

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

A

CILT
VOLUME
BAND
TOME

40

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1990

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
D E R G İ S İ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



SİĞLA ODUNUNUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT¹⁾

Prof. Dr. Yener GÖKER¹⁾

Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU¹⁾

Kısa Özet

Bu araştırmada ülkemizde endemik bir tür olan ve lokal bir yayılışa sahip bulunan *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı) odununun teknolojik özellikleri saptanmaktadır.

1. GİRİŞ

Sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.) ülkemizde lokal olarak yetişen ancak yetişme muhiti faktörlerinin etkisi ile çaplı ve boylu gövdeler yapan bir türdür. Odunu herhangi bir şekilde yaralandığı zaman patolojik balzam kanalları oluşmakta ve ham sığla yağı salgılamaktadır. Bu nedenle uzun yıllar bu bakımdan orman yan ürünü kaynağı olarak düşünülmüş ve ağaçlar aşırı şekilde yararlanarak odun kalitesi bozulmuştur.

Diğer ülkelerde yetişen bu cinsin türleri odunları genelde mobilya endüstrisinin değerli hammaddesini teşkil etmektedir. Bir orman ağacında yan ürün, asli üründen daha değerli olarak mütalaa edilirse genelde parasal bir kayıp söz konusu olur. Böylece yeni kurulacak sığla plantasyonlarında asıl gaye mobilyalık sığla kerestesi elde etmek olmalı ve bu amaçla ağaçlar belirli yaş ve çapa ulaştırılmalıdır. Bunun yanında modern koruyucu metotlarla sığla odununun teknolojik özellikleri zarara uğratılmadan yan ürün olarak sığla yağı üretimi planlanabilir.

Buna göre bu araştırmanın amacı yerli sığla ağacı odununun teknolojik özelliklerini inceleyerek mobilya vb. üretimine uygunluğunu saptamaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Deneysel Materyali

Araştırma materyali, *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı)'nın doğal olarak yetiştiği Muğla Orman Başmüdürlüğü Köyceğiz Orman İşletmesi'nin Ortaca, Dalaman ve Köyceğiz bölge-

1) I.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

lerinden 18-38 yaşlarında 20-36 cm çapında 8-18 metre boya sahip 25 adet deneme ağacından elde edilmiştir.

Deneme ağaçlarının 2-4 metre yükseklikleri arasındaki düzgün lifli ve budaksız kısımlarından kesilen 1.2 metre uzunluktaki kısa gövde parçalarından Kuzey Güney-Doğu-Batı yörelerinde 6 cm genişlikteki kalaslar biçilmiş ve İ.Ü. Orman Fakültesi'ndeki laboratuvara nakledilmiştir.

Laboratuvara nakledilen kalaslar ön kurumaya bırakıldıktan sonra makinalarda işlenerek standart şekil ve boyutlardaki test örneklerinin elde edileceği taslaklar hazırlanmıştır.

Böylece taslaklardan her bir deneme ağacından ayrı ayrı olmak üzere toplam 270 adet örnek hazırlanmıştır. Bu standart boyuttaki örnekler zımparalanmış, numaralanmış ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve % 65 bağıl nemde rutubetleri % 12 değişmez duruma gelinceye kadar klimatize edilmiştir.

Teknolojik özelliklerin belirlenmesinde çeşitli standartlardan yararlanılmış olup, yıllık halka genişliği, hava kuruğu ve tam kuru özgül ağırlık, hacim ağırlık değeri, daralma yüzdeleri, liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede E-modülü, dik yönde çekme direnci, radyal yönde yanılma direnci belirlenmiştir (TS 53).

Ayrıca denemeler sonucu bulunan münferit değerlerden faydalanılarak istatistik hesaplamalar yapılmış ve bu amaçla her bir denemeye ait Aritmetik ortalama, Değişim genişliği, Standard ayrılış, Varyasyon katsayısı, Ortalamanın güven aralığı ve F değeri saptanmıştır.

2.2. Fiziksel Özellikler

2.2.1. Özgül Ağırlık ve hacim ağırlık değeri:

a. Özgül Ağırlık

Hava kuruğu % 12 rutubette ve tam kuru halde özgül ağırlık değerlerinin saptanması maksadi ile Sığla ağacı deneme ağaçlarından alınan gövde kısımlarında özden geçmek ve Güney, Kuzey, Doğu, Batı yönlerinde olmak üzere 2 cm genişlikte tahtalar biçilmiş ve bu tahtalardan özden kabuğa doğru 3 cm yükseklikte şeritler kesilmiş ve bu şeritlerden enine kesiti 20 x 20 mm ve yüksekliği 30 mm boyutlarında numuneler işlenmiştir. Bu numunelerden budaklı ve çatlak olanları ayırdıktan sonra sağlam olanlar üzerinde deneme ağacı numarası ve sıra numarası belirtilmiştir.

Bu numuneler % 12 hava kuruğu rutubet derecesine getirilmek üzere içerisindeki sıcaklık derecesi $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan klima odasında klimatize edilmiş ve hava kuruğu halinde her bir numunenin ağırlığı ve hacmi bulunarak özgül ağırlıklar hesaplanmıştır. Bunu takiben aynı numuneler içerisindeki sıcaklık $103 \pm 2^\circ\text{C}$ olan bir kurutma dolabında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra tam kuru haldeki özgül ağırlık bulunmuştur. Böylece hava kuruğu ve tam kuru hallerde (289) adet numunede özgül ağırlık değerleri saptanmıştır.

b. Hacim ağırlık değeri:

Sığla ağacında hacim ağırlık değerini bulmak için 20 x 20 x 30 mm boyutlarındaki özgül ağırlık numuneleri değerlendirilmiştir. Tam kuru ağırlıklar, kurutma fırınlarında numuneler değişmez ağırlığı buluncaya kadar kurutulmak suretiyle saptanmıştır. Bunu takiben yaş halde hacim bulmak için aynı numuneler lif doyunluğu rutubet hali olan % 30 rutubeti aşmıcaya kadar su içerisine batırılmış böylece, maksimal genişlemeye erişmesi sağlanmıştır.

Bundan sonra sudan çıkarılan numunelerin eni, boyu ve yüksekliği mm'nin 1/100'üne kadar duyarlılık mikrometreli kompaslarla tespit edilmiş ve bunlar birbiri ile çarpılmak suretiyle yaş hacimler bulunmuştur. Bulunan bu değerlerden her numunenin tam kuru ağırlığı yaş hacme bölünmek suretiyle hacim ağırlık değerleri hesaplanmıştır.

2.2.2. Daralma ve genişleme özellikleri:

Liflere paralel yönde daralma ve genişleme deneyleri 30 x 30 x 100 mm boyutlarındaki numunelerde radyal ve teğet yönlerdeki daralma ve genişleme deneyleri ise 30 x 30 x 10 mm boyutlarındaki numunelerde yapılmıştır.

Deneme ağaçlarından alınan örneklerde daralma yüzdeleri (%) yaş ve kuru boyutlar arasındaki fark, yaş ölçüye bölünmek ve 100 ile çarpılmak suretiyle hesaplanmıştır. Hacim daralma yüzdesi ise boyutları yukarıda belirtilen numunelerde elde edilen hacimlerin çıkarılması ve yaş haldeki hacme bölünmesi ve bulunan değerın 100 ile çarpılması suretiyle hesaplanmıştır.

Genişleme yüzdesinin tespiti için liflere paralel yönde genişleme yüzdesinin tespiti için liflere paralel yönde genişleme yüzdesi α_1 , radyal yöndeki genişleme yüzdesi α_r , yıllık halkalara teğet yöndeki genişleme yüzdesi α_t ve hacim genişleme yüzdesi α_v aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\alpha = \frac{\beta}{1 - \beta}$$

2.2.3. Lif doygunluğu halindeki rutubet yüzdesi:

Lif doygunluğu halindeki rutubet yüzdesi (U_f) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$U_f = \frac{\beta_v}{R}$$

Bu formülde (β_v) hacim daralma yüzdesi, (R) ise belirli bir ağacın ortalama hacim ağırlık değeridir.

2.2.4. Minimal ortalama ve maksimal hacim ağırlık ve tam kuru özgül ağırlık değerlerini içeren Sığla Ağacı odununun içerisine alabileceği maksimum yüzde su miktarı:

Emprenye işlemlerinde önemli olan Sığla ağacı odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, minimum, ortalama, maksimum tam kuru özgül ağırlık ve hacim ağırlık değerlerine göre aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak saptanmıştır.

$$U_{\max} = \frac{\text{Hücre çeperi özgül ağırlığı} - \text{Hacim ağırlık değeri}}{\text{Hücre çeperi özgül ağırlığı} \times \text{Hacim ağırlık değeri}} \text{ veya}$$

$$U_{\max} = \text{Lif doygunluğu rutubeti} + \frac{\text{Hücre çeperi Özgül ağırlığı} - \text{Tam kuru Özgül ağırlığı}}{\text{Hücre çeperi Özgül ağırlığı} \times \text{Tam kuru Özgül ağırlığı}}$$

Hücre çeperi özgül ağırlığı 1,50 gr/cm³ olarak alınmıştır.

2.3. Mekanik Özellikler

Mekanik özelliklere ait araştırmalar TS'deki esaslara uygun olarak yürütülmüştür. Bu özelliklere ait denemelerde 10 tonluk Losenhausen marka ağaç malzeme deneme makinası ile 10 mkp'luk Mohr und Federhaff marka Dinamik eğilmede iş miktarı deneme makinası kullanılmıştır.

2.3.1. Liflere paralel basınç direnci:

Liflere paralel basınç direnci denemelerinde enine kesiti 40 x 40 mm, boyu 60 mm olan (181) adet numune klimatize edilerek hava kurusu (% 12) rutubete getirilmiş ve daha sonra ağaç malzeme deneme makinasında liflere paralel yönde basınca tabi tutulmuş ve böylece kırılma anındaki maksimal basınç değeri saptanmıştır. Daha sonra makinada okunan kırılma anındaki maksimal basınç değeri numuna enine kesit alanına bölünerek kg/cm² olarak basınç direnci bulunmuştur (TS. 2595 (1977)).

2.3.2. Statik ve spesifik kalite değeri:

Sıgla ağacı odununun statik kalite değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$I = \frac{\delta D}{100 \times r_{12}} \quad (\text{km})$$

Burada; δ_D = Hava kurusu halde liflere paralel basınç direnci

r_{12} = % 12 rutubeteki hava kurusu özgül ağırlık

$$\text{Spesifik kalite değeri} = \frac{\delta D}{100 \times r_{12}^2}$$

formülü kullanılmaktadır. Bu formülde δ_D , % 12 rutubeteki hava kurusu ortalama basınç direnci, r_{12} ise % 12 rutubeteki hava kurusu ortalama özgül ağırlığıdır.

2.3.3. Eğilme direnci denemeleri:

Hava kurusu eğilme direncinin saptanmasında (158) adet, 20 x 20 mm enine kesitinde 350 mm boyutunda numuneler elde olunmuştur. Bu numuneler klimatize edilerek % 12 rutubete gelmeleri sağlanmıştır.

Her bir numunede ağaç malzeme deneme makinasında kırılma anında okunan maksimal değerler yardımı ile aşağıdaki formüle uyularak eğilme dirençleri bulunmuştur. TS. 2474 (1976).

$$\delta_B = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot L_s}{2 \cdot b \cdot a} \quad \text{kp/cm}^2$$

Bu formülde;

P_{\max} = Kırılma anında tespit edilen maksimal kuvvet (kp)

L_s = Deneme çitasının dayandığı noktalar arasındaki açıklık (cm)

b = Deneme çitasının genişliği (Yıllık halkalara dik yönde (cm)

a = Deneme çitasının kalınlığı (Yıllık halkalara teğet yönde) (cm)

2.3.3.1. Eğilmede elastiklik modülü:

Eğilme direnci denemeleri için alınan aynı boyutlardaki numunelerde 28 adet numunede E-modülü denemeleri yapılmıştır. Deformasyonların tespitinde özel bir tensometreden yararlanılmıştır. E-modülünün bulunmasında ise aşağıdaki eşitlikten faydalanılmış ve elastiklik sınırına kadar olan bölgede her 20 kp'ta bir, örnekte oluşan deformasyon okunarak her biri için ayrı ayrı E-modü-

lü bulunmuştur. Bunların ortalaması alınarak her bir deneme numunesi için ayrı bir E-modülü saptanmıştır.

Eğilmede Elastiklik modülü:

$$E_B = \frac{P \cdot L_s^3}{4 f \cdot b \cdot a^3} \text{ kp/cm}^2$$

Burada; P = Elastik bölgede herhangi noktadaki kuvvet (kp)

L_s = Deneme çıtasının istinat ettiği noktalar arasındaki mesafe (cm)

b = Deneme çıtasının yıllık halkalara dik yönde genişliği (cm)

a = Deneme çıtasının yüksekliği (cm)

f = Deformasyon miktarı (cm)'dir.

2.3.4. Dinamik eğilme direnci:

Dinamik eğilme direnci denemelerinde enine kesit 20 x 20 mm, boyu 300 mm olan (254) adet numune klimatize edilerek hava kuruşu (% 12) rutubete getirilmiş ve daha sonra 10 mkp iş gücünde bulunan bir pandüllü çekiç aleti ile denemeye tabi tutulmuştur. Bu aletle yapılan deneylerde numunenin, ortasına rastlayan çekiç vurusu ile kırılması anında iskala üzerinde okunan ve numune tarafından sarf edilen iş miktarı (A) saptanmış ve numune enine kesit alanına bölünerek mkp/cm² olarak her bir numunede iş miktarları aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır.

$$a = \frac{A}{b \cdot h} = \frac{A}{F} \text{ mkp/cm}^2$$

Burada;

a = Şok şeklindeki çarpmada kırılma anında deneme çıtası tarafından alınan veya bertaraf edilen işin cm²'ye isabet eden miktarı (mkp/cm²)

A = Deneme çıtasının kırıldığı anda mas ettiği genel iş miktarı (mkp)

b = Deneme çıtası genişliği (cm)

h = Deneme çıtası kalınlığı (cm)

F = b x h = kesit alanı (cm²)'dir.

2.3.4.1. Dinamik kalite değeri:

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilgi nazarı itibare alınırsa dinamik kalite değeri aşağıdaki formülle tayin edilir.

$$I_d = \frac{a}{r_{12}}$$

Burada; I_d = Dinamik kalite değeri

a = Dinamik eğilme direnci (mkp/cm²)

r_{12} = Hava kuruşu halde ortalama özgül ağırlık (gr/cm³)'dir.

2.3.5. Liflere dik yönde çekme direnci:

Hava kuru (% 12) rutubette liflere dik yönde çekme direncinin saptanmasında (411) adet numune üzerinde denemeler yapılmıştır.

Bu numuneler klimatize edilerek rutubetleri % 12'ye getirildikten sonra teste tabi tutulmuş ve kopma anında aletin kadranında okunan maksimal çekme gücü, numunenin orta kısmındaki kesit alanına bölünerek kp/cm^2 cinsinden liflere dik yönde çekme direnci hesaplanmıştır. TS. 2476 (1976).

2.3.6. Radyal yönde yarılma direnci:

Sığla ağacında radyal yönlerde yarılma direncinin araştırılmasında (181) adet numune üzerinde çalışılmıştır. Standart ölçülere göre işlenmiş olan numuneler klimatize edilerek hava kuru % 12 rutubete getirildikten sonra ağaç malzeme deneme makinasında yarılma denemelerine tabi tutulmuş ve her bir numunede yarılma anında saptanan maksimal çekme kuvveti, yarılma alanına bölünmek suretiyle kp/cm^2 olarak yarılma direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$S = \frac{P_{max}}{b \cdot h} = \frac{P_{max}}{F}$$

Burada;

S = Yarılma direnci (kp/cm^2)

P_{max} = Yarılma anındaki maksimal kuvvet (kp)

$b \cdot h = F$ = Yarılma kesit yüzeyi (cm^2)dir.

2.3.7. Yıllık halkalara radyal yönde brinell sertlik deneyleri:

Liflere radyal yönde brinell sertlik değerlerinin saptanmasında Brinell-Mörath metodu uygulanmıştır. Bu maksat için toplam (76) adet numune kullanılmıştır.

Bu numuneler klimatize edildikten ve kapsadıkları rutubet % 12'ye indirildikten sonra numunelerde her üç yönde köşegenlerin kesişme noktalarında Brinell-Mörath metoduna göre sertlik denemeleri yapılmıştır. Bu metoda göre 10 mm çapındaki çelik küre ile numuneler üzerine 50 kp'luk bir basınç yapılmıştır. Kürenin numune içerisinde oluşturduğu çukur sınırının keskin, belirli bir hal alabilmesi ve çukur çapının 1 mm'nin % 1'ine kadar hassas bir şekilde ölçülebilmesi için Basınç esnasında çelik küre ile numune arasına karbon kağıdı konmuştur. Bu metotta en yüksek basınca gittikçe artırılmak sureti ile 15 saniyede ulaşılmakta, bu basınç 30 saniye tesir ettirilmekte ve tekrar 15 saniye içinde tedricen sıfıra indirilmektedir.

Brinell sertlik değerinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden faydalanılmaktadır.

$$H_B = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Bu formülde; H_B = Brinell sertlik değeri (kp/mm^2)

P = Basınç miktarı (50 kp)

D = Brinell sertlik küresi çapı (10 mm)

d = Çelik kürenin ağaç numunede açtığı çukurun çapı (mm) BERKEL (1970).

2.4. Teknolojik Özelliklerin İstatistik Değerlendirilmesi

Deneme sonuçlarının tespitinde her özellik için aşağıdaki değerler hesaplanmıştır.

N = Örnek sayısı (Her bir deneme için)

X = Genel ortalama (Tüm deneme ağaçlarına ait değerlerin aritmetik ortalamasıdır)

R = Değişim genişliği (Ölçülen özelliklerin en küçük ve en büyük değerleri)

S = Standard sapma

V = Varyasyon katsayısı

q = Temsil hatası

p = Temsil hata yüzdesi (% 95'lik güvenirlikle, genel ortalama değer in güven sınırı alt ve üst değerleri)

Alınan örneklerin homojen bir toplumd an alınıp alınmadığı F testi yardımı ile denetlenmiştir.

$$F_{1\text{teap}} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{\text{Gruplar arası varyans}}{\text{Gruplar içi varyans}}$$

biçiminde hesaplanan F değerleri $F_{m_1; m_2} = 0,05$, $F_{m_1; m_2} = 0,01$ ve $F_{m_1; m_2} = 0,001$ tablo değerleri ile karşılaştırma da;

$$F_{1\text{teap}} = \frac{S_1^2}{S_2^2} F_{m_1; m_2} \text{ olması hali, örnekte grupların}$$

düzeyinde aynı ana topluma ait olduğu iddiasına dayanak teşkil etmiştir. Ayrıca Signifikant kontrollerinde (***) % 99.9 signifikant sınırlarında güvenilir, (**) % 99 signifikant sınırlarında güvenilir, (*) % 95 signifikant sınırlarında güvenilir, (-) güvenilir değil şeklinde değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

3.1.1. Özgül Ağırlık ve hacim ağırlık değeri:

Sığla ağacı odununda materyal ve metod bölümünde açıklanmış olan esaslara göre çok sayıda örnekler üzerinde yapılan ölçme ve hesaplamalar sonunda Tam kuru, Hava kurusu haldeki özgül ağırlık ile Hacim ağırlık değerine ait istatistik sonuçlar Tablo No: 1'de açıklanmış bulunmaktadır.

3.1.2. Sığla ağacı odunlarında Adsorpsiyon ve Desorpsiyon suretiyle meydana gelen daralma ve genişleme yüzdeleri:

Sığla ağacı odununda Desorpsiyon suretiyle meydana gelen liflere paralel, radyal, teğet yönlere daralma yüzdeleri ile ilgili istatistik değerlendirme sonuçları Tablo No. 2'de verilmiştir.

Tablo 2'den anlaşılacağı gibi Sığla odununun hacmen daralma yüzdesi % 16.12'dir. Ayrıca elde edilen daralma yüzdelerinden materyal ve metod kısmında belirtilen formüle göre sığla odununda liflere paralel, radyal, teğet ve hacim genişleme yüzdeleri hesaplanmış olup, aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Tablo No: 1- Sığla'da Tamkuru, Hava kurusu özgül ağırlık ve Hacim ağırlık değerleri

	İşareti	Tamkuru Özgül Ağırlık U = % 0 gr/cm ³	Hava Kurusu Özgül Ağırlık U = % 12 gr/cm ³	Hacim Ağırlık Değeri gr/cm ³
Numune Sayısı	N	289	289	285
Deneme ağacı sayısı	K	25	25	25
Ortalama özgül ağırlık	\bar{X}	0,555	0,586	0,468
Değişim genişliği gr/cm ³	R	0,430-0,680	0,480-0,720	0,390-0,570
Standard ayrılış gr/cm ³	$\pm S$	0,054	0,054	0,044
Varyasyon katsayısı (%)	V	9,11	% 8,88	8,42
Ortalamanın Güven aralığı (S = % 95 için)	$\pm q$	0,180	0,118	0,013
	$\pm p$	3,237	3,128	2,864
F - Testi	F	18,569***	18,316***	14,670***

Tablo No: 2- Sığla odununda liflere paralel (βl), Radyal (βr), Teğet (βt) yönlerde ve hacmen daralma yüzdeleri

	İşareti	Daralma miktarları		
		Liflere paralel βl	Radyal βr	Teğet βt
Numune sayısı	N	165	427	426
Deneme ağacı sayısı	K	25	22	22
Ortalama Daralma Yüzdesi (%)	\bar{X}	0,31	6,364	9,453
Değişim genişliği (%)	R	0,00	3,270	2,73
		1,3	12,610	20,60
Standard ayrılış	S	0,27	1,963	2,182
Varyasyon katsayısı	V	86,87	30,855	23,086
Ortalamanın Güven Aralığı (S = % 95)	$\pm q$	0,076	5,607	6,343
	$\pm p$	24,869	0,357	0,600
F-Testi	F	4,035***	3,234***	9,429***

Genişleme miktarları		Sığla odunu (%)
Liflere paralel yönde	(α l)	0,31
Radyal yönde	(α r)	6,79
Teğet yönde	(α t)	10,44
Hacmen	(α v)	17,54

3.1.3. Lif doygunluğu halinde yüzde su miktarı:

Sığla ağacı odununda bulunan lif doygunluğu halindeki yüzde su miktarı (U_f) aşağıda açıklanmıştır.

$U_f = \% 34,44$ 'tür.

3.1.4. Minimal, ortalama ve Maksimal Hacim ağırlık ve tamkuru özgül ağırlık değerlerini içeren sığla odununun içerisine alabileceği maksimum yüzde su miktarları:

Araştırma konusu olan sığla odununda materyal ve metod kısmında belirtilen esaslara göre bulunmuş olan minimum, ortalama ve maksimum ağırlık ve tamkuru özgül ağırlık değerlerini içeren sığla odununun içerisine alabileceği maksimum yüzde su miktarı Tablo 3'te açıklanmıştır.

Tablo No: 3- Minimal, Ortalama ve Maksimal hacim ağırlık ve tamkuru özgül ağırlık değerlerini içeren sığla odununun içerisine alabileceği maksimum yüzde su miktarları

	Hacim Ağırlık (R) Değeri gr/cm ³	Maksimum su miktarı %
Maksimum	0,570	109
Ortalama	0,468	143
Minimum	0,260	318
	Tamkuru özgül ağırlık gr/cm ³	Maksimum su miktarı %
Maksimum	0,680	114
Ortalama	0,555	148
Minimum	0,430	200

3.2. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular

3.2.1. Liflere paralel basınç direnci:

Yapılan deneyler sonucunda sığla ağacı odunu için havakurusu (% 12) rutubet derecesinde bulunan liflere paralel basınç direnci değeri Tablo No: 4'te gösterilmiştir.

Sonuç olarak Tablo No. 4'te görüldüğü gibi Sığla'da aritmetik ortalama liflere paralel basınç direnci değeri $382,7 \pm 37,7$ kp/cm²'dir.

Tablo No: 4- Sığla ağacı (Liquidambar orientalis)'nda liflere paralel yönde basınç direcni değeri

	İşareti	Liflere Paralel Basınç M = % 12 kp/cm ²
Numune Sayısı	N	181
Deneme Ağacı Sayısı	K	21
Ortalama Liflere Paralel Basınç Direnci	X	382,7
Değişim Genişliği	R	296.4 - 476,9
Standard Ayrılış	S	37.74
Varyasyon Katsayısı (%)	V	9.86
Ortalamanın Güven Aralığı (S = % 95)	± q	14.10
	± p	3.65
F - Testi	F	11.07***

3.2.1.1. Statik ve spesifik kalite değeri:

Sığla ağacı odununda materyal ve metod kısmında açıklanmış olan formüle göre hesaplanan statik ve spesifik kalite değerleri aşağıda açıklanmış bulunmaktadır.

Basınç direncinde statik ve spesifik kalite değeri	
Statik kalite değeri	Spesifik kalite değeri
6.53	11.11

3.2.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü:

Yapılan deneyler sonucunda sığla odunu için havakurusu (% 12) rutubet derecesinde bulunan Eğilme direnci ve eğilmede Elastiklik modülü değerleri topluca aşağıda Tablo No: 5'te verilmiş bulunmaktadır.

3.2.3. Dinamik Eğilme Direnci:

Materyal ve Metod kısmında belirtilmiş olan esaslara göre yapılan deneyler sonucu Sığla odununda elde olunan dinamik eğilme direnci (çarpma ile eğilmede iş miktarı değerleri Tablo No: 6'da açıklanmış bulunmaktadır.

Sonuç olarak Tablo 6'da görüldüğü gibi sığla odununda aritmetik ortalama dinamik eğilme (şok) direnci değeri $0,64 \pm \text{kpm/cm}^2$ 'dir.

Materyal ve metod kısmında açıklanmış formüle göre hesaplanmış olan dinamik kalite değeri aşağıda açıklanmış bulunmaktadır.

Dinamik Kalite Değeri = $I_d = 1,86$ 'dır.

Tablo No: 5- Sığla (Liquidambar orientalis) Odununda Eğilme Direnci ve E-Modülü Değerleri

	İşareti	Sığla (Liquidambar orientalis)	
		Eğilme direnci M = % 12 Kp/cm ²	E-Modülü M = % 12 Kp/cm ²
Numune Sayısı:	N	158	26
Deneme Ağacı Sayısı:	K	25	9
Aritmetik Ortalama	\bar{X}	780,5	62348
Değişim Genişliği	R	331,6 - 1406,2	30136 - 102581
Standard Ayrılış	$\pm S$	178,5	16733
Varyasyon Katsayısı	(%) V	22,9	26,83
Ortalamanın Güven Aralığı (S = % 95) için	$\pm q$	40,5	-
	$\pm p$	5,17	-
F - Testi	F	1,916 (-)	-

Tablo No: 6- Sığla Odununda Dinamik Eğilme Direnci-Değeri

	İşareti	Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci) kpm/cm ²
Numune Sayısı	N	230
Deneme Ağacı Sayısı	K	25
Aritmetik Ortalama	\bar{X}	0,66
Değişim Genişliği	R	0,021 - 2,430
Standard Ayrılış	$\pm S$	0,14
Varyasyon Katsayısı	(%) V	21,61
Ortalamanın Güven Aralığı	$\pm q$	0,108
	$\pm p$	16,525
F - Testi	F	1,916 (-)

3.2.4. Liflere dik yönde çekme ve yarıma direnci:

Daha önceki bahirlerde izah edilen esaslara göre fazla sayıda örnekler üzerinde yapılan hesaplamalar sonucu hava kurusu haldeki dik yönde çekme ve yarıma direnci değerleri Tablo 7'de verilmiş bulunmaktadır.

Tablo No: 7- Sığla Odununda Liflere Dik Yönde Çekme ve Yarıma Direnci Değerleri

	İşareti	Liflere dik yönde Çekme direnci M = % 12 kp/cm ²	Yarıma Direnci M = % 12 kp/cm ²
Numune Sayısı	N	411	181
Deneme Ağacı Sayısı	K	25	24
Ortalama Direnç Değeri	\bar{X}	23,510	7,067
Değişim Genişliği	R	5,200 - 34,300	4,66 - 12,80
Standard Ayrılış	$\pm S$	5,08	1,774
Varyasyon Katsayısı	(%) V	21,61	25,106
Ortalamanın Güven Aralığı (S = % 95) için	$\pm q$	1,10	0,621
	$\pm p$	4,66	8,790
F - Testi	F	5,036***	9,651***

3.2.5. Radyal yönde brinell sertlik değeri:

Sığla odununun radyal yönde Brinell Sertlik değeri aşağıda Tablo 8'de açıklanmış bulunmaktadır.

Tablo No: 8- Sığla Odununda Radyal Yönde Brinell Sertlik Değeri

	İşareti	Radyal Yönde Brinell Sertlik Değeri (kp/mm ²) M = % 12
Numune Sayısı	N	76
Deneme Ağacı Sayısı	K	25
Ortalama Sertlik Değeri	\bar{X}	2,561
Değişim Genişliği	R	1,46 - 5,15
Standard Ayrılış	$\pm S$	0,636
Varyasyon Katsayısı	(%) V	24,834

4. TARTIŞMA

Bu araştırmada elde edilen bulgular, birbirine yakın anatomik yapıya sahip yapraklı ağaç türleri ile karşılaştırıldığında ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Sığla odunu 0,586 gr/cm³lük hava kuru özgül ağırlığı ile Kızılağaç, İhlamur, söğüt ve Kavaktan daha ağır, Kayacık, Kayın, Çınar, Akçaağaç, Huş'dan daha hafif olup yaklaşık Okaliptus'un

özgül ağırlığındadır. Hava kuru özgül ağırlık Liquidambar styraciflua'da $0,54 \text{ gr/cm}^3$ - $0,56 \text{ gr/cm}^3$ bulunmaktadır. Tomruklarda budak oranı oldukça düşüktür. Gövde enine kesiti daire şeklinde olup, çaplı ve boyulu gövdeler yapar. Ağaç gövdelerinde olukluluk ve eksantrik şekle genelde rastlanmaktadır. Odunu oldukça yeksenak bir tekstürdedir. Yapraklı bir ağaç olan sığlanın odunu dağınık küçük traheli bir yapıya sahip olup, küçük traheler bütün yıllık halka içerisinde dağınık durmaktadır. Özellikle öz ışınlarının sık ve daha az belirli olması nedeni ile anatomik yapı bakımından Okaliptus ve Kayacak'a daha yakındır. Motif olarak bir özellik göstermez. Odunu soluk kırmızı ile gül kuru renktedir ve değişik tonda renkleri içerir. bu cinsin diğer türü olan liquidambar styraciflua'da ise bundan farklı olarak, diri odun kremi beyaz, öz odun pembemsi kahverengi ile, koyu kırmızımsı kahverengi arasında değişmekte tekstür, ince ve üniform, lifler genelde gayrimuntazam, kurutulmuş odunu seten parlaklığına sahiptir. Kerestesi kolay kurur. Ancak bükülmeye ve çarpılmaya meyledir. Uygun bir şekilde kurutulmaz ise, yüksek su muhtevası nedeni ile atmosferik değişimlerden etkilenir, çalır ve çatlar. Tomruklar radyal yönde çeyrek kesiş metodu ile kesilirse kullanım yerinde çalışması oldukça azalır. Kesim alanında beklemiş tomrukların diri odun kısmında mavi renk oluşumu görülebilir. Yıllık halkaları az belirgin, paransim hücreleri görülmez. Öz ışınları çıplak gözle farkedilemez. Boyuna kesitte traumatik balzam analları içlerindeki beyaz renkli depozit maddeleri ile bazen görülebilir. Odunu oldukça ince bir tekstür gösterdiği için makine ve el aletleri ile işlenmiş yüzeyler nispeten düzgündür. Ancak, reaksiyon odunu içeren örneklerde biçilmiş kerestenin radyal yüzeyinde pürüzlü liflik görülebilir.

Sığla odunu genelde rutubetli, derin topraklı taban arazide yetiştiği için oldukça geniş yıllık halkalar yapmaktadır. Ancak dağınık traheli bir yapıya sahip olması nedeni ile halkalı büyük traheli ağaçların odunları gibi sert olmayıp oldukça yumuşaktır ve kolay işlenir. Zira yıllık halka ve özgül ağırlık arasındaki ilişki dağınık traheli ağaçlarda halkalı traheli ağaçlar kadar çok belirgin değildir.

Taze halden tam kuru hale geçişte hacim daralma yüzdesi % 16,12'dir. Bu değer yerli ağaç türlerimizden Çoruh meşesinde % 17,35, Kayında % 15,5, Okaliptus'da % 12,7, Huş'ta % 13,7, Gürgende % 12,4, Ihlamurda % 14,9 ve Kızılağaçta % 14,2'dir. Bu miktar orta bir değeri ifade etmektedir ve biçilmiş kerestesi kururken problem yaratacak şekilde eğilme, bükülme, çarpılma, oluklaşma ve çatlama yapması beklenebilir. Diğer bir deyimle uygun boyut stabilizasyonu göstermeyebilir.

Sığla ağacı odununda lif doyunluğu halindeki yüzde su miktarı $U_f = 34,44$ olarak saptanmıştır. Bu değer bazı ağaç türleri ile karşılaştırıldığında örneğin Servide % 19,765, Kokulu Ardiçta % 18,00, Karaçamda % 30, Batı Karadeniz Göknaurunda % 34'tür. Böylece % 32-% 35 sınır arasında bulunduğu için Kavak, Ihlamur, Kızılağaç, Huş, Kayın ve Gürgen ile birlikte Lif Doygunluğu Noktası çok yüksek olan ağaçlar grubuna girmektedir.

Sığla ağacı odununun emprenye işlemlerinde önemli olan bünyesine alabileceği en yüksek su miktarı, odunun sadece hücre çeperinin değil, hücre boşluklarının kapilar boşlukların su ile doyunması halidir. Bu durumda Sığla Hacim Yoğunluk değeri nazarı dikkate alındığında % 143, Tam kuru özgül ağırlığa göre % 142 oranında su alabilmektedir.

Böylece sığla odunu Karaçam'a göre bünyesine daha az su, dolayısıyla daha az emprenye maddesi almaktadır.

Mekanik özellikler söz konusu olduğunda liflere paralel basınç direnci bakımından sığla odunu $328,7 \pm 37,74 \text{ kp/cm}^2$ lik değerle benzer ağaçlar arasında en düşük değere sahiptir. Zira bu değer, Kayında 644 kp/cm^2 , Akçaağaçta 620 kp/cm^2 , Kızılağaçta 470 kp/cm^2 , Ihlamurda 520

kp/cm², Okaliptus'ta 373 kp/cm², Söğütte 340 kp/cm² ve Kavakta 350 kp/cm²'dir. Bunun nedeni hızla büyüme sonucu odununun nispeten poröz bir yapıya sahip oluşudur.

Sığla odununda statik kalite değeri 6,53 km, spesifik kalite değeri ise 11,11 olarak tespit edilmiştir. Statik kalite değeri MONNIN'e göre orta sertlikte yapraklı ağaçlarda 7'den küçük olursa düşük, 6-7,5 arasında orta, 7,5'tan büyük değerler için iyi olarak ayrılmaktadır.

Sığla odunu bu bakımdan orta statik kalite değerine sahiptir. Böylece özellikle mobilya endüstrisinde, işleme ve yüzey düzgünlüğünün önemli olduğu yerlerde kullanılmalıdır.

Eğilme direnci değeri, hava kurusu halde, aynı veya yakın anatomik özelliklere sahip ağaçlarla karşılaştırılırsa, Kayın, Çınar, Akçaağaç, Kızılağaç, Huş ve İhlamurdan düşük Okaliptüs, Söğüt ve Kavaktan yükselir. Bunun nedeni yıllık halka genişliği içerisindeki yazodunu iştirak oranının az oluşudur. Keza Eğilmede E-Modülü değeri 58783 kp/cm² olduğu için oldukça gevrek bir yapıya sahiptir. Bu bakımdan eğilme direncinin önemli olduğu yerlerde kullanılmamalıdır.

0,64 kpm/cm²'lik Dinamik eğilme direnci değeri ile Sığla odunu bu bakımdan Kayın, Çınar, Akçaağaç, Huş ve Söğütten düşük, Kızılağaç, İhlamur ve Kavaktan yüksek bulunmaktadır. Dinamik kalite değeri 1,86 olup, MONNIN'e göre orta sert ağaçlarda 1-2 arası orta kalite olduğu için sığla bu bakımdan orta kalitede bulunmaktadır. Bu değer Kayında 2.0'dır. Bu değer çeşitli ağaç türlerinin şok şeklindeki etkilerine karşı koyma kabiliyetini göstermektedir.

Liflere dik yönde çekme direnci değeri denemeler sonunda 23.510 kp/cm²'dir. Benzer ağaçlarda daha yüksek olup bu değer kayında 31 kp/cm², Kızılağaçta 20 kp/cm², İhlamurda 22,8, Okaliptusta 26,7 kp/cm², Kavakta 17 kp/cm² ve Servide 16,1 kp/cm²'dir. Yarıлма direnci değeri ise sığlada radyal yönde 7.067 kp/cm² olup bu değer Kayında 8,6 kp/cm², Akçaağaçta 10 kp/cm², Kızılağaçta 7, Okaliptusta 7 ve Servide 4,6 kp/cm²'dir. Bir ağaç türünde yarıлма direnci yükseldikçe yarıлма kabiliyeti azalır. Liflere dik yönde çekme ve yarıлма direnci özellikle ağaç malzemenin tormalanmasında ve planyalanmasında önemlidir. İşleme esnasında liflere dik yönde çekme ve radyal yönde yarıлма direnci büyük olan ağaçlarda kesici elemanlar lifleri kopartma yerine keserek daha düzgün yüzeyler elde olunur. Aksi durumda ise kesme esnasında bıçakların ağız açısı önünde boşluk oluşarak lifler birbirinden ayrılır ve kesme fonksiyonu yerine gelemmez. Yüzey düzgünlüğü bozulur, zımparalama işlemleri artar.

Böylelikle lif kalkması vb. kusurlar oluşmamaktadır. Yarıлма direnci, çekme, eğilme ve şok direnci arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur.

Çatlaklar liflere dik yönde çekme direncini azaltır. Anatomik bakımdan üniform bir yapıda olan ağaçlarda çatlama çok az olacağı için bu tip ağaç malzemedeki dik yönde çekme direncinin oldukça fazla olacağı umulmaktadır.

Sertlik, ağaç malzemenin işleme özellikleri hakkında fikir verir. İşleme özellikleri denince, genellikle planyalama, frezeleme, tormalama, delme, zımparalanma anlaşılmaktadır. Radyal kesit sertliği enine kesit sertliğinden daha düşük, teğet kesit sertliğinden ise biraz daha yüksek değer verir. Özellikle öz ışınlarının iştirak oranı, kalınlığı, özgül ağırlık, yazodunu iştirak oranı, kuruluk derecesi ve katı madde miktarı radyal kesit sertliğini etkilemektedir. Yapılan araştırmalar sonucu sığla odununda radyal yönde Brinell sertlik değeri 2.561 kp/mm² olarak saptanmıştır.

178 adet yıllık halka üzerinde yapılan ölçümelere göre aritmetik ortalama yıllık halka genişliği 4.87 ± 2.17 mm olup bu değer 1.15 mm ile 13.27 mm arasında değişmektedir. Standart ayınlık ile ilgili varyasyon katsayısı % 44,62'dir. Böylece sığla odununun yetişme muhiti faktörlerine bağlı olarak oldukça geniş bir yıllık halka yapısına sahip olduğu anlaşılmıştır.

Yıllık halka içindeki yaz odun iştirak oranı ise aynı ölçülere dayanılarak % 4.05 olarak saptanmıştır. Sığlada yıllık halka içindeki çok düşük yaz odunu iştirak oranı gevrek ve oldukça yumuşak bir oduna işaret etmektedir.

5. ÖZET

Bu araştırmanın amacı Türkiye'de doğal olarak yetişen ve endemik bir tür olan Sığla (*Liquidambar orientalis*'in) teknolojik özelliklerini ve mobilya endüstrisine uygunluğunu tayin etmektir.

Araştırmalar sonunda elde olunan en önemli sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

Sığla ağacı özellikle taban arazide sık meşcerelerde dolgun, düzgün, boylu, çaplı gövdeler yapmaktadır. Budak oranı oldukça azdır, genelde oluklu ve spiral lifli, reaksiyon odunu içeren gövdeler yapmaz. Odunu yeknesak bir tekstürde, saten parlaklığında ve soluk ırmızı, kahverengidir. Sığla odunu normal halde balzam kanalı içermez, dağınık küçük trahelidir. Oldukça geniş yıllık halka yapar ve yaz odun tabakası dardır. ortalama yıllık halka genişliği 4.87 mm'dir.

Sığla odununun hava kurusu halde ortalama Fiziksel ve Mekanik özelliklerine ait değerler aşağıda verilmiştir.

Özellikler

Özgül ağırlık:

Tamkuru	:	gr/cm ³	0.555
Hava kurusu	:	gr/cm ³	0.586
Hacim ağırlık değeri	:	gr/cm ³	0.468

Daralma (Yaş halden-Tamkuru)

Boyuna	%	0.31
Radyal	%	6.36
Tangensiyal	%	9.45
Hacmen	%	16.12
Lif doygunluğu noktası	%	34.44
Basınç direnci	kp/cm ²	328.7
Eğilme direnci	kp/cm ²	780.5
Eğilmede E-Modülü	kp/cm ²	58783
Dinamik Eğilme	kpm/cm ²	0.64
Liflere dik çekme	kp/cm ²	23.510
Radyal yönde yarıma	kp/cm ²	7.067
Radyal yönde Brinell	kp/mm ²	2.561
Sertlik		

Bu özelliklere göre sığla odunu, oldukça gevrek, yumuşak, kolay işlenir ve düzgün yüzeyler verir, rengi anatomik özellikleri nazarı dikkate alındığında mobilya üretimi için son derece elverişlidir. Yan ürünü olan sığla yağının odununu tahrip edecek ve asli ürün yerine geçecek şekilde üretimi uygun bulunmamaktadır.

DIE TECHNOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN DES "TURKISCHEN STORAX = BAUM" HOLZES

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT
Prof. Dr. Yener GÖKER
Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU

A b s t r a k t

Bei dieser Arbeit wurde die technologische Eigenschaften des "türkischen Storax-Baum (*Liquidambar orientalis* Mill') Holzes, der der Türkei eigene Baumarten ist und eine örtlich begrenzte Ausbreitung zeigt, bestimmt.

Zusammenfassung

Der Zweck dieser Arbeit war die technologische Eigenschaften und die Tauglichkeit des türkischen Storaxbaum (*Liquidambar orientalis*) Holzes für die Möbelindustrie zu bestimmen. Dafür wurden die Bäumen, die in natürlichen Beständen wachsen, beobachtet und zahlreiche Proben (genomern von 25 Bäumen), untersucht.

Es wurde herausgestellt, dass die Storaxbäume, besonders in tiefen Lagen, wo sie geschlossene Bestände bilden, erzeugen Stämme, welche vollholzig, gerade, lang und von grossen Durchmesser sind. Das Nutzholz ist nicht spannrückig, enthält wenige eingewachsene Äste, neigt nicht Reaktionsholz (Zugholz) zu bilden und zu Drehwucks. Das Holz ist homogen im Texture, glänzt Satin ähnlich, hell rötlich braun. Jahresringe sind breit (4.81 mm), nicht auffallend, mit schmalen Spätholzanteil. Die Gefässe sind vom kleinen Durchmesser und zèrstreut Balsamkanalle (traumatish) sind nicht häufig.

Die physikalische und mechanische Eigenschaften ermittelt nach den jeweilig geltenden Normen sind wie folgt:

$$\begin{aligned}r_o &= 0.555 \text{ g/cm}^3 \\r_{12} &= 0.586 \text{ g/cm}^3 \\R &= 0.468 \text{ g/cm}^3\end{aligned}$$

Schwindmass:

Längst der Faser,	%	0.31
radial,	%	6.36
tangential,	%	9.45
in volumen,	%	16.12

Fasersättigungsfeuchtigkeit,	%	34.44
Druckfestigkeit, kp/cm ²		328.7 ± 37.74
Biegefestigkeit, kp/cm ²		780.5
Biege-Elastizitätsmodul, kp/cm ²		58783
Bruchschlagarbeit, kpm/cm ²		0.64
Zugfestigkeit quer zur		
Faserrichtung, kp/cm ²		23.510
Spaltfestigkeit (radial), kp/cm ²		7.067
Brinellhärte (radial), kp/mm ²		2.561

Aus den oben genannten Untersuchungen geht hervor, dass das Holz von Storaxbaum ziemlich spröde, weich, leicht bearbeitbar ist. Maschinell bearbeitete Oberflächen sind glatt. Es ist für die Möbelherstellung wegen seiner Farbe und anatomischer Eigenheiten sehr geeignet. Daher sollte storax als Nebenproduct bleiben und das Holz von Storaxbaum für Möbelherstellung gebraucht werden.

KAYNAKLAR

- ACAR, İ., 1989: *Liquidambar orientalis* Mill. Balzamu Eterik Yağının GC-MS-DS Sistemi ile Analiz Edilerek Bileşimlerinin Belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Raporlar Serisi No. 33, s. 5-22, Ankara, 1989.*
- BERKEL, A., 1955: *Sığla Ağacı (Liquidambar orientalis Mill.) Odununun Makroskopik Özellikleri ve Anatomik Sıktırısı Hakkında Araştırmalar.* *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 5, Sayı 1-2, s. 1-18.*
- BERKEL, A., 1970: *Ağaç Malzeme Teknolojisi.* *İ.Ü. Yayın No. 1148, O.F. Yayın No. 147, İstanbul.*
- BERKEL, A., 1948: *Orman Mahsullerinden Faydalanma Bilgisi.* *T.C. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Özel sayı: 75.*
- BERKEL, A., S. HUŞ, 1944: *Sığla Ağacı Ormanları ve Sığla Yağı Üzerine Araştırmalar.* *Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, Cilt 3, Sayı 1 (5), 5-9-28.*
- BOZKURT, Y., 1971: *Toros Göknarı (Abies cilicica Carr.)'nın Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar.* *İ.Ü. Yayın No: 1701, O.F. Yayın No: 181, s. 54.*
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y., 1981: *Orman Ürünlerinden Faydalanma.* *İ.Ü. Yayın No: 2840, O.F. Yayın No: 297, İstanbul.*
- EFE, A., 1987: *Liquidambar orientalis* Mill. (Sığla Ağacı) in Morfolojik ve Palinolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 37, Sayı 2, s. 84-114.*
- HAFIZOĞLU, H., 1982: *Analytical Studies on the Balsam of Liquidambar orientalis Mill. by Gas Chromatography and Mass Spectrometry* *Holzforchung 36, 311-313-Berlin-New York.*
- İKTÜEREN, Ş., ACAR, İ., 1987: *Sığla Ağacının (Liquidambar orientalis Mill.) Doğal Yayılışı, Sığla Yağı Üretimi ve Pazarlaması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Dergi Serisi, Cilt 33, Sayı 2, No. 66, s. 7-15.*

KOLLMANN, F., 1951: *Technologie des Holzes und Holzwerkstoffe*. Springer Verlag, Berlin.

TOKER, R., 1963: *Die orientalischen Storax = Wälder in der Türkei. Ihre und wirtschaftliche Bedeutung*.

Holz-Zentralblatt-Stuttgart 20. December 1963, s. 2487-2488.

T.S. 2476 (1976): *Odunun liflere dik doğrultuda çekme gerilmesinin tayini*.

Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

T.S. 2474 (1976): *Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini*.

Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

T.S. 2595 (1977): *Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini*.

Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

T.S. 85 (1983): *Türk Standartları. Sığla Yağı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.*