

## Kavisli Lamine Ahşap Elemanların Diyagonal Çekme Dirençlerinin Belirlenmesi

Necmi Kahraman<sup>1</sup>, Mustafa Altınok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Programı, Afyonkarahisar.

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara.

e-posta: nkahraman@aku.edu.tr

Geliş Tarihi:02.06.2015; Kabul Tarihi:05.01.2016

### Özet

Bu çalışmada, vakumlu membran preste üretilmiş kavisli lamine ahşap elemanların diyagonal çekme dirençlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak 1,5 mm kalınlığında Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) papel kaplamalar, PVAc dispersiyonu D4 tutkalı ile vakumlu membran preste yapıştırılarak 13 katmandan oluşan kavisli lamine ahşap örnekler elde edilmiştir. Hazırlanan örnekler diyagonal çekme deneyi uygulanmış ve basınç altında diyagonal çekme dirençleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, diyagonal çekme deneyinde en iyi yapışma kalitesi elde edilen Doğu kayını deney örneklerinde en iyi direnç değerleri elde edilirken, yapışma kalitesi nispeten düşük olan sapsız meşe ve sarıçamın dirençleri düşük bulunmuş ve aralarındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır.

### Anahtar kelimeler

“Vakumlu Membran Pres”, “Lamine Ahşap”, “Papel Kaplama”

## Determination of the Diagonal Tensile Strength of Curved Laminated Wood

### Abstract

In this study, it has been aimed to determination the diagonal tensile strength on the shaped veneer laminated elements produced by vacuum membrane press. In accordance with this aim, wood veneers (1,5 mm thickness) from oriental beech, oak and Scotch pine were pressed by vacuum membrane press with PVAc dispersion D4 adhesive and laminated veneer samples consisting of 13 layers were prepared. The samples were tested under static loads and the diagonal tensile strengths of members were calculated. As a result, at diagonal tensile test the best resistance values obtained at beech samples that had the best bonding quality, oak and pine samples gave lower strength values that had relatively low bonding quality. The differences between the oak and pine were not statistically significant.

### Keywords

“Vacuum membrane press”, “laminated veneer lumber”, “wooden veneer”

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Yarı mamul malzemelerden biri olan ahşap lamine elemanlar, diğer ahşap kompozit malzemelere oranla ağaç malzemeye en yakın özellikler göstermesi, yüksek biçimsel kararlılığa sahip oluşu ve biçimlendirme esnekliği sebebiyle tercih edilmektedir. Lamine ahşap malzeme, kolon, kiriş, kemer ve makas gibi çeşitli inşaat elemanları ile mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle kavisli mobilya elemanlarında, lamine ahşap 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 (TS EN 386, 1999).

Lamine ahşap ile ağaç malzeme israfı önlenmekte, tabaka düzenlemesi ile homojen, presleme ile de istenilen biçimde bir yapı veya mobilya elemanı elde edilebilmektedir. Lamine ahşap malzemeler yardımıyla büyük açıklıklar kolonsuz ve güvenle geçilebilmektedir (Colling, 1995).

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 (Eckelman, 1993).

Eğmeçli lamine yapısal ahşap elemanda deformasyon analizi sonucuna göre, yükleme ve yükü kaldırma periyotlarında ağaç türü ve zamanın deformasyon miktarı üzerinde etkili olmadığı, model oturma elemanı ayağında 13 mm'lik elastik deformasyon ve 2 mm'lik plastik deformasyonun tespit edildiği, öngörülen süre içerisinde ilerleyen deformasyonun (yorulma) söz konusu olmadığı belirlenmiştir (Altınok ve ark. 2008).

Vakumlu membran preste üretilmiş ahşap lamine elemanların yapışma performanslarının belirlenmesi amacıyla, 1,5 mm kalınlığında Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam papel kaplamalardan PVAc D4 tutkalı ile 13 katmandan oluşan lamine ahşap örnekler hazırlanmış, örneklere lamine katmanlarına paralel ve lamine katmanlarına dik yapışma deneyleri uygulanmış ve en yüksek paralel yapışma direnci meşede, en düşük sarıçamda; dik yapışma performansı ise en yüksek Doğu kayını, en düşük sarıçam örneklerde tespit edilmiştir (Kahraman, 2010).

PVAc ve poliüretan tutkalları ile yapıştırılarak 2 ve 4 mm kalınlığındaki Doğu kayını kaplamalardan hazırlanan örneklere uygulanan testler sonucunda, poliüretan tutkalının direnç değerlerinin PVAc tutkalına göre daha yüksek olduğu ve kaplama kalınlığının direnç üzerindeki etkisinin tam olarak belirlenemediği bildirilmiştir (Şenay, 1996).

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 (Park ve ark. 2003).

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 (Örs ve ark. 1999).

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/mm<sup>2</sup>), en düşük ise PVAc-D3 tutkalı ile Toros sediri (6,249 N/mm<sup>2</sup>) olduğu bildirilmiştir (Söğütü ve Döngel, 2007).

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 (Kılıç ve Güray, 1996).

Lamine kerestelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine katman sayısı ve bağıl nemin etkilerinin araştırıldığı çalışmada; lamine elemanların elastikiyet modülü ve statik eğilme direnci üzerine lamel sayısının önemli düzeyde etkili olduğu, bağıl nemin % 65'ten % 95'e çıkarılması hâlinde kırılma noktasının zayıfladığı ve bağıl nem

artışının masif malzemeye oranla lamine malzemenin elastikiyet modülünü ve kırılma noktasını arttırdığı belirtilmiştir (Tang ve ark. 1997).

Lamine ağaç malzemede 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 (Altınok ve Döngel, 1999).

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 (Keskin, 2001).

Yapıştırılmasında PVAc-D4 tipi tutkal kullanılarak Doğu kayını ve karakavak kombinasyonu şeklinde 5 katmanlı hazırlanan lamine ağaç malzemelerin hava kurusu 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 (Keskin ve Togay, 2003).

Türkiye mobilya sektöründe şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanlarının üretiminde, Radyo Frekanslı(RF) presler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak RF preslerin insan ve çevre sağlığına bilinen birçok zararları bulunmaktadır (genbilim.com, 2007). Ayrıca RF presler eşlenikli (çift taraflı) kalıplar gerektirmektedir. 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, RF preslerde var olan olumsuzluklara karşın RF preslere alternatif olarak vakumlu membran preslerin kullanımının desteklenmesi, ayrıca vakumlu membran preslerin üretim kabiliyetleri ve bazı mekanik performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Ahşap Papel Kaplama

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

### 2.2. Tutkal

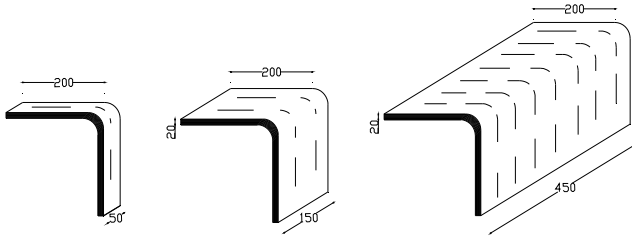
Örneklerin yapıştırılmasında, %5 sertleştirici (Turbo hardener 303.5) ilavesiyle güçlendirilmiş çift bileşenli polivinil asetat (PVAc–D4) tutkalı kullanılmıştır. PVAc–D4 tutkalı, PVAc tutkalının sertleştirici katılımı ile rutubete dayanıklılığı daha da artırılarak, BS EN 204'e göre D4 yapışma kalitesine getirilmiş hâlidir. Üretici firma tarafından tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu  $\sim 1,12 \text{ g/cm}^3$ , viskozitesi ( $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )  $13000 \pm 2000 \text{ mPas}$ , pH değeri  $\sim 3$ , jelleşme zamanı 6-10 dakika, tebeşirleşme noktası  $+5^\circ\text{C}$ , donma direnci  $-30^\circ\text{C}$ , kullanım miktarı  $180-200 \text{ g/m}^2$ , uygulama şekli fırça ya da silindiri sürme makinesi, depolama süresi  $\sim 12$  ay, presleme süresi;  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 15 dakika,  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 5 dakika,  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 2 dakika olarak verilmiştir (Kleiberit, 2006).

### 2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Papel kaplamalar, havalandırılabilen ve direkt güneş ışığı almayan ortamda  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $\% 65 \pm 5$  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. Kavisli lamine ahşap malzeme deney örneklerinin hazırlanmasında papel kaplamalardan lif yönleri birbirine paralel 13 katman oluşturulmuş ve ara yüzeylerine tutkal sürülmüştür. Katmanlar tutkalanırken; tutkal çözeltisi, üretici firma önerilerine uyularak, yüzeylerden bir tanesine  $180-200 \text{ g/m}^2$  olacak şekilde tutkal sürme merdanesi ile uygulanmış ve membran preste preslenmiştir. Pres süresi 20 dk., pres sıcaklığı  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  olarak

ayarlanmıştır. Kavisli lamine ahşap deney örnekleri, deneylerden önce sıcaklığı  $20 \pm 2$  °C ve bağıl nemi %  $65 \pm 5$  olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir.

Taslak deney örnekleri dışbükey kalıpta elde edilmiştir. Ayrıca 4 farklı yarıçapta (40, 60, 80 ve 100 mm) kavise sahip kalıplar hazırlanarak, kavisli lamine eleman üretiminin kavis alt limiti belirlenmiştir. 3 ağaç türü, 3 genişlik ve 4 kavis yarıçapı için 5'er adet olmak üzere 180 adet örnek parça hazırlanmıştır. (Şekil 1 )

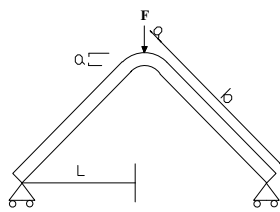


Şekil 1. Üç farklı genişlikteki deney parçası örnekleri

## 2.4. Yöntem

Diyagonal çekme direncini ölçmek için deneyler 5 tonluk 'üniversal test cihazında', basınç kolunda 2 mm/dk. hız sağlayan statik yüklemeler ile gerçekleştirilmiştir.

Diyagonal çekme dirençte büyük bir düşüş olana (plastik deformasyona) kadar devam ettirilmiştir. Diyagonal çekme deneyinde moment kolu mesafeleri ve deney örneği ölçüleri Şekil 2'de, yüklem şekli ve deney düzeneği ise Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Diyagonal çekme direnci deneyi ve moment kolu mesafeleri

Diyagonal çekme direnci ( $\sigma_c$ ) değerleri, "Eş. 1" ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = \frac{M}{W} \quad (\text{Eş. 1})$$

Burada;

$\sigma_c$  = Diyagonal çekme direnci (N/mm<sup>2</sup>),

W = Mukavemet momenti

$M_c$  = Moment – [F x L (Nmm)].

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

L = Moment kolu (m)



Şekil 3. Deney örneklerine uygulanan diyagonal çekme deneyi

## 2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Kavisli lamine ahşap elemanlarda, ağaç türü, kavis yarıçapı ve genişlik farkı faktörlerinin ve etkileşimlerinin eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi yapılmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin  $\alpha = 0,05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde, farklılıkların hangi faktör için önemli olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

Kavisli lamine ahşap elemanların ağaç türü, kavis yarıçapı ve genişlik farkına göre diyagonal çekme direnci ortalama değerleri Tablo 1' de verilmiştir. Kavisli lamine ahşap elemanların diyagonal çekme dirençleri arasında ağaç türünde en fazla direnci Doğu kayını gösterirken, sapsız meşe ve sarıçamda birbirlerine yakın değerler elde edilmiştir. Buna göre en yüksek direnç; doğu kayını laminasyonda (31,86 N/mm<sup>2</sup>), en düşük direnç ise sapsız meşe laminasyonda (11,46 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Direnç

değerleri bakımından, 50 ve 150 mm'lik genişliklerde önemli bir fark görülmezken, 150 mm'nin üzerine çıkılan genişliklerin dirençlerinde doğrusal bir artış değil, tersine bir düşüş

gözlemlenmiştir. Ağaç Türü, kavis yarıçapı ve genişliğin, diyagonal çekme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Kavisli lamine ahşap elemanların diyagonal çekme direnci ortalama değerleri.

Yarıçap (mm)	Genişlik (mm)	Diyagonal Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )					
		Doğu kayını		Sapsız meşe		Sarıçam	
		X <sub>ort</sub>	Std. Sapma	X <sub>ort</sub>	Std. Sapma	X <sub>ort</sub>	Std. Sapma
40	50	24,9	0,74	20,33	3,56	19,88	3,86
	150	24,8	0,98	17,79	2,13	18,44	0,70
	450	12,51	0,21	12,47	0,46	12	0,47
60	50	25,32	1,42	19,02	3,03	17,09	3,86
	150	25,79	1,60	17,54	3,02	18,72	3,43
	450	12,81	0,46	11,46 **	0,45	11,87	0,98
80	50	26,05	6,26	23,65	8,15	21,09	4,57
	150	25,59	1,56	23,22	3,96	18,73	2,08
	450	13,09	0,67	12,57	1,10	12,61	0,62
100	50	31,86 *	6,59	22,59	4,54	26,20	2,74
	150	28,07	1,77	20,38	3,38	23,64	3,25
	450	14,1	0,78	13,87	0,80	13,6	0,83

\* En yüksek diyagonal çekme direnci, \*\* En düşük diyagonal çekme direnci

Tablo 2. Ağaç türü, kavis yarıçapı ve genişlik değişkenlerinin diyagonal çekme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P ≤ 0,05
Ağaç Türü	425,41	2	212,70	22,80	0,00
Kavis Yarıçapı	247,64	3	82,54	8,85	0,00
Genişlik	2325,61	2	1162,80	124,65	0,00
Ağaç Türü x Kavis Yarıçapı	65,52	6	10,92	1,17	0,33
Ağaç Türü x Genişlik	160,50	4	40,12	4,30	0,00
Kavis Yarıçapı x Genişlik	59,02	6	9,83	1,05	0,39
Ağaç Türü x Kavis Yarıçapı x Genişlik	50,05	12	4,17	0,45	0,94
Hata	671,64	72	9,33		
Toplam	44105,11	108			

Diyagonal çekme direncine ağaç türünün, yarıçapın ve genişlik ölçülerinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Bunun yanında ağaç türü- genişlik ölçüleri etkileşiminde de aralarında anlamlı bir fark vardır ( $\alpha=0,05$ ). Ağaç türü- yarıçap ve yarıçap- genişlik ikili etkileşimi ile ağaç türü- yarıçap- genişlik üçlü etkileşimi anlamsız çıkmıştır.

Tablo 3. Ağaç türü düzeyinde diyagonal çekme direnci ortalamalarının karşılaştırmalı sonuçları

Ağaç Türü	Diyagonal Çekme Kuvveti (N/mm <sup>2</sup> )	
	X <sub>ort</sub>	HG
Doğu kayını	22,07	A
Sapsız meşe	17,91	B
Sarıçam	17,82	B

LSD: 0,982

Ağaç türü düzeyinde yapılan diyagonal çekmeye ait ortalamalar ve LSR değeri 0,09 için Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Ağaç

türü düzeyinde diyagonal çekmede en yüksek direnci doğu kayını ( $22,07 \text{ N/mm}^2$ ) gösterirken en düşük direnci sarıçam ( $17,82 \text{ N/mm}^2$ ) göstermiştir ve sapsız meşe ile arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Yarıçap türü düzeyinde yapılan diyagonal çekme direnci etkilerine ait ortalamalar ve LSR değeri 0,39 için Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Yarıçap düzeyinde diyagonal çekme direnci ortalamalarının karşılaştırmalı sonuçları

Yarıçap (mm)	Diyagonal Çekme Kuvveti ( $\text{N/mm}^2$ )	
	$X_{\text{ort}}$	HG
40	18,12	C
60	17,73	BC
80	19,62	B
100	21,59	A

LSD: 0,440

Kavis yarıçapı düzeyinde diyagonal çekmede en yüksek direnci 100 mm'lik yarıçap ( $21,59 \text{ N/mm}^2$ ) gösterirken en düşük direnci 60 mm'lik yarıçap ( $17,73 \text{ N/mm}^2$ ) göstermiştir. Bütün kavis yarıçapları arasında istatistiksel fark görülmüştür. Genişlik türü düzeyinde yapılan diyagonal çekme direnci etkilerine ait ortalamalar ve LSR değeri 1,27 için Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Genişlik düzeyinde diyagonal çekme direnci ortalamalarının karşılaştırmalı sonuçları

Genişlik (mm)	Diyagonal Çekme Kuvveti ( $\text{N/mm}^2$ )	
	$X_{\text{ort}}$	HG
50	23,16	A
150	21,89	A
450	12,75	B

LSD: 5,372

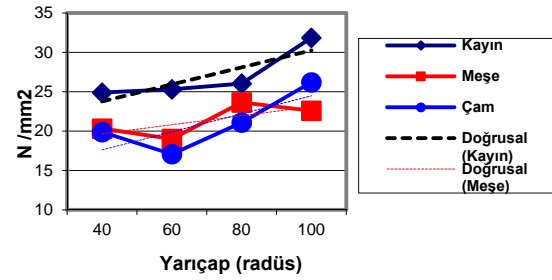
Genişlik düzeyinde diyagonal çekmede en yüksek direnci 50 mm'lik genişlik ( $23,16 \text{ N/mm}^2$ ) gösterirken en düşük direnci 450 mm'lik genişlik ( $12,75 \text{ N/mm}^2$ ) göstermiştir. 50 ve 150 mm'lik genişlikler arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Ağaç türü ve genişlik ikili etkileşiminin diyagonal çekme direncine etkilerine ait ortalamalar ve LSR değeri 0,53 için Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ağaç türü ve genişlik ikili etkileşiminde diyagonal çekme direncine ortalamalarının karşılaştırmalı sonuçları

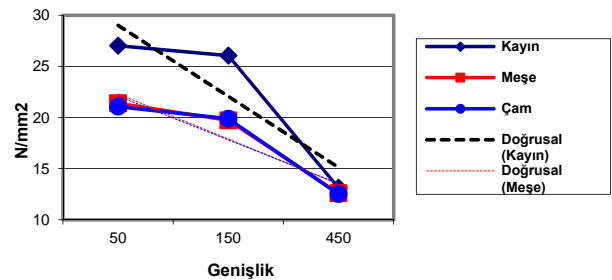
Genişlik (mm)	Diyagonal Çekme Kuvveti ( $\text{N/mm}^2$ )					
	Doğu kayını		Sapsız meşe		Sarıçam	
	$X_{\text{ort}}$	HG	$X_{\text{ort}}$	HG	$X_{\text{ort}}$	HG
50	27,03	A	21,40	B	21,06	B
150	26,06	A	19,73	B	19,88	B
450	13,13	C	12,59	C	12,52	C

LSD: 3,2103

Ağaç türü ve genişlik ikili etkileşimlerinde diyagonal çekmenin en yüksek direnci 50 ve 150 mm'lik genişlikte doğu kayını ( $27,03 \text{ N/mm}^2$  ve  $26,06 \text{ N/mm}^2$ ) gösterirken en düşük direnç değerlerini 450 mm'lik genişlikte sarıçam ( $12,52 \text{ N/mm}^2$ ) göstermiştir. Şekil 4'de diyagonal çekme deneyinde, 50 mm genişlikteki deney örneklerine yarıçapın etkisi grafiksel olarak verilmiştir. Her üç ağaç türünde de çekme dirençlerinin ortalama değerinde ki artışın doğrusal olduğu, yani yarıçap artışı ile direncinde artışı söylenebilir.



Şekil 4. Diyagonal çekme deneyinde 50 mm genişlikteki deney örneklerine yarıçapın etkisi



Şekil 5. Diyagonal çekmeye, genişlik düzeyinde ağaç türünün etkisi

Şekil 5'de diyagonal çekme deneyine genişlik türünün etkisi grafiksel olarak verilmiştir. Her üç ağaç türünde de çekme dirençlerinin ortalama değerinde düşüş gözlemlenmektedir. Özellikle 450



mm genişlikte çekme direncinin büyük oranda düştüğü görülmektedir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Diyagonal çekme deneyine ağaç türünün, yarıçapın ve genişliğin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ağaç türü-genişlik ikili etkileşimi de anlamlı çıkmıştır. Diyagonal çekme deneyinde sapsız meşe ve sarıçam örnekler arasındaki fark önemsizken, doğu kayını örnekler her iki örnekten yaklaşık % 25 daha fazla direnç değerleri vermişlerdir. Genişlik düzeyinde, birim alana düşen direnç değerinde, 50 ve 150 mm'lik genişliklerde önemli bir fark görülmezken, 150 mm'nin üzerine çıkılan genişliklerin dirençlerinde diğer örneklerle oranla bir artış söz konusu olmayıp, düşüş gözlemlenmiştir. Diyagonal çekme deneyinde, Ağaç türü ve genişlik türü ikili etkileşimlerinde en yüksek direnç değerlerini 50 ve 150 mm'lik genişlikte doğu kayını gösterirken en düşük direnç değerlerini 450 mm'lik genişlikte sarıçam göstermiştir.

Diyagonal çekme deneyinde yapışma kalitesi en iyi olan Doğu kayını deney örneklerinde en iyi direnç değerleri elde edilirken, yapışma kalitesi nispeten düşük sapsız meşe ve sarıçam dirençleri düşük olmuştur. Ayrıca ortaya çıkan sonuçlara göre genişliğin artışına bağlı olarak enine kesit miktarı arttıkça taşıdığı kuvvetin de artacağı düşünülürken bu deneylerde böyle olmadığı tespit edilmiştir. Bunun eleman genişliğinin artışının atalet momentini fazla etkilemediğinden kaynaklandığı söylenebilir. Bu şu şekilde açıklanabilir deney örneklerinin genişliği arttıkça, yapısal eleman bir kiriş davranışı göstermekten ziyade tabla tipi (plate) eleman davranışı sergilemekte ve burada da tabla tipi elemanın burulma direnci (panel rijitliği değeri) söz konusu olmaktadır.

Sonuç olarak, papel kaplamalardan şekillendirilmiş lamine mobilya elemanlarının üretilmesinde literatür ve RF pres kullanan işletmelerden alınan bilgiler ışığında; RF preslerdeki yüksek frekansın sağlığa zararlı oluşu ile eşlenikli (çift taraflı) kalıp zorunluluğu, bu kalıplarda kalıp hatasının ürüne yansması ve yüksek kalıp maliyeti gibi

olumsuzluklara sahip cihaza alternatif olarak, sağlık riski taşımayan, eşleniksiz (tek kalıp) kalıbın kullanıldığı vakumlu membran pres, ağaç türü olarak ta Doğu kayını ilk sırada önerilebilir.

#### Kaynaklar

- Altınok M, Burdurlu E, Özkaya K., (2008). Deformation Analysis of Curved Laminated Structural Wood Elements. *Construction and Building Materials*, vol 22(pg. 1643-1).
- 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 1-2
- ASTM-D 5572-95, 1995. Adhesives Used for Finger Joints in Nonstructural Lumber Products
- Bainbridge R.J., Mettem C.J., Drake R., Ansell M.P. 1998 Applications for Composite Materials in Timber Structures. *5th World Conference on Timber Engineering*. Montreux, Switzerland. Proceedings Volume 2 edited by Natterer J., Sandoz J.-L.
- BS EN 204, 1991. Non-Structural Adhesives for Joining of Wood and Derived Timber Products, *British Standards, England*
- BS EN 205, 1991. Test Methods for Wood Adhesives for Non-Structural Applications-Determination of Tensile Shear Strength of Lap Joints. *British Standards, England*
- Colling F., 1995. Glued laminated timber: Production and strength classes. *Timber Engineering step*, 1.A8/1-A8/8
- Eckelman, C. A., 1993. Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture. *Forest Products Journal*, (43): 19-24,
- Glued Wood Products, 2002. (Working Group 2), 65-69, Transportation Research Board. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 2nd Edition
- Kahraman N., 2010. Vakumlu membran preslerde kavisli lamine ahşap elemanların üretilebilirliğinin deneysel incelenmesi, *Gazi Ün. FBE doktora tezi*, 308

Keskin, H., 2001. Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 163

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

Kılıç, Y., Güray, A., 1996. Laminasyon Tekniğinin Kızılağaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi, I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi, Ankara

Kleiberit, 2006. PVAc D4 tutkalı ürün teknik kataloğu, Germany, 1-3

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

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

Söğütlü, C., Döngel, N., 2007. Polivinilasetat ve Poliüretan Tutkalları ile Yapıştırılmış Bazı Yerli Ağaçlarda Çekmede Makaslama Dirençleri. *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 10(3), 287-293

Şenay, A., 1996. Lamine Edilmiş Doğu Kayınının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 163

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

TS EN 322, 1999. Yapıştırılmış lamine ahşap- Performans ve asgari imalat şartları. *TSE Standardı, Ankara*, 1-7.

TS EN 386, 1999. Yapıştırılmış lamine ahşap- Performans ve asgari imalat şartları. *TSE Standardı, Ankara*, 1-7.

TS EN 387, 2003. Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları, *TSE Standardı, Ankara*, 1–4.

TS 11878, 1995. Ahşap Mobilya-Koltuk Lamine Ahşaptan İmal Edilmiş, *TSE Standardı, Ankara*, 1–4.

#### **İnternet kaynakları**

1- <http://www.genbilim.com/content/view/1897/36> (2007)