1996.** Dut Türlerinin Pomolojik, Fenolojik ve Bazı Meyve Kalite Özellikleri Üzerinde Bir Çalışma. *Derim Dergisi*, 13(4): 177-182
- Machii, H., Koyama A., Yamanouchi H., Matsumoto K., Kobayashi S. and Katagiri K. 2001.** A list of morphological and agronomical traits of mulberry genetic resources. *Misc. Publ. Natl. Inst. Seric. Entomol. Sci.*, 29, 1-307
- Moore, L M 2002.** White Mulberry (*Morus alba* L.) http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_moal.pdf.
- Örs, Y., Keskin, H. 2001.** Ağaç Malzeme Bilgisi, İstanbul.
- Rehder, A 1962.** Manual of Cultivated Trees and Shrubbs, 2. Edition. New York
- Tapi, 1997.** Test Method T 204 cm-97: "Solvent extractives of wood and pulp".
- Tapi, 1999.** Test Method T 207 cm-99: "Water solubility of wood and pulp".
- Tapi, 2002.** Test Method T 212 om-02: "One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp".
- Tapi, 2002.** Test Method T 222 om-02: "Acid-insoluble lignin in wood and pulp".
- Tekeli, S T 1973.** IV. Bilim Kongre Tebliğleri.
- Trujillo, F U 2002.** Mulberry for Rearing Dairy Heifers, Mulberry for Animal Production, FAO Animal Production and Health Paper, 147, 203-206.
- TS 2471, 1981.** Odunda Fiziksel Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara.
- TS 2472, 1985.** Odunda Fiziksel Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara
- TS 2474, 1976.** Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara
- TS 2595, 1977.** Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara
- TS 4084, 1983.** Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara
- TS 4085, 1983.** Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 4086, 1983.** Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS 53, 1981.** Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini için Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TSE, Ankara.
- Xiaolan, Y, Jikan, Z, Wenli, M 1998.** The Composition and Some Characteristics of the Seeds and the Seed-Oil of *Morus alba* L. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*. 13(4): 43-45
- www.wikipedia.org/wiki/Resim:Morus_alba.jpg.