

**ŞEKİLLENDİRİLMİŞ LAMİNE MOBİLYA ELEMANLARININ  
ÜRETİMİNDE VAKUMLU MEMBRAN PRES KULLANIM  
LİMİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Proje No: 107 O 337**

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK  
Necmi KAHRAMAN

EYLÜL 2008  
ANKARA

## Önsöz

Aynı zamanda bir doktora tezi olan bu projede ‘Vakumlu Membran Pres Makinesi’ kullanılarak ahşap lamine mobilya elemanlarının üretilebilirliği ortaya konulmuştur ve uygulanabilecek kavislerin limit değerleri belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışma ile birlikte üretilen deney numunelerine;

- Yorma (formunu koruma) deneyleri (Diyagonal basınç ve diyagonal çekme),
- Liflere dik yapışma direnci deneyleri
- Liflere paralel yapışma direnci deneyleri tatbik edilerek performansları belirlenmiştir.

Vakumlu Membran Pres Makinesi ‘TÜBİTAK Hızlı Destek Projesi’nden sağlanan destekle alınmıştır. Malzeme olarak kullanılan Papel Kaplamalar, D4 PVAc tutkalı ve kalıplar için kullanılan lif levhalar da ‘Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri’ desteği ile alınmıştır.

## İçindekiler

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	2
İÇİNDEKİLER .....	3
TABLO VE ŞEKİL LİSTELERİ.....	4
ÖZET .....	5
ABSTRACT.....	6
1. GİRİŞ .....	7
2. GENEL BİLGİLER .....	8
2.1. Laminasyonun Tanımı.....	8
2.2. Laminasyonun tarihçesi ve lamine malzemelerin kullanım alanları.....	9
2.3. Lamine ağaç malzemenin avantajları.....	10
2.4. Literatür Özeti.....	11
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	17
3.1. Gereç.....	17
3.1.1. Papel Kaplamalar.....	17
3.1.2. Tutkal .....	18
3.1.3. Lif Levha.....	18
3.2. Yöntem.....	18
4. BULGULAR.....	21
4.1. Liflere Paralel Çekme Deneyi Sonuçları.....	21
4.2. Liflere Dik Çekme Deneyi Sonuçları.....	22
4.3. Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları.....	24
4.4. Diyagonal Çekme (Yorma) Deneyi Sonuçları.....	29
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	34
KAYNAKLAR .....	37
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU .....	42

## TABLULARIN LİSTESİ

	<b>sayfa</b>
<b>Tablo 2.1.</b> Vakumlu Membran Pres Makinasının Teknik Özellikleri	9
<b>Tablo 3.1.</b> Deney Numelerinde Ve Kalıplarda Kullanılan Malzemelerin Listesi	17
<b>Tablo 3.2.</b> Deney Numunelerinin Özelliklerini Gösterir Deneme Deseni Tablosu	20
<b>Tablo 4.1.</b> Liflere Paralel Çekme Deneyi Sonuçları	22
<b>Tablo 4.2.</b> Liflere Dik Çekme (İç Yapışma Direnci) Deneyi Sonuçları	24
<b>Tablo 4.3.</b> Kayın Parçalarda Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları	26
<b>Tablo 4.4.</b> Meşe Parçalarda Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları	27
<b>Tablo 4.5.</b> Sarıçam Parçalarda Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları	28
<b>Tablo 4.6.</b> Kayın Parçalarda Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları	31
<b>Tablo 4.7.</b> Meşe Parçalarda Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları	32
<b>Tablo 4.8.</b> Sarıçam Parçalarda Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları	33

## Şekillerin Listesi

<b>Şekil 3.1.</b> Deney Örneklerinin Preslenmesinde Kullanılan Kalıp Örneği	19
<b>Şekil 2.</b> Üç Farklı Genişlikteki Deney Parçası Örnekleri	19
<b>Şekil 4.1.</b> Liflere Paralel Çekme Deneyi Numune Parçası Ölçüleri	21
<b>Şekil 4.2.</b> Liflere Dik Çekme (Yapışma Direnci) Deneyi Numune Parçası	23
<b>Şekil 4.3.</b> Bir Kayın Numunesine Ait Basınç Deneyinde Elde Edilen Gerilme-Deformasyon Eğrisi	25

## Resimlerin Listesi

<b>Resim 2.1-2.</b> Vakumlu Membran Pres Makinası Ve Preste Kullanılan Kalıp Örneği	8
<b>Resim 2.3-4.</b> Vakumlu Membran Preste İş Parçası Hazırlama Aşamaları	9
<b>Resim 2.5.</b> Vakumlu Membran Preste Hazırlanmış İş Parçası Örneği	9
<b>Resim 3.1.</b> Deney Örneklerinin Preslenmesinde Kullanılan Kalıp Örneği	19
<b>Resim 3.2-3.</b> Ölçülendirilmemiş Ve Ölçülendirilmiş Farklı Genişliklerdeki Deney Parçası Örnekleri	19
<b>Resim 4.1-2.</b> Liflere Paralel Çekme Deneyi	21
<b>Resim 4.3.</b> Liflere Dik Çekme (Yapışma Direnci) Deneyi Numune Parçası	23
<b>Resim 4.7-8.</b> Diyagonal Basınç Deneyi	25
<b>Resim 4.9-10.</b> 50 Ve 150 Mm'lik Deney Örneklerine Uygulanan Diyagonal Çekme Deneyi	29
<b>Resim 4.11-12.</b> 50 Ve 450 Mm'lik Deney Örneklerine Uygulanan Diyagonal Çekme Deneyi	30
<b>Resim 5.1-2.</b> Üretimi Mümkün Olmayan Dışarlak Ve İçerlek Kavis Değerleri	34
<b>Resim 5.3-4.</b> Elde Edilebilen Dışarlak Kavis Değerleri	35
<b>Resim 5.5-6.</b> Kusurlu Deney Parçası Örnekleri	35
<b>Resim 5.7-8.</b> Deney Parçası Örnekleri Ve Deformasyonu Engellemek İçin Kullanılan Kalıp	36

## ŞEKİLLENDİRİLMİŞ LAMİNE MOBİLYA ELEMANLARININ ÜRETİMİNDE VAKUMLU MEMBRAN PRES KULLANIM LİMİTLERİNİN BELİRLENMESİ

### ÖZET

Aynı zamanda bir doktora tezi olan bu projede şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanları ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapılarak, insan ve çevre sağlığına hiçbir olumsuz etkisi olmayan ve ayrıca yapımı zor ve maliyeti yüksek olan eşlenikli kalıp gerektirmeyen Vakumlu Membran Presin kullanılabileceği ortaya konulmuştur ve bu lamine elemanlarında uygulanabilecek kavislerin limit değerleri belirlenmiştir. Ulusal mobilya sektöründe daha yaygın olarak kullanılan Radyo Frekans esaslı preslere göre Vakumlu membran preslerin görünen dezavantajlarından olan pres süresinin biraz daha uzun olması ve olası Membran yırtılmalarına ise Kauçuk esaslı membran yerine Silikon esaslı membranlar tercih edilerek çözüm getirilmiştir. Ayrıca bu projede üretilen deney numunelerine;

- Yorma (formunu koruma) deneyleri (Diyagonal basınç ve diyagonal çekme),
- Liflere dik yapışma direnci deneyleri
- Liflere paralel yapışma direnci deneyleri tatbik edilerek performansları belirlenmiştir.

Beş değişik yarıçapta (20-100 mm) ve 'L' şeklinde hazırlanmış kalıplar yardımı ile 1,5 mm kalınlıktaki 3 değişik ahşap türünden (doğu kayını, meşe ve sarıçam) elde edilmiş papeler kaplamalar lamine tekniğinde ve her bir numune 13 kat olarak vakumlu pres makinesinde preslenmiştir. Elde edilebilecek en düşük kavis değeri tespit edildikten sonra standartlara uygun biçimlendirilen ve boyutlandırılan numunelerin kullanım limitleri testlere tabii tutularak belirlenmiştir. Tutkal türü olarak ta insan çevre sağlığına zararlı etkisi olmayan ve soğuk preslemeye imkan veren PVAc dispersiyonu D<sub>4</sub> tutkalı kullanılmıştır.

TÜBİTAK Hızlı Destek Projesinden sağlanan destekle ve 12 ay süreli bu proje ile Vakumlu Membran pres makinesi alınmıştır. Malzeme olarak kullanılan Çam, Kayın ve Meşe papeler kaplamalar, PVAc dispersiyonu D<sub>4</sub> tutkalı ve kalıplar için kullanılan lif levhalar Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri desteği ile alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Vakumlu Membran Pres, Lamine Ahşap Kaplama, Şekillendirilmiş Ahşap Laminasyon, Papeler Kaplama

## **DETERMINATION OF VACUUM MEMBRANE PRESS USAGE LIMITS IN PRODUCTION OF SHAPED LAMINATED FURNITURE ELEMENTS**

### **ABSTRACT**

In this project, which also is a Ph.D. thesis, a wide research regarding the Shaped Wooden Laminated Furniture Elements was made and accordingly have been introduced that show no unsuitable influence on human and environmental health technique with use Vacuum Membrane Press and the limit values of curves applicable on these laminated elements were determined. In many use appears to ripping of membrane it have been getting solutions with use silicon base membrane. Additionally, the following experiments were performed on specimens produced in this project and their performances were determined;

- Fatigue (Keeping the shape) experiments (Diagonal pressure and diagonal tensile)
- Adhesion resistance experiments vertical to fibers.
- Adhesion resistance experiments horizontal to fibers.

By means of molds prepared in "V" shape and in five different radius (20-100 mm.), Wooden Paper Veneers obtained from three different wood types (Beech, Oak, Pine) in 1,5 mm. thickness were pressed by lamination technique and every each specimen had 13 layers. After identifying the lowest possible curve value that can be obtained, the usage limits of specimens shaped and dimensioned according to the standards were determined after test applications. D4 PVAc adhesive was chosen as the adhesive which is not harmful to human health and environment and which also makes cold pressing possible.

Vacuum Membrane Pressing machine was purchased for this 12 month long project and with the support of TUBITAK Rapid Aid Project. Pine, Beech and Oak Wooden Paper Veneers which are used as materials, D4 PVAc adhesive and fiber sheets used for molds were purchased by the support of Gazi University Scientific Research Projects.

**Keywords:** Vacuum Membrane Press, Laminated Veneer Lumber, Shaped Wooden Lamination, Wooden Paper Veneer

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış, kullanıcıların daha uzun ömürlü, kaliteli ve çok sayıda mobilya talebini de artırmıştır. Masif ağaç malzemenin doğallığının ve zararsız oluşunun yanında, aşırı kullanılmasıyla azalmaya başlayan orman varlıklarının kaybını önlemek için alternatif malzemelerin geliştirilmesine gerek duyulmuştur. Bu malzemelerden bir tanesi de lamine malzemedir. Diğer kompozit malzemelere oranla ahşaba en yakın özellikler göstermesi, boyutsal kararlılığının olması ve biçimlendirme esnekliği sebebiyle tercih edilmektedir.

Özellikle geometrik biçim içermeyen kavisli mobilya iskeletlerinde masif ağaç malzemeye kıyasla lamine malzeme kullanımının teknik, estetik, ekonomik ve üretim kolaylığı açısından yararları bulunmaktadır. Bu bağlamda, masif ağaç malzemenin eğmeçli mobilyada kullanılmasından kaynaklanan firenin azaltılması ve odun kusurlarından arındırılması; lamine malzemelerle mümkün olmaktadır. Ayrıca, lamine tekniğinde, doğrudan hazır kaplamaların kullanılması nedeniyle; hava kurusu haldeki kaplamalara sadece yapıştırma işlemi uygulanmaktadır. Böylece kurutma için ek bir maliyet gerektirmemektedir.

Bu çalışmada, şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanları ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapılarak, lamine elemanlarda uygulanabilecek kavislerin limit değerleri belirlenmiştir. Ahşap laminasyon tekniği, Türkiye mobilya sektöründe yeni yeni tanınmakta ve gelişim göstermektedir. Şekillendirilmiş ahşap lamine mobilya elemanlarının ülkemiz mobilya sektöründe en yaygın olarak üretimi, radyo frekanslı (RF) preslerde çift taraflı kalıplar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu üretim yönteminde kullanılan RF preslerin insan ve çevre sağlığı açısından bilinen birçok zararları bulunması yanında yatırım maliyetinin yüksek oluşu ve çift taraflı kalıp hazırlama zorunluluğu da maliyet artışına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda, şekillendirilmiş ahşap laminasyonda insan ve çevre sağlığına zararlı üretim tekniklerine alternatif olarak sağlık bakımından olumsuz etkisi olmayan vakumlu membran presin kullanılabilirliğinin ortaya konulması ve yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca kullanılan tutkalda insan ve çevre sağlığına zararsız PVAc tutkalı seçilerek, çevre ve insan sağlığına zararsız mobilya elemanlarının üretiminin ortaya konulması ve ilk planda ulusal mobilya sektörünün bu konuda bilinçlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Laminasyonun Tanımı

Lamine ahşap, değişik ölçülerdeki bağımsız ahşap tabakaların, kontrollü endüstri koşullarında ve özel bağlayıcılarla tutkalanıp birleştirilmesinden oluşur. Lamine ahşap ile kolon, kiriş, kemer, makas ve bunun gibi birçok değişik formlarda eleman üretilebilir. Farklı kalınlıklarda hazırlanan ağaç malzemelerin lifleri birbirine paralel olacak şekilde yüzeylerinden yapıştırılması ile elde edilir. Kat kalınlıklarına göre farklı isimlendirilirler. Büyük açıklıkların geçilmesinde kullanılan tutkallı yapı kirişleri (GLULAM = glued laminated timber) 25,4-50,8 mm kalınlıktaki parçalardan üretilir. Mobilya yapımında kullanılan küçük boyutlu lamine elemanlar (LVL = laminated veneer lumber = MICROLAM) için ise en çok 3,2 mm ye kadar kalınlığa sahip kaplama levhaları kullanılır.

TS 3842 ye göre; yapıştırılmış lamine ahşap elemanı; iki veya daha çok kerestenin, lifleri birbirine ve elde edilecek elemanların uzunluk eksenine paralel gelecek şekilde, basınç altında yapıştırılmasıyla elde edilen bir ahşap yapı elemanıdır.

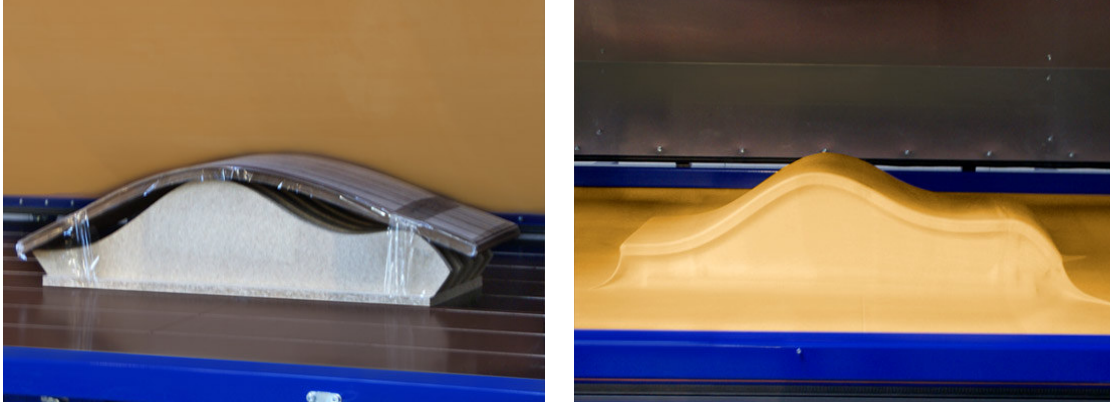
TS EN 386'ya göre; odun laminelerinin özellikle lifleri paralel olarak birbiriyle yapıştırılmasıyla elde edilen yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır.

TS 11878'e göre; Lamine ahşap, kesme, soyma ve biçme yöntemiyle elde edilen ağaç malzeme levhalarının aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz ya da kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmesiyle elde edilmektedir.

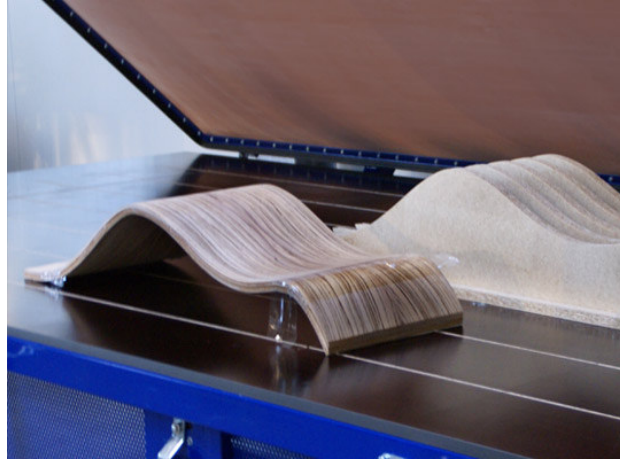


Resim 2.1-2. Vakumlu Membran Pres Makinesi Ve Preste Kullanılan Kalıp Örneği





Resim 2.3-4. Vakumlu Membran Preste İş Parçası Hazırlama Aşamaları (60)



Resim 2.5. Vakumlu Membran Preste Hazırlanmış İş Parçası Örneği (60)

Vakum gücü	40 m <sup>3</sup> / hr
Makinenin kapladığı alan	2800 x 1600 mm
Toplam güç	27,5 Kw
Tabla ebadı	1400 x 2500 mm
Tabla kullanım ebadı	1200 x 2300 mm
Tablanın üretim süresi	2-60 dk
Sirkülasyon soğutma sistemi	var
Otomatik sıkıştırma özelliği	var
Vakum otomatığı	var

Tablo 2.1. Vakumlu Membran Pres Makinesinin Teknik Özellikleri

## 2.2. Laminasyonun tarihçesi ve lamine malzemelerin kullanım alanları

WOLF'a göre laminasyon üzerinde ilk sistematik çalışmalar 16. yy.'da Colonel Emy ve Philiber Delorm tarafından ortaya konmuştur. Lamine ahşap teknolojisi, Otto Hetzer ile dünyada tanınmış, 1901 ila 1906 arasında İsviçre ve Almanya'da; 1907 ila 1930 arasında ise tüm Avrupa'ya yayılmıştır. 1914 yılında Danimarka'da Hetzer lisansı ile, 1918'de Norveç'de, 1919'da İsviçre'de Brekke lisansı ile lamine giriş üretimine başlanmıştır.

1910 Brüksel Dünya fuarı ve 1913 Lipsia Dünya fuarı'nda tanıtılmış ve büyük ilgi görmüştür. Hanisch ve Thompson Boat Manufacturing Firması ile bu teknolojiyi ABD'de yaygınlaştırmıştır. Kısa zamanda sivil yapılarda, kilise inşaatlarında, köprülerde kendini gösteren teknoloji, II. Dünya savaşıyla birlikte askeri yapılarda da yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

ABD'de ilk kavisli lamine yapı elemanı 1934 yılında Orman Ürünleri Laboratuvarında tasarlanmış ve üretilmiştir. Daha sonraları, bazı Avrupa ülkelerinde okul, kilise, spor salonu, yüzme havuzu, fabrika binası, hangar ve çiftliklerde hayvan barınağı yapımında kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında sentetik tutkalların geliştirilmesiyle yüksek direnç gerektiren köprü ve liman gibi açık alan inşaatlarında lamine malzemeler uygulanmıştır.

Lamine masif ağaç malzeme yapı endüstrisine paralel olarak mobilya endüstrisinde de geniş kullanım alanına sahiptir. Özellikle döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren açık ve kapalı iskelet elemanlarında, oturma odası, çalışma odası, yemek odası, yatak odası ve genç odası mobilyalarının üretiminde lamine edilmiş ağaç malzemeler kullanılmaktadır.

## 2.3. Lamine Ağaç Malzemenin Avantajları

Lamine ağaç malzemenin masif ağaç malzemeye göre üstün özellikleri bulunmaktadır. Bunlar:

1. Masif ahşaptan üretilen elemanların boyutları sınırlı iken, laminasyon yöntemiyle istenilen boyutlarda üretim yapılabilir.
2. Değişik stillerde ve sınırsız formda çalışma imkanı vardır.

3. Kullanılan ağaç malzemeler ince ve küçük boyutlu olduğundan, doğal yöntemle ekonomik olarak kurutulabilmektedir.
4. Özellikle kavisli elemanlarda, kritik yükün meydana geldiği kesitlerde boyutlar diğer taraflara göre daha büyük yapılabilmektedir.
5. Üretimde küçük parçalar kullanılabildiğinden ağaç malzeme zayiatı önlenmektedir.
6. Malzemedeki budak, çatlak vb. kusurların arındırılarak kullanılmasına imkan sağlamaktadır.
7. Kullanılan tutkalın su itici özelliği ve katların düzenlenmesinde yıllık halka konumlarının iç gerilmeleri dengeleyecek şekilde tasnif edilmesi, lamine ağaç malzemenin daha az çalışmasına sebep olmaktadır.
8. Ağaç malzemenin kusurlu kısımları atılarak sağlam parçalardan oluşturulan lamine ağaç malzemenin teknik özellikleri normal masif ağaç malzemedden daha üstün olabilmektedir. Eğilmede emniyet gerilmesi masif ağaç malzemedde  $\sigma_{em}=110 \text{ kg/cm}^2$  iken aynı kesitli lamine ağaç malzemedde  $\sigma_{em}=140 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Böylece taşıyıcı elemanlarda kesitler daha küçük tutulabileceği gibi, taşıma ve montaj kolaylıkları diğer avantajlı özelliklerindedir.

#### **2.4. Literatür Özeti**

Altınok ve Döngel (2002), çam türü lamine elemanlarda mekanik direnç özelliklerini araştırmışlar, daha çok ahşap ev imalatında yatay ve düşey taşıyıcı olarak kullanılan lamine ahşap elemanda eğilme ve basınç (burkulma) dirençlerini belirlemişlerdir. Bu amaçla deneylerde sarıçam (*Pinus sylvestris* L) ve rus çamı (*Pinus sibirica*) ve yapıştırıcı olarak Kleberit 305 tutkalı kullanmışlardır. Gerçek boyutlarda hazırladıkları dört katmanlı numunelere DIN 52185 esaslarına göre basınç yükü, altı katmanlı numunelere DIN 52186 esaslarına göre eğilme yükü ve iki katmandan hazırlanan numunelere DIN 53255 ve EN 205 esaslarına göre çekme yükü uygulamışlardır. Denemeler sonunda, en yüksek eğilme ve basınç (burkulma) direncinin sarıçamda, olduğunu bildirmişlerdir.

Altınok (2002), lamine ağaç malzemedde katman simetrisinin eğilme direncine etkilerini araştırmış, 7 katmanlı değişik simetrideki soyma kayın ve kesme kavak kaplamalardan hazırladığı lamine malzemeleri poliüretan, üre formaldehit ve kleberit-303 tutkalları ile

yapıştırılmıştır. Sonuç olarak en yüksek eğilme direnci, (A: Doğu kayını soyma kaplama olmak üzere) “ABBBBBA” katman simetrik ve soğuk uygulamalı laminasyonda poliüretan tutkalında elde edildiğini tespit etmiştir.

Altınok (2003), lamine katman teşekkülünün mekanik dirençlere etkilerinin belirlenmesini araştırmış, değişik katman simetriklerinden oluşan çam ve kavak deney örneklerine eğilme ve çekme deneyleri uygulamıştır. Deney sonuçlarında, lamine ahşabın eğilme ve yapışma direnci ile yoğunluğunun çam katmana bağlı olarak arttığını bildirmiştir. Lamine malzemenin eğilme direncinin yoğunluğa oranlandığında en uygun katman simetrisinin (A : Çam kaplama olmak üzere)“ABBBBBA” simetrik malzemeler olduğunu tespit etmiştir.

Leufenberg (1982), açık hava koşullarının lamine elemanların performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, göknar odunu ve fenol-resorsin tutkalı ile masif-masif, kaplama-masif ve kaplama-kaplama kombinasyonlarından oluşan çalışmada, laminasyon makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme dirençlerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, tutkal hattına dik çekme direncinin en yüksek masif-masif numunelerde olduğunu, suda yatırılan numunelerde en fazla direnç azalmasının masif-masif numunelerde olduğunu, makaslama direnci deneyinde ise, masif- masif numunelerin soyma kaplama-soyma kaplama numunelerden %44 daha fazla dirençli olduğunu bildirmiştir.

Youngquist ve diğerleri (1984), lamine edilmiş göknar kirişlerde katman genişliği, katman kalınlığı, boy birleştirme şekli ve ağaç malzeme kalitesinin mekanik özellikler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 2. ve 3. sınıf ağaç malzeme, 9, 18, 28 cm katman genişliği, 2.5, 3.2, 4.7 mm katman kalınlığı ve boy birleştirmelerde yatay-dikey kama dişli ve pahlı boy birleştirme tekniklerini uygulamışlar, farklı katman kalınlığı ve farklı kaplama kalite sınıfındaki numunelerde, katman genişliğinin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde etkili olmadığını, 2. sınıf ağaç malzemedan hazırlanan numunelerin direnç değerinin, 3. sınıf ağaç malzemeli numunelerden daha fazla olduğunu saptamışlardır. Pahlı boy birleştirme uygulanan numunelerin liflere paralel çekme direncinin en yüksek olduğunu, en düşük liflere paralel çekme direncinin ise kama dişli birleştirmenin yatay olarak uygulandığı numunelerde elde edildiğini belirlemişlerdir. Lamine katman kalınlığı arttıkça eğilme direncinin azaldığı, elastikiyet modülünün ise katman kalınlığından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Eckelman (1993), 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 gerektiğini bildirmiştir.

Kılıç (1996), laminasyon işleminin, kızılâğacın mekanik özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada, 2 mm katman kalınlığındaki laminelerin 4 mm katman kalınlığındaki laminelere oranla daha dirençli olduğunu, liflere paralel basınç, liflere paralel makaslama, liflere dik eğilme ve elastikiyet modülü dirençlerinin PVAc tutkallı örneklerde daha yüksek, liflere dik çekme ve yarıma direnci, vida tutma kabiliyetinin ise poliüretan tutkallı örneklerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Şenay (1996), lamine edilmiş ağaç malzemenin teknolojik özelliklerini araştırdığı çalışmada, Doğu kayınından soyma yöntemiyle elde edilen kaplamalara PVAc ve poliüretan tutkalları uygulayarak 2 ve 4 mm kalınlığındaki kaplamalardan hazırlanan deney örneklerine uygulanan testler sonucunda tutkal çeşidinin mekanik özellikler üzerinde etkili olduğu, poliüretan tutkalı ile yapıştırılan numunelerin direnç değerlerinin PVAc tutkalı ile yapıştırılan numunelerden daha yüksek olduğu, kaplama kalınlığının direnç üzerindeki etkisinin tam olarak belirlenemediğini bildirilmiştir.

Tang ve Pu (1997), lamine kerestelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine katman sayısı ve bağıl nemin etkilerini araştırdıkları çalışmada, lamine elemanların elastikiyet modülü ve statik eğilme direnci üzerine lamel sayısının önemli bir etkisinin olduğunu gözlemişler, bağıl nemin % 65'ten % 95'e çıkarılmasıyla kırılma noktasında önemli bir zayıflama olduğunu bildirmişlerdir. Bağıl nem artışının masif malzemeye oranla lamine malzemenin elastikiyet modülünü ve kırılma noktasını arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Kılıç (1997), lamine edilmiş kızılâğaç'ın fiziksel ve mekanik özellikleri ile mobilya endüstrisinde kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmasında, 2 ve 4 mm kalınlığındaki soyma kaplamaları PVAc ve poliüretan tutkallarıyla lamine etmiş, PVAc tutkallı ve 2 mm kat kalınlığındaki malzemelerin liflere paralel makaslama direnci, liflere paralel basınç direnci, liflere dik eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneylerinde yüksek değerler verdiğini,

poliüretan tutkallı 2 mm kat kalınlığındaki numunelerin ise vida ve çivi tutma dirençleri ile, liflere dik çekme-yarılma deneylerinde yüksek direnç gösterdiğini bildirmiştir.

Salih (1998), okaliptus odunundan üretilen lamine edilmiş tabakalı malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine tutkal türü ve tomruk buharlama süresinin etkilerini araştırdığı çalışmasında, ÜF tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda buharlama süresinin artmasıyla, liflere dik çekme-yarılma direnci hariç tüm değerlerde bir artışın tespit edildiğini, PVAc tutkalıyla üretilen lamine levhalarda buharlama süresinin artmasıyla, sadece eğilmede elastikiyet modülünün arttığını, diğer tüm değerlerde azalma görüldüğünü bildirmiştir.

Döngel (1999), lamine ağaç malzemede ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerini araştırdığı çalışmasında, 7 katmanlı numunelerin eğilme direncinin sırasıyla en yüksek kayın, çam ve meşe odunlarından hazırlanan lamine malzemelerde olduğu, çamın malzeme değerlerinin kayın malzemeye çok yakın değerlerde çıktığı ve özgül ağırlığı yüksek olan meşenin özgül ağırlığı daha düşük olan çamdan az direnç gösterdiğini bildirmiştir. Tutkal faktörüne göre bu malzemeler değerlendirildiğinde PVAc tutkallı malzemelerde sıranın yine kayın, çam ve meşe şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Örs ve diğerleri (2001), lamine ağaç malzemede kama dişi boy birleştirmelerinin eğilme direncine etkileri araştırılmış, deney numunesi olarak Doğu kayını ve sarıçam odunlarından D4 tutkalı ile elde edilen lamine malzemeler kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre, lamine ağaç malzemelerde eğilme direnci, kontrol örneklerine göre Doğu kayınında %17, sarıçamda %20 azaldığı, eğilme direncinin Doğu kayınında sarıçamdan yüksek olduğu bildirilmiştir .

Keskin (2001), 5 mm kalınlığındaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich), sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky), Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky) ve sapsız meşe (*Quercus petrea* Lipsky) kaplamalarından, PVAc-D4 tutkalı ile 4 katmanlı olarak lamine edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinin, bu ağaç türlerinin masiflerine oranla daha üstün olduklarını belirlemiştir.

Özçiftçi (2001), emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerini araştırdığı çalışmasında, orta katmanlarda kavak dış katmanlarda ise çam ve kayın malzemeler kullanılmıştır. Lamine malzemelere yanmayı geciktirici emprenye maddesi olarak

tanalith-C 3310, boraks, borik asit, boraks+borik asit ve di-amoniumfosate kimyasallarının kullanıldığı numuneler üzerinde eğilme direnci, elastikiyet modülü, yoğunluk, hacimsel genişleme, yapışma direnci, basınç direnci ve yanma değerleri belirlenmiştir. Deneyle sonunda borik asit ve tanalith-C 3310 kimyasallarının lamine ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, diğer emprenye maddelerinin olumlu etkiler gösterdiğini bildirmiştir.

Örs ve Keskin (2002), 5 mm kalınlığındaki karaçam (Pinus Nigra var. Pallasiana) kaplamalardan, üre formaldehit (Poliüre-8755) tutkalı ile 5 kat olarak lamine edilmiş malzemelerin, mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında ve yapı elemanı olarak kullanılmasını önermişlerdir.

Park ve diğerleri (2003), lifleri birbirine paralel ve ters yönlü olacak şekilde 3 katlı, 5 ağaç türünden hazırlanan 30 adet lamine deney örneğinin statik eğilme dirençleri araştırılmıştır. Elastikiyet modülü, orantılı gerilim sınırlaması ve liflere dik kopma direnci, lifleri birbirine dik olan laminasyonda artmıştır ve bu artışın fazlaşması ağaç türlerinin yoğunluklarının azalmasına paralel olarak daha da çoğalmaktadır. Paralel lamine edilen ağaç malzemelerin, liflere dik ve paralel ölçülen eğilme direnci değerleri ve lifleri birbirine dik lamine edilen ağaç malzemelerin lamine yüzeyine dik eğilme direnci değerleri tekil olarak her bir laminasyonun yaklaşık hesaplanan elastikiyet modülü değerlerine eşit olduğu gözlenmiş, bununla birlikte lifleri birbirine dik olan laminasyonda ölçülen liflere paralel elastikiyet modülüyle kopma direnci arasında pozitif yönde ve oldukça yüksek bir ilişki olduğu bildirilmiştir.

Keskin ve Togay (2003), Doğu kayını ve kara kavak kombinasyonu ile üretilmiş lamine ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi konulu çalışmalarında, 5 katmanlı olarak hazırladıkları lamine ağaç malzemeleri PVAc-D4 tipi tutkal ile yapıştırmışlardır. Numuneler üzerinde yoğunluk, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, basınç direnci, makaslama direnci, yarıma direnci deneyleri yapmışlar, Deneyle sonunda numune değerlerinin hava kurusu yoğunluğu 0,571 g/cm<sup>3</sup>, eğilme direnci 98,66 N/mm<sup>2</sup>, eğilmede elastikiyet modülü 9020,24 N/mm<sup>2</sup>, basınç direnci 54,49 N/mm<sup>2</sup>, makaslama direnci 9,11 N/mm<sup>2</sup>, yarıma direnci 0,540 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

H'ng ve diğ erleri (2003), lamine kerestelerin eğ ilme direnci üzerine ağ aç türü, lamine kat kalınlığı ve lameller arası boşlukların etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, keruing, beyaz meranti, sarı meranti, bintangor ve kedondong olarak isimlendirilen 5 çeşit tropikal sert odun kerestesinden, 13 ile 17 katman ve 50 mm kalınlıklarda lamine malzeme haline getirilmek üzere, kat kalınlığı 4 ve 3,1 mm soyma kaplamalardan hazırlanan malzemeler kullanmışlardır. %42 oranında katı madde içeren Fenol-formaldehit tutkalı kullanarak hazırladıkları lamine malzemelere 3 noktalı eğ ilme direnci deneyi uygulamışlardır. Sonuç olarak lamine numunelerin kopma dirençleri üzerinde lamel kalınlığının ve ağ aç türünün önemli bir etkisi olduğunu bildirmişler, laminasyonda, inceltmiş lamel kullanımının elastikiyet modülünü % 4 oranında artırdığını gözlemlemişlerdir. Lamine kerestelerin sertlikleri ve eğ ilme dirençleri üzerinde lamine kalınlıklarının önemli etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Dansoh ve diğ erleri (2003), lifleri birbirine paralel olarak yapıştırılmış lamine elemanların basınç ve gerilme dirençlerini belirlemek için yaptıkları araştırmada, lamine elemanların yüz yüze birleştirme durumlarını ve tutkal uygulamasının etkilerini incelemişler, tutkalı uygulanan ladin laminasyon malzemelerin tutkalsız yüz yüze birleştirilen ladin malzemelere oranla basınç yüklemesinde daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir.

ÖRS, Y., vd. (1999), "Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper – Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri" isimli çalışmalarında, ağ aç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere üretilmiş olan Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper – Lackleim 308 tutkallarının ağ aç malzemelerden; doğ u kayını (*Fagus orientalis L.*), sarıçam (*Pinus siylvestris L.*) ve sapsız meşe (*Quercus petraea L.*) odunlarında yapışma dirençlerini araştırmışlar ve bunun için TS 5430 'a göre hazırlanmış deney örneklerine çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak; en yüksek çekme direncini Klebit 303 tutkalı ile doğ u kayını (89,80 N/mm<sup>2</sup>) ve sapsız meşe (89,50 N/mm<sup>2</sup>), en düşük çekme direncini ise super lackleim 308 tutkalı ile sapsız meşe (50,18 N/mm<sup>2</sup>) ve klebit 303 tutkalı ile sarıçam (50,45 N/mm<sup>2</sup>) göstermiştir.



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Gereç olarak özel kurutma fırınlarında % 8-10 rutubet miktarına kadar kurutulmuş ve 1,5 mm kalınlığındaki doğu kayını, meşe ve sarıçam papel kaplama, tutkal türü olarak şekillendirilmiş lamine mobilya elemanlarının üretiminde kullanılan, çevreye ve insana yönelik zararlı maddeler içermeyen ve soğuk preslemeye imkan veren D4 PVAc Tutkalı kullanılmıştır. Deneysel örneklerinin istenilen formda preslenebilmesi için gerekli kalıplarda 18 mm Lif Levhalar (MDF) kullanılarak hazırlanmıştır.

Deneysel numuneleri, deneylerden önce ASTM-D 1037 standartlarına göre  $20\pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65\pm 5$  bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Mekanik Test Laboratuvarında bulunan 5 ton kapasiteli ‘Üniversal Test Cihazında’ ve Afyon Meslek Yüksekokulu Mobilya Dekorasyon Programı Atölyesinde hazırlanan ‘Yorma Deneyi Düzenğinde’ yapılmıştır.

Tablo 3.1. Deneysel Örneklerinde Ve Kalıplarda Kullanılan Malzemelerin Listesi

Sıra No	Malzemenin Cinsi	Miktarı	Ölçü Birimi	Özelliği
1	D4 PVAc tutkalı	100	kg	Sertleştiricili
2	Kayın papel kaplama	150	m <sup>2</sup>	1,5 mm kalınlık
3	Çam papel kaplama	150	m <sup>2</sup>	1,5 mm kalınlık
4	Meşe papel kaplama	150	m <sup>2</sup>	1,5 mm kalınlık
5	Kalıp malzemesi (MDF)	30	adet	3660x1830x18 mm

#### 3.1. Gereç

##### 3.1.1. Papel Kaplama

Ahşap kaplamalar soyma, biçme veya kesme yoluyla elde edilen çok ince ahşap levhalardır. Kaplamalar kalınlığı 0,6-8 mm arasında değişen ağaç malzemeler olup, çoğunlukla kontrplak üretiminde, ahşap kaplamalı mobilya ve kapı imalatında, eğmeçli mobilya, ahşap süslemeciliği ve kakmacılık (marketri) işlerinde kullanılmaktadır. Kalınlığı 1,5 mm den fazla

olan kaplamalara papel kaplama denilmektedir. Genellikle bunlar daha kaliteli ve zengin görünmesi istenen mobilya yüzeylerinde ve özgül ağırlığının düşük olması ön görülen lamine işlerde kullanılırlar. Papel kaplamaların fiyatı ince kaplamalara oranla daha fazladır. Bu kaplamaların başka bir avantajı da yüzeye tutkal çıkarmaması olarak verilebilir (Örs, 2001).

### 3.1.2. Tutkal

PVAc tutkalı soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenişi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapmamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m<sup>2</sup> tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır (Örs, 2001).

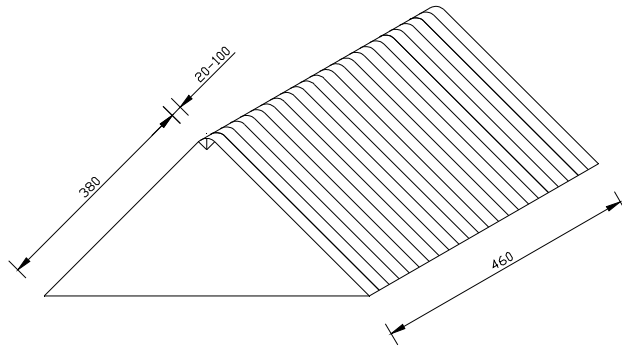
PVAc tutkalı TS 3891'de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 gr/cm<sup>3</sup>, viskozitesi 160-200 cps, PH değeri 5, kül miktarı %3, masif ağaç malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti % 6-15, presleme süresi; soğuk tutkallamada 20°C'de 20 dakika, sıcak tutkallamada ise 80°C'de 2 dakika olarak verilmekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir (Örs, 2001).

### 3.1.3. Lif levha

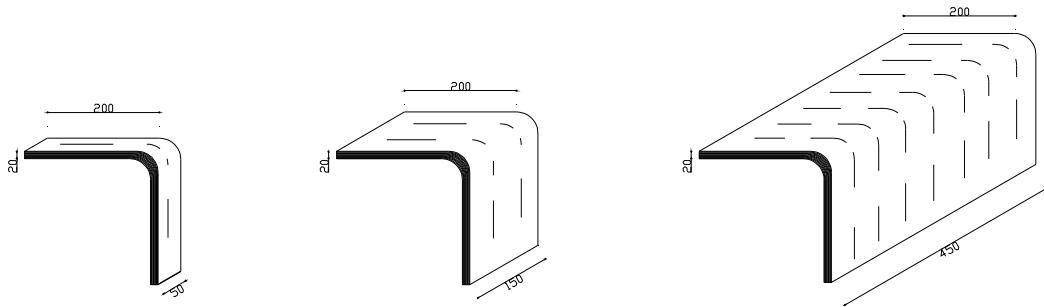
Bitkisel liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinde yararlanarak yada yapıştırıcı madde ilave ederek oluşturulan levha taslağının kurutulması veya preslenmesi sonucu elde edilir. Buna göre; lignoselülozik maddelerin liflere ayrılması ile elde edilen malzemenin istenilen ölçülerde şekillendirilmesi sonucu oluşturulur. Bu maksatla, ham madde olarak odun, şeker kamışı, keten, tahıl, pamuk ve mısır saplarından yararlanılır (Örs, 2001).

## 3.2. Yöntem

Çeşitli kavislerde şekillendirilmiş lamine mobilya elemanları, 1,5 mm kalınlıktaki 3 değişik ahşap türünden elde edilmiş papel kaplamalardan, laminasyon tekniğine uygun olarak ve her bir numune 13 kat olacak şekilde 5 değişik kavisteki iç ve dış kalıp yardımıyla preslenerek üretilmiş ve kavis miktarlarının kullanım limitleri aşağıda verilen testlere tabi tutularak belirlenmiştir.



Şekil 3.1, Resim 3.1. Deney Örneklerinin Preslenmesinde Kullanılan Kalıp Örneği



Şekil 2. Üç Farklı Genişlikteki Deney Parçası Örnekleri



Resim 3.2-3. Boyutlandırılmamış ve Boyutlandırılmış Farklı Genişliklerdeki Deney Örnekleri

Her ağaç türü, lif yönü, eksen yarıçap ölçüsü ve kalıp türü için 5'şer adet olmak üzere toplam 300 (3x2x5x2x5) adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneme deseni aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.2. Deney Numunelerinin Özelliklerini Gösterir Deneme Deseni Tablosu

KALIP TÜRÜ	Şekillendirilmiş Lamine Eleman Yarıçapı										TOPLAM (Adet)
	20 mm		40 mm		60 mm		80 mm		100 mm		
İç Kalıp	A	A2	A	A2	A	A2	A	A2	A	A2	50
	B	B2	B	B2	B	B2	B	B2	B	B2	50
	C	C2	C	C2	C	C2	C	C2	C	C2	50
Dış Kalıp	A	A2	A	A2	A	A2	A	A2	A	A2	50
	B	B2	B	B2	B	B2	B	B2	B	B2	50
	C	C2	C	C2	C	C2	C	C2	C	C2	50
<b>GENEL TOPLAM</b>	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	300

A = Sarıçam (Ağaç Türü) + paralel katmanlı

A2 = Sarıçam (Ağaç Türü) + kontra katmanlı

B = Kayın (Ağaç Türü) + paralel katmanlı

B2 = Kayın (Ağaç Türü) + kontra katmanlı

C = Meşe (Ağaç Türü) + paralel katmanlı

C2 = Meşe (Ağaç Türü) + kontra katmanlı

Bu plan doğrultusunda elde edilmiş 300 adet kavislendirilmiş lamine elemanların her birinin ilk günlük kondisyonunu koruması sağlanarak, aşağıda belirtilen deneyler uygulanmıştır.

- Yorma (formunu koruma) deneyleri (Diyagonal basınç ve diyagonal çekme)
- Liflere dik yapışma direnci deneyleri – TS 2476
- Liflere paralel yapışma direnci deneyleri – TS 2475

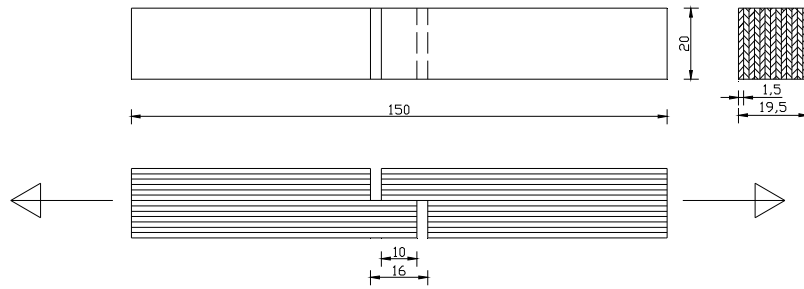
#### Ölçüm ve deneylerin amaçları (hedefleri)

- Laboratuarda deneyler neticesinde yapıştırma performansının belirlenmesi,
- Anma yarıçap ölçülerinde kavis elde edilebilirliğini kontrol etme (yarıçap ölçüsündeki sapmayı tespit etme)
- Deney sonuçlarına göre şekillendirilmiş lamine malzemelerde elde edilebilecek kavis değerlerinin sonuçlarının karşılaştırılması,
- Tüm sonuçların değerlendirilmesi ve tartışılması

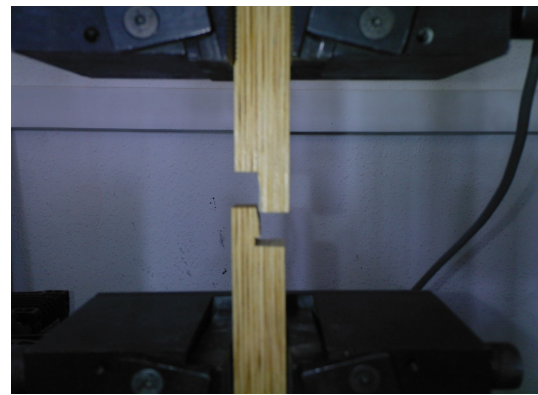
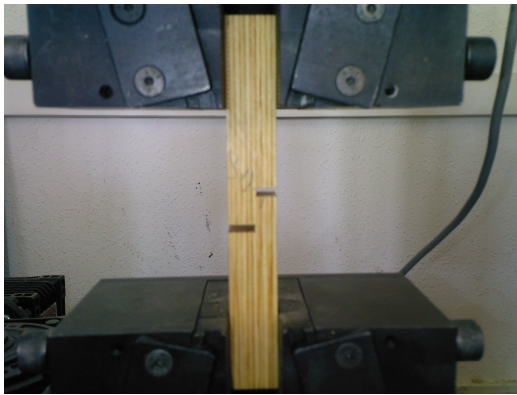
## 4. BULGULAR

### 4.1. Liflere Paralel Çekme Deneyi Sonuçları

20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş deney örneklerine, Liflerine Paralel doğrultuda ve kırılma meydana gelinceye kadar uniform bir çekme kuvveti uygulanmış, deney örneklerinin Lif doğrultusu yönündeki çekme direnci tayin edilmiştir. Deney örneklerine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yapışma alanına oranı ile *Liflere Paralel Çekme* dayanımı hesaplanmıştır. Deneyler TS 2475 standartlarında belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Yapışma dirençleri türler arasında farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek direnç değerleri meşede, en düşük direnç değerleri de Sarıçam örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Liflere Paralel Çekme Deneyi Numune Parçası Ölçüleri



Resim 4.1-2. Liflere Paralel Çekme Deneyi

Tablo 4.1. Liflere Paralel Çekme Deneyi Sonuçları

Papel Türü	Deney no	Deney Kuvveti (N)	Yapışma Alanı 10x20mm	Direnç (N/mm <sup>2</sup> )	Ort. Deney Kuvveti (N)	Min. Deney Kuvveti (N)	Max. Deney Kuvveti (N)
KAYIN	1	2350	200	11,75	2016	1800	2350
	2	1950		9,75			
	3	1800		9			
	4	2000		10			
	5	1980		9,9			
MEŞE	1	3400	200	17	3076	2500	3430
	2	2500		12,5			
	3	3430		17,15			
	4	2950		14,75			
	5	3100		15,5			
SARIÇAM	1	280	200	1,4	618	280	950
	2	950		4,75			
	3	600		3			
	4	550		2,75			
	5	710		3,55			

#### 4.2. Liflere Dik Çekme Deneyi Sonuçları

Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci levhanın ayrılma ya da yarılmaya karşı olan direncini ifade eder. Yüksek yüzeye dik çekme direnci mobilya ve aksesuar üretimi için ve özellikle levhaların mekanik araçlarla kenarlarının birleştirilmesinde çok önemlidir. Aynı zamanda tutkalın yapışma dayanımı hakkında bilgi verir.

20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş deney parçalarının yüzeyine dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, uniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme direnci tayin edilmiştir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı ile yüzeye dik çekme dayanımı hesaplanmıştır. Deneysel TS 2476 standartlarında belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Yüzeye dik yöndeki çekme direnci aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

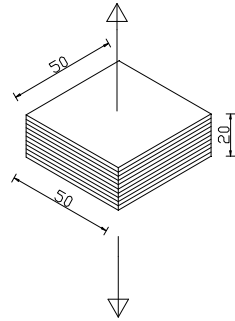
$$f_{t'} = \frac{F_{\max}}{a \times b}$$

Burada;

Fmax: Kopma yükü (Newton)

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

Yapışma dirençleri türler arasında farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek direnç değerleri Kayında, en düşük direnç değerleri de Sarıçam örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.2, Resim 4.3. Liflere Dik Çekme (Yapışma Direnci) Deneyi Numune Parçası



Resim 4.4-6. Üniversal Test Cihazı ve Liflere Dik Çekme (İç yapışma) deney örneği

Tablo 4.2. Liflere Dik Çekme (İç Yapışma Direnci) Deneyi sonuçları

Papel Türü	Deney no	Deney Kuvveti (N)	Yapışma Alanı 50x50mm	Direnç (N/mm <sup>2</sup> )	Ort. Deney Kuvveti (N)	Min. Deney Kuvveti (N)	Max. Deney Kuvveti (N)
KAYIN	1	3620	2500	1,44	4652	3620	5610
	2	4100		1,64			
	3	5610		2,24			
	4	5160		2,06			
	5	4770		1,9			
MEŞE	1	3040	2500	1,21	3948	3040	5020
	2	4570		1,82			
	3	5020		2,01			
	4	3950		1,58			
	5	3160		1,26			
SARIÇAM	1	2040	2500	0,81	2294	1570	2820
	2	2700		1,08			
	3	2340		0,93			
	4	1570		0,62			
	5	2820		1,12			

### 4.3. Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları

20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş deney parçaları, Diyagonal Basınç Deneyi için deney parçasının bir kolu uç kısmından aşağıdaki yuvasına yerleştirilerek sabitlenmiştir. Üst kolunun ucundan da baskı parçası yardımı ile düşey yönde uniform bir basınç kuvveti uygulanmıştır. Yükleme dirençte büyük bir düşüş olana (Plastik Deformasyona) kadar devam etmiştir. 50 ve 150 mm'lik deney örnekleri makineye paralel, 450 mm'lik örnekler ise makineye sığmadığı için dik olarak bağlanmıştır.

Basınç dirençleri türler arasında farklılık göstermiştir. Buna göre en yüksek direnç değerleri Kayında, en düşük direnç değerleri de Sarıçam örneklerde elde edilmiştir. Yarıçap büyüdükçe direnç bir miktar azalmakta, genişlik arttıkça ise direnç bir miktar artmakta olduğu görülmüştür. Farklı olarak Sarıçamda yarıçapın artması ile diğerlerinin tersine direncinde arttığı gözlemlenmiştir.

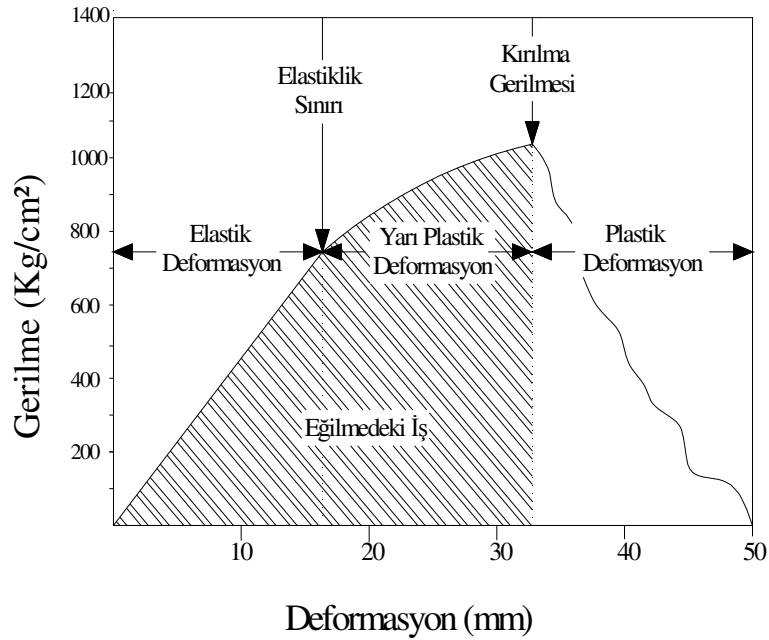


Test bitiminden sonra Sarıçam ve Meşe örneklerin tekrar eski 90° lik formuna yaklaşmaya çalıştığı, Kayın örneklerin ise Plastik Deformasyon sonrası oluşmuş açı değerinden geriye fazla dönme eğiliminde olmadığı tespit edilmiştir.

Meşe ve Kayın örneklerde dış katmanlarda kırılmalar görülürken, Sarıçam'da dıştan içe doğru bütün katmanlarda kırılmanın ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.



Resim 4.7-8. Diyagonal Basınç Deneyi



Şekil 4.3. Bir Kayın Numunesine Ait Basınç Deneyinde Elde Edilen Gerilme-Deformasyon Eğrisi

Tablo 4.3. Kayın Örneklerde Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları

Papel Türü	Yarı-çap (mm)	Gen. (mm)	Deney no	Deney Kuvveti (N)	Ort. Deney Kuvveti (N)	Min. Deney Kuvveti (N)	Max. Deney Kuvveti (N)
KAYIN	40	50	1	1080	1273	1080	1430
			2	1310			
			3	1430			
		150	1	4460	3960	3290	4460
			2	3290			
			3	4130			
		450	1	13090	12690	11310	13670
			2	13670			
			3	11310			
	60	50	1	1380	1266	1130	1380
			2	1130			
			3	1290			
		150	1	3720	3960	3720	4210
			2	4210			
			3	3950			
		450	1	12120	12973	12120	13860
			2	12940			
			3	13860			
	80	50	1	850	1130	850	1330
			2	1210			
			3	1330			
		150	1	3470	3780	3470	4020
			2	3850			
			3	4020			
450		1	13450	12826	12100	13450	
		2	12930				
		3	12100				
100	50	1	1240	1226	1180	1260	
		2	1180				
		3	1260				
	150	1	3660	3696	3280	4150	
		2	3280				
		3	4150				
	450	1	13130	12730	12140	13130	
		2	12920				
		3	12140				

Tablo 4.4. Meşe Örneklerde Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları

Papel Türü	Yarı-çap (mm)	Gen. (mm)	Deney no	Deney Kuvveti (N)	Ort. Deney Kuvveti (N)	Min. Deney Kuvveti (N)	Max. Deney Kuvveti (N)
MEŞE	40	50	1	1530	1306	1180	1530
			2	1180			
			3	1210			
		150	1	3580	3696	3580	3870
			2	3640			
			3	3870			
		450	1	11270	12130	11270	12630
			2	12490			
			3	12630			
	60	50	1	1100	1233	1100	1330
			2	1330			
			3	1270			
		150	1	3920	3796	3410	4060
			2	3410			
			3	4060			
		450	1	11330	12540	13410	11330
			2	13410			
			3	12880			
	80	50	1	1380	1306	1150	1390
			2	1390			
			3	1150			
		150	1	3690	3713	3510	3940
			2	3940			
			3	3510			
450		1	9900	11976	9900	13160	
		2	13160				
		3	12870				
100	50	1	1210	1210	1190	1230	
		2	1190				
		3	1230				
	150	1	3860	3536	3100	3860	
		2	3650				
		3	3100				
	450	1	12440	13083	12440	13830	
		2	13830				
		3	12980				

Tablo 4.5. Sarıçam Örneklerde Diyagonal Basınç Deneyi Sonuçları

Papel Türü	Yarı-çap (mm)	Gen. (mm)	Deney no	Deney Kuvveti (N)	Ort. Deney Kuvveti (N)	Min. Deney Kuvveti (N)	Max. Deney Kuvveti (N)
SARIÇAM	40	50	1	720	773	720	810
			2	810			
			3	790			
		150	1	1820	2046	1820	2350
			2	2350			
			3	1970			
		450	1	6290	7516	6290	8850
			2	7410			
			3	8850			
	60	50	1	815	881	815	940
			2	940			
			3	890			
		150	1	1910	2230	1910	2410
			2	2410			
			3	2370			
		450	1	8080	8436	7730	9510
			2	7730			
			3	9510			
	80	50	1	950	950	880	1020
			2	1020			
			3	880			
		150	1	2480	2953	2480	3660
			2	2720			
			3	3660			
450		1	8120	8780	8120	9290	
		2	9290				
		3	8930				
100	50	1	1040	923	920	1050	
		2	1050				
		3	920				
	150	1	3350	3273	3070	3400	
		2	3400				
		3	3070				
	450	1	8480	9196	8480	9750	
		2	9750				
		3	9360				

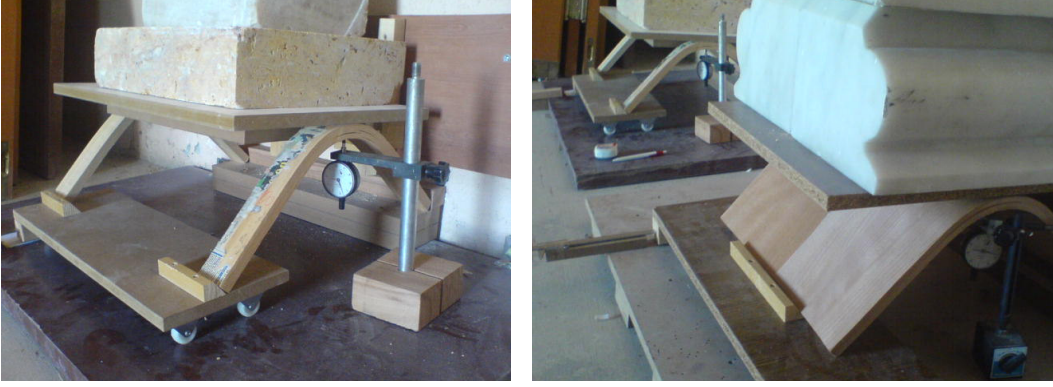
#### 4.4. Diyagonal Çekme (Yorma) Deneyi Sonuçları

20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş deney parçalarının 50 ve 150 mm'lik olanları ikişer olarak, 450 mm'lik olanı ise tek olarak deney düzeneğine yerleştirilmiştir. Deney düzeneğine 45 cm aralıklı olarak iki adet yerleştirilen 50 mm'lik deney parçalarına 80 kg'lık yük tatbik edilmiştir. 150 mm'lik deney parçaları 60 cm aralıklı olarak düzeneğe yerleştirilmiş ve 240 kg'lık yük uygulanmıştır. 450 mm'lik deney örnekleri tek olarak düzeneğe yerleştirilmiş ve yine 240 kg'lık yük uygulanmıştır. Yük olarak mermer bloklar seçilmiştir. Ölçümlerde her bir deney parçasında oluşan sehim miktarını ölçmek için bir adet komperatör ve iki kol arasındaki açılmayı ölçmek içinde bir adet kumpas kullanılmıştır. Ölçümler TSE 9215 standardına uygun olarak yüklemeye 3 dakika, 60 dakika, 24 saat sonra ve yük alındıktan 3 dakika, 60 dakika ve 24 saat sonra yapılmıştır.

Yapışma kalitesi en iyi olan Kayın örneklerde sehim miktarının en az olduğu, yine yük sonrası eski formuna en çok yaklaşan ahşap türünün Kayın olduğu ortaya çıkmıştır. Yapışma kalitesinin çok kötü olduğu örnek parçalar teste tabi tutulmamıştır. Yapışma kalitesi nispeten kötü olan örneklerde Sehim miktarının da fazla olduğu gözlemlenmiştir.



Resim 4.9-10. 50 ve 150 mm'lik Deney Örneklerine Uygulanan Diyagonal Çekme Deneyi



Resim 4.11-12. 50 ve 450 mm'lik Deney Örneklerine Uygulanan Diyagonal Çekme Deneyi

Tablo 4.6. Kayın Örneklerde Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları

Deney Parçasının				Kontrol Ölçüsü (h)	Uygulanan Yük (kg)	Yükleme Sonrası ve Yüklemeyi Kalktıktan Sonraki Deformasyon (Sehim) Miktarı (mm)					
Papel türü	Yarıçap (mm)	Gen. (mm)	No			Yüklenmeden 3 dk. sonra	Yüklenmeden 60 dk. sonra	Yüklenmeden 24 saat sonra	Yük alındıktan 3 dk. sonra	Yük alındıktan 60 dk. sonra	Yük alındıktan 24 saat sonra
KAYIN	40	50	1	15,25	80/2	2,7	2,9	3,2	1,2	0,9	0,35
			2	15,25	80/2	2,9	3,15	3,3	1,15	0,9	0,3
			3	15,25	80/2	3,3	3,5	3,95	1,7	1,2	0,4
			4	15,25	80/2	3,2	3,4	3,70	1,3	0,8	0,2
		150	1	15,25	240/2	4,1	4,3	4,6	1,9	1,5	0,5
			2	15,25	240/2	3,7	4,0	4,5	1,5	1,1	0,45
			3	15,25	240/2	5,4	5,9	6,8	2,05	1,4	0,5
			4	15,25	240/2	5,1	5,75	7,0	1,9	1,35	0,4
		450	1	15,25	240	2,0	2,3	2,9	0,4	0,2	0,1
			2	15,25	240	4,2	4,8	5,8	2,0	1,45	0,5
			3	15,25	240	3,3	3,6	3,9	1,0	0,6	0,2
		60	50	1	15,8	80/2	4,1	4,2	4,8	1,7	1,2
	2			15,8	80/2	3,5	3,7	4,0	1,3	1,0	0,4
	3			15,8	80/2	3,0	3,1	3,5	1,2	0,9	0,25
	4			15,8	80/2	3,25	3,4	3,85	1,3	0,95	0,2
	150		1	15,8	240/2	3,1	3,15	3,6	1,35	0,9	0,3
			2	15,8	240/2	3,8	3,95	4,25	1,4	1,1	0,4
			3	15,8	240/2	7,2	9,6	14,5	3,3	2,1	1,5
			4	15,8	240/2	6,7	8,8	12,2	3,3	1,9	1,3
	450		1	15,8	240	5,4	5,75	6,0	1,0	0,7	0,2
			2	15,8	240	3,7	3,9	4,3	1,5	1,2	0,3
			3	15,8	240	3,6	3,9	4,4	1,6	1,2	0,3
	80		50	1	16,4	80/2	3,0	3,3	3,65	1,25	0,8
		2		16,4	80/2	2,9	3,1	3,5	1,0	0,75	0,1
		3		16,4	80/2	4,0	4,3	4,8	1,7	1,2	0,4
		4		16,4	80/2	3,95	4,05	4,55	1,4	1,1	0,3
		150	1	16,4	240/2	3,8	4,55	5,3	1,75	1,4	0,3
			2	16,4	240/2	4,2	4,7	5,3	1,8	1,5	0,3
			3	16,4	240/2	3,1	3,3	3,7	1,6	1,3	0,4
			4	16,4	240/2	2,1	2,6	3,75	1,1	0,9	0,25
		450	1	16,4	240	4,0	4,15	4,8	0,3	0,2	0,1
			2	16,4	240	2,5	2,7	3,1	0,4	0,2	0,15
			3	16,4	240	3,3	3,45	3,7	0,9	0,6	0,2
		100	50	1	17,05	80/2	4,0	4,15	4,9	1,8	1,5
	2			17,05	80/2	3,5	3,7	4,1	1,5	1,1	0,35
	3			17,05	80/2	5,8	7,9	10,65	3,2	2,55	1,2
4	17,05			80/2	5,65	7,4	9,5	2,95	2,3	1,0	
150	1		17,05	240/2	5,8	6,15	6,8	1,1	0,8	0,2	
	2		17,05	240/2	5,6	6,0	6,55	1,0	0,75	0,3	
	3		17,05	240/2	3,2	3,5	3,9	1,9	1,5	0,55	
	4		17,05	240/2	3,8	4,0	4,33	1,2	1,0	0,4	
450	1		17,05	240	4,7	4,95	5,05	0,35	0,2	0,1	
	2		17,05	240	3,0	3,3	3,7	1,4	1,1	0,2	
	3		17,05	240	2,7	2,9	3,2	1,3	0,9	0,3	

Tablo 4.7. Meşe Örneklerde Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları

Deney Parçasının				Kontrol Ölçüsü (h)	Uygulanan Yük (kg)	Yüklemeye Sonrası ve Yüklemeye Kalktıktan Sonraki Deformasyon (Sehim) Miktarı (mm)					
Papel türü	Yarıçap (mm)	Gen. (mm)	No			Yüklenmeden 3 dk. sonra	Yüklenmeden 60 dk. sonra	Yüklenmeden 24 saat sonra	Yük alındıktan 3 dk. sonra	Yük alındıktan 60 dk. sonra	Yük alındıktan 24 saat sonra
MEŞE	40	50	1	15,25	80/2	4,7	5,5	7,9	3,1	2,75	1,1
			2	15,25	80/2	4,6	5,9	7,55	2,9	2,1	0,8
			3	15,25	80/2	3,8	4,0	4,4	1,6	1,15	0,6
			4	15,25	80/2	3,7	4,1	4,65	1,85	1,2	0,6
		150	1	15,25	240/2	5,5	6,1	7,85	2,2	1,7	0,85
			2	15,25	240/2	5,5	5,9	6,8	1,9	1,2	0,5
			3	15,25	240/2	3,1	3,4	4,0	1,5	1,1	0,45
			4	15,25	240/2	3,45	3,85	4,35	1,7	1,25	0,5
		450	1	15,25	240	5,1	6,0	8,1	3,8	2,9	0,9
			2	15,25	240	4,55	5,2	7,5	3,35	2,1	0,8
			3	15,25	240	5,7	6,9	9,2	4,1	2,7	1,0
		60	50	1	15,8	80/2	5,8	6,95	8,5	2,9	2,0
	2			15,8	80/2	6,4	7,6	9,3	3,5	2,2	0,9
	3			15,8	80/2	4,6	5,1	6,4	2,4	1,8	1,1
	4			15,8	80/2	4,4	4,9	5,9	1,9	1,3	0,6
	150		1	15,8	240/2	9,8	11,7	14,5	6,65	5,8	3,75
			2	15,8	240/2	8,85	10,6	13,5	6,1	5,0	3,2
			3	15,8	240/2	5,3	5,8	6,85	3,1	2,5	0,7
			4	15,8	240/2	5,75	6,5	7,6	3,3	2,45	1,2
	450		1	15,8	240	6,1	7,0	8,25	2,05	1,5	0,8
			2	15,8	240	5,2	5,8	6,5	2,7	1,7	1,0
			3	15,8	240	4,7	5,5	6,65	1,9	1,3	0,7
	80		50	1	16,4	80/2	3,85	4,2	4,9	1,5	1,15
		2		16,4	80/2	4,15	4,6	5,45	1,7	1,2	0,7
		3		16,4	80/2	6,3	6,9	8,2	2,75	1,8	0,85
		4		16,4	80/2	6,8	8,0	11,4	3,4	2,1	1,6
		150	1	16,4	240/2	4,65	6,35	7,85	2,8	1,9	1,1
			2	16,4	240/2	4,4	5,7	6,9	2,25	1,7	0,85
			3	16,4	240/2	5,5	6,4	7,35	3,1	2,2	1,5
			4	16,4	240/2	5,5	6,7	7,55	3,2	2,45	1,35
		450	1	16,4	240	8,7	12,4	16,7	5,55	3,6	2,0
			2	16,4	240	3,4	3,7	4,2	1,3	1,0	0,4
			3	16,4	240	4,6	5,3	6,2	1,9	1,3	0,8
		100	50	1	17,05	80/2	5,5	6,4	7,5	2,5	1,6
	2			17,05	80/2	4,9	5,8	7,15	2,2	1,75	1,25
	3			17,05	80/2	6,7	8,3	11,7	3,3	2,4	1,1
4	17,05			80/2	6,4	7,8	10,5	3,15	2,25	0,9	
150	1		17,05	240/2	6,5	8,0	9,9	3,2	2,2	1,0	
	2		17,05	240/2	6,8	8,1	10,45	4,2	2,9	1,3	
	3		17,05	240/2	4,4	4,7	5,3	1,8	1,1	0,5	
	4		17,05	240/2	3,65	3,9	4,4	1,7	1,3	0,6	
450	1		17,05	240	3,7	3,9	5,1	3,1	2,0	1,1	
	2		17,05	240	4,2	5,0	5,9	2,5	1,7	0,9	
	3		17,05	240	4,9	5,8	7,5	2,8	1,7	0,8	



Tablo 4.8. Sarıçam Örneklerde Diyagonal Çekme Deneyi Sonuçları

Deney Parçasının				Kontrol Ölçüsü (h)	Uygulanan Yük (kg)	Yükleme Sonrası ve Yüklemeye Kalktıktan Sonraki Deformasyon (Sehim) Miktarı (mm)					
Papel türü	Yarıçap (mm)	Gen. (mm)	No			Yüklenmeden 3 dk.sonra	Yüklenmeden 60 dk.sonra	Yüklenmeden 24 saat sonra	Yük alındıktan 3 dk. sonra	Yük alındıktan 60 dk. sonra	Yük alındıktan 24 saat sonra
SARIÇAM	40	50	1	15,25	80/2	5,1	6,9	8,8	5,9	3,35	2,0
			2	15,25	80/2	5,4	7,2	8,9	5,75	3,2	1,95
			3	15,25	80/2	4,7	5,6	7,1	4,5	3,0	1,8
			4	15,25	80/2	4,45	4,8	5,65	2,8	2,15	1,4
		150	1	15,25	240/2	5,05	6,4	7,9	5,85	3,6	2,7
			2	15,25	240/2	5,8	6,8	8,5	3,1	2,25	1,3
			3	15,25	240/2	4,0	4,3	5,1	2,4	1,8	0,9
			4	15,25	240/2	4,2	4,5	5,3	2,5	1,8	1,0
		450	1	15,25	240	3,7	4,1	5,0	3,05	2,0	1,25
			2	15,25	240	4,65	5,7	7,8	3,8	2,4	1,4
			3	15,25	240	5,5	6,5	7,65	4,3	3,0	1,8
		60	50	1	15,8	80/2	8,85	10,4	14,7	5,7	3,2
	2			15,8	80/2	8,4	10,15	13,9	5,5	3,0	1,8
	3			15,8	80/2	4,3	5,2	6,0	2,4	1,6	1,15
	4			15,8	80/2	4,1	4,8	5,8	2,8	1,5	0,9
	150		1	15,8	240/2	5,6	6,6	7,9	4,0	2,8	1,3
			2	15,8	240/2	5,3	5,9	6,7	3,7	3,0	1,4
			3	15,8	240/2	6,5	7,7	9,2	4,3	3,2	2,0
			4	15,8	240/2	6,3	7,65	9,35	4,5	3,25	2,1
	450		1	15,8	240	9,0	10,0	12,45	4,0	2,9	1,7
			2	15,8	240	4,4	5,2	6,65	2,8	1,7	1,1
			3	15,8	240	5,2	6,0	7,2	3,6	2,6	1,5
	80		50	1	16,4	80/2	4,55	5,6	6,7	2,4	1,45
		2		16,4	80/2	4,8	5,4	6,15	2,25	1,5	0,9
		3		16,4	80/2	5,7	6,95	7,7	3,65	2,25	1,35
		4		16,4	80/2	5,3	6,7	7,55	3,7	2,3	1,3
		150	1	16,4	240/2	4,4	5,35	6,1	2,8	1,8	1,0
			2	16,4	240/2	4,4	5,5	6,6	3,2	2,1	1,2
			3	16,4	240/2	5,0	6,2	7,3	3,8	2,6	1,9
			4	16,4	240/2	4,8	5,25	5,8	3,45	2,2	1,4
		450	1	16,4	240	4,85	5,4	6,1	3,0	2,1	1,2
			2	16,4	240	3,5	3,9	4,35	2,3	1,5	0,7
			3	16,4	240	5,5	6,9	9,7	4,5	2,35	1,35
		100	50	1	17,05	80/2	4,05	6,5	7,35	4,15	3,0
	2			17,05	80/2	4,2	5,95	6,7	3,85	2,9	1,85
	3			17,05	80/2	4,85	5,6	6,5	3,2	2,0	1,35
4	17,05			80/2	5,1	5,8	6,5	3,3	2,2	1,4	
150	1		17,05	240/2	3,25	3,9	4,45	1,8	1,2	0,65	
	2		17,05	240/2	3,5	4,2	5,0	2,2	1,35	0,85	
	3		17,05	240/2	5,75	7,2	8,85	4,4	2,8	1,5	
	4		17,05	240/2	5,5	6,85	7,9	4,25	2,7	1,45	
450	1		17,05	240	4,85	5,05	5,85	4,8	3,0	1,7	
	2		17,05	240	3,8	4,3	5,2	2,6	1,95	1,2	
	3		17,05	240	4,2	4,8	5,7	3,3	2,15	1,2	

## 5. TARTIŞMA/SONUÇ

Ulusal mobilya sektöründe Şekillendirilmiş ahşap laminasyon işlemlerinde yaygın olarak tercih edilen Radyo Frekans (RF) yardımı ile tutkalı sertleştirme özelliğine sahip presler daha öncede değinildiği gibi insan ve çevre sağlığına bilinen birçok zararları vardır. Bu çalışma ile insan ve çevre sağlığına hiçbir olumsuz etkisi olmayan Vakumlu Membran Presin alternatif olarak kullanılabilceği ortaya konulmuştur. RF preslere göre görünen dezavantajları pres süresinin biraz daha uzun olması ve olası membran yırtılmaları söylenebilir. Kauçuk esaslı membranlarda daha çok rastlanılan bu yırtılmalara, silikon esaslı membran tercih edilerek çözüm getirilmiştir. Silikon esaslı membran ile çalışma süresince en kritik zorlamalara maruz bırakılarak dışarlık ve içerlek kavislere sahip kalıplar ile çalışılmış olmasına rağmen herhangi bir yırtılma ve deformasyona rastlanılmamıştır.

Tutkalı sertleştirme sürelerini kısaltabilmek için de kullanılan ahşap türüne en uygun tutkal çeşidi seçilerek çözüm getirilebilir. İnsan ve çevre değeri bilincinin iyiden iyiye geliştiği günümüzde sadece daha kısa üretim süresi sunması adına RF preslerin bilinçsiz ve kontrolsüzce kullanımı bir çelişki olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma sonucunda bu ve buna benzer şekillendirilmiş laminasyon üretimlerinde eleman kalınlığının 20 mm olması halinde elde edilebilecek en alt dışarlık çeyrek kavisli radyüs limitinin 40 mm olduğu tespit edilmiştir. Fakat eleman kolları arasındaki açının 90 dereceden büyük olması durumunda, bükülme kısmı kavisinin 40 mm' nin altında olabileceği söylenebilir. 40 mm ve üstü çeyrek kavislerin üretiminin ise mümkün olduğu tespit edilmiştir. Yine bu çalışma sonucunda şekillendirilmiş lamine eleman kolları arasındaki açı 120 dereceden küçük olması durumunda içerlek kavisli preslemenin mümkün olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak, şekillendirilmiş lamine eleman kalınlığının azaltılması halinde daha küçük radyüslerde işlem yapmak mümkün olabilir. Bu çalışmada radyüsü 20 mm olan paralel katmanlı ve kontra katmanlı tüm deney örnekleri sağlıklı bir şekilde elde edilemediği için örneklere deney uygulanmamıştır.



Resim 5.1-2. Üretimi Mümkün Olmayan Dışarlık ve İçerlek Kavis Değerleri



Resim 5.3-4. Elde Edilebilen Dışarlık Kavis Değerleri

En iyi yapışma kalitesi kayın örneklerde elde edilmiştir. Şekillendirilmiş ahşap laminasyon üretiminde PVAc tutkalının meşe ve Sarıçam için uygun olmadığı belirlenmiştir. Prese hazırlık aşamasında ilk tutkallanmış katmanlarda tutkalın sertleşmeye başladığı ve preste katmanların şekil alabilmesi için gerekli kayma hareketi yeterince sağlanamadığı, böylelikle bükülme noktasında yeterince preslenememiş bir kısmın kalmasına sebep olduğu görülmüştür. Bunu önleme amaçlı olarak tutkala su ilavesi yapılmış ve viskozite azaltılmış fakat bu işlemin de bu olumsuzluğu gideremediği ve bununla birlikte tutkalın sertleşme süresinin ve buna bağlı olarak pres süresinin uzamasına sebep olduğu görülmüştür.



Resim 5.5-6. Kusurlu Deney Parçası Örnekleri

Pres sonrası Sarıçam ve meşe örneklerin formunu koruyamadıkları ve büyük oranda düzleşme eğilimi gösterdikleri, kayın papel laminasyonda ise deformasyon oranının çok sınırlı olduğu (en fazla %5) ortaya çıkmıştır. Buna sebep olarak bu ağaç türlerinde bulunan ekstraktif maddelerin tutkalın sertleşme süresinin uzamasına neden olduğu düşünülmektedir. Pres sonrası deney örnekleri kalıp içine alınarak deformasyon engellenilmeye çalışılmıştır.



Resim 5.7-8. Deney Örnekleri ve Deformasyonu Engellemek İçin Kullanılan Kalıp

Kayın papel kaplamalardan PVAc dispersiyonu D<sub>4</sub> tutkalı kullanılarak hazırlanan deney örnekleri için 30 dk' lık pres süresinin ve 80° C' lik ısının yeterli olduğu, meşe için 45 dk ve Sarıçam için ise 50 dk' lık pres süresinin gerektiği ortaya çıkmıştır. Meşe ve Sarıçam' da tutkalın kuruma süresinin uzamasına neden olarak ekstraktif maddeler içermeleri söylenebilir.

En fazla 80° C ısıya kadar kullanıma uygun PVAc dispersiyonu D<sub>4</sub> tutkalı ile yapılan bu çalışmada, 80° C' lik ısıya ayarlanmış Pres ısısının membranın altına ve papel katları arasındaki tutkala aynı oranda etki edemediği görülmüştür. Yüksek ısı etkisi ile sertleşen

tutkallı çalışmalarda bu durum dikkate alınarak ve pratik olarak pres sıcaklığı tutkal sertleşme sıcaklık derecesinden daha yüksek ayarlanmalıdır.

PVAc dispersiyonu D<sub>4</sub> tutkalının sürüldükten sonraki açık bekleme süresi 6-10 dk'dır. Tutkal sürme merdanesi ile 13 kattan oluşan bir parçanın tutkallama süresi de yaklaşık bu süre kadar olduğundan ancak bir parça tutkallanabilmektedir. Tutkal sürme makinesi ile yapılacak hızlı tutkallama sonrası hem çok sayıda iş parçası tutkallanabilecek hem de bu çalışmada ortaya çıkmış katmanlar arası yapışma kusuru ve erken tutkal sertleşmesi gibi olumsuzlukların önlenebileceği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

1. Akbulut, T. ve As, N., *Soyma Kaplama Üretiminde Oluşan Kusurlar ve Bunları Önleme Çareleri*, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 29, (2), Ayrı Baskı, (1989).
2. Altınok, M., Burdurlu, E., Özkaya, K., *Deformation analysis of curved laminated structural wood elements*, Construction and Building Materials, 2007.
3. Altınok, M., Döngel, N., *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, Haziran 1999.
4. Altınok, M., Döngel, N., *Çam Türü Lamine Elemanlarda Mekanik Performans*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 15 (1) : 215-225 (2002).
5. Altınok, M., *Lamine Ağaç Malzemedeki Katman Simetrisinin Eğilme Direncine Etkileri*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 15 (2) : 385-392 (2002).
6. Altınok, M., *Lamine Ahşapta Katman Teşekkülünün Mekanik Performansa Etkilerinin Belirlenmesi*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 16(1):217-224 (2003).
7. Altınok, M., *Lamine Ahşapta Katman Teşekkülünün Mekanik Performansa Etkilerinin Belirlenmesi*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 2003.
8. ASTM D 3110, *Adhesive Used in Nonstructural Glued Lumber Product*, ASTM standarts, West Conshohocken, PA, USA, 1-4 (1988).
9. Berkel, A., *Ağaç Malzeme Bükme Tekniği ve Kullanılış Yerleri*, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, 13 (1) : 18-22 (1963).
10. Bozkurt, Y., *Ağaç Teknolojisi*”, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü yayın no:3403, Orman Fakültesi yayın no: 380, İstanbul, (1986). Pp: 220.
11. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., *Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi*, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayını, No:3445, İstanbul, (1987). Pp: 374.

12. Bozkurt, Y. ve Kurtoğlu, A., *Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Yapı Elemanları*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakóltesi Dergisi, B, (29), 2 (1975).
13. Dansoh, A. B., Koizumi, A., Hirai, T., *Compressive and Tensile Properties of A Butt-Jointed Lamination Model*, The Japan Wood Research Society, Japan, 49, (5), (2003).
14. Eckelman, C. A., *Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture*, Forest Products Journal, (43): 19-24 (1993).
15. Eckelman, C., A., *Screwholding Performance In Hardwoods and Particleboard*, Forest Product Journal, 25 (6) : 30–35 (1975).
16. Eckelman, C., A., *Bending Strength and Moment Rotation Characteristics of Two–Pin Dowel Joints*, Forest Product Journal, 21 (3) : 35–39 (1970).
17. Eckelman, C., A., *Withdrawal Strength of Dowel Joints: Effect of Shear Strength*, Forest Product Journal, 29 (1) : 48 – 52 (1979).
18. Eckelman, C., A., *A Look at the Strength Design of Furniture*, Forest Product Journal, 16, (3), 21–24 (1966)
19. Efe, H., *Modern Mobilya Çerçeve Tasarımda Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri*, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, S.1-28, Trabzon, (1994). Pp: 116.
20. Efe, H., *Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket–Vida Tutma Yetenekleri*, Yüksek Lisans Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12-16 (1992). Pp: 92.
21. Erdil, Y., Z., Zhang, J., L., Eckelman, C., A., *Holding Strength of Screws In Plywood and Oriented Strandboard*, Forest Products Journal, 52 (6) : 55-62 (2002).
22. Erdil, Y., Z., Eckelman, C., A., *Withdrawal Strength of Dowels In Plywood and Oriented Strand Board*, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25 : 319-327 (2001).
23. H'ng, P. S., Tahir, P. M., Ahmad, Z., *Edgewise Bending Properties of Laminated Veneer Lumber: Effect of Veneer Thickness and Species*, *Journal of Fibres and Composites*, Universiti Sains, Malaysia, (2003).
24. Hayward, H., *World Furniture*, The Hamplyn Pub. Group Ltd., Feltham, Middlesex, S.10-13, Sayfa sayısı: 318, Hong Kong, (1975).
25. Hoover, W. L., *Material Design Factors For Hardwood Laminated Veneer Lumber*, Forest Products Journal, 15-17, US, (1987).
26. *Informationsdienst Holz*, Studiengemcinschaft Holzleimbau e. V., Düsseldorf Bund Deutscher Zimmermeister, S. 9, Bonn, (1988). Pp: 16.

27. Jonshon, J., W., *Screw Holding Ability of Particleboard and Plywood*, Oregon State School of Forestry, Forest Research Laboratory, Rep. T-22, 35-39 (1967).
28. Keskin, H., *Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları*, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2001). Pp: 163.
29. Keskin, H., Togay, A., *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 (2003).
30. Kılıç, Y., Gürey, A., *Laminasyon Tekniğinin Kızılğaç Odununun Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi*, I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi, Ankara, (1996).
31. Kılıç, Y., *Lamine Edilmiş Kızılğaç'ın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Mobilya Endüstrisinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 46-60 (1997). Pp: 135.
32. Kurtoğlu, A., *Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemedeki Rutubet Değişimi Nedeniyle Gerilmelerin Oluşumu*, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul, A, 2, (29) (1979).
33. *Laminated Timber Design Guide*, American Institute of Timber Construction, 2001. Pp: 16.
34. Leufenberg, T., *Exposure Effect Upon Performance of Laminated Veneer Lumber And Glulam Materials*, Forest Products Journal, (32): 5, (1982).
35. Özen, R., *Genel Hatlarıyla Türkiye Mobilya Sanayi*, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, 1-3, 3-4 (1988).
36. Örs, Y., Efe, H., *Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri*, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, (Tr. J. Of Agriculture and Forestry), (22), 21-27 TÜBİTAK, (1998).
37. Örs, Y., Keskin, H., *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Kosgeb Yayınları, 1-2, 151-156, Ankara, (2001). Pp: 183.
38. Örs, Y., Altınok, M., Kocatürk, İ., *Modification In The Wood Adhesives And Determination Of Bonding Performances*, Journal Of Holz Als Roh-Und Werkstoff, München, (1996).
39. Örs, Y., Özçiftçi, A., Atar, M., *Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper – Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri*, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (3) : 757 – 761 (1999).
40. Özçiftçi, A., *Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri*, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2001). Pp: 97.

41. Örs, Y., Keskin, H., *Lamine Edilmiş Karaçam Odununun Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kullanım İmkânları*, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Ankara, 15 (3), (2002).
42. Park, Han-Min, Fushitani, M., Sato, K., Kubo, T., Byeon, Hee-Seop, *Static Bending Strength Performances of Cross-Laminated Woods Made With Five Species*, The Japan Wood Research Society, Japan, 49, 411-417 (2003).
43. Salih, E., *Okaliptus Odunundan Üretilen Lamine Edilmiş Tabakalı Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Tutkal Türü ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (1998). Pp: 64.
44. Şenay, A., *Lamine Edilmiş doğu Kayınının Mekanik ve Fiziksel Özellikleri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2-82, İstanbul, (1996). Pp: 163.
45. Spannagel, F., *Der Möbel Bau, Zehnte, Vollstanding Neu Bearbeitete Auflage*, Otto Maier Verlag Ravensburg, Stuttgart, Germany, 150-155 (1974).
46. Tang, R. C., Pu, J. H., *Edgewise Bending Properties of Laminated Veneer Lumber: Effect of Veneer Grade and Relative Humidity*, Forest Products Journal, 47(5):64-71 (1997).
47. TS 3842, *Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları*, TSE Standardı, Ankara, Ekim, 1-4 (1983).
48. TS EN 386, *Yapıştırılmış Lamine Ahşap Performans Özellikleri ve Asgari Üretim Şartları*, TSE Standardı, Ankara, 1-4 (1999).
49. TS 11878, *Ahşap Mobilya-Koltuk Lamine Ahşaptan İmal Edilmiş*, TSE Standardı, Ankara, 1-4 (1995).
50. TS 3891, *Yapıştırıcılar-Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon (Ahşap Malzeme İçin)*, (Tadil AMD1:1992-07), TSE Standardı, Ankara, 1-4 (1982).
51. TS 2470 *Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler*, TSE Standardı, Ankara, 1-4 (1976).
52. TS 2472 *Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1976).
53. TS 2475, *Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1976).
54. TS 2595, *Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1977).
55. TS 2474, *Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1976).
56. TS EN 310 *Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülünün Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-4 (1999).



57. TS 2476, *Odunda Liflere Dik Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1976).
58. TS 4521, *Ağaç Mobilya- Terimler ve Tanımlar*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1985).
59. TS 9215, *Ahşap Mobilya- Mukavemet ve Denge Deneyleeri*, TSE Standardı, Ankara, 1-3 (1991).
60. [www.columbus-tech.com](http://www.columbus-tech.com)
61. Yılmaz, A., *Şekillendirilmiş Lamine Ahşap Koltuk Modellemesi ve Yorulma Performansının Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üni. - Fen Bilimleri. Enstitüsü, Ankara, 2002. Pp: 60.
62. Youngquist, J. A., Laufenberg, T. L., Bryant, B. S., *End Jointing of Laminated Veneer Lumber for Structural Use*, Forest Products Journal, (34): 11-12 (1984).
63. Zhang, J., L., and Eckelman, C., A., *The Bending Moment Resistance of Single – Dowel Corner Joints in Case Construction*, Forest Product Journal, 43 (6): 19–24 (1993).
64. Zhang, J., L., Erdil, Y., Z., Eckelman, C., A., *Lateral Holding Strength of Dowel Joints Constructed of Plywood and Oriented Strandboard*, Forest Product Journal, 52 (7 / 8) : 83–89 (2002).
65. Zorlu- İ., *Ağaççileri Konstrüksiyon Bilgisi, Temel Ders Kitabı*, M.E.B. Yayını, No:2354, İstanbul, (1997). Pp: 319.

**TÜBİTAK  
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

<b>Proje No:</b> 107 O 337
<b>Proje Başlığı:</b> Şekillendirilmiş Lamine Mobilya Elemanlarının Üretiminde Vakumlu Membran Pres Kullanım Limitlerinin Belirlenmesi
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacı:</b> Prof.Dr. Mustafa ALTINOK, Necmi KAHRAMAN
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalı, Teknikokullar/ ANKARA
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b> Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalı, Teknikokullar/ ANKARA
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 15 Temmuz 2007, 15 Temmuz 2008
<p><b>Öz (en çok 70 kelime)</b></p> <p>Bu Hızlı Destek Projesi ile insan ve çevre sağlığına olan zararları bilinen, yatırım ve işletme maliyetleri yüksek olan fakat ulusal Mobilya Sektöründe çok yaygın olarak kullanılan Radyo Frekanslı Preslere alternatif olarak 'Vakumlu Membran Pres Makinesi'nin 'Şekillendirilmiş Ahşap Lamine Mobilya elemanlarının' üretiminde kullanılabilirliğini ortaya koymak ve uygulanabilecek kavislerin limit değerlerini tespit etmek amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma ile birlikte üretilen deney numunelerine formunu koruma ve yapışma direnci deneyleri tatbik edilerek performansları belirlenmiştir.</p>
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Vakumlu Membran Pres, Lamine Ahşap Kaplama, Şekillendirilmiş Ahşap Laminasyon, Papel Kaplama
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> Bu proje doktora programına destek bir proje olması nedeniyle elde edilen verilerin doktora çalışmasında incelenen diğer hususlarla entegre edilerek değerlendirileceğinden henüz bağımsız yayın yapılmamıştır. Uluslararası bir yayın için çalışmalar başlatılmıştır.