

Lamine Edilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Hakan KESKİN
GÜ, End. San. Eğt. Fak.
End. Tek. Eğitimi Bölümü
Ankara

Musa ATAR
GÜ, Teknik Eği. Fak.
Mob. Dek. Eği. Bölümü
Ankara

Ramazan KURT
KSÜ, Orman Fakültesi,
Orman End. Müh. Böl.
Kahramanmaraş

ÖZET

Bu çalışma, lamine edilmiş sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan polivinilasetat (PVAc-D₄) tutkalı ile beş katmanlı olarak hazırlanan lamine edilmiş ağaç malzemeler kullanılmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin; yoğunluk, çalışma miktarı, eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, basınç direnci ve makaslama direnci araştırılmıştır. Sonuç olarak; lamine edilmiş sarıçam ağaç malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin, bu ağaç türünü temsil eden masif ağaç malzemeye göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Laminasyon, Sarıçam odunu, Polivinilasetat tutkalı

Physical and Mechanical Properties of the Laminated Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood

ABSTRACT

The aim of this study is to determine some of the physical and mechanical properties of laminated scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. For this purpose, the laminated wood materials were prepared in the form of five layers from scots pine wood glued by using a polyvinylasetat (PVAc-D₄) adhesive. The density, thickness-swelling, bending strength, compression strength and shear strength of the samples were investigated. In conclusion, the physical and mechanical properties of the laminated scots pine wood are better than that of the solid scots pine.

Keywords: Lamination, Scots pine wood, Polyvinylasetat adhesive

GİRİŞ

Ağaçları endüstrisinde her geçen gün daha yaygın kullanım alanı bulan lamine ağaç malzeme, odun lamellerinin, özellikle lifleri birbirine paralel olacak şekilde 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 malzemenin kullanım imkanları sınırlıdır. Çünkü, ağaç malzemedeki bulunan budak, çatlak, lif kıvrıklığı vb. kusurların tamamen giderilmesi mümkün görülmemektedir. Kavisli elemanların üretiminde masif ağaç malzemenin tek parça olarak kullanılması fire oranını arttırdığından, ekonomik değildir. Ayrıca, eğri forma göre kesilen ağaç malzemedeki diyagonal liflilik oluşacağından, direncini olumsuz etkiler. Bu sakıncaların giderilmesi için, laminasyon tekniği kullanılmaktadır. Böylece, büyük boyutlu ağaç

malzemelerden yüksek kalitede ve istenilen formda lamine edilmiş ağaç malzeme üretilebilmektedir. Laminasyon tekniği, ağaç malzemenin kusurlarından arındırılarak kullanılmasına imkan sağlamakta ve üretilen malzemenin kalite özellikleri, masif ağaç malzemeden iyi olmaktadır. Sağlam parçalardan elde edilen lamine edilmiş ağaç malzeme, kusursuz olması yanında, lamine katlar farklı kalınlık ve renkte ağaç malzemelerden oluşturulduğundan, estetik görünüm sağlanmaktadır (Örs ve Keskin, 2000).

Lamine edilmiş ağaç malzemelerde 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 miktarı, yıllık halkalara teğet yönde % 3,5-15, radyal yönde % 2,4-11 ve liflere paralel yönde % 0,1-0,9 arasında değişir (Bozkurt ve Göker, 1987).

Lamine edilmiş ağaç elemanını oluşturan katlar arasındaki rutubet farkı TS EN 386 (Anonim, 1999) 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. Yine, TS EN 386'ya (Anonim, 1999) göre, laminasyon işleminin yapıldığı ortam sıcaklığı en az 15 °C, bağıl nem ise % 40-75 arasında olmalıdır.

Laminasyon işleminde kullanılan odunun anatomik özellikleri, yüzey pürüzlülüğü, pres basıncı, presleme süresi ve kullanılan tutkalın teknik özellikleri v.b., odunun yapışma direnci üzerine etkili olmaktadır. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde, pres basıncı yumuşak oduna göre belirlenir. Pres basıncı yumuşak ağaçlarda 0,6-1 N/mm², sert ağaçlarda ise 0,2-1,6 N/mm² arasında olmalıdır (Dilic, 1997). Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonucu vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Franklin Glue Company, 1989).

2 ve 4 mm kalınlıktaki Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) kaplama levhaları ve poliüretan tutkalı ile lamine edilen ağaç malzemelerin direnç değerlerinin, polivinilasetat (PVAc) tutkalı ile lamine edilenlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Şenay, 1996).

Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) odunu kaplama levhaları ve üre-formaldehid tutkalı kullanılarak 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 örneklerin ise, standard değerlere göre kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Örs, 1987).

5 mm kalınlıktaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) kaplamaları ve PVAc-D₄ tutkalı ile 4 katmanlı lamine edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinin, bu ağaç türlerini temsil eden masif ağaç malzemelere göre daha üstün oldukları bildirilmiştir (Keskin, 2001).

Çam, Göknar, Doğu kayını, Meşe ve Akçaağaç kaplamalarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılması sonucu elde edilen ağaç malzemede, tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarıma 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 mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi önerilmiştir (Eckelman, 1993).

Bu çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan PVAc-D₄ tutkalı ile 5 katmanlı olarak üretilen lamine edilmiş ağaç malzemenin, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Ağaç Malzeme

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan 30x10x400 cm boyutlarında ve sulamalı halde yaklaşık 750 dm³ hacmindeki kereste Sarıçam kerestesi, Ankara'daki kereste işletmelerinden tamamen tesadüfi metotla temin edilmiştir. Ağaç malzemenin seçiminde, kerestelerinin kusursuz, liflerinin düzgün, budaksız, normal büyüme göstermiş, reaksiyon odunu bulunmayan, böcek ve mavi renk mantar zararlarına uğramamış olmasına özen gösterilmiştir. Laboratuvara getirilen kerestelerin enine kesitlerine renklenmeyi önleyici antiblue maddesinin % 10 'luk çözeltisi fırça ile sürülmüştür. Deney örnekleri, ağaç malzemenin diri odun kısmından alınmıştır.

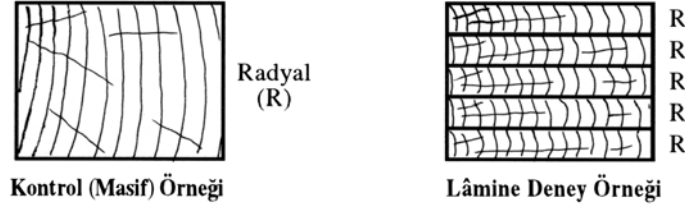
Masif ağaç malzemelerden 70x780 mm ölçülerinde biçilen 4 mm kalınlıktaki kaplamalar yüksek devirli daire testere makinasında biçme yöntemi ile elde edilmiştir. Kaplamalar, istiflendikten sonra, havalandırılan ve direkt güneş ışığı almayan ortamda 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında % 12 rutubete ulaşınca kadar bekletilmişlerdir.

Tutkal

Yapıştırıcı olarak, PVAc-D₄ tutkalı kullanılmıştır. Üretici firma tarafından tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu ~1,12 g/cm³, viskozitesi (20 °C) 13000±2000 mPas, pH değeri ~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/m², uygulama şekli fırça ya da silindirli sürme makinesi, depolama süresi ~12 ay, presleme süresi; 20 °C'de 15 dakika, 50 °C'de 5 dakika, 80 °C'de 2 dakika olarak verilmiştir. Karışım toksik etkisi olan izosiyanat içerdiği için, insan sağlığına olumsuz etki yapmaktadır. Temas halinde eller hemen su ile yıkanmalıdır.

Deney Örneklerinin Hazırlanması

Lamine ağaç malzeme TS EN 386 (Anonim, 1999) esaslarına uyularak, hava kuru haldeki 4 mm kalınlığındaki kaplamalardan 20x70x780 mm boyutlarında ve 5 katmanlı olarak üretilmiştir (Şekil 1.).



Şekil 1. Kontrol ve lamine edilmiş deney örneklerinin enine kesit görünüşleri

Üretici firma önerileri dikkate alınarak gerçekleştirilen işlemde tutkal, yüzeylerden sadece bir tanesine fırça ile ve $\sim 180 \text{ gr/m}^2$ 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 tutkallanıp ~ 6 dakika bekletildikten sonra pres basıncı 0.7 N/mm^2 , pres sıcaklığı $20 \text{ }^\circ\text{C}$, presleme süresi 20 dakika olmak üzere preslenmiştir. Laminasyon işlemi, sıcak ve soğuk preslemeye uygun basınç göstergeli hidrolik kaplama presinde yapılmıştır.

$20 \times 70 \times 780 \text{ mm}$ boyutlarında lamine edilmiş sarıçam masif ağaç malzemenin bir kenarı planya edilerek, yüksek devirli daire testere makinesinde ve ilgili standardta belirtilen ölçülerde 100 adet deney örneği ve 50 adet kontrol örneği olmak üzere toplam 150 örnek hazırlanmıştır.

Deney Metodu

Hava kurusu yoğunluk tayini için, TS 2472 (Anonim, 1972) standardına uygun olarak $20 \times 20 \times 30 \text{ mm}$ ölçülerinde hazırlanan örnekler; $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kondüsyonlanarak, rutubetleri hava kurusu ($\%12$) hale getirilmiştir. Bu durumda $\pm 0,01 \text{ g}$ duyarlılıklı analitik terazide tartılıp (M_{12}), $\pm 0,01 \text{ mm}$ duyarlılıklı dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra, hacimleri hesaplanarak (V_{12}), hava kurusu yoğunluklar (δ_{12}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

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

Daralma miktarının belirlenmesinde TS 4083 (Anonim, 1983) esaslarına uyularak $20 \times 20 \times 30 \text{ mm}$ ölçülerinde 20 adet deney ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Bahsi geçen örnekler bu maksatla, $20 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki temiz ve dinlendirilmiş su içerisinde boyutlarında bir değişim olmayıncaya kadar bekletilerek içerdikleri rutubet miktarının lif doygunluğu noktası ($\text{LDN} \sim \%30$)'na ulaşması sağlanmıştır. Daha sonra, örneklerin karşılıklı iki kesitinde işaretlenen noktalar arasındaki mesafe $\pm 0,01 \text{ mm}$ duyarlılıklı dijital kumpasla ölçülmüştür. Daha sonra, aynı örnekler, $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki kurutma dolabında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra, içerisinde P_2O_5 bulunan desikatörde soğumaya

bırakılmış ve bu durumda ilk ölçüm yerlerinden, tekrar ölçüm yapılarak, daralma yüzdeleri (β) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

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

Burada;

R δ = Rutubetli ölçü

K δ = Kuru ölçü

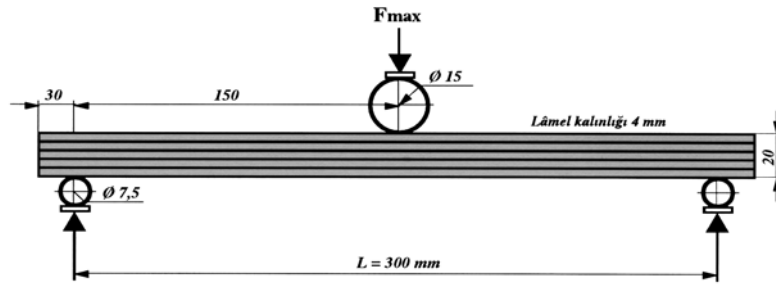
Genişleme miktarının belirlenmesinde TS 4084 (Anonim, 1983) esaslarına uyularak 20x20x30 mm ölçülerinde 20 adet deney ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Bu maksatla deney örnekleri 103 ± 2 °C sıcaklıktaki kurutma dolabında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulup, içerisinde P₂O₅ bulunan desikatörde soğutulduktan sonra karşılıklı iki kesitinde işaretlenen noktalar arasındaki uzunlukları, $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kompasla ölçülmüştür. Aynı örnekler 20 °C sıcaklıktaki temiz ve dinlendirilmiş su içerisinde boyutları değişmez hale gelinceye kadar bekletilerek rutubetleri LDN (Lif Doygunluğu Noktası) üstüne çıkarıldıktan sonra ilk ölçüm yerlerinden tekrar ölçüm yapılarak genişleme yüzdeleri (α) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\alpha = \frac{R_{\delta} - K_{\delta}}{K_{\delta}} \times 100$$

Burada;

R δ = Rutubetli ölçü

K δ = Kuru ölçü



Şekil 2. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü deney düzeneği

Eğilme direnci ve elastiklik modülünün tespiti için TS EN 326 (Anonim, 1997) esaslarına göre 20x20x360 mm boyutlarında 20 adet deney ve 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Deneylerde TS 2474 (Anonim, 1976b) ve TS 2478 (Anonim, 1976c) esaslarına uyulmuştur (Şekil 2).

Deneyler, bilgisayar kontrollü 1000 kp kapasiteli Üniversal Deneme Makinesi'nde yapılmıştır. Örneklerin eğilme direnci (σ_c) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

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

Burada;

F_{\max} = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b = Örneğin genişliği (mm)

h = Örneğin kalınlığı (mm)

Deney sonrası örneklerin rutubetleri TS 2471 (Anonim, 1976a) esaslarına göre belirlenerek % 12 den sapma gösteren (% 9-15) örneklerin hava kuru rutubetteki eğilme direnci değerleri (σ_{e12}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_{e12} = \sigma_e [1 + 0,04(r-12)] N/mm^2$$

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direncinde kullanılan deney örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin elastiklik modülü (E), aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

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

Burada;

ΔF = Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı

Δf = Örnekteki eğilme miktarı farkı

Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin %12 rutubetteki elastiklik modülleri (E_{12}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

$$E_{12} = E [1 + 0,02(r-12)] N/mm^2$$

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. Bu örnekler üzerinde, deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülmüştür. Örneklerin basınç dirençleri (σ_b) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

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

Burada;

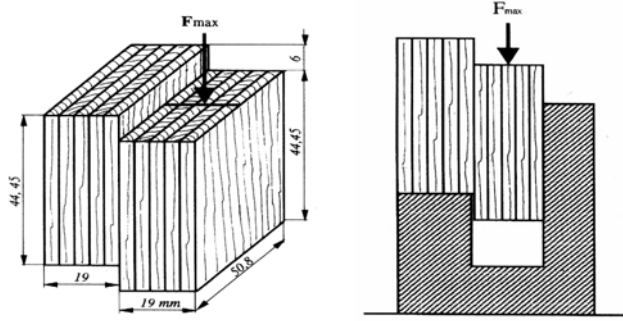
A = Kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı (mm²)

F_{\max} = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

Deney sonrası örneklerin rutubetleri, TS 2471'e (Anonim, 1976a) göre belirlenerek %12'den sapma gösteren örneklerin % 12 rutubetteki basınç direnci değerleri (σ_{b12}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır;

$$\sigma_{b12} = \sigma_b [1 + 0,05(r-12)] \text{ N/mm}^2$$

Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deneyinde ASTM D 3110 (Anonim, 1988) esaslarına uyulmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deney düzeneği

Deneylerden önce kuvvetin uygulanacağı ve makaslama etkisine maruz kalacak alanların boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpasla ölçülmüştür. Örneklerin makaslama dirençleri (σ_m) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

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

Burada;

B = Makaslama yüzeyi genişliği (mm)

F_{\max} = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L = Makaslama yüzeyi uzunluğu (mm)

Deney sonrası örneklerin rutubetleri belirlenerek % 12'den sapma gösteren örneklerin % 12 rutubetteki makaslama direnci değerleri (σ_{m12}) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_{m12} = \sigma_m [1 + 0,03(r-12)] \text{ N/mm}^2$$

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 değerlerin hesaplanmasında SPSS programı kullanılmıştır. T Testinde gruplar arasındaki farklılık % 95 güven düzeyinde (aralığında) belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

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

Tablo 2’ye göre; lamine ağaç malzemede hava kuru yoğunluk, elastiklik modülü, eğilme, basınç ve makaslama dirençleri arasındaki farkın 0,05 hata payı ile önemli olduğu görülmüştür. Çalışma miktarlarının lamine malzemede masif malzemeden daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, lamine edilmiş karaçam ağaç malzemenin kendisini temsil eden masif ağaç malzemeden daha az çalıştığı belirlenmiştir (Örs ve Keskin, 2002).

Literatürde, sarıçam odununun tam kuru yoğunluğu $0,496 \text{ g/cm}^3$, hava kuru yoğunluğu $0,526 \text{ g/cm}^3$, hacimsel daralma miktarı % 12,70, liflere dik çekme-yarılma direnci $2,11 \text{ N/mm}^2$, liflere dik eğilmede elastiklik modülü 10200 N/mm^2 olarak verilmiştir (Anonim, 1977). Masif ve lamine sarıçam odunlarının belirtilen özellikleri arasındaki farklılık, laminasyonda kullanılan yapıştırıcının düzgün lifli lameller arasında odunun kohezyon kuvvetini arttırmasından kaynaklanabilir.

Tablo 1. Lamine edilmiş sarıçam’ın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

Fiziksel ve Mekanik Özellikler		Kontrol (Masif)	Lamine	Değişim (%)
Hava kuru yoğunluk (g/cm^3)		0.511	0.537	4.84
Daralma Miktarı (%)	βr	4.81	4.64	-3.53
	βt	8.09	7.85	-2.96
	βl	0.30	0.29	-3.32
	βv	13.25	12.80	-3.39
Genişleme Miktarı (%)	ar	5.34	5.15	-3.55
	at	8.45	8.10	-4.14
	al	0.32	0.31	-1.86
	av	14.12	13.57	-3.89
Eğilme direnci ($\perp \text{ N/mm}^2$)		104.21	107.09	2.68
Elastiklik modülü ($\perp \text{ N/mm}^2$)		10070.14	10354.87	2.74
Basınç direnci ($\parallel \text{ N/mm}^2$)		55.94	58.59	4.52
Makaslama direnci ($\parallel \text{ N/mm}^2$)		8,21	8,47	3,06

βr : radyal yönde daralma, βt : teğet yönde daralma, βl : uzunlukça daralma, βv : hacimce daralma, ar : radyal yönde genişleme, at : teğet yönde genişleme, al : uzunlukça genişleme, av : hacimce genişleme

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Lamine edilmiş Sarıçam’ın fiziksel ve mekanik özellikleri masif ağaç malzemeye göre; hava kuru yoğunluk değerinde % 4,84, hacimsel daralma miktarında % -3,39, hacimsel genişleme miktarında % -3,89, liflere ve tutkal hattına dik eğilme direncinde % 2,68, eğilmede elastiklik modülü değerinde % 2,74, liflere ve tutkal hattına paralel basınç direncinde % 4,52, liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direncinde ise % 3,06 oranında daha yüksektir.

Tablo 2. Lamine (L) ve masif ağaç malzemenin (M) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin T Testi sonuçları

DENEY TÜRÜ		x	s	v (s ²)	min	mak	N	S _D	T
Hava Kuruğu Yoğunluk(g/cm ³)	L	0.537	0.00815	0.00006	0.528	0.565	20		
	M	0.511	0.01170	0.00013	0.492	0.527	10	28	7.137*
Daralma Miktarı (%)	β _r L	4.64	0.1796	0.03225	4.16	5.01	20		
	β _r M	4.81	0.1320	0.01742	4.55	5.04	10	28	-2.640*
	β _t L	7.85	0.1711	0.02927	7.55	8.10	20		
	β _t M	8.09	0.0924	0.00853	7.95	8.22	10	28	-4.061*
	β _l L	0.29	0.0223	0.00049	0.26	0.34	20		
	β _l M	0.30	0.0189	0.00035	0.28	0.34	10	28	-1.332 ^{NS}
	β _v L	12.80	0.2354	0.05292	12.17	13.20	20		
	β _v M	13.25	0.1646	0.02709	12.95	13.48	10	28	-5.453*
Genişleme Miktarı (%)	α _r L	5.15	0.1990	0.03960	4.84	5.55	20		
	α _r M	5.34	0.2090	0.04368	5.02	5.73	10	28	-2.464*
	α _t L	8.10	0.1102	0.01212	7.96	8.35	20		
	α _t M	8.45	0.1918	0.03678	8.18	8.76	10	28	-6.398*
	α _l L	0.31	0.0211	0.00044	0.28	0.34	20		
	α _l M	0.32	0.0175	0.00030	0.30	0.34	10	28	-0.773 ^{NS}
	α _v L	13.57	0.2308	0.05292	13.23	14.18	20		
	α _v M	14.12	0.3242	0.10242	13.50	14.60	10	28	-5.370*
Eğilme Direnci (N/mm ²)	L	107.09	3.4332	11.787	101.88	116.48	20		
	M	104.21	2.6950	7.2632	99.09	107.84	10	28	2.316*
Elastiklik Modülü (N/mm ²)	L	10354	382.054	145965	9989	11509	20		
	M	10070	129.296	16717.1	9925	10356	10	28	2.275*
Basınç Direnci (N/mm ²)	L	58.59	1.9595	3.83961	54.67	62.87	20		
	M	55.94	2.4027	5.77280	52.63	59.29	10	28	3.243*
Makaslama Direnci (N/mm ²)	L	8.47	0.2488	0.06188	7.97	8.91	20		
	M	8.21	0.1009	0.01017	8.04	8.34	10	28	3.204*

* = Önemli (P<0,05), NS = Önemsiz,

x = aritmetik ortalama, v = varyans, s = standart sapma, N = örnek sayısı, S_D = serbestlik derecesi

Lamine edilmiş sarıçam ağaç malzemelerin 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 ya da genişlemesini engellemesinden kaynaklanabilir.

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

KAYNAKLAR

Anonim, 1972. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TS 2472. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- Anonim, 1976a. Odunda Mekanik ve Fiziksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TS 2471. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1976b. Odunun Statik Eğilmede Dayanımının Tayini, TS 2474. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1976c. Odunun Statik Eğilmede Elastiklik Modülünün Tayini, TS 2478. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1977. Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini, TS 2595. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1983. Odunda Teğet ve Radyal Doğrultuda Daralmanın Tayini, TS 4083. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1983. Odunda Teğet ve Radyal Doğrultuda Genişlemenin Tayini, TS 4084. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1988. Adhesive Used in Nonstructural Glued Lumber Product, ASTM D 3110. Annual Book of American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Anonim, 1998. DIN 68140, Finger Joints in Wood, Part 1: Finger Jointed Structural Timber, DIN 68140. Deutsche Norm.
- Anonim, 1997. Ahşap Esaslı Levhalardan Numune Alınması, TS EN 326. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 1999. Yapıştırılmış Lamine Ahşap Performans Özellikleri ve Asgari Üretim Şartları, TS EN 386. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt, Y., 1986. Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fak.Yayın No: 380, İstanbul, 220s.
- Bozkurt, Y., ve Y. Göker, 1987. Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın, No: 3445, İstanbul, 374s.
- Demetçi, E.Y., 1991. Önemli Bazı Ağaç Türlerinin PVAc ve Epoksi Tutkalları ile 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. Forest Products Journal, 43 (4) : 19-24.
- Eren, S., 1998. Okalıptus (*Eucalyptus camaldulensis*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Tutkal Türü ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri. K.Ü. FBE Yüksek Lis. Tezi, Trabzon.
- Franklin Glue Company, 1989. Adhesive Trouble Shooting. Columbus.
- Keskin, 2001, Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri ve Ağaçları Endüstrisinde Kullanım İmkanları, G.Ü. FBE, Doktora Tezi, Ankara.
- Şenay, A., 1996. Lamine Edilmiş Doğu Kayını'nın (*Fagus orientalis* L.) Mekanik ve Fiziksel Özellikleri. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Örs, Y., 1987. Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler. K. T. Ü., Yayın No: 11, Trabzon.
- Örs, Y., ve H. Keskin, 2000. Ağaç Malzeme Bilgisi. Gazi Üniversitesi Yayın, No: 2000/352, Ankara, 183s.
- Örs, Y., ve H. Keskin, 2002. Lamine Edilmiş Masif Karaçam Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkanları, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt : 15, No : 3, Ankara, 699-706s.