

**LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky)  
ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

Hakan KESKİN

(Dr.), Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi  
Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü, Endüstriyel Malzeme Anabilim Dalı  
O6500 Beşevler / ANKARA E-mail: khakan@gazi.edu.tr

**ÖZET**

*Bu çalışma, lamine edilmiş Doğu ladini odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla Doğu ladini (*Picea orientalis* Lipsky) odunundan PVAc-D4 tutkalı ile 5 katmanlı olarak hazırlanan lamine ağaç malzemeler kullanılmıştır. Hazırlanan deney örnekleri üzerinde; yoğunluk TS 2472, daralma miktarı TS 4083, eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü TS 2474 ve TS 2478, basınç direnci TS 2595, makaslama direnci, ASTM D 3110 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Sonuç olarak, lamine edilmiş Doğu ladini'nde hava kurusu yoğunluk  $0,466 \text{ g/cm}^3$ , hacimsel daralma miktarı % 11,99, eğilme direnci  $75,29 \text{ N/mm}^2$ , eğilmede elastiklik modülü  $10359,77 \text{ N/mm}^2$ , basınç direnci  $43,54 \text{ N/mm}^2$ , makaslama direnci  $6,59 \text{ N/mm}^2$  olarak bulunmuştur. Deneyler sonunda; Doğu ladini'nden lamine edilerek elde edilen malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin bu ağaç türünü temsil eden masif ağaç malzemeye göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.*

**Anahtar kelimeler :** Laminasyon, Doğu Ladini Odunu, PVAc-D4 Tutkalı

**PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF LAMINATED  
ORIENTAL SPRUCE WOOD MATERIALS**

**ABSTRACT**

*In this study, it is aimed to ascertain and determine some of the physical and mechanical properties of laminated Oriental spruce wood materials. For this purpose, the laminated wood materials were prepared in the form of five layers from Oriental spruce wood materials which have been glued by using PVAc-D4 adhesive. The density TS 2472, shrinkage amount TS 4083, bending strengths and modulus of elasticity TS 2474 and TS 2478, compression strengths TS 2595, shear strengths ASTM D 3110 were determined on the samples prepared. At the end of the experiments, physical and mechanical properties of Oriental spruce wood material has been found as follows; density  $0,466 \text{ g/cm}^3$ , in volume shrinkage amount 11,99 %, bending strengths  $75,29 \text{ N/mm}^2$ , modulus of the elasticity in bending  $10359,77 \text{ N/mm}^2$ , compression strengths  $43,54 \text{ N/mm}^2$ , shear strengths  $6,59 \text{ N/mm}^2$ . As a result, it has been proven that the physical and mechanical properties of the laminated Oriental spruce wood materials have more superior values than the solid wood materials which were representing their kinds.*

**Keywords :** Lamination, Oriental Spruce Wood, PVAc-D4 Adhesive

## 1.GİRİŞ

Ağaç İşleri endüstrisinde her geçen gün daha yaygın kullanım alanı bulan lamine ağaç malzeme, ahşap kaplamaların özellikle lifleri birbirine paralel olarak yapıştırılmasıyla elde edilen yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır (Anonim 1999).

Masif ağaç malzemenin büyük boyutlu ve kavisli elemanlarda tek parça olarak kullanılması, gerek ekonomik ve gerekse teknik açıdan elverişli değildir. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde, tek parça masif ağaç malzeme kullanılması imkanları sınırlıdır. Çünkü, ağaç malzemede bulunan budak, çatlak, spiral liflilik vb. kusurların tamamen giderilmesi mümkün görülmemektedir. Kavisli elemanların üretiminde masif ağaç malzemenin tek parça olarak kullanılması fire oranını artırdığından ekonomik değildir. Ayrıca, eğri forma göre kesilen ağaç malzemede diyagonal liflilik oluşacağından direncini olumsuz etkiler. Bu sakıncaların giderilmesi için laminasyon tekniği kullanılmaktadır. Böylece büyük boyutlu ağaç malzemelerden yüksek kalitede ve istenilen formda lamine masif ağaç malzeme üretilebilmektedir. Laminasyon tekniği ağaç malzemenin kusurlarından arındırılarak kullanılmasına imkan sağlamakta ve üretilen malzemenin kalite özellikleri masif ağaç malzemeden iyi olmaktadır (Keskin 2001). Sağlam parçalardan elde edilen lamine ağaç malzeme, kusursuz olması yanında lamine katlarda farklı kalınlık ve renkte ağaç malzemelerden oluşturulduğundan estetik görünüm sağlar (Örs ve Keskin 2001).

Lamine edilmiş ağaç malzemelerin biçim değişimleri oluşmaması için lamine katların düzenlenmesinde, yıllık halkaların konumuna dikkat etmek gerekmektedir. Bunun sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır. Ağaç türlerine göre daralma miktarları, yıllık halkalara teğet yönde % 3,5-15, radyal yönde % 2,4-11, liflere paralel yönde % 0,1-0,9 arasında değişir (Bozkurt ve Göker 1987).

Lamine elemanı oluşturan katlar arasındaki rutubet farkı TS EN 386 ve DIN 68140'a (Anonim 1998) göre %4'ü aşmamalıdır. Aksi halde, farklı çalışma şartları sonucu oluşan gerilmeler liflere dik yöndeki çekme direncini aşarak çatlamalara sebep olabilir (Keskin 2001).

Laminasyon işleminde kullanılan odunun yapısı, yüzey pürüzlülüğü, pres basıncı, presleme süresi ve kullanılan tutkalın teknik özellikleri odunun yapışma mukavemeti üzerine etkili olmaktadır. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak

LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

oduna göre belirlenir. Pres basınçları yumuşak ağaçlarda  $0,6-1 \text{ N/mm}^2$ , sert ağaçlarda ise  $0,2-1,6 \text{ N/mm}^2$  arasında olmalıdır (Dilik 1997). Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonuç vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde  $0,7 \text{ N/mm}^2$  basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Franklin Glue Comp. 1989).

2 ve 4 mm kalınlığındaki Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) kaplamalarından Poliüretan tutkalı ile lamine edilen ağaç malzemelerin direnç değerlerinin, PVAc tutkalı ile lamine edilenlerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Şenay 1996).

Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis*) odunundan üre-formal-dehid tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri, PVAc tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur (Eren 1998).

Kama dişli birleşmeli masif ağaç malzemelerden soğuk suda bekletilen PVAc tutkallı örneklerin yapışma direnci kabul edilebilir minimum değerlerin altında, üre-formaldehid ve fenol-formaldehid tutkallı üretilenlerin ise standartlarda belirtilen değerlere göre kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Örs 1987).

5mm kalınlığındaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. R.), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* Lipsky) kaplamalarından, PVAc-D4 tutkalı ile 4 katmanlı olarak lamine edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinin, bu ağaç türlerini temsil eden masif ağaç malzemelere göre daha üstün oldukları belirlenmiştir (Anonim 1999).

Çam, göknar, kayın, meşe ve akçaağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılması ile elde edilen ağaç malzeme tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarılma direncinde önemli olduğu bildirilmiştir (Demetçi 1991).

Masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin LVL (*Laminated Veneer Lumber*) mobilya üretiminde özellikle direnç gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi önerilmiştir (Eckelman 1993).

Bu çalışmada, Doğu ladini (*Picea orientalis* Lipsky) odunundan PVAc-D4 tutkalı ile 5 katmanlı olarak üretilen lamine masif ağaç malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2.MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1.1. Ağaç Malzeme

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan masif ağaç malzeme, Ankara-Siteler sanayii bölgesindeki kereste işletmelerinden rastgele seçim (*randomly selected*) yöntemi ile temin edilmiştir. Ağaç malzemenin seçiminde kerestenin kusursuz olmasına, normal büyüme göstermiş, liflerinin düzgün, budaksız, ardaksız, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir.

Masif ağaç malzemelerden 70x780 mm ölçülerinde kesilen 4mm kalınlıktaki kaplamalar istiflendikten sonra, havalandırılan ve direkt güneş ışığı almayan ortamda  $20\pm 2$  °C sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  bağıl nem şartlarında  $\%12$  rutubete ulaşınca kadar bekletilmişlerdir.

### 2.1.2. Tutkal

Yapıştırıcı olarak, Kleiberit firmasının PVAc-D4 tutkalı kullanılmıştır. Üretici firma tarafından tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu  $\sim 1,12$  g/cm<sup>3</sup>, viskozitesi (20 °C)  $13000\pm 2000$  mPas, pH değeri  $\sim 3$ , jelleşme zamanı 6-10 dakika, tebeşirleşme noktası  $+5$  °C, donma direnci  $-30$  °C, sertleştirici oranı  $\% 5$  (*Turbo-Hardener 303,5*), kullanım miktarı 180-200 g/m<sup>2</sup>, uygulama şekli fırça yada silindirli sürme makinesi, depolama süresi  $\sim 12$  ay, presleme süresi; 20 °C'de 15 dakika, 50 °C'de 5 dakika, 80 °C'de 2 dakika olarak verilmiştir (Keskin 2001).

Karışım toksik etkisi olan izosiyanat içerdiği için insan sağ-lığına olumsuz etki yapmaktadır. Temas halinde eller hemen su ile yıkanmalıdır (Keskin 2001).

### 2.1.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

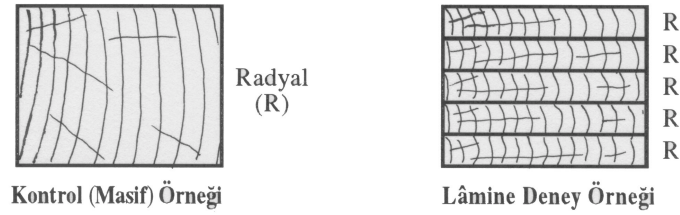
Lamine ağaç malzeme TS EN 386 (Anonim 1999) esaslarına uyularak, hava kurusu haldeki 4mm kalınlığındaki kaplamalardan 20x70x780 mm boyutlarında ve 5 katmanlı olarak üretilmiştir.

Üretici firma önerileri dikkate alınarak gerçekleştirilen işlemde tutkal, yüzeylerden sadece birisine fırça ile ve 180-200 gr/m<sup>2</sup> hesabıyla sürülmüştür. Tutkal çözeltisinin başlangıçtaki ağırlığı ile tutkallama işleminden sonraki ağırlığı tartılmış ve kullanılan tutkal miktarı (fırçada kalan miktar hesaba katılarak) tutkallanan toplam yüzeye bölünmüştür. Yapıştırma işleminde, yüzeyler tutkalanıp  $\sim 5$  dakika bekletildikten sonra

LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

pres basıncı 0,6 N/mm<sup>2</sup>, pres sıcaklığı 20 °C, presleme süresi 20 dakika olmak üzere preslenmiştir. Laminasyon işlemi, sıcak ve soğuk preslemeye uygun basınç göstergeli hidrolik kaplama presinde yapılmıştır.

20x70x780 mm boyutlarında lamine edilmiş ladin ağaç malzemelerin bir kenarları planya edilerek, yüksek devirli daire testere makinesinde ve standartlarda belirtilen ölçülerde 100 adet lamine deney örneği ve 50 adet aynı ağaç türünden kontrol (masif) örneği olmak üzere toplam 150 örnek hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Deney örneklerinin (kontrol ve lamine) makta görünüşleri

#### 2.1.4. Deney Metotları

Hava kurusu yoğunluk tayininde TS 2471 (Anonim 1976a) esaslarına uyularak 20x30x30 mm ölçülerinde hazırlanan örnekler TS 2472 (Anonim 1972) esaslarına göre; 20±2 °C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda ±0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılıp (M<sub>12</sub>), ±0,01mm duyarlıklı dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra hacimleri (V<sub>12</sub>), hesaplanarak hava kurusu yoğunluklar (δ<sub>12</sub>);

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3$$

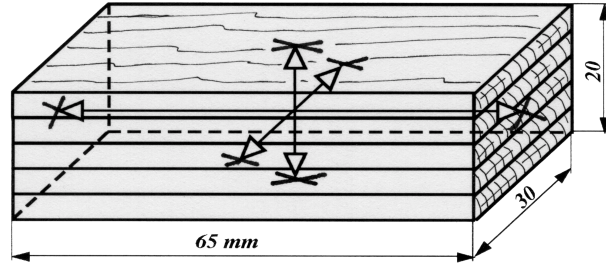
eşitliğinden hesaplanmıştır.

Daralma miktarının belirlenmesinde TS 4083 (Anonim 1983) esaslarına uyularak 20x30x65 mm ölçülerinde 20 adet lamine deney ve 10 adet kontrol (masif) örneği hazırlanmıştır. Bu maksatla 20 °C sıcaklıktaki temiz ve dinlendirilmiş su içerisinde 24 saat bekletilerek doygun hale getirilen örneklerin karşılıklı iki kesitinde işaretlenen noktalar arasındaki mesafe ±0,01 mm duyarlıklı dijital kumpasla ölçülmüştür (Şekil 2). Daha sonra aynı örnekler, 103±2 °C sıcaklıktaki kurutma dolabında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra içerisinde P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bulunan desikatörde soğumaya bırakılmış ve bu

durumda ilk ölçüm yerlerinden tekrar ölçüm yapılarak daralma yüzdeleri ( $\beta$ );

$$\beta = \frac{R_{\ddot{o}} - K_{\ddot{o}}}{R_{\ddot{o}}} \times 100$$

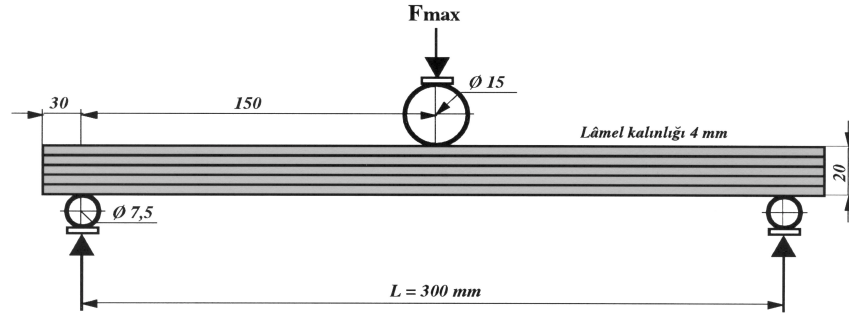
eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada  $R_{\ddot{o}}$ ;rutubetli ölçü,  $K_{\ddot{o}}$ ;kuru ölçü dür.



Şekil 2. Daralma deney örneği ölçüm yerleri (kalınlık, genişlik ve boy)

Liflere ve tutkal hattına dik eğilme direnci ve elastiklik modülü belirlenmesinde TS EN 326 (Anonim 1997) esaslarına göre; 20x20x360 mm boyutlarında 20 adet lamine deney örneği 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır.

Deneyler, TS 2474 (Anonim 1976b) ve TS 2478 (Anonim 1976c) esaslarına uyularak yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deneyi

LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Deneyle bilgisayar kontrollü 1000 kp kapasiteli Üniversal Deneme Makinesinde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet ( $F_{max}$ ) için eğilme direnci ( $\sigma_e$ );

$$\sigma_e = \frac{3F_{max} L}{2bh^2} N/mm^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada L; dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm), b; örneğin genişliği (mm), h; örneğin kalınlığı (mm) dır.

Deney sonrası örneklerin rutubetleri (r) TS 2471 esaslarına göre belirlenerek %12 den sapma gösteren örneklerin hava kurusu rutubetteki eğilme direnci değerleri  $\sigma_{e12} = \sigma_e [1 + 0,04(r-12)]$  N/mm<sup>2</sup> eşitliğinden hesaplanmıştır.

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı ( $\Delta F$ ) için örnekteki eğilme miktarları farkı ( $\Delta f$ ) yardımı ile elastiklik modülü (E),

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} N/mm^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

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

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

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

b : Deney parçasının enkesit genişliği (mm)

h : Deney parçasının enkesit kalınlığı (mm)

Rutubetleri (r) % 12'den farklı olan örneklerin % 12 rutubet-teki elastiklik modülleri,  $E_{12} = E [1 + 0,02(r-12)]$  N/mm<sup>2</sup> formülü ile hesaplanmıştır.

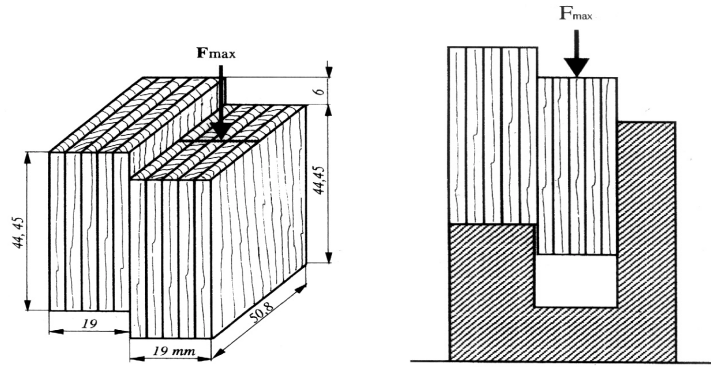
Liflere ve tutkal hattına paralel basınç direnci deneylerinde TS 2595 (Anonim 1977) esaslarına uyulmuştur. Bu maksatla, 20x20x30 mm boyutlarında 20 adet deney ve 10 adet kontrol örneği olmak üzere 30 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı (A) ölçülüp, kırılma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) belirlenerek basınç dirençleri ( $\sigma_m$ );

$$\sigma_b = \frac{F_{\max}}{A} N/mm^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Deney sonrası örneklerin rutubetleri (r), TS 2471'e göre belirlenerek %12'den sapma gösteren örneklerin %12 rutubetteki basınç direnci değerleri ( $\sigma_{b12}$ );  $\sigma_{b12} = \sigma_b [1 + 0,05(r-12)] N/mm^2$  eşitliğinden hesaplanmıştır.

Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deneyinde ASTM D 3110 (Anonim 1988) esaslarına uyulmuştur (Şekil 4).



**Şekil 4.** Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deneyi

Deneylerden önce kuvvetin uygulanacağı ve makaslama etki-sine maruz kalacak alanların boyutları  $\pm 0,01$  mm duyarlıklı dijital kumpasla ölçülmüştür. Kırılma anındaki maksimum kuvvet ( $F_{\max}$ ) yardımı ile makaslama dirençleri ( $\sigma_m$ );

$$\sigma_m = \frac{F_{\max}}{b.l} N/mm^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada b; makaslama yüzeyi genişliği (mm), l; makaslama yüzeyi uzunluğu (mm) dur.

Deney sonrası örneklerin rutubetleri (r) belirlenerek %12'den sapma gösteren örneklerin %12 rutubetteki makaslama direnci değerleri ( $\sigma_{m12}$ );  $\sigma_{m12} = \sigma_m [1 + 0,03(r-12)] N/mm^2$  eşitliğinden hesaplanmıştır.

### 2.1.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Lamine edilmiş ağaç malzemenin özellikleri ile masif ağaç malzemenin özellikleri arasındaki fark T testi ile belirlenmiştir. T testi, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, minimum ve maksimum



LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky) ODUNUNUN BAZI FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

değerlerin hesaplanmasında SPSS 10.1 for Windows programı kullanılmıştır. T testinde gruplar arasındaki farklılığın güven düzeyleri 0,05 hata olasılığı için bir yıldız (\*) ile belirtilmiş-tir. Farklılığın önemsiz çıkması durumunda ise NS (Nonsignificant) yazılmıştır.

### 3. BULGULAR

Lamine edilmiş ağaç malzeme ve masif ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1’de bunlara ilişkin T testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Lamine edilmiş Doğu ladini’nin bazı teknolojik özellikleri

<b>Fiziksel ve Mekanik Özellikler</b>	<b>Masif (Kontrol)</b>	<b>Lamine Malzeme</b>	<b>Değişim (%)</b>	
<i>Hava kurusu yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)</i>	0,448	0,466	3,86	
<i>Daralma Miktarı (%)</i>	$\beta_g$	4,56	4,15	-8,98
	$\beta_k$	8,13	7,64	-6,02
	$\beta_l$	0,23	0,22	-4,34
	$\beta_v$	12,93	11,99	-7,26
<i>Eğilme direnci (<math>\perp</math> N/mm<sup>2</sup>)</i>	72,88	75,29	3,20	
<i>Elastiklik modülü (<math>\perp</math> N/mm<sup>2</sup>)</i>	10070,09	10359,77	2,79	
<i>Basınç direnci (<math>\parallel</math> N/mm<sup>2</sup>)</i>	40,92	43,54	6,01	
<i>Makaslama direnci (<math>\parallel</math> N/mm<sup>2</sup>)</i>	6,28	6,59	4,70	

$\beta_g$ : genişlikçe daralma,  $\beta_k$ : kalınlıkça daralma,  $\beta_l$ : uzunlukça daralma,  $\beta_v$ : hacimce daralma

Hava kurusu yoğunluk, elastiklik modülü, eğilme, basınç ve makaslama dirençleri arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük (daralma miktarları için daha küçük) olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır. Liflere paralel yöndeki daralma miktarları arasındaki fark ise, önemsiz çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucunda, lamine edilmiş Doğu ladini'nin teknolojik özellikleri kendi türünü temsil eden masif (kontrol) ağaç malzemeye göre; hava kurusu yoğunluk değerinde % 3,86, hacimsel daralma miktarında % -7,29, liflere ve tutkal hattına dik eğilme direncinde % 3,20, eğilmede elastiklik modülü değerinde % 2,79, liflere ve tutkal hattına paralel basınç direncinde % 6,01, liflere ve tutkal hattına paralel makas-lama direncinde ise %4,7 oranında daha yüksek çıkmıştır.

Literatürde, masif Doğu ladini odununun hava kurusu yoğunluğu  $0,451 \text{ g/cm}^3$ , hacimsel daralma miktarı %11,21, liflere paralel basınç direnci  $39,07 \text{ N/mm}^2$ , liflere dik eğilme direnci  $70,7 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel makaslama direnci  $6,35 \text{ N/mm}^2$  olarak verilmiştir (Akyüz 1993). Masif ve lamine ladin odunlarının belirtilen özellikleri arasındaki farkın nedeni, laminasyonda kullanılan yapıştırıcının düzgün lifli lameller arasında odunun kohezyon kuvvetini artırıcı etki yapmasından kaynaklanabilir.

Lamine edilmiş Doğu ladini ağaç malzemeler kendi türünü temsil eden masif ağaç malzemelere göre, yoğunlukları daha yüksek olmasına rağmen daha az çalışma göstermişlerdir. Bunun nedeni laminasyonda kullanılan yapıştırıcının yüzeydeki hücre boşluklarını doldurarak odunun daralmasını engellemesinden kaynaklanabilir.

PVAc-D4 tutkalı ile lamine edilmiş masif ladin ağaç malzemenin belirlenen özelliklerine göre; ahşap evlerin iç taşıyıcı elemanlarında, merdiven, tavan ve yer döşemelerinde, kapı, pencere, pervaz ve lambri üretiminde, mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında, dekoratif amaçlı iç mekanlarda, spor ve müzik aletleri yapımında, makine ve teçhizat gibi ağır yüklerin ambalajlanmasında kullanılabilir.

Ağaç malzemenin rasyonel kullanımı için olduğu kadar, masif ağaç malzemeye göre daha sağlam, kusursuz, estetik ve stabil bir malzeme elde edilmesi amacıyla, ülkemizde lamine masif ağaç malzemenin daha yaygın kullanılması konusunda çok yönlü araştırmalar yapılmasına gereksinim duyulmaktadır.

LAMİNE EDİLMİŞ DOĞU LADİNİ (*Picea orientalis* Lipsky) ODUNUNUN BAZI  
FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

**KAYNAKLAR**

- Akyüz, M., Doğu Ladini'nin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon 1993.
- Anonim 1972. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyleer için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, Tse, Ankara
- Anonim 1976a. TS 2471, Odunda Mekanik ve Fiziksel Deneyleer İçin Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara
- Anonim 1976b. TS 2474, Odunun Statik Eğilmede Dayanımının Tayini, TSE, Ankara
- Anonim 1976c. TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini, TSE, Ankara
- Anonim 1977. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TSE, Ankara
- Anonim 1983. TS 4083, Odunda Teğet ve Radyal Doğrultuda Daralmanın Tayini, TSE, Ankara
- Anonim 1988. ASTM D 3110, Adhesive Used in Nonstructural Glued Lumber Product, Astm Standards, West Conshohocken, PA, USA
- Anonim 1989. Franklin Glue COMP., Adhesive Trouble Shooting, Colombus, USA
- Anonim 1997. TS En 326, Ahşap Esaslı Levhalardan Numune Alınması, TSE, Ankara
- Anonim 1998. DIN 68140, Finger Joints in Wood, Part 1: Finger Jointed Structural Timber, Deutsche Norm, Berlin
- Anonim 1999. TS En 386, Yapıştırılmış Lamine Ahşap Performans Özellikleri ve Asgari Üretim Şartları, TSE, Ankara
- Bozkurt, Y., GÖKER, Y. 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3445, İstanbul
- Demetçi, E. Y. 1991. Önemli Bazı Ağaç Türlerinin PVAc ve Epoksi Tutkalları İle Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Dilik, T. 1997. Lamine Ağaç Malzemeden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Eckelman, C.A. 1993. Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture, Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, Forest Products Society, J. 43 (4) : 19-24, W.F.
- Eren, S. 1998. Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine

## SDÜ ORMAN FAKÜLTESİ DERGİSİ

Tutkal Türü Ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri, K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon

Keskin, H. 2001. Pvac-D4 Tutkalı ile 4 Katmanlı Olarak Lamine Edilmiş Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), Toros Sediri (*Cedrus Libani* A. Rich), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve Sapsız Meşe (*Quercus petrea* L.) Odunlarının Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Doktora tezi, G.Ü. Fen Bil. Enst., Ankara

Örs, Y. 1987. Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler, K. T. Ü., yayın no 11, Trabzon

Örs, Y., Keskin H. 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Gazi Üniversitesi yayın no: 2000/352, Atlas Yayıncılık no: 2, İstanbul

Şenay, A. 1996. Lamine Edilmiş Doğu Kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky) Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul

**Çizelge 2.** Lamine ağaç malzeme (L) ve masif ağaç malzemelerin (M) belirlenen özellikleri arasındaki farka ilişkin T testi sonuçları

DENEY TÜRÜ		x	s	v (s <sup>2</sup> )	min	mak	N	S <sub>D</sub>	T
Hava Kurusu Yoğunluk(g/cm <sup>3</sup> )	Lamine	0,466	0,0164	0,00026	0,434	0,503	20	28	3,331*
	Masif	0,448	0,0086	0,00007	0,436	0,461	10		
Daralma Miktarı (%)	βg L	4,15	0,3327	0,11066	3,52	4,81	20	28	-3,098*
	βg M	4,56	0,3487	0,12159	3,66	4,83	10		
	βk L	7,63	0,5386	0,28944	6,80	8,52	20	28	-2,663*
	βk M	8,13	0,3342	0,11168	7,19	8,25	10		
	βl L	0,22	0,0534	0,00250	0,12	0,30	20	28	-1,435 <sup>NS</sup>
	βl M	0,23	0,0653	0,00360	0,14	0,34	10		
Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	βv L	11,99	0,6047	0,36566	10,85	13,03	20	28	4,064*
	βv M	12,93	0,5645	0,31866	11,95	13,22	10		
Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Lamine	75,29	2,8880	8,29440	70,25	79,55	20	28	2,299*
	Masif	72,88	2,2665	5,13702	69,37	78,31	10		
E-Modülü (N/mm <sup>2</sup> )	Lamine	10359	89,06	151321	9989	11557	20	28	2,231*
	Masif	10070	173,22	30005,1	9784	10356	10		
Basınç Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Lamine	43,54	2,5973	6,70810	39,89	48,92	20	28	2,774*
	Masif	40,92	2,0796	4,32224	38,55	44,67	10		
Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Lamine	6,59	0,2304	0,05290	6,28	6,98	20	28	3,809*
	Masif	6,28	0,1816	0,03240	5,96	6,64	10		

\*P<0,05 x :aritmetik ortalama, v :varyans, s :standart sapma, N :örnek sayısı, S<sub>D</sub> : serbestlik derecesi