

Vakumlu Membran Preste Üretilmiş Ahşap Lamine Elemanların Yapışma Performanslarının Belirlenmesi

Mustafa ALTINOK^a, Cevdet SÖĞÜTLÜ^a, Necmi KAHRAMAN^b

^aGazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya –Dekorasyon Bölümü, 06500-Ankara

^bAfyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Mobilya –Dekorasyon Programı, 03100-Afyonkarahisar, TÜRKİYE
e-posta: altinok@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, vakumlu membran preste üretilmiş ahşap lamine elemanların yapışma performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak 1,5 mm kalınlığında Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) papeler kaplamalar, PVAc dispersiyonu D4 tutkalı ile vakumlu membran preste yapıştırılarak 13 katmandan oluşan lamine ahşap örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin lamine katmanlarına paralel ve lamine katmanlarına dik yapışma performansları BS EN 205'e uygun olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, paralel yapışma performansı en yüksek meşede, en düşük sarıçamda; dik yapışma performansı ise en yüksek Doğu kayını, en düşük sarıçam örneklerde tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Vakumlu membran pres, lamine ahşap, papeler kaplama

Determination of Bonding Performance of Laminated Veneer Elements Produced in Vacuum Membrane Press

Abstract

In this study, has been aimed determination of bonding performance of laminated veneer elements produced in vacuum membrane press. In accordance with this aim, papeler veneer of oriental beech, oak and scotch pine at 1,5 mm thickness were adhered in vacuum membrane press with PVAc dispersion D4 adhesive and laminated veneer samples consisting of 13 layers were prepared. Parallel bonding and vertical bonding strength performance tests of the samples were performed according to BS EN 205. As a result, parallel bonding strength performance was highest in Oak and lowest in scotch pine and vertical bonding strength sample performance was highest in oriental beech and lowest performance were observed in scotch pine samples.

Key Words: Vacuum membrane press, laminated veneer lumber, wooden papeler veneer

1. Giriş

Ağaç malzemenin çeşitli özelliklerinin geliştirilmesi sonucu elde edilen yarı mamul malzemeler, gerek doğal kaynakların rasyonel kullanımı gerekse ağaç malzemenin direnç özelliklerinin geliştirilmesi bakımından, mobilya sektöründe faaliyet gösteren tasarımcı ve üreticilere önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikleri geliştirilen malzemelerden bir tanesi de lamine elemanlar olup, diğer kompozit malzemelere oranla ağaç malzemeye en yakın özellikler göstermesi, boyutsal kararlılık sağlaması ve biçimlendirme esnekliği sebebiyle tercih edilmektedir. Lamine malzeme, kolon, kiriş, kemer ve makas gibi çeşitli inşaat elemanları ve mobilya üretiminde kulla-

nılmakta olup, her iki alana da önemli yeniliklerin yapılmasında rol oynamaktadır. Özellikle düzgün geometri içermeyen kavisli mobilya elemanlarında, lamine malzeme kullanımı teknik, estetik, ekonomik ve üretim kolaylığı bakımından çeşitli avantajlar sağlamaktadır.

Lamine ahşap, kesme, soyma ve biçme yöntemiyle elde edilen ağaç malzeme levhalarının lifleri birbirine ve elde edilecek elemanların uzunluk eksenine paralel olacak şekilde aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz ya da kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmesi ile elde edildiği belirtilmiştir [1,2].

Masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin mobilya

üretiminde özellikle dolap, masa, sandalye, raf ve döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir [3].

Yapıştırılmasında poliüretan, üre formaldehit ve kleberit-303 tutkallarının kullanıldığı, kayın ve kavak kaplamalardan hazırlanan 7 katmanlı değişik simetrideki lamine malzemelerin en yüksek eğilme direnci, poliüretan tutkalı ile kayın kaplamada “ABBBBBA” katman simetrisi ile elde edilmiştir [4].

PVAc ve poliüretan tutkalları ile yapıştırılarak 2 ve 4 mm kalınlığındaki Doğu kayını kaplamalardan hazırlanan örnekler uygulanan testler sonucunda, poliüretan tutkalının direnç değerlerinin PVAc tutkalına göre daha yüksek olduğu ve kaplama kalınlığının direnç üzerindeki etkisinin tam olarak belirlenemediği bildirilmiştir [5].

Kalınlığı 5 mm olan karaçam kaplamaların poliüretan-8755 tutkalı ile 5 katmanlı olarak lamine edilmiş malzemelerin, mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında ve yapı elemanı olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir [6].

Lifleri birbirine paralel ve ters yönlü olacak şekilde 3 katlı, 5 ağaç türünden hazırlanan lamine örneklerin statik eğilme dirençlerinin araştırıldığı çalışmanın sonucunda, elastikiyet modülü, orantılı gerilim sınırlaması ve liflere dik kopma direncinin, lifleri birbirine dik hazırlanan laminasyonda arttığı ve malzeme yoğunluğu azaldıkça, bu artışın devam ettiği belirlenmiştir [7].

Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper Lackleim 308 tutkalları ile yapıştırılan Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam odunlarında en yüksek liflere paralel yapışma direncinin sırası ile Klebit 303 tutkalının kullanıldığı Doğu kayını ve sapsız meşede, en düşük ise Süper Lackleim 308 tutkalının kullanıldığı sapsız meşe ve Klebit 303 tutkalının kullanıldığı sarıçamda elde edildiği bildirilmiştir [8].

PVAc-D3, % 5 sertleştirici ilavesiyle güçlendirilmiş çift bileşenli PVAc-D4 ve poliüretan tutkallar ile yapıştırılmış akasya, armut, kestane, sapsız meşe ve Toros sediri odunlarından hazırlanan örneklerde liflere paralel yapışma direnci; en yüksek PVAc-D4 tutkalı ile akasya (14,418 N/mm²), en düşük ise PVAc-D3 tutkalı ile Toros sediri (6,249 N/mm²) olduğu bildirilmiştir [9].

Açık hava koşullarının lamine elemanların performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, göknar odunu ve fenol-resorsin tutkalı ile masif-masif, kaplama-masif ve kaplama-kaplama kombinasyonları prensibine göre laminasyon elemanlar hazırlanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda; makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme dirençlerinin en yüksek masif-masif örneklerde olduğu, suda bekletilen örneklerde en fazla direnç azalmasının masif-masif örneklerde gerçekleştiği, masif-masif örneklerin soyma kaplama-soyma kaplama örneklerine göre %44 fazla makaslama direnci gösterdiği belirlenmiştir [10].

Laminasyon işleminin, kızılğacın mekanik özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada, 2 mm katman kalınlığındaki laminelerin 4 mm katman kalınlığındaki laminelere oranla daha dirençli olduğu, liflere paralel basınç, liflere paralel makaslama, liflere dik eğilme ve elastikiyet modülü dirençlerinin PVAc tutkalı örneklerde daha yüksek, liflere dik çekme ve yarıma direnci, vida tutma kabiliyetinin ise poliüretan tutkalı örneklerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [11].

Lamine kerestelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine katman sayısı ve bağlı nemin etkilerinin araştırıldığı çalışmada; lamine elemanların elastikiyet modülü ve statik eğilme direnci üzerine lamel sayısının önemli düzeyde etkili olduğu, bağlı nemin % 65'ten % 95'e çıkarılması hâlinde kırılma noktasının zayıfladığı ve bağlı nem artışının masif malzemeye oranla lamine malzemenin elastikiyet modülünü ve kırılma noktasını arttırdığı belirtilmiştir [12].

Lamine ağaç malzemedeki ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerinin incelendiği çalışmanın sonucunda, 7 katmanlı örneklerin eğilme direncinin sırasıyla en yüksek kayın, çam ve meşe odunlarından hazırlanan lamine malzemelerde olduğu belirtilmiştir [13].

Toros sediri, sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe kaplamalarından, PVAc-D4 tutkalı ile her biri 5 mm kalınlıkta olan, 4 katmanlı lamine elemanların teknolojik özelliklerinin masif elemanlara oranla daha üstün olduklarını belirlenmiştir [14].

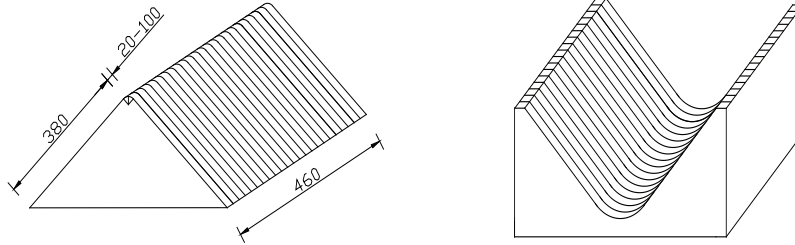
Yapıştırılmasında PVAc-D4 tipi tutkal kullanılarak Doğu kayını ve karakavak kombinasyonu şeklinde 5 katmanlı hazırlanan lamine ağaç mal-

zemelerin hava kuruğu yoğunluğu $0,571 \text{ g/cm}^3$, eğilme direnci $98,66 \text{ N/mm}^2$, eğilmede elastikiyet modülü $9020,24 \text{ N/mm}^2$, basınç direnci $54,49 \text{ N/mm}^2$, makaslama direnci $9,11 \text{ N/mm}^2$, yarıma direnci ise $0,540 \text{ N/mm}^2$ olduğu belirtilmiştir [15].

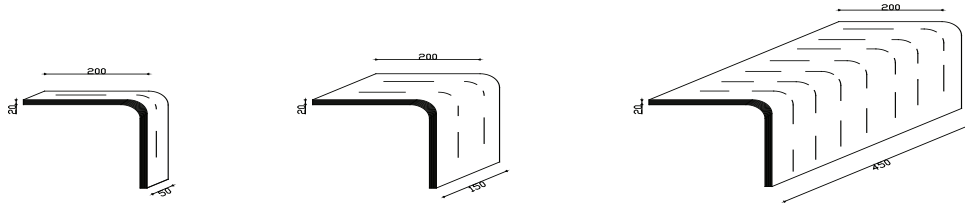
Şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanlarının üretiminde, Radyo Frekanslı (RF) preslerin yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ancak RF preslerin kullanımında, insan ve çevre sağlığına bilinen birçok zararları bulunmaktadır. Ayrıca bunlar için eşlenikli (çift taraflı) kalıplar gerekmektedir. Çift taraflı kalıp yapımı çok hassas, çok zor ve maliyetli bir unsur olmaktadır. Kalıp ve eşleniğinin tam uyumlu olamaması durumunda, kalıp kusuru ürünün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada, bahsedilen

bu olumsuzlukları ortadan kaldıran Vakumlu Membran preslerin kullanımının desteklenmesi ile birlikte üretim kabiliyetleri ve yapıştırma performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanlarının üretiminde yapışma performansının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada taslak deney örnekleri iki farklı kalıptan (dışbükey / içbükey) elde edilmiştir (Şekil 1.). Yapışma direnci deney örnekleri, eğmeçli lamine elemanların (taslak deney örneklerinin) düz kısımlarından (Şekil 2) standart ölçülerde kesilerek hazırlanmıştır. Ayrıca 4 farklı yarıçapta (40, 60, 80 ve 100 mm) kavise sahip kalıplar hazırlanarak, kavisli lamine eleman üretiminin kavis alt limiti belirlenmiştir.



Şekil 1. Deney örneklerinin preslenmesinde kullanılan içbükey ve dışbükey kalıp örnekleri



Şekil 2. Farklı genişlikte hazırlanmış deney taslakları

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Papel Kaplama

Araştırmada, özel kurutma fırınlarında % 8–10 rutubet miktarına kadar kurutulmuş, 1,5 mm kalınlığındaki Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petrean* Lieble) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) papel kaplamalar kullanılmıştır. Papel kaplamalar, rastgele alım yöntemi ile temin edilmiştir. Papel kaplamaların kusursuz, düzgün lifli ağaç malzemedan üretilmiş olmasına özen gösterilmiştir.

2.2. Tutkal

Örneklerin yapıştırılmasında, % 5 sertleştirici (Turbo hardener 303.5) ilavesiyle güçlendirilmiş çift bileşenli polivinil asetat (PVAc–D4) tutkalı kullanılmıştır. PVAc–D4 tutkalı, PVAc tutkalının sertleştirici katılımı ile rutubete dayanıklılığı daha da artırılarak, BS EN 204'e göre D4 yapışma kalitesine getirilmiş hâlidir [9]. Üretici firma tarafından tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu $\sim 1,12 \text{ g/cm}^3$, viskozitesi (20 OC) $13000 \pm 2000 \text{ mPas}$, pH değeri ~ 3 , jelleşme zamanı 6-10 dakika, tebeşirleşme noktası $+50\text{C}$, donma direnci

-300C, kullanım miktarı 180-200 g/m², uygulama şekli fırça ya da silindirli sürme makinesi, depolama süresi ~12 ay, presleme süresi; 20 0C’de 15 dakika, 50 0C’de 5 dakika, 80 0C’de 2 dakika olarak verilmiştir [16].

2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Papel kaplamalar, havalandırılabilen ve direkt güneş ışığı almayan ortamda 20 ± 2 oC sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında denge rutubetine ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. TS EN 322’ye göre, ön kontrolde ortalama rutubet miktarı, rastgele seçilen 20 örnekte % $12 \pm 0,5$ olarak belirlenmiştir [17]. Eğmeçli (şekillendirilmiş) taslak deney örneklerinin hazırlanmasında papel kaplamalardan lif yönleri birbirine paralel 13 katman oluşturulmuş ve ara yüzeylerine tutkal sürülmüştür. Katmanların tutkalanmasında; tutkal çözeltisi, üretici firma önerilerine uyularak, yüzeylerden bir tanesine 180–200 g/m² olacak şekilde tutkal sürme merdanesi ile sürülmüş ve membran preste preslenmiştir. Pres süresi 20 dk., pres sıcaklığı 80 0C olarak ayarlanmıştır. Eğmeçli taslak örnekler, deneylerden önce BS EN 204, BS EN 205, TS 2475 ve TS 2476’ya göre sıcaklığı 20 ± 2 oC ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir. Daha sonra bunların düz kısımlarından yoğunluk ve yapışma direnci deney örnekleri standartlarda belirtilen ölçülerde kesilmiştir [19–21].

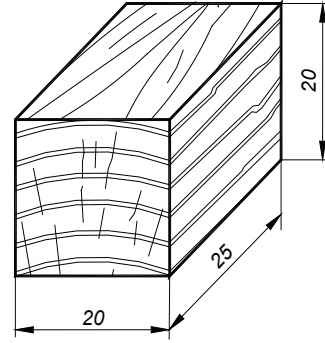
Hava kurusu yoğunluk değerleri için her ağaç türünden 10 adet olmak üzere toplam 30 (3 x 10) adet örnekler TS 2472’ e göre [18] Şekil 3’ de verilen ölçülerde, yapışma direnci katmanlara paralel çekme ve dik çekme deneyleri için her ağaç türünden 10 adet olmak üzere toplam 60 (2 x 3 x 10) adet Şekil 4 ve Şekil 5’ de verilen ölçülerde, hazırlanmıştır.

2.4. Yöntem

2.4.1. Yoğunluk ve Rutubet Tayini

Deney örneklerinin yoğunluklarının belirlenmesinde TS 2472’de belirtilen esaslara uyulmuştur. Örnekleme grupları her malzeme türünden 10’ ar adet olmak üzere toplam 30 adet olarak hazırlanmıştır (Şekil 3). Örnekler $\pm 0,01$ g duyarlılık

terazi ile tartılarak ilk ağırlıkları (m_r) tespit edilmiş ve boyutları



Şekil 3. Yoğunluk deney örneği (ölçüler mm)

$\pm 0,01$ mm duyarlılık dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri (V_r) hesaplanmıştır. Daha sonra örnekler etüvde 103 ± 2 °C de 24 saat bekletilmişler, 6 saat aralıklarla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney parçası ağırlığının % 0,5’ine eşit veya daha az olduğunda değişmez ağırlığa ulaştıkları kabul edilerek tam kuru ağırlıklar (m_o) belirlenmiştir. Tekrar dijital kumpas kullanılarak boyutlar ölçülmek suretiyle tam kuru hacimleri (V_o) hesaplanmıştır. Tam kuru (δ_o) ve hava kurusu (δ_{12}) yoğunlukların belirlenmesi için sırasıyla eşitlik 1 ve eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$\sigma_0 = m_0 / V_0 \quad (gr / cm^3) \quad (1)$$

$$\sigma_{12} = m_{12} / V_{12} \quad (gr / cm^3) \quad (2)$$

Deney örneklerinde rutubet (r) kontrolü için TS EN 322’de belirtilen eşitlik 3 kullanılmıştır.

$$r = (m_r - m_o / m_o) \times 100 \quad (3)$$

2.4.2. Katmanlara Paralel Yapışma Direnci Deneyi

Deneyler, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Mekanik Test Laboratuvarında bulunan 5 ton kapasiteli ‘Üniversal Test Cihazında’ yapılmıştır.

Deney örneklerine BS EN 205 ve TS 2475’e göre, katmanlara (liflere) paralel yönde ve kopma meydana gelinceye kadar 2 mm/dak yükleme hızına sahip çekme kuvveti uygulanmış, kopma anındaki maksimum kuvvet kaydedilmiştir [22] (Şekil 4). Kopma anındaki maksimum çekme

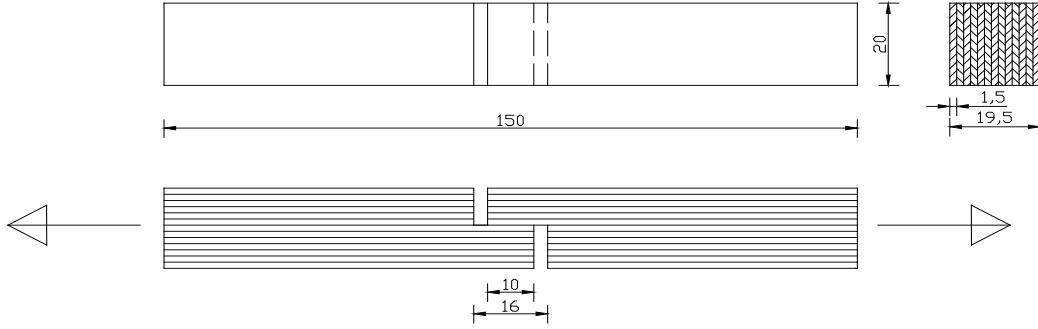
kuvvetinin, deney parçasının yapışma alanına oranı ile katmanlara paralel yapışma direnci (f);

$$f = \frac{F_{\max}}{a \times b} \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır. (4)}$$

Burada;

Fmax: Kopma anındaki kuvvet (Newton)

a, b : Yapışma yüzeyinin uzunluk ve genişliği (mm)



Şekil 4. Yapışma direnci katmanlara paralel çekme örneği (Ölçüler: mm)

2.4.2. Katmanlara Dik Yapışma Direnci Deneyi

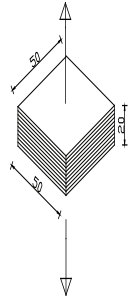
Deney örneklerinin tutkal hattına dik yönde ve katmanda ayrılma meydana gelinceye kadar 2 mm/dak yükleme hızında bir çekme kuvveti uygulanarak, liflere dik yöndeki yapışma direnci BS EN 205 ve TS 2476'ya göre tayin edilmiştir

(Şekil 5). Kopma anındaki maksimum çekme kuvvetinin, örneğin yüzey alanına oranı ile liflere (yüzeye) dik yönde çekme direnci, 4 nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

Burada;

Fmax: Kopma anındaki kuvvet (Newton)

a, b : Deney parçasının uzunluk ve genişliği (mm)



Şekil 5. Yapışma direnci katmanlara dik çekme örneği (Ölçüler: mm)

2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Sonuçların değerlendirilmesinde yapışma direnci değerleri veri olarak kullanılmıştır. Varyans analizi (ANOVA) ile faktör etkileri tespit edilmiştir. Gruplar arası farklılığın $\alpha=0,01$ 'e göre anlamlı çıkması halinde ortalama değerler arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir. Veriler, SBSS paket programında 0,99 güven düzeyinde değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Yoğunluk ve Rutubet Miktarları

Papel kaplamalardan üretilen 13 katmanlı lamine elemanlara ait hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve rutubet miktarları ortalamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Hava kuru su yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve rutubet miktarları ortalamaları

Ağaç Türü	Hava Kuru Su Yoğunluk (gr/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)	Rutubet Miktarı (%)
	X _{ort}	X _{ort}	X _{ort}
Kayın	0,6633	0,6267	6,6250
Meşe	0,7400	0,6933	6,7350
Sarıçam	0,5067	0,4733	7,7567

X_{ort} : Aritmetik ortalama

Hava kuru su ve tam kuru yoğunluk değerleri en yüksek meşe laminasyonda (0,740 ve 0,693 gr/cm³), en düşük ise sarıçam laminasyonda (0,506 ve 0,473 gr/cm³) elde edilmiştir.

Rutubet miktarı; en yüksek sarıçam laminasyonda (% 7,756), en düşük ise, kayın laminasyonda (% 6,625) elde edilmiştir. Lamine elemanların

ortalama rutubet değeri % 6,625-7,756 arasında çıkmıştır.

3.2. Katmanlara Paralel Yapışma Direnci

Lamine elemanlara ait katmanlara paralel yapışma direnci değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Katmanlara paralel yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç Türü	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata
Kayın	10	9,1374	11,0392	10,0883	0,9061	0,3699
Meşe	10	13,5952	17,1648	15,3800	1,7007	0,6943
Sarıçam	10	1,9455	4,2345	3,0900	1,0906	0,4452
Toplam	30	6,8755	12,1634	9,5194	5,3167	1,2531

Tablo 2’ye göre, yapışma direnci değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Yapışma diren-

cine ağaç türünün etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Yapışma direncine ağaç türünün etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	P ≤ 0,01
Gruplar arası	456,045	2	228,023	139,520	0,000
Gruplar içi	44,118	27	1,634		
Toplam	480,560	29			

Yapışma direncine ağaç türünün etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($\alpha=0,01$).

Ağaç türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Katmanlara Paralel Yapışma Direnci (N/mm ²)	
	X _{ort}	HG
Doğu kayını	10,0883	B
Meşe	15,3800	A
Sarıçam	3,0900	C

X_{ort} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik Grubu, LSD± 5.2917

Lamine elemanların ağaç türüne göre katman yüzeyine paralel çekmede yapışma direnci; en yüksek meşede (15,38 N/mm²), daha sonra doğu kayınında (20,08 N/mm²), en düşük ise sarıçamda (3,09 N/mm²) elde edilmiştir.

3.2. Katmanlara Dik Yapışma Direnci

Lamine elemanlara ait katmanlara dik çekme (yapışma) direnci değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Katmanlara dik yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç Türü	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata
Kayın	10	1,5559	2,1574	1,8567	0,28661	0,11701
Meşe	10	1,2509	1,9024	1,5767	0,31040	0,12672
Sarıçam	10	0,7212	1,1054	0,9133	0,18305	0,07473
Toplam	30	1,2114	1,6864	1,4489	0,47753	0,11255

Tablo 5'e göre, katmanlara dik yapışma direnci değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Katmanlara dik yapışma direncine ağaç türünün

etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Katmanlara dik yapışma direncine ağaç türünün etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F Değeri	P ≤ 0,01
Gruplar arası	2,817	2	1,408	19,929	0,000
Gruplar içi	1,917	27	0,071		
Toplam	3,877	29			

Katmanlara dik yapışma direncine ağaç türünün etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($\alpha=0,01$). Ağaç türü düzeyinde

yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç Türü	Katmanlara Dik Yapışma Direnci (N/mm ²)	
	X_{ort}	HG
Doğu kayını	1,8567	A*
Meşe	1,5767	A
Sarıçam	0,9133	B

X_{ort} : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik Grubu, $LSD \pm 0,28$

Lamine elemanların ağaç türüne göre katmanlara dik yapışma direnci; en yüksek Doğu kayınında (1,8567 N/mm²), en düşük ise sarıçamda (0,9133 N/mm²) elde edilmiştir. Doğu kayını ile meşe arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri; en yüksek meşe laminasyonda (0,74 ve 0,69

gr/cm³), en düşük ise çam laminasyonda (0,51 ve 0,47 gr/cm³) olarak elde edilmiştir. Meşe laminasyonda yoğunluk değerinin yüksek çıkmasının, papel kaplamaların yüzey tekstürü nedeni ile daha kalın tutkal katmanı içermesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, bu yoğunluk değerlerinin çeşitli mobilya standartlarında öngörülen değerlere uygun olduğu görülmektedir.

Rutubet miktarı, en yüksek sarıçam laminasyonunda (% 7,76), en düşük ise, kayın laminasyonunda (% 6,63) elde edilmiştir. Örneklerin denge rutubetinin çeşitli mobilya standartlarında ön görülen % 8'den daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin kullanılan tutkal farkı ve ağaç malzemenin üretim sırasında vakumlu presin yüksek sıcaklığının kurutma etkisinde kalmasından olabilir.

Lamine elemanların ağaç türüne göre katmanlara paralel çekmede yapışma direnci; en yüksek meşe laminasyonunda (15,38 N/mm²), daha sonra kayın laminasyonunda (10,08 N/mm²) ve en düşük ise sarıçam laminasyonunda (3,09 N/mm²) elde edilmiştir. Meşe laminasyonunda katmanlara paralel çekmede yapışma direncinin yüksek çıkmasının meşe laminasyonun yoğunluğunun diğer laminasyonlara göre yüksek olması ve meşe papel kaplama yüzeylerinde spesifik yapışmaya ilaveten mekanik yapışmanın da meydana gelmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu durum 8 nolu literatür ile örtüşmektedir. Lamine elemanların katmanlara paralel çekmede yapışma dirençleri kendi içlerinde karşılaştırıldığında; meşe laminasyon sarıçam laminasyondan 5 kat ve kayın laminasyondan ise 1,5 kat daha yüksek katman yüzeyine paralel yapışma direnci performansı gösterdiği söylenebilir.

Lamine elemanların ağaç türüne göre katmanlara dik yapışma direnci; en yüksek Doğu kayını laminasyonunda (1,85 N/mm²), daha sonra meşe laminasyonunda (1,57 N/mm²) en düşük sarıçam laminasyonunda (0,91 N/mm²) elde edilmiştir. Meşe ve Doğu kayını arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Doğu kayınında katmanlara dik yapışma direncinin yüksek çıkmasının, Doğu kayını laminasyonun yoğunluğunun diğer laminasyonlara göre yüksek olmasından ve yapıştırıcı ile daha iyi bir çapraz yapışma bağı kurabilmesinden kaynaklanmış olabilir. Meşe laminasyonun yoğunluğu Doğu kayını Laminasyon yoğunluğundan daha yüksek olmasına rağmen, katmanlara dik yapışma direnci daha düşük çıkmıştır. Bu durum, meşe papel kaplamaların tekstürüne bağlı olarak spesifik yapışmaya ilaveten meydana gelen mekanik yapışmanın katmanlara dik çekme sırasında etkisiz kalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Dışbükey ve içbükey yapıda iki farklı kalıp ile deney parçaları üretilmiş fakat içbükey kavisli kalıpta Membran, vakumluma neticesinde iç kısımlara istenilen pres basıncını sağlayamadığı için içbükey kavisli kalıpta üretilen deney örneklerinin yapışma kalitesi düşük olmuştur. Bu sebeple sadece dışbükey kavisli kalıplarda üretilmiş taslak deney örnekleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak, papel kaplamalardan şekillendirilmiş lamine mobilya elemanlarının üretilmesinde; eşlenikli (çift taraflı) kalıp gerektiren bu RF preslerin radyasyon riski ile eşlenikli kalıpların kalıp hatasının ürüne yansması ve yüksek kalıp maliyeti gibi olumsuzluklarının elimine edildiği ve eşleniksiz (tek kalıp) kalıbın kullanıldığı vakumlu membran pres, ağaç türü olarak ta doğu kayını ilk sırada önerilebilir. Vakumlu membran preste dışbükey şekilli kalıpların içbükey şekilli kalıplara göre daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Uygulamada bu durumun dikkate alınması önerilebilir.

5.Katkı Belirtme

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında desteklenmiştir (07/2007–20)

Kaynaklar

1. TS 3842, 1983. "Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları", TSE Standardı, Ankara, Ekim, 1–4.
2. TS 11878, 1995. "Ahşap Mobilya-Koltuk Lamine Ahşaptan İmal Edilmiş", TSE Standardı, Ankara, 1–4.
3. Eckelman, C. A., 1993. "Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture", Forest Products Journal, (43): 19-24.
4. Altınok, M., 2002. "Lamine Ağaç Malzemede Katman Simetrisinin Eğilme Direncine Etkileri", G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 15:(2), 385-392.
5. Şenay, A., 1996. "Lamine Edilmiş Doğu Kayınının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 163.

6. Örs, Y., Keskin, H., 2002. "Lamine Edilmiş Karaçam Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkanları", G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 15 (3), 76-84,
7. Park, Han-Min, Fushitani, M., Sato, K., Kubo, T., Byeon, Hee-Seop, 2003. "Static Bending Strength Performances of Cross-Laminated Woods Made With Five Species", The Japan Wood Research Society, Japan, 49, 411-417.
8. Örs, Y., Özçifçi, A., Atar, M., 1999. "Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper-Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (3): 757-761.
9. Söğütü, C., Döngel, N., 2007. "Polivinilasetat (Pvac) Ve Poliüretan (Pu) Tutkalları İle Yapıştırılmış Bazı Yerli Ağaçlarda Çekmede Makaslama Dirençleri" G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, Cilt 10, Sayı 3, Sayfa 287-293.
10. Leufenberg, T., 1982. "Exposure Effect Upon Performance of Laminated Veneer Lumber And Glulam Materials", Forest Products Journal, (32): 5.
11. Kılıç, Y., Gürey, A., 1996. "Laminasyon Tekniğinin Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi", I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi, Ankara.
12. Tang, R. C., Pu, J. H., 1997. "Edgewise Bending Properties of Laminated Veneer Lumber: Effect of Veneer Grade and Relative Humidity", Forest Products Journal, 47(5):64-71.
13. Altınok, M., Döngel, N., 1999. "Laminasyonda Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Katman Sayısının Eğilme Direncine Etkileri", Z. K. Ü. Karabük Tek. Eğt. Fak. Teknoloji Dergisi, Yıl 2, sayı 1
14. Keskin, H., 2001. "Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları", Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 163.
15. Keskin, H., Togay, A., 2003. "Doğu Kayını ve Kara Kavak Kombinasyonu ile Üretilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri", Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Isparta, (2): 101-114.
16. "Kleiberit firması 2006. PVAc D4 Tutkalı Ürün Teknik Kataloğu", Germany, 1-3.
17. TS EN 322 1999. "Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini", T.S.E., Ankara
18. TS 2472, 1972. "Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini", TSE Standardı, Ankara
19. BS EN 204, 1991. "Non-Structural Adhesives for Joining of Wood and Derived Timber Products", British Standards, England.
20. BS EN 205, 1991. "Test Methods for Wood Adhesives for Non-Structural Applications-Determination of Tensile Shear Strength of Lap Joints", British Standards, England .
21. TS 2476, 1976. "Odunda Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini", TSE Standardı, Ankara, 1-3.
22. TS 2475, 1976. "Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini", TSE Standardı, Ankara, 1-3.

