

**LAMİNE PENCERE PROFİLİNİN TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mustafa KÜÇÜKTÜVEK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ EĞİTİMİ)**

125845

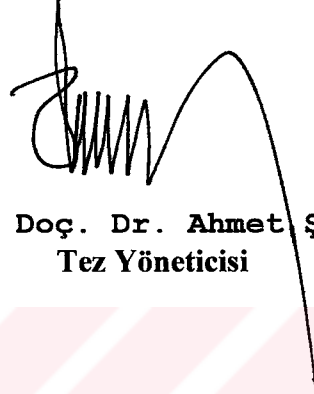
**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

125845

**OCAK 2002
ANKARA**

Mustafa KÜÇÜKTÜVEK tarafından hazırlanan LAMİNE PENCERE PROFİLİNİN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun
olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞENEL
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

: Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

Üye

: Doç. Dr. Hasan EFE

Üye

: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞENEL

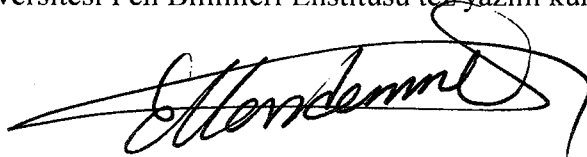
Üye

:

Üye

:

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZET.....	20
3. MATERYAL ve METOD.....	25
3.1 Ağaç malzeme.....	25
3.1.1. Karaçam.....	25
3.2. Tutkal.....	26
3.2.1. Üre – formaldehit tutkalı.....	26
3.3. Örnek pencere profillerinin üretimi	27
3.4. Deney Metodu.....	28
3.4.1. Hava kurusu yoğunluk tayini.....	28
3.4.2. Daralma miktarı tayini.....	29
3.4.3. Basınç direnci tayini.....	29
3.4.4. Eğilme direnci	30
3.4.5. Eğilmede elastikiyet modülü (E-modülü).....	32
3.4.6. Makaslama direnci tayini.....	32
4. BULGULAR.....	34
4.1. Hava Kurusu Yoğunluk Tayini.....	34
4.2 . Daralma Miktarı Tayini.....	35
4.3 . Basınç Direnci Tayini.....	36
4.4. Eğilme Direnci.....	37
4.5. Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini.....	38

4.6. Makaslama Direnci Tayini.....	39
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	41
5.1. Teknolojik Özellikler.....	41
5.1.1. Hava kurusu yoğunluk	41
5.1.2. Daralma miktarı tayini.....	42
5.1.3. Basınç direnci tayini.....	42
5.1.4. Eğilme direnci	43
5.1.5. Eğilmede elastikiyet modülü tayini.....	44
5.1.6. Makaslama direnci tayini.....	44
5.2. Öneriler.....	45
KAYNAKLAR.....	47
ZGEÇMİŞ.....	53

**LAMİNE PENCERE PROFİLİNİN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mustafa KÜÇÜKTÜVEK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
OCAK 2002**

ÖZET

Bu çalışma, ülkemiz ağaç işleri endüstrisinde yeni kullanılmaya başlanan lamine pencere profilinin bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, ülkemizde doğrama üretiminde yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus nigra var. P.*) odunundan üre-formaldehit tutkalı ile üç katmanlı olarak hazırlanan örnekler kullanılmıştır. Hava kurusu yoğunluk (TS 2472), daralma miktarı (TS 4083), basınç (TS 2595), makaslama (ASTMD 3110), eğilme dirençleri ile eğilmede elastikiyet modülü (TS 2474 ve TS 2478) esaslarına göre 150 adet deney örneği üzerinde belirlenmiştir.

Deneyler sonunda, lamine edilmiş karaçam pencere profilinin teknolojik özelliklerinin, kendi türünü temsil eden masif pencere profilinin teknolojik özelliklerinden daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

Bilim Kodu :705.3.001

Anahtar Kelimeler :Laminasyon, Karaçam, Üre-formaldehit tutkalı, Lamine pencere profili, Pencere profili

Sayfa Adedi :53

Tez Yöneticisi :Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞENEL

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**TECHNICAL PROPERTIES
OF THE LAMINATED WINDOW PROFILE**

(M. Sc. Thesis)

Mustafa KUCUKTUVEK

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
JANUARY 2002**

ABSTRACT

In this study, it is aimed to ascertain and determine the technological properties same of the laminated window profile which people have just started to use them in the woodworking industry of the country.

For this purpose, in the production of window profile that is commonly used in our country, the window profiles which are prepared of the *Pinus nigra* var *Pallasiana* by ürea – formaldehyde glue, in the form of the tree layers are subjected to some experiments the density (TS 2472), shrinkage amount (TS 4083), compression strength (TS 2595), shear strength (ASTMD 3110), bending strength and modulus of elasticity (TS 2474 and 2478), were determined on totally 150 samples.

At the end of the experiments it has been proven that the technical properties of the laminated wood, *Pinus nigra* var *Pallasiana* window profile have more superior values than the technical properties of the wood window profile representing these materials.

Science code :705.3.001

Key words :Lamination, *Pinus nigra* var P., Urea-formaldehyde, laminated window profile. Window profile

Page number :53

Adviser :Asist. Prof. Dr. Ahmet ŞENEL

ÖNSÖZ

“Lamine pencere profilinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi” adlı çalışma Gazi Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Anabilim Dalı’nda, Yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarımı yönlendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞENEL’e, değerli hocalarım Doç. Dr. Mustafa ALTINOK’a, Doç. Dr. Hasan EFE’ye deney örneklerinin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen ALBAY Orman Ürünleri çalışanlarına, orman endüstri mühendisi Hasan AKSU’ya, Orman Araştırma Müdürlüğü laboratuvar çalışanlarına, G. Ü. End. San. Eğt. Fak. End. Teknoloji Eğitimi Bölümü araştırma görevlilerine, teşekkürlerimi sunarım.

Ankara Ocak 2001

Mustafa KÜÇÜKTÜVEK

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Karaçam Odununun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Ortalama Değerler (Bozkurt, 1986).....	25
Çizelge 3.2. Üre-formaldehit tutkalına ait teknik özellikler.....	26
Çizelge 4.1. Hava kurusu yoğunluk değerleri.....	34
Çizelge 4.2. Hava kurusu yoğunluk T testi sonuçları.....	35
Çizelge 4.3. Daralma miktarı değerleri.....	35
Çizelge 4.4. Daralma miktarı T testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.5. Daralma miktarı T testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.6 Basınç Direnci değerleri.....	37
Çizelge 4.7. Eğilme Direnci T testi sonuçları.....	37
Çizelge 4.8. Eğilme direnci değerleri.....	38
Çizelge 4.9. Elastikiyet Modülü T testi sonuçları.....	38
Çizelge 4.10.Elastikiyet Modülü değerleri.....	39
Çizelge 4.11. Makaslama Direnci T testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.12. Makaslama direnci değerleri.....	40
Çizelge 5.1. Pencere profillerinin teknolojik özellikleri.....	46

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Basit bir pencere profilinde tutkal derzlerinin konumu (Shmid, 1992).....	15
Şekil 1.2. Profil kesitinde rutubet dağılımı (İft, 1986).....	16
Şekil 1.3. Lamine pencere profillerine ait çeşitli örnekler (Schmid, 1992).....	17
Şekil 1.4. Pencere profil formları (İft,1986).....	18
Şekil 1.5. Lamine malzemede yıllık halka düzenleri, R:Radyal T: Teğet (Schmid, 1992).....	19
Şekil 3.1. Eşit Kalınlıklardaki Lamellerle Üretilmiş Pencere Profili (Küçüktüvek, 2001).....	27
Şekil 3.2. Basınç direnci deneyi.....	30
Şekil 3.3. Deneme makinasında eğilme direnci deneyi uygulaması.....	31
Şekil 3.4. Eğilme direnci deneyi.....	32
Şekil 3.5. Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deneyi.....	33
Şekil 5.1. Hava kurusu yoğunluk histogram grafiği.....	41
Şekil 5.2. Daralma miktarı histogram grafiği.....	42
Şekil 5.3. Basınç direnci histogram grafiği.....	43
Şekil 5.4. Eğilme direnci histogram grafiği.....	43
Şekil 5.5. Elastiklik modülü histogram grafiği.....	44
Şekil 5.6. Makaslama direnci histogram grafiği.....	45

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
β	Daralma yüzdesi
D	Dayanıklılık sınıfı
g	Genişlik
k	Kalınlık
l	Liflere paralel
δ_{12}	Hava kurusu yoğunluk
σ_h	Basınç direnci
σ_e	Eğilme direnci
σ_m	Makaslama direnci
M_o	Tam kuru ağırlık
M_{12}	Hava kurusu ağırlık
v	Hacimsel
V_o	Tam kuru hacim
V_{12}	Hava kurusu hacim
y	Hacim-ağırlık değeri

Kısaltmalar**Açık Yazılımları**

ASTM	American Society For Testing And Materials
FPL	Forest Product Laboratory
GLULAM	Glued Laminated Timber
LDN	Lif Doygunluğu Noktası
LFT	Alman Pencere Tekniğı Enstitüsü
LVL	Laminated Veneer Lumber
SPSS	Statistical Package For Social Science
TNO	Hollanda Bilimsel ve Uygulamalı Araştırma Kurumu
	Ahşap Enstitüsü
TS	Türk Standartları
ÜF	Üre - formaldehit

1. GİRİŞ

Günümüzde pencere profilleri genel olarak; ağaç, plastik ve alüminyum gibi malzemelerden üretilmektedir. Ağaç malzeme diğer malzemelere göre kolay işlenmesi, ısı ve sese karşı yalıtkan olması, doğal yapısından kaynaklanan tekstür, renk ve estetik özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir.

Laminasyon işlemiyle ağaç malzemenin rasyonel kullanımı çerçevesinde hammaddeden tasarruf, kusurların uzaklaştırılması ve yüksek kaliteli malzemeye ulaşma, odunun çalışmasının azaltılması, çok kısa boylu parçaların değerlendirilmesi ve istenilen boyutlara ulaşma imkanı gibi avantajlar sağlanarak pencere profili üretilebilmektedir.

Laminasyon tekniği II. Dünya savaşı sırasında yapılan araştırmalar sonunda elde edilen sentetik tutkalların neticesinde daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Polimer ağaç tutkalları dış hava şartlarına dayanıklı lamine ahşap malzeme üretimine olanak sağlamıştır.

Ülkemizde laminasyon tekniğinin ilk uygulaması 1987 yılında İstanbul'da özel bir firma tarafından sandalye yapımında görülmüştür. Ankara'da ve Tekirdağ'da özel bir firmanın doğrama yapımında kullandığı bilinmektedir. 1990 yılından sonra daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Dilik, 1997).

Bu araştırmada; ülkemizde doğrama sanayiinde yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus nigra* var P.) odunundan üre-formaldehit tutkalı ile üç katmanlı olarak lamine edilmiş pencere profilinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Lamine Ağaç Malzeme İle Pencere Üretim Teknolojisi'ne Ait Genel Bilgiler ;

Bilindiği gibi bina bölümlerinin dış çevre ile ışık ve hava ilişkisini sağlayan, bina duvarlarına bırakılan boşluklara yerleştirilen yapı elamanlarına “pencere” denilmektedir.

Ağaç malzeme, değişik renk ve görünüşte estetik özelliği, düşük ısı ve ses iletkenliği, el ve makinelerle kolayca işlenebilmesi, çivi, vida ve tutkal ile kolayca birleştirilmesi, özgül ağırlığının düşük olmasına rağmen direncinin yüksek olması, çeşitli yüzey işlemleri ile dış hava şartlarına dayanıklılığının arttırabilmesi gibi özellikleri nedeniyle diğer malzemelere tercih edilerek, pencere endüstrisindeki önemini korumaktadır.

Kapı ve pencere üretiminde kullanılan ahşap malzemelerin özellikleri nedeniyle diğer malzemelere tercih edilerek pencere endüstrisindeki önemini korumaktadır (Dilik, 1997).

Kapı ve pencere üretiminde kullanılan ahşap malzemelerin özellikleri uluslararası standartlarca saptanmış olup ülkemizde de bu konu ile ilgili olarak çeşitli standartlar mevcuttur. (TS 1264).

Doğrama (kapı ve pencere) üretiminde genellikle, iğne yapraklı ağaç türlerinden, karaçam (*Pinus nigra* var P.), sarıçam (*Pinus Silvestris* L.) tercihen kullanılırken, kızılçam (*Pinus Brutia* T.)'dan ise nadiren yararlanılmaktadır. Yapraklı ağaç türlerinden ise genellikle, meşe türleri (*Quercus spp.*)'nden kırmızı meşeler ve daimi yeşil meşelere göre daha dayanıklı ve daha az çalışmaları nedeniyle, beyaz meşeler grubuna giren meşe türleri ile kestane (*Castanea sativa*) ve karaağaç türleri (*Ulmus spp.*) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, son zamanlarda hammadde olarak bu ağaç türlerinin üretiminin azalması ithal ağaç türlerini pencere yapımında da tercih edilir hale getirmiş bulunmaktadır.

Bu amaçla, kullanılan iğne yapraklı yabancı ağaç türleri olarak; Avrupa ağaç türlerinden sarıçam (*Pinus Silvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* var P.), Avrupa melezi (*larix decidua*), Avrupa ladini (*Picea Abies*) ile deniz aşırı ağaç türlerinden, adi duglas / oregon pine (*Pseudotsuga menziessi*) hemlack (*Tsuga Canadensis*), wersten red cedar (*Thuja plicata*) sıtka ladini / spruce (*Picea Sitchensis*) sekoya/redwood (*sequoia semperwirens*) pitch pine (*Pinus palustris*) ve alerci

(*Fitzroya cuprosoides*) uygun bulunmaktadır.

Yapraklı yabancı ağaç türlerinde ise pencere yapımında daha çok kırmızı ve kahverengi oduna sahip olanlar tercih edilmektedir. Bu amaçla, diğer ülkelerde de uzun zamandan beri kullanılmakta olan meranti türleri (*Shorea spp.*)'nden özgül ağırlığı 0.63 gr/cm^3 'den fazla olanlar uygun bulunmaktadır. Zira, Heoutinstutuut TNO (Hollanda, Bilimsel ve Uygulamalı Araştırma Kurumu Ahşap Enstitüsü) tarafından yürütülen bir çalışmada da, meranti türlerinden, özgül ağırlığı 0.50 gr/cm^3 'den az olanlar hızla çürüdüğü için dayanaksız, 0.60 gr/cm^3 'den yüksek olanlar ise dayanıklı olarak nitelendirilmiştir (Hemel, 1992).

Pencere Yapımında Kullanılan Ağaç Malzemede Aranılan Özellikler;

Pencere yapımında kullanılacak ağaç malzemenin seçiminde ağaç malzemenin ; türü, direnç özellikleri, çalışma miktarı, dayanıklılık özelliği, yıllık halka genişliği, yıllık halka içindeki yaz odunu katılım oranı, makinalarla işlenme özelliği ve yüzey işlemlerine uygunluk gibi özellikler önemi bulunmaktadır.

Belirtilen bu özellikler göz önünde tutularak, doğrama (kapı pencere) üretimde kullanılacak ağaç malzeme de aranılan özellikler maddeler halinde aşağıdaki gibi açıklanabilir (Kurtoğlu, 1996) .

1.*Dayanıklılık;* ağaç malzemenin en önemli özelliklerinden olan dayanıklılık, malzemenin organizmaların gelişmelerine uygun belirli koşullar altında, böcek ve mantar zararlarına karşı dayanımı ifade etmektedir. Sarıçam, melez meşe gibi koyu öz odunlu ağaçlarda. az dayanıklı diri odun pencere yapımı için uygun değildir.

2.*Rutubet miktarının kullanım koşullarına uygunluğu;* Higroskobik bir malzeme olan ağaç malzeme, havadan rutubet alıp vermesi nedeniyle daralıp genişlemekte (çalışmakta) dır. Ülkemizde hava kurusu odunun rutubet miktarı % 12-15 arasında değişmektedir. Pencere üretiminde kullanılacak ağaç malzemenin % 12 ± 3 olmalıdır.

3.*Yıllık halka durumu;* ağaç malzemenin çeşitli özelliklerinde etkili bulunan özgül

ağırlık üzerinde, belirli rol oynayan yıllık halka durumu ; doğramalık ağaç malzeme içinde önemli bulunmaktadır. Yıllık halka içinde özgül ağırlığın değişimi yeknesak olmayıp farklıdır. Bu değişiklik, yıllık halka içinde mevcut hücre çeper maddesi miktarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bir ağaç türünde (*Pinus Palustris*) özgül ağırlık bakımından minimum değer (0.3 gr/cm^3) ilk bahar odununda maksimum değer ise ($0.7 - 0.9 \text{ gr/cm}^3$) yaz odununda görülmektedir. Aynı şekilde, yapraklı ağaç odunlarında da yıllık halka içindeki özgül ağırlık değişimi, ilkbahar odununda minimum yaz odununda maksimumdur. Bu durum, halkalı ve yarı halkalı traheli ağaçlarda daha belirgindir. Halkalı trahelilerde, yıllık halka genişledikçe ilkbahar odunu sabit kaldığından yaz odunu katılım oranı özgül ağırlığı dikte etmektedir, böylece dar yıllık halkalar hafif oduna, geniş yıllık halkalar ise ağır oduna sebebiyet vermektedir (Bozkurt, 1992) .

Bu amaçla yıllık halka genişliği doğramalık ağaç malzeme için standartlarca sınırlandırılmış bulunmaktadır. Doğramalık kereste standardı TS 1624'e göre iğne yapraklı ağaç kerestesi için yıllık halka genişliği 1. Sınıftan 3 mm 'yi, 2. Sınıfta 5 mm 'yi geçmemesi 3. Sınıfta ise sınırsız olarak belirtilirken yapraklı ağaç kerestesi için herhangi bir sınırlandırma getirilmemiştir.

4.Kusurlar; ağaç malzemedede doğal olarak büyüme ile ilgili kusurlar bulunabilmektedir. Bunlar; lif kıvrıklığı, budaklılık, reaksiyon odunu (Basınç ve çekme odunu) oluşumu, gerilme kusurları, gevreklik, çıralanma, yaralanma izleri ve lif kalkması gibi işleme kusurları şeklinde belirtilebilir.

Lif kıvrıklığı odun hücreleri (Lif, Trahe ve Traheidler) 'nin ağaç gövde eksenine paralel gidişinden herhangi sapmayı ifade etmektedir. Odunun direnç özelliklerini ve elastikiyet modülünü önemli derece de azaltmaktadır. Ayrıca, biçilmiş kereste ve boyut stabilitesinin önemli olduğu yerlerde çarpılma ve dönüklüklere neden olması, biçilmiş kereste yüzeylerinde ve planyalanmış yüzeylerde yonga kopmasına veya kaba yüzeylere sebep olması gibi nedenlerle, lif kıvrıklığı önemli bir kusur sayılmaktadır. Birçok araştırmada lif kıvrıklığı oranlarının bazı mekanik özellikler üzerindeki azaltıcı etkisi belirlenmiştir (F. P. L. 1987) .

Diğer taraftan ağaç malzemenin değişik kullanım yerlerinde maruz kalacağı gerilme çeşitlerine göre odun bulunmasına müsaade edilebilecek maksimum lif kıvrıklığı miktarı konusunda bir görüş birliğine varılabilmiş değildir. Göker, As, Akbulut ve Dündar, 1997 tarafından yapılan, Kızılçam odununda lif kıvrıklığının teknolojik özellikler üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmada; direnç özelliklerinden, eğilme direncinin %10 lif kıvrıklığına kadar, E-modülünün %15 lif kıvrıklığına kadar, liflere paralel basınç direncinin ise %20 lif kıvrıklığına kadar önemli farklılıklar göstermediği belirtilerek, bu oranlara kadar olan lif kıvrıklığına adı geçen gerilmeler için müsaade edileceği ve bir sorun oluşturmayacağı ileri sürülmüştür.

TS 1264'e göre doğramalık iğne yapraklı ağaç kerestesinde lif kıvrıklığı miktarının; 1.sınıfta %3'ü, 2.sınıfta %5'i, 3.sınıfta ise %10'u geçmemesi önerilmektedir. Lamine pencere profili için kullanılacak ağaç malzemedede ise, Alman Pencere Tekniği Enstitüsünce DIN 68360 Bölüm 1'e göre, 2 cm/m (%2)'den büyük lif kıvrıklığına izin verilmemektedir.

Budaklılık, pencere üretiminde ağaç malzemenin gerek işlenmesi, gerekse yüzey işlemleri bakımından malzemenin uygunluğunu bozan kusurdur. Bu nedenle standartlarda verilen boyutlara ve sınırlara uyulmalıdır. Pratik olarak, birleşme yerlerine yakın kısımlarda ve pencere bölme kayıtlarda düşer budaklar olmamalıdır. Kanatlar mümkün olduğu kadar budaksız malzemeden yapılmamalıdır.

Ağacın büyümesi esnasında normal gelişmelerle birlikte büyüme gerilmeleri de teşekkül etmektedir. Büyüme gerilmelerinin, hücre çeperlerinin olgunlaşması esnasında, sekonder çeperde lignin depolanması ile ortaya çıktığı belirtilmektedir (Bozkurt, 1992).

Ağaçların bazılarında bu gerilmeler; halka çatlaklarına, gevrekliğe, basınç çatlaklarına, veya ağaç biçildikten sonra dönükleşmelere sebep olmaktadır. Bu nedenle, doğramalık ağaç malzemedede büyüme gerilmelerinin oluşturduğu çeşitli kusurlarda sınırlandırılmış bulunmaktadır. Örneğin, halka çatlağına 1.sınıfta izin

verilmezken, 2.sınıfta halka çatlağının çapı veya yay kirişinin parça genişliğinin 1/4'ünü, 3.sınıfta ise 1/3'ünü geçmemesi istenmektedir (TS 1264).

İğne yapraklı ağaçlarda basınç odunu, yapraklı ağaçlarda ise çekme odunu adını alan reaksiyon odunu; gövde enine kesitinde eksantrik öz oluşumu (özün ortada olmaması) şeklinde fark edilen anormal bir yapıdır. Bu oluşumda, bir çok fiziksel ve mekanik özellik normal odundan farklıdır. Örneğin; basınç odununda en önemli fark, özgül ağırlığının normal oduna nazaran hücre çeper kalınlaşması nedeniyle $\frac{3}{4}$ oranında yükselmesidir. Daralma ve genişleme miktarlarında da özellikle boyuna yönde artış olmaktadır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre artış miktarı, daralma yüzdesi olarak normal odunla karşılaştırıldığında 10 misli kadardır. Radyal ve teğet yönlerdeki daralma miktarlarında ise azalma olmakta, bu değer normal odunun yarısına kadar düşmektedir. Boyuna yönde bu aşırı daralma miktarı, basınç odunu ihtiva eden kereste çarpılma ve dönüklükler sebep olmakta, normal odun ile basınç odunu arasında çatlama meydana gelmektedir. Tüm mekanik özelliklerdeki azalmanın açıklanması ise basınç odununda selüloz miktarında %10 azalma oluşu, helezoni çatlakların oluşumu ve mikrofibril açısının artışı ile izah edilmektedir. Ancak burada liflere paralel basınç istisna teşkil etmektedir. Yani, liflere paralel basınç direnci, basınç odununda normal odundan daha yüksektir. Bunun sebebi ise hücre çeperi maddesi oranının fazla olması ile lignin yüzdesindeki artıştır. (Bozkurt 1992).

Doğramalık iğne yapraklı kerestede, kalkık liflilik, yongalı liflilik gibi işleme kusurları da standartlarca sınırlandırılmış olup 1. ve 2. sınıfta bulunmamasına rağmen, 3. Sınıfta bulunabilmektedir (TS 1264).

Laminasyon Tekniği :

Ahşap lamine elemanlar lif yönleri birbirine paralel yada dik gelecek şekilde iki yada daha fazla katın tutkallanarak birleştirilmesiyle elde edilir (TS EN 386).

Lif yönlerinin paralel gelecek şekilde düzenlenmesi daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretilen ahşap lamine eleman kavisli ise katların lif yönlerinin paralel olarak uygulanması zorunluluğu vardır. Laminasyon, farklı ağaç türü değişken kat sayısı, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir.

Ahşap lamine elemanlar kullanılan kat kalınlıklarına göre farklı şekilde adlandırılmaktadır. İnşaatlarda kullanılan büyük boyutlu lamine ahşabın (kiriş, kolon, kemer vb.) üretiminde 25.4 mm ile 50.8 mm arasında kalınlıklarda masif ağaç malzeme kullanılmakta ve bu özelliklerdeki ağaç malzeme “GLULAM” (*Glued Laminated Timber*) olarak adlandırılmaktadır.

Mobilya endüstrisinde uygulanan küçük boyutlu ahşap lamine elemanların üretiminde ise uygulanan forma göre maksimum 3.2 mm kat kalınlığında ağaç kaplama kullanılmakta ve bu tür ahşap lamine elemanlar LVL (Laminated Veneer Lumber) yada “MICRO =LAM olarak adlandırılmaktadır (Stevens and Turner, 1970).

Lamine doğrama üretiminde uygulanacak olan tek bir kat kalınlığı en az 15 mm olmalıdır (L.F.T. 1986).

İdeal bir yapışmanın sağlanabilmesi için ağaç malzemenin rutubeti iyi ayarlanmalıdır. Fazla rutubet varsa tutkal çözeltisi malzeme tarafından emilemez sertleşme süresi ve fiziksel kuruma süresi uzamaktadır. Eğer rutubet çok az ise malzeme tutkalı hemen absorbe etmekte katman kalınlığı azalmakta ve sağlam bir yapışma gerçekleşmemektedir (Altınok, 2000).

Yapıştırılan ağaç malzemelerdeki rutubet farkları % 5’i aşmamalıdır. Eğer yapıştırılmış tabakalar arasında fazla rutubet farkı var ise gerilmeler meydana gelmekte ve çatlamalar oluşmaktadır (Kurtoğlu, 1979).

Laminasyon işleminde; pres basıncı, pres sıcaklığı ve pres süresine dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiştir. (Şenel, 1996)

Laminasyonda ağaç türü tutkal çeşidi ve katman sayısının eğilme direncine etkileri araştırılmış ve en yüksek eğilme direnci 5 katmanlı PVAc tutkalıyla yapıştırılmış Doğu kayınından elde edilmiştir(Altınok ve Döngel, 1999).

Lamine elemanların üretim şartları ;

Lamine elemanları üretildiği ortamın sıcaklığı 15°C 'den havanın bağıl nemi % 30 'dan az olmamalıdır. Presleme işleminden sonra fenolik esaslı tutkal ile yapıştırılan ağaç malzemeler en az 24 saat, aminoplastik esaslı tutkal ile yapıştırılan ağaç malzemeler ise en az 72 saat bekletildikten sonra makine işlemine tabii tutulmalıdır. En ve boy birleştirmede uygulanmış parçaların ek yerleri, birbirini takip eden katlarda üst üste gelmemeli ve mümkün olduğunca şaşırtmalı şekilde düzenlenmelidir. DIN 1052 'ye göre boy yönünde birleştirilmiş parçaların en az 50 cm mesafede şaşırtmalı şekilde düzenlenmesi ve en yönünde en fazla bir birleştirmenin yapılmasına izin verilmektedir (Şenay, 1996).

Laminasyonda ağaç malzeme seçimini etkileyen faktörler ;

- a) Seçilen ağaç türünün hafif olması lamine taşıyıcı elemanları üretiminde arzu edilen bir özelliktir. Çünkü, taşıyıcı elemanlardan gerek kirişler, gerekse kolonlar oldukça büyük boyutlardır. Taşıma ve montaj işlemlerinde ağırlığının belirli düzeyde olması istenilen bir durumdur.
- b) Seçilecek olan ağaç türünün fazla taneli, eterik yağlı, ekstraktif maddeli ve reçineli olması tutkalın yapışma dayanımını azaltacağından lamine ağaç malzemenin direnç özellikleri de azalacaktır.
- c) Üretimin aksaması ve alış maliyetinin düşük olması bakımından seçilecek ağaç türü kolayca ve bol miktarda temin edilebilmelidir.
- d) Bükülebilme özelliği özellikle kavisli elemanlarda aranan bir özelliktir. Çünkü, seçilen ağaç malzeme türünün bükülebilme özelliği ne kadar iyi olursa laminasyonda

o nispette kalın parçaların kullanılması mümkün olmaktadır. Bu da gerek işçilik gerekse tutkal maliyeti açısından olumlu bir durumdur.

Genel olarak ağaç türlerinin bükülme özellikleri farklı olup, sert odunlu yapraklı ağaçlar iğne yapraklılara göre daha iyi bükülme özelliğine sahiptir. Çünkü iğne yapraklı ağaçların yaz odunu halkalarında mekanik özellikler ani bir şekilde değişmekte, bundan dolayı, özgül ağırlığının fazla oluşu bükme için bir sorun teşkil etmektedir. Yapraklı ağaç türlerinden kayın, karaağaç, dişbudak, meşe, carya alba, huş, akasya, akçaağaç, kiraz ve fındık bükülme özellikleri bakımından en elverişli olanlarıdır (Berkel , 1963).

Lamine taşıyıcı elemanlarda ağaç malzeme cinsi olarak Avrupa'da genellikle Avrupa ladini (*Picea abies*) ve Avrupa Göknarı (*Abies alba*), Amerika Birleşik Devletleri'nde ise Douglas Göknar (*Pseudotsuga taxifolia*) ve Güney çamları (*Pinus palutris*, *Pinus ellioti* vb.) kullanılmaktadır. Mobilya imalatında küçük boyutlu laminasyonlarda Amerika, Avrupa ve ülkemizde en çok kayın ağacı değerlendirilmektedir.

Ahşap lamine elemanın direnci büyük oranda masif tahta ya da kaplamaların elde edildiği odunun özelliklerine bağlıdır. Bünyesinde değişik kusurlar (lif kıvrıklığı, çatlak, budak, kurt yeniği, mantarlaşma vb.) içeren odundan elde edilen masif tahta ve kaplamalardan üretilen ahşap lamine elemanın direnç özelliklerinde kusurun derecesine göre az yada çok azalma olmaktadır. Direnç özelliklerinde meydana gelebilecek bu azalmayı en aza indirmek için masif tahta ve kaplamaların içerdikleri kusurlarından arındırıldıktan sonra lamine ağaç malzeme üretiminde kullanılmaları gerekmektedir.

Çatlaklar, ahşap lamine elemanın tutkallama ve direnç özelliklerinin azaltan kusurlardır. Ağaçta dikili halde iken büyüme karakteristiğinden kaynaklanan basınç çatlakları, iç çatlar ve öz çatlakları meydana gelmektedir. Ormandan kesim yapılan ağacın doğal veya suni kurutulması halinde bu çatlaklar daha da artmakta ve ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde önemli derecede azalmaya neden olmaktadır.

İğne yapraklı ağaçlarda, aşırı eğilmeden dolayı kambiyumun yaralanması ile reçine keseleri meydana gelmektedir. Reçine keseleri, özellikle tutkal ile birleştirme anında yapışma dayanımının azalmasına neden olmaktadır. Lamine ahşap elamanı oluşturan katlarda aşırı reçineli ve reçine keseli katlar bulunmamalıdır.

Lamine ağaç malzemenin yapımında kullanılan lamellerin öz odunu içermesi direnç azalmasına neden olmaktadır. Öz odununun yapısı çevredeki odundan önemli derecede farklı olduğundan çalışma oranı çevre odunu ile uyum sağlamaktadır. Buda, iç gerilmelere neden olmakta ve yapışma dayanımını azaltıcı etki yapmaktadır.

Mantarlar, ağaç malzemede renk değişikliğine ve çürümelerine neden olmaktadır. Mantarların meydana getirdiği en önemli renk değişimi iğne yapraklı ağaçlarda görülen mavi renk oluşumudur. Yeni kesilmiş ağaç sıcak ortamda kaldığında ve bu tomruktan elde edilen kerestenin arasına çıta konulmadan istif edilmesi halinde, diri odun kısmında odunun derinliklerine nüfuz eden mavi renk teşekkülü meydana gelmektedir. Mavi renk oluşumu, şok direncinde % 25 'e varan azalmaya neden olmakta diğer dirençlerde ise önemli bir değişmeye neden olmamaktadır. Eğer, ağaç malzemeye doğal yapısı görülecek şekilde şeffaf cila yapılacak ise kusur sayılmaktadır. Örtücü boya uygulandığında kusur sayılmamasına rağmen, 8 – 10 ay sonra boyada çatlama ve dökülmeler meydana gelebilmektedir.

Lâmine Edilmiş Ağaç Malzemede Yapışma Dayanımını Etkileyen Odun Özellikleri:

Özellikleri teğet, radyal ve enine kesit yönlerinde farklılık arzeden odunun yapışma dayanımı büyük ölçüde; odun türü, anatomik yapı, özgül ağırlık, rutubet miktarı, pH değeri, ekstraktif madde içeriği, yetiştirme ortamı özellikleri gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir.

Odunun çeşitli yapı ve özelliklerde hücre gruplarından oluşan dokuya sahip olması ve bu dokunun hem ağaç türlerinde, hem de aynı ağaç türünün çeşitli kısımlarında

farklılık göstermesi, yapışma dayanımlarındaki farklılıkların da ortaya çıkış sebebidir. Yani, anatomik özelliklerin aynı ağacın muhtelif kısımlarında bile farklı olması nedeniyle yapışmanın sadece ayrı ayrı ağaçlarda değil de, aynı ağacın muhtelif kısımlarında incelenmesi gerekmektedir.

İlkbahar ve yaz odunlarının farklı yapışma dayanımını sağladıkları, bununla ince çeperli ilkbahar odunu hücrelerine tutkalın nüfuzu ile sıkı bir kenetlenmenin oluşması sağlanırken, kalın çeperli yaz odununda ise bu durumun gerçekleşmediği belirlenmiştir. Diğer taraftan; halkalı traheli ağaçlarla, dağınık traheli ağaç odunlarının farklı yapışma özellikleri gösterdiği ve dağınık traheli ağaç odunlarının daha kuvvetli bir yapışma dayanımını sağladıkları da saptanmıştır (Öktem, (1975).

Odunun özgül ağırlığı yapışma direncine olan etkisi üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda, özgül ağırlığının artması ile yapışma direncin arttığı saptanmışsa da, özgül ağırlığı tutkal bağı, direnç ve dayanma süresine etkisi konusunda genel bir kurala varılmamıştır. Öyle ki, aynı özgül ağırlıktaki bazı ağaç türleri farklı yapışma dayanımları göstermektedir. Özgül ağırlığı yüksek olan odunların yapıştırılması, düşük yoğunluktaki odunlara nazaran daha güç olmaktadır (Öktem, 1975).

Yapışma dayanımına etkili odun özelliklerinden biride, odunun yüzey özellikleri ile bir sıvı tarafından ıslanabilme kabiliyetidir. Tutkal sürülecek yüzeylerin işleme hatalarından kaynaklanan dalgalı liflilik, pürüzlü liflilik, yongalı liflilik (yünlü görünüm), yonga izi ve bıçakların kör olmasından dolayı yanma vb. gibi kusurlar, odunun ıslanabilme kabiliyeti ve dolayısıyla yapışma performansını doğrudan etkilemektedir.

Odunun ıslanabilme kabiliyetinin, iki basit yöntemle tayin edilebileceği belirtilmiştir. Birinci yöntem ; odun yüzeyine bir damla su damlatılarak 20 dak. içinde yayılırsa çok iyi, 30 dak. içinde dağılırsa iyi, 40 dak. ve daha fazla süre içinde dağılırsa ıslanabilme kabiliyetinin kötü olduğu sonucuna varılır. İkinci yöntem olarak da; odunun yüzeyi ıslatılır ve hemen bir bez parçası ile silinerek 1 dak. beklenir. Eğer, yüzeyde hala ıslıklık varsa bir kağıt peçeteyle yüzey iyice kurulanır.

Daha sonra kuru ve nemli yüzeylerin sertlik kontrolü yapılarak ıslanabilme özelliği belirlenir. Islatılan yüzey, kuru yüzey ile aynı sertliği koruyorsa, ağaç malzemenin makinelerde işlenmesinde sorun çıkacağı ve yapışma performansını olumsuz yönde etkileyeceği anlaşılr (Şenay, 1996) .

Odundaki ekstraktif madde içeriğinin de yapışma kalitesi üzerindeki etkisi, çeşitli araştırmalarda doğrusal bir korelasyon şeklinde bulunmuştur. Diri odun ve öz odunun yapışma dirençleri bakımından farklılık göstermesi, öz odun da bulunan ekstraktif maddelerle açıklanmaktadır. Ekstraktifliğin uzaklaşması ile odunun yapışma yeteneği, pH'sının normalleşmesi ve ıslanabilme kabiliyetiyle beraber artmaktadır (Freman, 1959).

Diğer yandan, odunun rutubet miktarı da yapışma dayanımı üzerinde doğrudan etkili bulunmaktadır. Zira, tutkalın oduna nüfuzu ve tutkallama sonunda meydana gelen tutkal tabakası kalınlığı, tutkallama anındaki odunda mevcut su miktarına bağlıdır. Odundaki su miktarı arttıkça, yapışma direnci azalmaktadır (Örs, 1987).

Araştırmada Kullanılan Tutkalın Özellikleri ;

Üre Formaldehit Tutkalları ;

Kısaca üre reçinesi olarak bilinen üre-formaldehit tutkalı, üre ile formaldehitin kondensasyonu ile üretilmektedir. Kondensasyon ürünleri suda çözünabilir durumda iken çözeltinin soğutulması ve sertleştirici maddenin alkali ile nötrleştirilmesi yoluyla kondensasyon durdurulmaktadır. Durdurulan kondensasyon yapıştırma sırasında sertleştiriciler ve sıcaklık yardımıyla yeniden başlatılmakta ve yapışma sağlanıncaya kadar devam ettirilmektedir.

Üre-formaldehit reçineleri, kullanılan katalizör cinsine ve pres şartlarına göre aşağıda belirtildiği şekilde sıcak ve soğuk presleme şartlarında uygulamalarda kullanılmaktadır.

Sıcak pres(nişadır (NH_4Cl), Amonyum Sülfat(NH_4)₂ SO_4)

Soğuk pres (HCl , H_2SO_4 , HCOOH , Maleik asit, Paratoluen sulfonik asit)

Üre-formaldehid reçinelerinin sıcak presleme işlemlerinde, yapıştırma işlemini meydana getirmesi için pH'nin asidik ortama geçmesi ve sıcaklık gerekmektedir. pH'nin asidik ortama geçmesi içinde asit ilavesi gerekir. Üre-formaldehid reçinelerinde mevcut serbest formaldehit ile ilave edilen Amonyum klorür (nişadır) ve amonyum sülfat asidik ortam oluşturur ve pH'yı 4.5-5'e düşürür. pH'sı düşmüş reçine karışımı sıcaklıkla hemen sertleşir ve yapıştırma işlemini tamamlar. Ayrıca, katalizör ilave edildikten sonra karışımın 5-6 saat süre ile donmadan kullanılmasını sağlamak için amonyak ilave edilir. Amonyak sıcak prese kadar olan süre içinde tutkalın donmasını önler. Eğer, tutkal karışımı veya tutkallanmış ağaç malzemede sıcak presten önce katılaşma olursa bu durumda sıcak preste iyi yapışma sağlanamaz.

Üre-formaldehid ile tutkallamada sıcak pres şartları için, odun rutubeti %7-10, kullanılacak tutkal miktarı 110-170 gr/m², pres basıncı yumuşak odunlar için 0,3-0,8 N/mm² sert odunlar için 0,6-1,2 N/mm², olarak tavsiye edilmektedir. Presleme süresi ise 95-105⁰C de 6-8 dakika+ odun kalınlığının yarısına kadar her mm için bir dakika olup, yeterli mekanik direncin sağlanması için bekletme süresi 3-4 gündür.

Üre-formaldehidin katalizör ilavesi ile soğuk preslerde yapıştırma işlerinde kullanıldığı zaman katalizör olarak hidroklorik asit, sülfirik asit, maleik asit, formik asit, paratoluen sülfonik asit kullanılabilir. Soğuk yapıştırma işleminde kullanılan asit doğrudan reçinenin içine karıştırılmayıp yapıştırılacak odunun birinin yüzeyine reçine sürülüp diğer oduna da katalizör sürülerek iki odun parçası bir araya getirilip soğuk prese verilir. Soğuk preste reçine ve asit hemen birbirine nüfus eder ve pH hemen 1-2 değerlerine düşer ve 1-15 dakika içinde yapıştırma işlemi tamamlanır.

Üre-formaldehid ile tutkallamada soğuk pres şartları için, odun rutubeti %10- 12, kullanılacak tutkal miktarı 130 – 180 gr/m² pres basıncı 0.5N/mm², presleme süresi sertleştiriciye ve yapışma ortamındaki sıcaklığa göre değişmek üzere 15- 30 dakika

olarak belirtilmektedir. Ayrıca, yeterli mekanik direncin sağlanması için 2-3 gün bekleme süresi önerilmektedir (Dilik, 1997)

Lamine Ağaç Malzeme İle Pencere Üretimi ;

Masif olarak odunun en çok kullanıldığı ahşap pencere üretiminde, ağaç malzemenin rasyonel kullanımının önemi ve gereği, ülkemizdeki konut üretim miktarlarına bakarak söylenebilir. DİE verilerine göre 1992 yılında 460.000 konut üretimine karşılık ülkemizde her başlanan inşaatın bir ruhsatnameye sahip olmadığı, aynı şekilde yapımı tamamlanan her inşaatın da yapı kullanma izni almadığı gerçeğinden hareketle, iskana alınmamış konutların sayısının ortalama olarak iskana alınmışların dört katı olduğu varsayılmaktadır (Kurtoğlu, 1996).

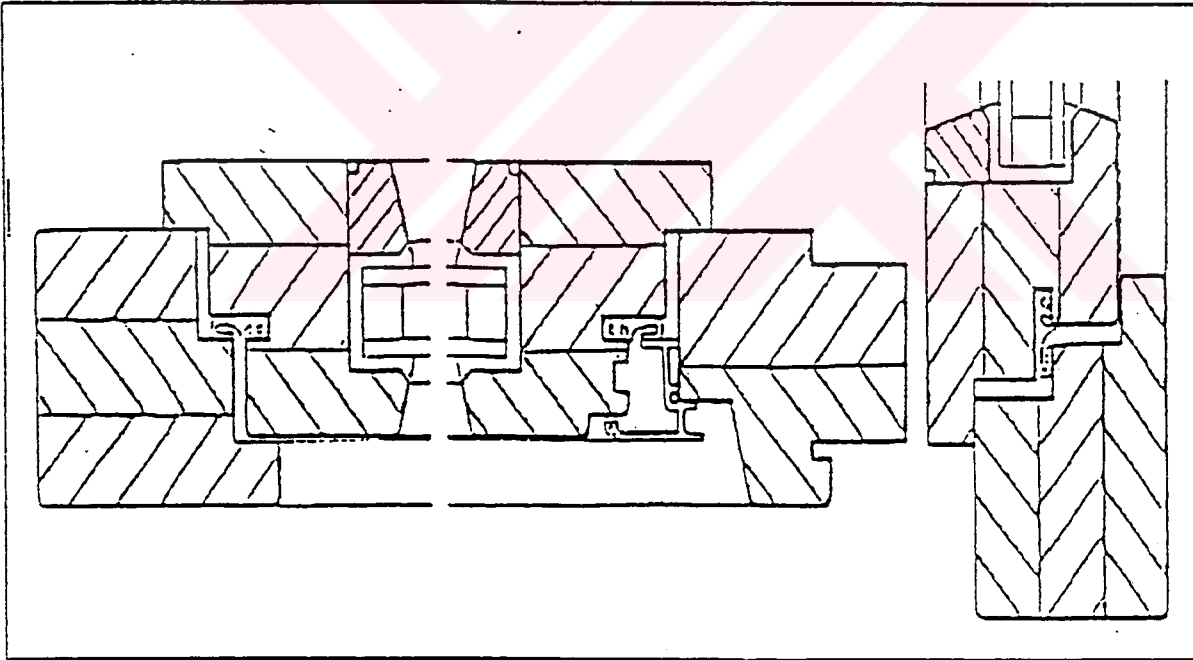
Buradan, ülkemizde yılda yaklaşık 2 milyon civarında konut yapıldığı öngörülebilir ve bir konutta ortalama 9-10 pencere olduğu kabul edilirse yılda ortalama 20 milyon pencerenin üretildiği ortaya çıkar. Bir pencere birimi $1.69m^2$ kabul edilirse ortaya büyük bir ağaç malzeme tüketimi çıkmaktadır.

Diğer yandan, Türkiye de bin kişiye düşen konut oranı;1964'te 0,5 iken 1970'li yıllarda 3'e, 1990'lı yıllarda ise 4-4.5'a çıkmıştır. (İstatistik göstergeler 1923-1990, DİE). Bu oran, hala dünya ortalamalarının altında olmasına rağmen, ülkemizdeki kişi başına düşen konut oranının hızla artmakta olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak da, konutlarda daha çok tercih edilmesi nedeniyle ahşap pencere üretimine olan talebinde artarak devam edeceği söylemek mümkündür (Kurtoğlu, 1996).

Ahşap pencere üretimi için, lamine ağaç malzemeden pencere profilinin elde edilmesi yeni bir yöntem değildir. Yurt dışında, 1982 yılından itibaren lamine pencere profilleri ile pencere üretimi artmış olup, pencere üreticileri; lamine profilleri ya kendileri üreterek, yada satın alarak pencere yapmaktadırlar. Kesit ölçüleri büyük olan pencere profillerinin lamine profillerden üretilmesi, masif ağaç malzemeye göre çok daha ekonomik olmaktadır. Yine, lamine profil üretimi ile budaklı ibreli ağaç malzemenin kullanım alanı oldukça genişletilmiştir.

Lamine Profillerin Pencere Üretiminde Kullanımı ;

Çeşitli ülkelerde, ahşap pencere profilleri ile ilgili standartlar bulunmasına rağmen, ülkemizde herhangi bir standart hazırlanmamıştır. Lamine profillerin pencerede kullanımları ile ilgili olarak Almanya Pencere Tekniği Enstitüsü (IfT)'nce, ahşap lamine profillerinin, DIN 68125'e uygun olmasının yanı sıra, pencere profili malzemesinin DIN 18355'te belirtilen istekleri de karşılaştırılması gerektiği belirtilmiştir ve bu amaçla bir yönerge hazırlanmış bulunmaktadır. Ayrıca, profili oluşturan laminelerin (lamellerin) aynı ağaç türünden olması gerekmekte ve profillerdeki tutkal derzleri (tutkal hatları)'nin aşağıda görüldüğü gibi düzenlenmesi istenmektedir (şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Basit bir pencere profilinde tutkal derzlerinin konumu (Shmid, 1992)

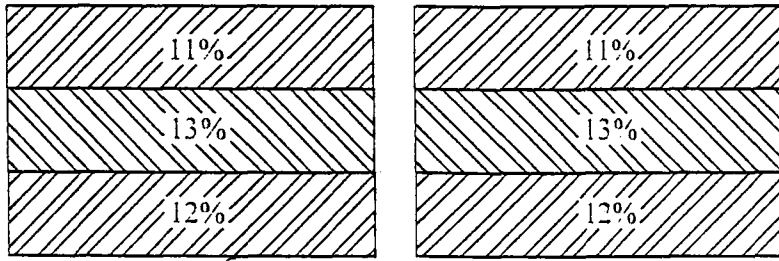
Şekilde görüldüğü gibi, lamine pencere profilleri kural olarak 3 veya daha fazla lamelden (tabakadan) oluşmaktadır. Ancak, kör kasalar 1 veya 2 lamelden üretilir. Burada asıl önemli husus, tutkal derzlerinin doğrudan hava koşullarının

etkisi altında kalmamasıdır. Ayrıca, özellikle kullanılan ağaç malzemenin yeknesak strüktürde olmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Böylece, pencere profillerinin çarpılması önlenmektedir. Pencere profillerinin yapısı, simetrik ve tutkal derzleri pencere hattında olmalıdır. Lamel kalınlıkları ise en az 15 mm olmasına dikkat edilmelidir (Schmid, 1992).

Üretim Şartları ve Üretimde Dikkat Edilecek Hususlar ;

Lamine üretiminde yapılacak olan hatalar, lamine ahşap pencere üretiminin gelişimini engelleyecektir. Bu nedenle, öncelikle pencere profillerindeki laminelerin (lamellerin) kalitesinin, pencere üretimi için uygunluğu ayrı olarak kontrol edilmeli ve gerekli kalite sürekli olarak muhafaza edilmelidir.

Lamine pencere profillerindeki kalite istekleri, masif pencerelerdekine uymaktadır. Ancak, lameller vasıtasıyla ek isteklerin devamlı göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Alman Pencere Tekniği Enstitüsü (IfT)'nin hazırlanmış olduğu yönergeye göre lamine profil üretiminde; odun rutubeti $\% 12 \pm 3$ olmalı ve aynı profil içerisindeki lameller arasındaki rutubet farkı $\% 2$ 'yi geçmemelidir (Şekil 1.2.).

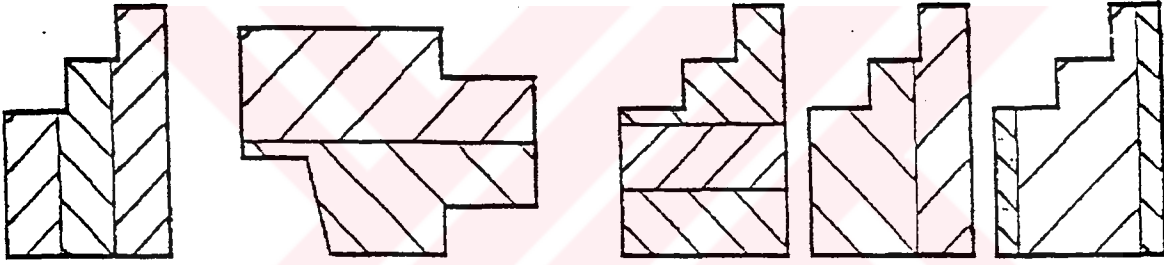


Şekil 1.2. Profil kesitinde rutubet dağılımı (IfT, 1986)

Profil Kesitlerinin (Enine Kesitin) Yapısı ;

Profil kesitlerinin daha öncede belirtildiği gibi simetrik olarak düzenlenmesi ve birbirinin karşısında bulunan lamellerin yani simetrik lamellerin kalınlık, ağaç türü ve odun strüktürü bakımından aynı olması gerekmektedir. Ayrıca, enine kesitte aynı rutubette yapıştırılmış olmalıdır. Aksi, halde, çalışma, çarpılma tutkal hattından ayrılma vb. sorunlar görülmektedir.

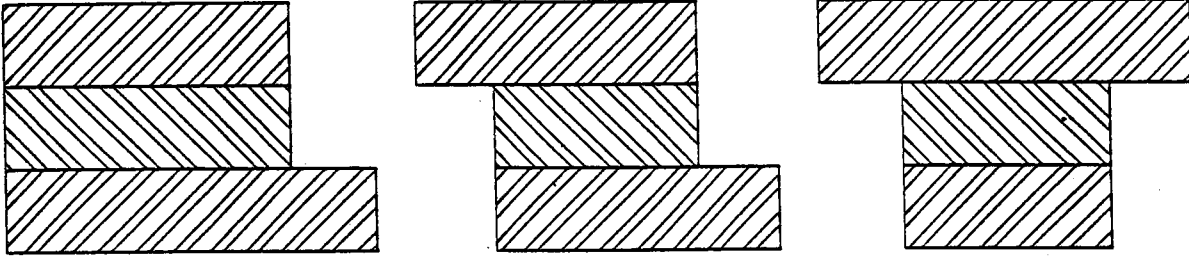
Profil kesitleri, en az 3 lamelden oluşmalıdır. 2 lamelden oluşan kesitlerin üretilmesi gerekirse, kullanılan ağaç malzemenin aynı odun tipi ve aynı rutubette olmasına özen gösterilmelidir. Lamel kalınlıkları ise, en az 15 mm olmalıdır. Böylelikle, tutkal hattı, doğrudan hava koşullarına maruz kalmamaktadır (Şekil 1.3.).



Şekil 1.3. Lamine pencere profillerine ait çeşitli örnekler (Schmid, 1992)

Profil Formları ;

Kural olarak pencerelerde kullanılan hemen her çeşit formda lamine profilin üretilmesi mümkün olmakla beraber; Alman Pencere Tekniği Enstitüsünce pencere profillerinin üretiminde L, Z ve T formlarına izin verilmektedir. Ancak, burada tutkal derzleri üzerine pres ile eşit basınç uygulanması şart koşulmaktadır. Yani, bütün tutkal derzlerinin eşit genişlikte ve birbirinin üzerinde olması gerekmektedir (Şekil 1.4.).



Şekil 1.4. Pencere profil formları (İft-1986)

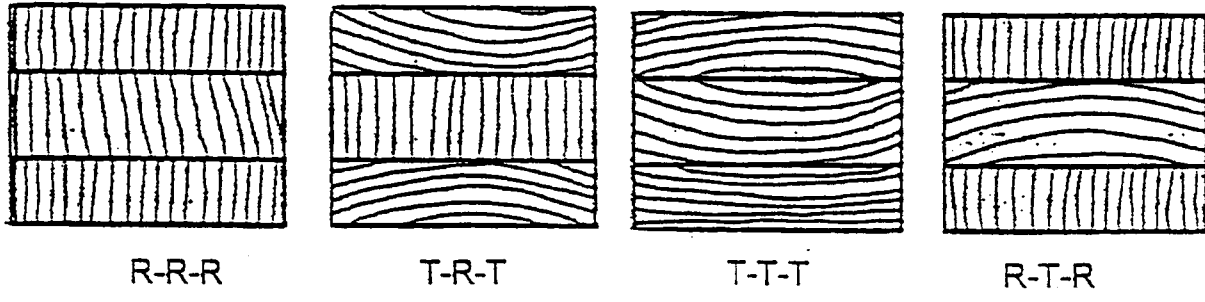
Tutkal Derzlerinin Yeri ve Formu ;

Tutkallanan yüzey mutlaka planyalanmalı ve yüzey işleme kusurları içermemelidir. Yüzeydeki sapmalar da tutkallanmanın fonksiyonunu azaltmamalıdır. Genellikle, kama dişli birleştirme kullanılmasına rağmen, istisnai hallerde, tutkal derzine lamba zıvanalı birleştirme kullanılabilir. Burada, lamellerin üst üste düzenlenmesine özen gösterilmesi gerekmektedir. Böylece, dar lamellerin kullanımı da gerçekleştirilmiş olmaktadır. Diğer taraftan, tutkal derzleri pencerelerde dış hava koşullarına açık olacak şekilde düzenlenmemelidir.

Yıllık Halka Durumu ve Düzeni ;

Esas itibarıyla, her türlü kesitteki (radyal, teğet, yarım radyal ve yarım teğet) lamellerin birleştirilmesi mümkündür. Ancak, aynı profil kesiti içerisinde lamelden lamele (tabakadan tabakaya) büyük farklılık bulunmamalıdır. Lamellerin seçiminde, üretilen kesit içerisinde üst lamellerde aynı odun strüktürünün olması göz önünde tutulacak bir başka husustur.

Şekil 1.5.'de görüldüğü gibi, bütün profilin teknik bakımdan uygun özellikleri, aynı profil içindeki aynı odun strüktürüyle elde edilebilmektedir.



Şekil 1.5. Lamine malzemede yıllık halka düzenleri, R:Radyal T: Teğet
(Schmid, 1992)

2. LİTERATÜR ÖZET

Keskin (2001), Toros sediri, sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunlarından dört katmanlı olarak PVAc-D4 tutkalı kullanılarak lamine edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinin, bu ağaç türlerini temsil eden masif ağaç malzemelere göre daha üstün olduklarını bildirilmiştir.

Döngel (1999), lamine ağaç malzemedede en yüksek eğilme direncinin PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 5 katmanlı Doğu Kayını'nda elde edildiğini, bunu sırasıyla azalarak desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı sarıçam, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı meşe, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı Doğu Kayını, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 3 katmanlı sarıçam ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı meşenin izlediğini bildirmiştir.

Eren (1998), okaliptüs (*E. camaldulensis*) kaplamalardan ÜF tutkalı ile üretilen lamine ağaç malzemenin teknolojik özelliklerinin, PVA tutkalı ile üretilenlere göre daha üstün olduğunu bildirmiştir.

Kılıç (1997), 2 ve 4 mm kalınlığındaki kızılğaç (*Alnus glutinosa*) kaplamalardan PVAc ve PL tutkalları kullanarak elde edilen lamine levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemiştir.

Dilik (1997), doğrama üretiminde yaygın olarak kullanılan kızılçam (*Pinus brutia* T.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından ÜF ve PVAc tutkalları kullanarak üretilen lamine pencere profillerinin bazı teknolojik özelliklerini belirlemiştir. Tutkal farklılığı, lamel kalınlığı ve yıllık halka düzenlemelerinin lamine ağaç malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

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

Baş (1995), 3, 5 ve 7 mm kalınlığındaki kızılçam (*Pinus brutia* T.) kaplamalarından PVAc ve PL tutkalları kullanılarak elde edilen lamine levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemiştir.

Şenel (1994), Ağaç malzemenin ısı iletkenliği konulu araştırmasında; toros sediri (*Cedrus libani* A. Richard), uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.), kara kavak (*Populus nigra* L.) doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), çeşitli amaçlar için endüstride yaygın olarak kullanılan yonga levhalar ve lif levhaların, ısı iletkenliği katsayıları belirlenmiştir. Buna göre %12 rutubette ve 20°C sıcaklıkta ısı iletkenlik kat sayıları (Kcal/mh °C) uludağ göknarında 0,1128, kara kavakta 0,1146, toros sedirinde 0,1253, doğu kayınında 0,1580, yatık yonga levhalarda 0,1776, dik yonga levhalarda 0,1783, orta yoğunluktaki lif levhalarda 0,1998 ve sert lif levhalarda ise 0,2263 olarak belirlenmiştir.

Schober and Spat (1993), yıllık halka düzenleri dikkate alınarak, 6 farklı kombinasyonda (radyal – radyal, radyal – teğet, teğet – teğet, yarım radyal – yarım teğet, yarım radyal – teğet, yarım teğet – radyal) birleştirme ile birleştirme yerlerinin davranışlarının değerlendirildiği araştırmalarda; Tek tek kombinasyonlar ve açık uçların oluşumu bütün değişkenlerde geniş ölçüde aynıdır. Fakat, yıllık halka kombinasyonlarında tanınabilir bir etki belirlenmemiştir. Aynı durum direncinin değerlendirilmesi için de geçerli olup, esas itibarıyla yüzey kalitesinin değerlendirilmesinde (yarım radyal – yarım radyal) yıllık halka kombinasyonunun, aynı parçadan (radyal – teğet) kombinasyonuna göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

Eckelman. C.A., (1993), masif ağaç malzemeye göre, estetik . ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin (LVL) mobilya üretiminde özellikle dolap, masa, sandalye, raf ve döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Schober (1992). Ladinden yapılmış lamine pencere çerçevelerinde, lamellerin oluşturulması ve kama dişli birleştirmelerin kalitesinin araştırılması için yaptığı

laboratuvar denemelerinde; Pencere çerçevelerinin kalitesini etkileyen çeşitli faktörlerden tutkal türlerinin uygunluğu, yıllık halka durumunu etkisi, rutubet farklılığı ve kama dişli birleştirmelerin türünün etkisini incelemiştir. Deneme sonuçlarından, araştırılan özelliklerden kama dişli birleştirmelerden, üretim kalitesinin değişmesi veya kullanılan odun kesitinin ve yetiştirme ortamı özelliklerini (büyüme özellikleri) değişmesinden oldukça etkilendiği belirlenmiştir. Bu nedenle, sonuçların değerlendirilmesi, tek tek değişkenler için değil, ortalama değerlerin dikkatli karşılaştırılmasını gerektirmektedir.

Demetçi (1991), çam, göknar, kayın, meşe ve akçağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılması ile elde edilen ağaç malzemede tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarıma direncinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Gronlund (1988), Lamine malzemeden yapılmış pencerelerdeki, tutkal hatlarının direncine etki eden faktörleri araştırılmıştır. Denemelerde, pencere elamanlarının yatay yüzeylerini de dışa açık tutkal hatlarının, dış ortam şartlarına maruz kalmayacak şeklinde iç kısmında yer alması durumunda çalışmasının durduğu belirlenmiştir. Ayrıca, lamine pencere elamanlarında, tutkal hatları devamlı korunanların ve da özellikle dikey yüzeylerdeki tutkal hatlarıyla yapılanlar ise çok güçlü ve sağlam bulunmuştur.

Örs (1987), tarafından yapılan, ağaç malzemenin rasyonel kullanımı çerçevesinde, kama dişli birleştirme metodu ile elde edilen malzemenin mekanik özellikleri üzerine, ağaç türü, tutkal türü ve çeşitli ortam şartlarının etkilerini araştırarak çalışmada; kullanılan tutkal türlerinin makaslama, eğilme ve çekme dirençlerine etkisinin olmadığı, ağaç türleri arasında görülen farklılığın ise ağaç türlerinin mekanik özelliklerindeki farklılıktan kaynaklandığını belirlemiştir. Soğuk suda bekletilen örneklerde, yukarıda belirtilen direnç değerleri bakımından; PVAc tutkalı ile birleştirilenlerin kabul edilebilir minimum değerlerin altında olduğu, Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit tutkalları ile hazırlanan örneklerin dirençlerinin ise kabul edilebilir değerde olup, aralarında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı

saptanmıştır.

Schmid (1984), Ahşap lamine pencere çerçevelerinde enine kesit dizilişleri inceleyen araştırmasında, pencere yüzeyine paralel olan tutkal hatları ve 15 mm kalınlığından daha az olmayan lamel (kat) kalınlıklarının uygunluğunu belirlenmiştir.

Laufenberg (1982), lamine ağaç malzemede tutkal hattına dik çekme direncini en yüksek masif-masif ($16,2 \text{ kgf/cm}^2$), daha sonra masif-kaplama ($9,7 \text{ kgf/cm}^2$) ve en düşük kaplama-kaplamada ($7,7 \text{ kgf/cm}^2$) suda bekletilen örneklerde en fazla direnç azalmasını masif-masifte (%50) belirlemiş, diğer örneklerde bekletme ortamına göre direnç değerleri arasında fark olmadığını bildirmiştir.

Kurtoğlu (1979), lamine taşıyıcı elemanların yüzeylerinde oluşan gerilmelerin gidişi ve büyüklüğünün, yalnız sıcaklık ve bağıl nemden kaynaklanmadığını aynı zamanda ağaç malzemenin eğilmede elastiklik modülünün de etkili olduğunu bildirmiştir.

Tichy and Bodig (1978), Lamine edilmiş Lodgepole pine (*Pinus concorta* D.) kerestesinde, boyutların eğilme özelliklerine etkisi konulu araştırmalarında, ekonomik değeri az olan küçük çaplı ve uzun boy Lodgepole çamından elde edilen kerestenin, Lamine edilerek yapılarda taşıyıcı eleman olarak kullanılabilirliği ile ilgili olarak; 5 farklı lamine kat kalınlığı, Fenol - Resorsin tutkalı ve 3 ayrı kalite özelliklerinde ağaç malzemeyi kullanmışlardır. Boy ve en birleştirmelerde kama dişli birleştirmelerin uygulandığı kirişlerin, orta kısmında, kiriş kalınlığı 1/5'i kalınlıkta 3. sınıf ağaç malzeme, bunun alt ve üstünde aynı kalınlıkta 1. sınıf ağaç malzeme kullanılmıştır. Kirişler, 5 - 10 - 20 - 40 katlı lamine kirişler şeklinde hazırlanmıştır. Birbirini takip eden, boy birleştirmeler üst üste gelmeyecek şekilde ve 30 cm şaşırtmalı olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonucunda; 10 ve 20 katlı hazırlanan kirişlerin eğilme direncinin en yüksek olduğu ve aralarında fark olmadığı, 5 katlı olanların 2. derecede direnç gösterdiği ve 40 katlı düzenlenenenlerin ise en az eğilme direncine sahip olduğu saptanmış ve farklı kat kalınlıklarının Elastikiyet Modülü üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bulunan bu sonuçlarına göre, kalite

özellikleri ve ekonomik değeri düşük ağaç malzemelerden laminasyon tekniğiyle daha yüksek kalite özelliklerine ulaşabileceği ve kat kalınlıklarının değişik ölçülerde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Braun and Moody (1977), lamine kat takviye edilen kirişlerin eğilme direncinin, lamine kat takviye edilmeyen kirişlerden %10 daha fazla olduğunu 1. sınıf 3 mm kaplama takviyeli kirişlerin eğilme direncinin 2. ve 3. sınıf 2.2 mm'lik kaplama takviyeli kirişlerden %6 daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Gratz and Solar (1974), tarafından, ahşap pencere doğramalarının dış hava şartlarının etkisi altındaki çalışma ve dayanıklılıkları araştırılmıştır. Bu çalışmalarda; doğramaların köşe birleşmelerinde, kama dişle birleştirmelerinin kullanılması ve bunlara dış hava şartlarından etkilenmeyen tutkal türlerinin uygulanmasıyla rijit köşe birleştirmeler sağlanmış, ancak beraberinde de bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Doğramanın ahşabı, dış hava şartlarının etkisiyle bünyesine rutubet almış, dolayısıyla da doğrama deney örnekleri çalışarak hacimsel genişlemeler meydana getirmiştir. Bu hacim genişlemeleri sonucu, doğrama deney örneklerinde sabit bir duvar çerçevesinin (kasanın) içine sığmayarak, çeşitli yönlerde eğilimler ortaya çıkmıştır. Araştırma, ahşap doğramanın denge rutubetinin % 16 ve % 20 olduğu durumlardaki çalışmadan kaynaklanan eğilme miktarı ve ahşapta oluşan iç gerilemeler doğramalar verniklendiklerinde, doğramanın denge rutubeti maksimum % 16 - 18 olduğu için, 120 X 60 cm boyutlarındaki bir pencere doğramasında eğilme miktarını 1,5 mm ile 2.5 mm arasında olduğunu saptanmıştır.

3. MATERİYAL ve METOD

3.1. Ağaç malzeme

Araştırmada, ülkemizdeki pencere profili üretiminde yaygın olarak kullanılan karaçam (*Pinus nigra* var *Pallasiana*) kullanılmıştır.

Ağaç malzeme Afyon piyasasından rastgele seçim (Randomly Selected) yöntemi ile temin edilmiştir. Ağaç malzeme 1. sınıf budaksız, ardaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan, sağlam düzgün lifli ve diri odun olmasına dikkat edilerek seçilmiştir.

3.1.1. Karaçam

Karaçam odununa ait bazı teknolojik özellikler çizelge 3.1. de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Karaçam Odununun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Ait Ortalama Değerler (Bozkurt, 1986).

Hava Kuru yoğunluk Değerleri (gr/cm ³)		0,56
Daralama miktarı (%)	βg	5,58
	βk	8,19
	βl	0,23
	βv	13,9
Basınç Direnci (// N/mm ²)		47,9
Eğilme Direnci (⊥ N/mm ²)		109,6
Elastikiyet modülü (N/mm ²)		—
Makaslama Direnci (// N/mm ²)		6,71

Karaçam diri odunu çok geniş (yarı çapın yarısı kadar), sarımsı ve kırmızımsı beyaz, öz odunu ise kırmızımsı kahve renklidir. Enine kesit mat, teğet kesitte yaz odunu şeritleri sarıçama nazaran daha koyu renktedir.

Tam kuru yoğunluğu $0,52 \text{ gr/cm}^3$ tür. Liflere paralel basınç direnci 479 kg/cm^2 çekme direnci ise $23,4 \text{ kg/cm}^2$ dir. Çivi tutma direnci iyi, işlenmesi kolay olduğundan yapı malzemesi olarak kullanılır (Örs ve Keskin, 2001).

3.2. Tutkal

Araştırmada, ağaç işlerinde yaygın olarak kullanılan üre-formaldehit tutkalı, kullanılmıştır. Tutkal polisan firmasından temin edilmiştir.

Örs 1987'e göre üre-formaldehit tutkalının kapı ve pencere kasası üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir (Örs, 1987).

3.2. 1. Üre – formaldehit tutkalı

Araştırmada kullanılan üre-formaldehit tutkalına ait teknik özellikler Çizelge 3.2. de verilmiştir.

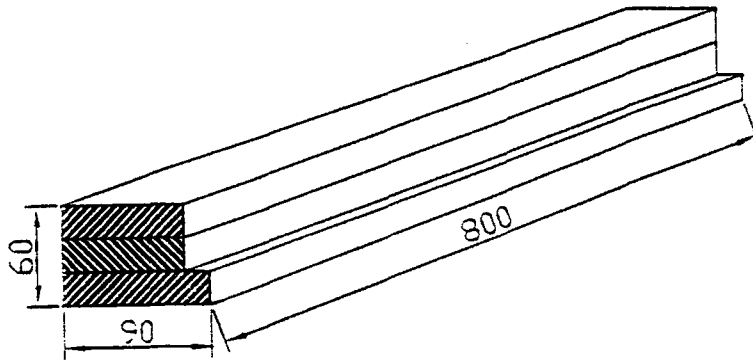
Çizelge 3.2. Üre-formaldehit tutkalına ait teknik özellikler.

Üre Formaldehit Tutkalının Teknik Özellikleri	
Tipi	Poliüre - 8755
Görünüşü	Temiz, Beyaz sıvı
Katı madde (120 °C'de 2 saat)	% 55 ±1
Yoğunluk (20 °C)	1.220 - 1.240 gr/cm^3
Viskozite (20 °C)	250 - 400 cp
PH (200 °C)	7.5 - 8.5
Serbest formaldehid	% 1 maks
Jelleşme zamanı (100 °C)	35 - 45 saniye
Depolama süresi (20 °C)	60 gün (2 ay)
Karışım	50 gr reçine + 5 ml % 10'luk NH_4Cl
Sertleştirici	Araştırmada % 20'lik maleik asit kullanılmıştır.

3.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri, kaba ölçülerinde (10x10x100 cm) biçildikten sonra direkt güneş ışığı almayan ve havalandırılan bir ortamda istiflenmiş ve yaklaşık bir sene süre ile istifte bekletilmişlerdir. Böylece hava kurusu hale getirilen parçalar 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklim odasında denge rutubetine ($\%12$) ulaşınca kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen ağaç malzemedan şerit testerede kaba ölçülerine getirilip planyalandıktan sonra kalınlık makinasında 20 mm kalınlığa getirilerek lameller üretilmiştir. Daha sonra laminasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Laminasyon işleminde tutkallama fırçayla gerçekleştirilmiş olup tutkal üreticilerinin talimatlarına uyulmuştur. Laminasyon işleminde soğuk presleme yapılmıştır. Presleme işleminde odun rutubeti $\%12$, kullanılan tutkal miktarı 150-170 gr/m², pres basıncı 0.5 N/mm², presleme süresi 30 dakikadır. Laminasyon işlemi yapıldıktan bir hafta sonra profiller daire testere makinesiyle pencere üretiminde çok kullanıldığı düşünülerek seçilen, L tipi şeklinde 60x90x800 mm boyutlarına getirilmiştir (Şekil 3.1.).

Daha sonra pencere profillerinden standartlar göz önünde tutularak deney ve ölçüm örnekleri hazırlanmıştır. 1/1 ölçülerinde yapılamayacak deney ve ölçümler için standartlara uygun olarak 3 kat lamine örnekler hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. Eşit Kalınlıklardaki Lamellerle Üretilmiş Pencere Profili
(Küçüktüvek, 2001)

3.4. Deney Metodu

Denemelerde, lamine pencere profillerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve masif odun özellikleriyle mukayesesi de amaçlandığından deneme metotları olarak, standartlarda masif ağaç malzeme için kullanılan test yöntemleri seçilmiştir.

Bu amaçla; pencere ve lamine malzemeler için önemli sayılabilecek fiziksel ve mekanik özelliklere ait deney ve ölçümler yapılmıştır.

Deneyler ;

Basınç direnci,

Eğilme direnci ve Eğilmede elastikiyet modülü (E-modülü),

Makaslama direnci,

Ölçümler;

Hava kurusu yoğunluk,

Daralma miktarı,

Denemeler, mevcut laboratuvar şartları göz önünde bulundurularak aşağıda açıklandığı gibi yapılmıştır.

3.4.1. Hava kurusu yoğunluk

Yoğunluk tayininde kullanılacak örnekler TS 2471 esaslarına uyularak 60x70x30 mm boyutlarındaki (1/1) hazırlanan 20 adet deney 10 adet kontrol örneği, TS 2472 standardı örnek alınarak sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nem $\% 65 \pm 5$ klimatize odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra analitik terazide tartılıp mikrometreli dijital kumpasla boyutları belirlendikten sonra hacimleri hesaplanarak , hava kurusu yoğunluk değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

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

M₁₂:Hava kurusu ağırlık (g)

V₁₂:Hava kurusu hacim (cm³)

3.4.2. Daralma miktarı tayini

Daralma miktarının belirlenmesi deneylerinde TS 4083 ve 4084 esaslarına uyulmuştur. Bu maksatla 60x70x30 mm boyutlarında 20 adet deney 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Daha sonra 20 °C sıcaklıktaki temiz ve dinlendirilmiş su içerisinde 24 saat bekletilerek rutubetleri LDN üstüne çıkarılan örneklerin iki kesitine işaretlenen noktalar arasındaki mesafe 0,01 duyarlılıklı dijital kumpasla ölçülmüştür. Daha sonra aynı örnekler, 103±2 °C sıcaklıktaki kurutma dolabında ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra içerisinde P2 O5 bulunan desikatörde soğumaya bırakılmış ve bu durumda ilk ölçüm yerlerinden tekrar ölçüm yapılarak daralma yüzdeleri (β);

$$\beta = \frac{R_o - K_o}{R_o} \times 100$$

R_o :Rutubetli ölçü (mm)

K_o :Tam kuru ölçü (mm)

eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır.

3.4.3. Basınç direnci denemeleri

Liflere ve tutkal hattına paralel basınç direncinin belirlenmesi amacıyla, TS 2595 esaslarına göre 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan hava kurusu haldeki 20 adet deney 10 adet kontrol örneği kullanılmıştır.

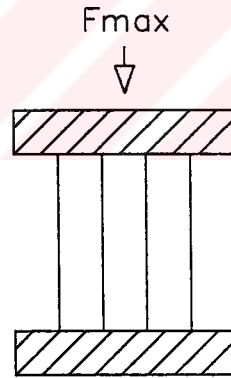
Deneylerden önce, numunelerde kuvvetin uygulanacağı enine kesit alanı ölçülüp, sonrada deneyde uygulanan kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenerek aşağıdaki formüle göre, örneklerin basınç dirençleri hesaplanmıştır.

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

σ_B :Basınç direnci (N/mm^2)

F_{max} :Uygulanan maksimum kuvvet (N)

A :Kuvvetin uygulandığı alan (mm^2)



Şekil 3.2. Basınç direnci deneyi

3.4.4. Eğilme direnci denemeleri

Eğilme direncinin belirlenmesi amacıyla mevcut laboratuvar şartları göz önünde tutularak TS EN 310, TS 2474, standartlarına uyulmuştur. Bu maksatla 20x20x360 mm boyutlarında 20 adet deney, 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır.

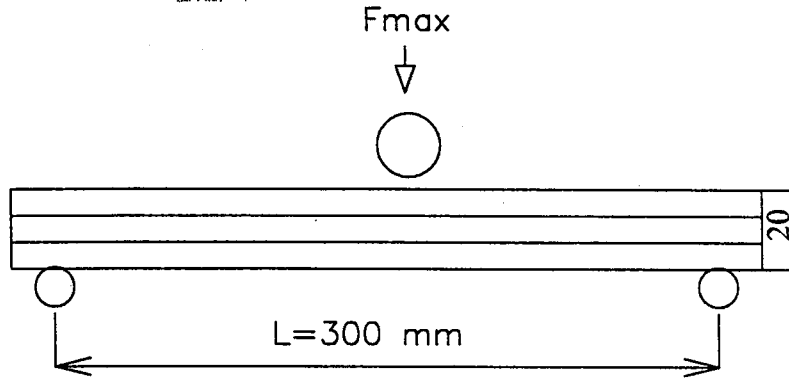


Şekil 3.3. Deneme makinasında eğilme direnci deneyi uygulaması

Deneyler bilgisayar kontrollü 1000 kp kapasiteli Üniversal Deneme Makinesinde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) için eğilme direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3.F_{max}.L}{2.b.h^2} \quad \text{N/mm}^2$$

- σ_e :Eğilme direnci (N/mm^2)
 F_{max} :Kırılma yükü (N)
 L :Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)
 b :Numunenin genişliği (mm)
 h :Numunenin kalınlığı (mm)



Şekil 3.4. Eğilme direnci deneyi

3.4.5. Eğilmede elastikiyet modülü (E-modülü)

Eğilme direncinin belirlenmesi amacıyla mevcut laboratuvar şartları göz önünde tutularak TS EN 310, TS 2478, standartlarına uyulmuştur. Bu maksatla 20x20x360 mm boyutlarında 20 adet deney, 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı P için örnekteki eğilme miktarları farkı f yardımı ile elastiklik modülü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$E = \frac{P \cdot I^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot f}$$

P :Yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit yük (N)

I :Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

b ve h :Deney parçasının en kesit boyutları (mm)

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

3.4.6. Makaslama direnci tayini

Araştırmada, bu amaçla kullanılan ASTM D 3110 standartları göz önünde tutularak hazırlanan deney numuneleri L tipi örnek profillerden 60x60x90 ölçülerinde 20 adet

deney, 10 adet kontrol örneği hazırlanmıştır. Makaslama direnci aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

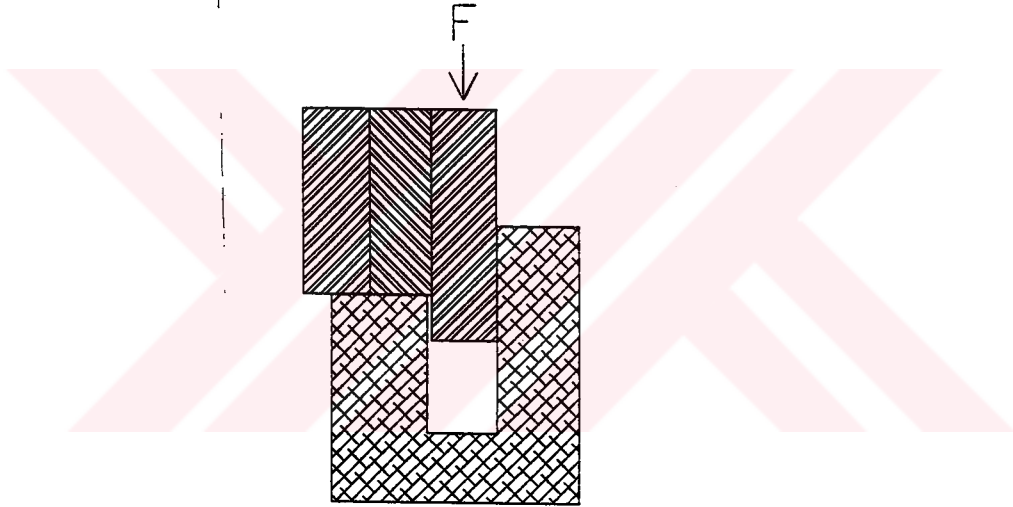
$$\sigma_m = \frac{F_{\max}}{b.l} \quad \text{N/mm}^2$$

σ_m : Makaslama direnci

$F_{\max}$: Kırılma yükü

b : Yapışma yüzeyi (mm)

l : Yapışma yüzeyi boyu (mm)



Şekil 3.5. Liflere ve tutkal hattına paralel makaslama direnci deneyi

Makaslama direnci denemelerinde , profillerin makaslama direnci liflere dik ($\perp$) yönde hesaplanmıştır.

Ayrıca, denemeler esnasında kırılma şekilleri gözlenmiş ve tutkal kırılması (lifsiz ayrılma) gösteren numunelerin değerlendirmelere alınmamasına dikkat edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, lamine edilmiş ve masif pencere profilinin teknolojik özelliklerine ait bulgular verilmiştir.

4.1. Hava Kuruşu Yoğunluk Tayini

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin hava kuruşu yoğunluklarına ait istatistik değerleri Çizelge 4.1. verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hava kuruşu yoğunluk değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE	KARAÇAM MASİF
$x(g/cm^3)$	0,5986	0,5719
$s(g/cm^3)$	0,022246	0,0168
$v(s^2)$	0,000495	0,0003
$min (g/cm^3)$	0,562	0,543
$max (g/cm^3)$	0,637	0,601
N	20	10

x =aritmetik ortalama

v =varyans

s =standart sapma

N =örnek sayısı

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerinin hava kuruşu yoğunluk değerleri için yapılan T testine göre hava kuruşu yoğunluklar arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Hava kurusu yoğunluk T testi sonuçları

KARAÇAM	N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Lamine	20	0,598	0,022	28	3,336*	0,002
Masif	10	0,572	0,017			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

4.2 . Daralma Miktarı Tayini

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin daralma miktarlarına ait istatistik değerleri Çizelge 4.3. verilmiştir.

Çizelge 4.3. Daralma miktarı değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE				KARAÇAM MASİF			
	β_g	β_k	β_L	β_v	β_g	β_k	β_L	β_v
$x(\%)$	4,544	7,316	0,363	12,223	4,763	7,762	0,376	12,889
$s(\%)$	0,3012	0,4865	0,0345	0,4830	0,1783	0,3732	0,0324	0,3944
$v(s^2)$	0,0907	0,2367	0,0012	0,2333	0,0318	0,1393	0,0010	0,1556
$min (\%)$	4,16	6,58	0,28	11,32	4,5	6,88	0,32	12,2
$max (\%)$	5,21	8,21	0,42	12,88	5,02	8,14	0,42	13,48
N	20	20	20	20	10	10	10	10

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin daralma değerleri için yapılan T testine göre daralma miktarları arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha küçük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır. (Çizelge 4.4.)

Çizelge 4.4. Daralma miktarı T testi sonuçları

DENEY TÜRÜ		N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Genişlik yönünde (%) β_g	L	20	4,54	0,30	28	-2,12*	0,043
	M	10	4,76	0,18			
Kalınlık yönünde (%) β_k	L	20	7,31	0,49	28	-2,54*	0,017
	M	10	7,76	0,37			
Boy yönünde (%) β_l	L	20	0,36	0,03	28	-0,99*	0,330
	M	10	0,37	0,03			
Hacimsel (%) β_v	L	20	12,27	0,48	28	-3,83*	0,001
	M	10	12,90	0,39			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

4.3. Basınç Direnci Tayini

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin basınç direnci değerleri için yapılan T testine göre basınç dirençleri arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır (Çizelge 4.5.)

Çizelge 4.4. Daralma miktarı T testi sonuçları

KARAÇAM	N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Lamine	20	61,24	0,18	28	7,833*	0,000
Masif	10	55,56	0,20			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin basınç direncine ait istatistik değerleri Çizelge 4.6. verilmiştir.

Çizelge 4.6. Basınç Direnci değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE	KARAÇAM MASİF
$x(N/mm^2)$	61,24	55,56
$s(N/mm^2)$	0,1818	0,1981
$V(s^2)$	0,0331	0,0392
$min (N/mm^2)$	58,6	52,4
$max (N/mm^2)$	65,2	58,8
N	20	10

4.4. Eğilme Direnci

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin eğilme direnci değerleri için yapılan T testine göre eğilme dirençleri arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Eğilme Direnci T testi sonuçları

KARAÇAM	N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Lamine	20	131,78	5,58	28	8,884*	0,000
Masif	10	112,80	5,37			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin eğilme direncine ait istatistik değerleri Çizelge 4.8. verilmiştir.

Çizelge 4.8. Eğilme direnci değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE	KARAÇAM MASİF
$x(N/mm^2)$	131,173	112,804
$s(N/mm^2)$	5,5819	5,3742
$v(s^2)$	31,15762	28,8829
$min (N/mm^2)$	123,58	105,35
$max (N/mm^2)$	143,36	121,02
N	20	10

4.5. Eğilmede Elastikiyet Modülü Tayini

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin elastiklik modülü değerleri için yapılan T testine göre elastiklik modülü değerleri arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. E – Modülü T testi sonuçları

KARAÇAM	N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Lamine	20	10330,9	316,36	28	3,426*	0,002
Masif	10	9925,4	281,32			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON BİRİMİ

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin elastiklik modülüne ait istatistik değerleri Çizelge 4.10. verilmiştir.

Çizelge 4.10. Elastikiyet Modülü değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE	KARAÇAM MASİF
$x(N/mm^2)$	10330,90	9925,426
$s(N/mm^2)$	316,36	281,3246
$V(s^2)$	100089,65	79143,5375
$min (N/mm^2)$	9824,72	9524,36
$max (N/mm^2)$	11025,23	10356,02
N	20	10

4.6. Makaslama Direnci Tayini

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerin makaslama direnci değerleri için yapılan T testine göre makaslama direnci değerleri arasındaki fark, lamine ağaç malzemelerde daha büyük olmak üzere, 0,05 hata payı ile önemli çıkmıştır (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Makaslama Direnci T testi sonuçları

KARAÇAM	N	ORT	Ss	SD	T	SIG
Lamine	20	3,37	0,20	28	4,343*	0,000
Masif	10	3,05	0,15			

*P< 0,05 NS (Nonsignificant) : Fark Önemsiz

Lamine edilmiş ve masif pencere profillerinin makaslama dirençlerine ait istatistik değerleri Çizelge 4.12. de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Makaslama direnci değerleri

İSTATİSTİKİ DEĞER	KARAÇAM LAMİNE	KARAÇAM MASİF
$x(N/mm^2)$	3,372	3,05
$s(N/mm^2)$	0,2068	0,1541
$v(s^2)$	0,0428	0,0238
$min (N/mm^2)$	2,98	2,84
$max (N/mm^2)$	3,84	3,28
N	20	10

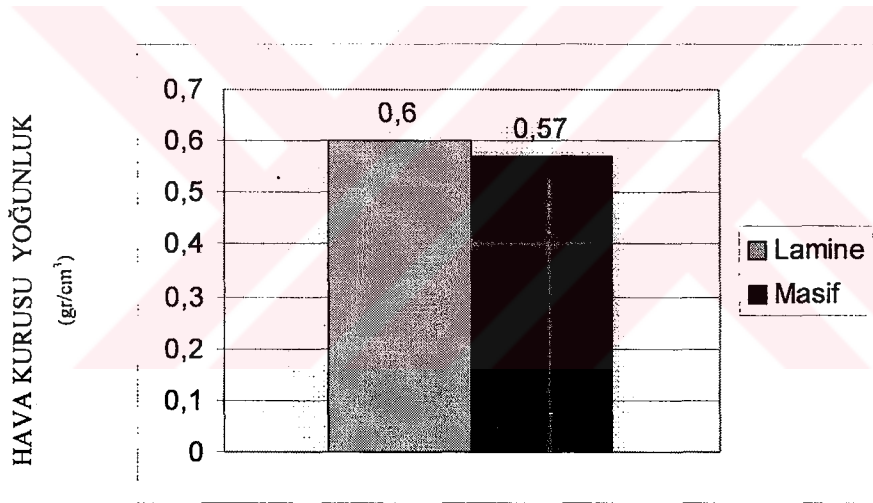
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu bölümde, deney sonuçlarının değerlendirilmesi ve deney sonuçlarına göre lamine pencere profilinin kullanım imkanları değerlendirilmiştir.

5.1. Teknolojik Özellikler

5.1.1. Hava kuruşu yoğunluk

Lamine karaçam pencere profilinin hava kuruşu yoğunluk değeri masif pencere profilinden daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 5.1.)

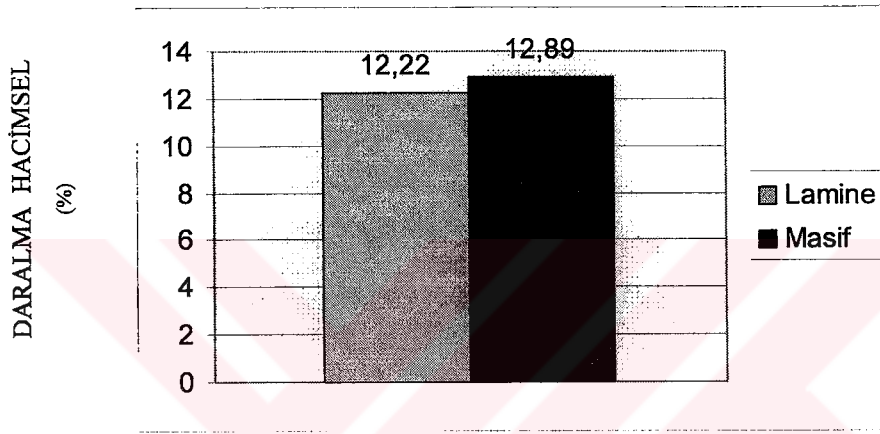


Şekil 5.1. Hava kuruşu yoğunluk histogram grafiğı

Literatürde, masif karaçamın hava kuruşu yoğunluk değeri $0,56 \text{ gr/cm}^3$ (Bozkurt, 1986) masif sarçamın ise $0,52 \text{ gr/cm}^3$ (Toker, 1960) olarak verilmiştir. Deneyde kullanılan kontrol numunelerinin hava kuruşu yoğunluk değeri ise $0,57 \text{ gr/cm}^3$ olarak tespit edilmiştir. Literatürde belirtilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Lamine edilmiş karaçamın hava kuruşu yoğunluk değeri ise kontrol numunelerinden daha büyük bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan yapıştırıcıdan ($\delta = 1,230 \text{ g/cm}^3$) ve pres işleminden kaynaklanabilir.

5.1.2. Daralma miktarı tayini

Lamine karaçam pencere profilinin daralma miktarı, masif pencere profilinden daha küçük bulunmuştur. (Şekil 5.2.)

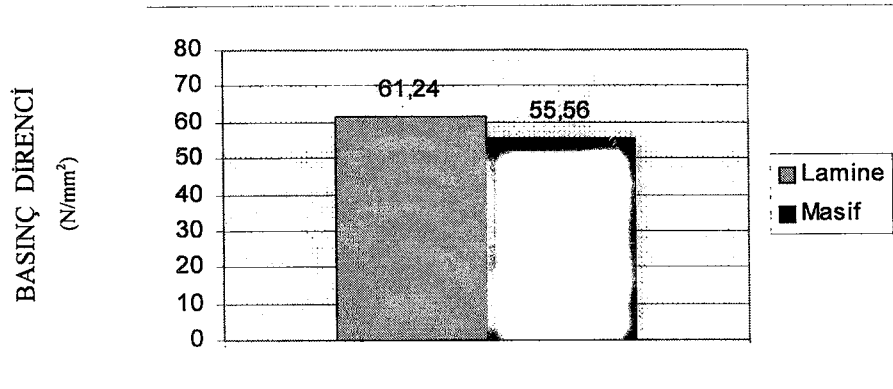


Şekil 5.2. Daralma miktarı histogram grafiği

Literatürde, masif sarıçamın daralma miktarı %12,70 (Toker, 1960) masif karaçamın daralma miktarı % 13,9 (Bozkurt, 1986) olarak verilmiştir. Bu değerler, deneyde kullanılan kontrol numunelerinin daralma miktarı değerlerinden daha büyüktür. Lamine edilmiş karaçamın daralma miktarı değeri ise kontrol numunelerinden daha küçük bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan yapıştırıcının odun hücre çeperindeki suyun hareketini engellemesinden kaynaklanabilir.

5.1.3. Basınç direnci

Lamine karaçam pencere profilinin basınç direnci değeri masif pencere profilinden daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5.3.).

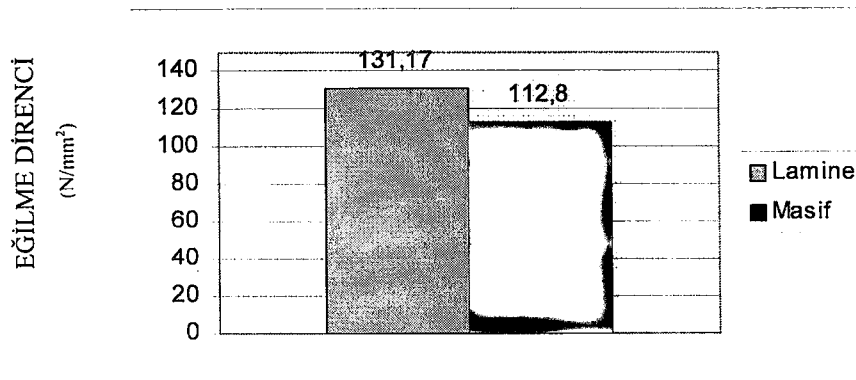


Şekil 5.3. Basınç direnci histogram grafiği

Literatürde, masif karaçamın basınç direnci $47,9 \text{ N/mm}^2$ (Bozkurt, 1986), masif sarıçamın ise $37,9 \text{ N/mm}^2$ (Toker, 1960) olarak verilmiştir. Bu değerler, deneyde kullanılan kontrol numunelerinin basınç direnci değerlerinden daha küçüktür. Lamine edilmiş karaçam pencere profili basınç direnci değeri ise kontrol numunelerinden daha büyük bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan yapıştırıcının odun lifleri arasına girerek kohezyon kuvvetini artırıcı etki yapmasından kaynaklanabilir.

5.1.4. Eğilme direnci

Lamine karaçam pencere profilinin eğilme direnci değeri masif pencere profilinden daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 5.4.)

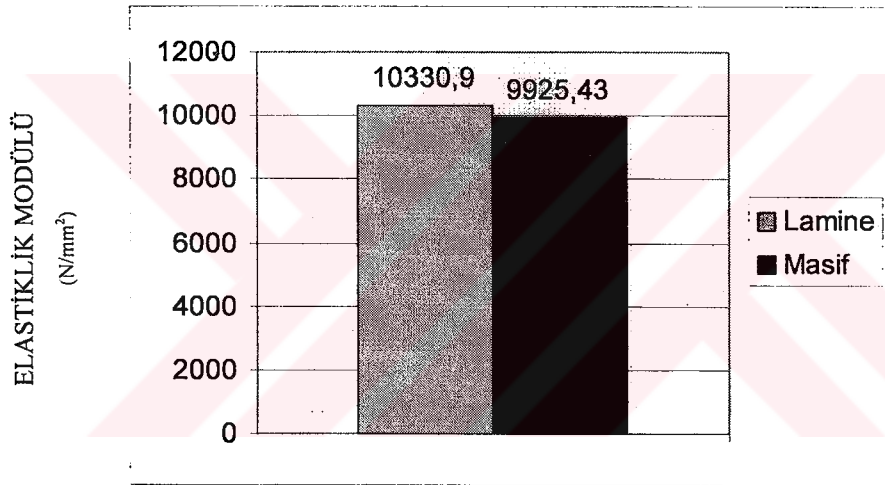


Şekil 5.4. Eğilme direnci histogram grafiği

Literatürde, masif karaçamın eğilme direnci değeri $109,6 \text{ N/mm}^2$ (Bozkurt, 1986) olarak verilmiştir. Bu değer, deneyde kullanılan kontrol numunelerinin eğilme direnci değerlerinden daha küçüktür. Lamine edilmiş karaçam pencere profili eğilme direnci değeri ise kontrol numunelerinden daha büyük bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan tutkal olabilir.

5.1.5. Elastiklik modülü

Lamine karaçam pencere profilinin elastiklik modülü değeri masif pencere profilinden daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 5.5.)

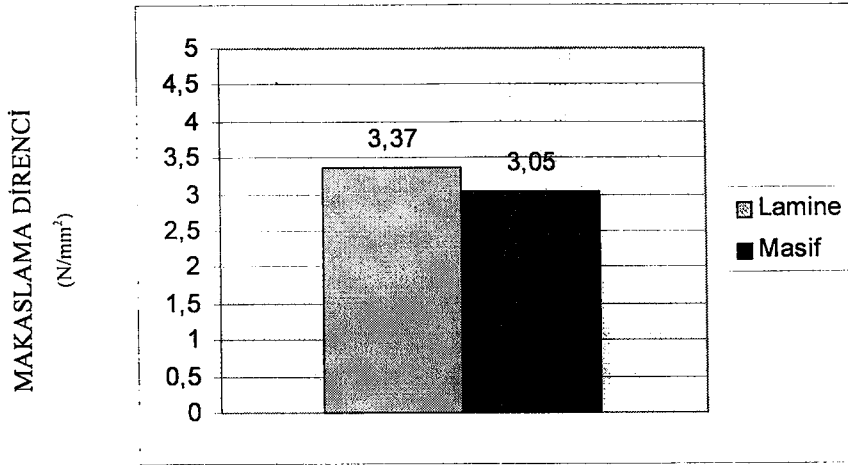


Şekil 5.5. Elastiklik modülü histogram grafiği

Literatürde masif sarıçamın elastikiyet modülü 10200 N/mm^2 (Toker, 1960) olarak belirtilmiştir. Kontrol numunelerinin elastiklik modülü sarıçamın elastiklik modülünden daha düşük bulunmuştur. Fakat lamine edilmiş karaçam pencere profili elastiklik modülü sarıçamın elastiklik modülünden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan yapıştırıcı olabilir.

5.1.6. Makaslama direnci

Lamine karaçam pencere profilinin makaslama direnci değeri masif pencere profilinden daha yüksek bulunmuştur. (Şekil 5.6.)



Şekil 5.6. Makaslama direnci histogram grafiği

Deneyde kullanılan kontrol numunelerinin makaslama direnci, lamine edilmiş karaçam pencere profili makaslama direncinden daha küçük bulunmuştur. Bunun nedeni laminasyon tekniğinde kullanılan yapıştırıcının odunun kohezyon kıvvetini artırıcı etki yapmasından kaynaklanabilir.

5.2. Öneriler

Deneyler sonunda elde edilen lamine ve masif pencere profillerinin teknolojik özellikleri çizelge 5.1.'de verilmiştir.

Bu sonuca göre;

- Karaçam (*Pinus nigra* var P.) ağaç malzemeden yapılan lamine pencere profili masif pencere profiline göre fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından daha üstün olduğundan pencere üretiminde tercih edilebilir.
- Gratz ve Solar'ın pencere profilleri ile ilgili çalışmalarında; dış hava şartlarında pencerelerin çalıştığı ve kasaya sızmayarak eğilmelere sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla lamine pencere profillerinin daralma miktarlarının masif pencere profillerine göre daha az olması bir avantaj olarak gösterilebilir.

- Ağaç malzemenin rasyonel kullanımı olduğu kadar, masif ağaç malzemeye göre daha sağlam, kusursuz, estetik ve stabil bir malzeme elde edilmesi amacıyla ülkemizde de lamine pencere profilinin daha fazla kullanılması konusunda çok yönlü araştırmalar yapılmasında yarar görülmektedir. Lamine pencere profili için ısı ve elektrik iletkenliği, akustik özellikleri, emprenye imkanları, çeşitli hava şartlarına dayanıklılık, ekonomik olacak tutkallar ve özelliklerinin araştırılması uygulayıcılara ışık tutarak ülkemize katkı sağlayabilir.

Çizelge 5.1. Pencere profillerinin teknolojik özellikleri

TEKNOLOJİK ÖZELLİKLER					
DENEYLER	L/M		SONUÇ	FARK	
Hava Kurusu yoğunluk Değerleri (gr/cm³)	L		0,60	+0,05	
	M		0,57		
Daralama miktarı (%)	L	βg	4,54	-0,05	
	M		4,76		
	L	βk	7,31	-0,06	
	M		7,76		
	L	βl	0,36	-0,05	
	M		0,38		
	L	βv	12,22	-0,05	
	M		12,89		
	Basınç Direnci (/N/mm²)	L		61,24	+0,09
		M		55,56	
Eğilme Direnci (⊥ N/mm²)	L		131,17	+0,14	
	M		112,80		
Elastikiyet modülü (N/mm²)	L		10330,90	+0,04	
	M		9925,43		
Makaslama Direnci (⊥N/mm²)	L		3,37	+0,09	
	M		3,05		

KAYNAKLAR

- Altınok, M . ve Döngel, N., 1999, Laminasyonda ağaç türü, tutkal çeşidi ve katman sayısının Eğilme Direncine Etkileri, **Z. K. Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi** Sayı 1-2 Karabük.
- Altınok, M., 2000, **G. Ü. Yüksek lisans ders notları**. Ankara.
- ASTM D 3110, 1988, Adhesive Used in Nonsuctural Glued Lumber Product, **ASTM Standarts**, West Conshohocken, PA, USA.
- Baş, H. A., 1995, Lamine Edilmiş Kızılçamın (*Pinus brutia*. T.) Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Kullanım Olanaklarını Araştırılması, **H. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
- Berkel, A., 1963, Ağaç Malzeme Bükme Tekniği ve Kullanış Yerleri, **İ. Ü., Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt: 13, Sayı:1 İstanbul
- Bozkurt, Y., 1992, Odun Anatomisi, **İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi**, Yayın No: 415, İstanbul.
- Bozkurt, Y., 1986, Ağaç Teknolojisi, **İ. Ü., Orman Fakültesi yayını**, No: 3403, İstanbul.
- Bozkurt, Y., ve Göker, Y., 1987, Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, **İ. Ü., Orman Fakültesi Yayını**, No:3445, İstanbul.
- Braun, M. O., and Moody, R. C., 1977, Bending Strenght of Small Beams With A Laminated Veneer Tension Lamination , **Forest Products Journal**, Vol. 27, No: 1 USA.

Demetçi, E.Y., 1991, Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Polivinil Asetat ve Epoxy Tutkalları İle Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, **İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, İstanbul.

DIN 68360 : Holz für Tischlerarbeiten; **Gütebedingungen**

DIN 68125 : **Fupleisten aus europâischen** (aubemordischen) Hölzem.

DIN 18355: VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: **Allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen** (ATV); Tischlerarbeiten.

DIN 1052 : **Holzbauwerke, Berechnung** und Ausführung.

Dilik, T., 1997, Lamine Ağaç Malzemededen Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, **İ. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, İstanbul.

Döngel, D., 1999, Lamine Ahşap Malzemede Ağaç Türü, Katman Sayısı ve Tutkal Çeşidinin Eğilme Direncine Etkileri, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.

Eckelman, C.A., 1993, Potantiel Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture, Department of Forestry and Naturel Resources, Purdue Universty, **Forest Products Society**, J. 43(4):19-24, , West Lafayette, USA.

Eren, S., 1998, Okaliptus (*E. Camaldulensis*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Tutkal Türü ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri , **K. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**. Trabzon.

- F. P. L. 1987, Wood handbook Wood as an Engineering Material, Agric. 'Handb. 72. Rev., Washington DC:US. Department of Agriculture, Chapter4. USA.
- Göker, Y. As, N. Akbulut, T. ve Dündar, T. 1997, Lif Kıvrıklığının Kızılcamın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. **İ.Ü. Araştırma Fonu Son Raporu**, Proje No:639/210994. İstanbul
- Gratz, A., and Solar, F., 1974, Über das mechanische Verhalten von Fensterflügeln mit steifenden Eckverbindungen, **Holzforschung und Holzverwertung**, GERMANY
- Gronlund, A., 1988, Glued laminated window blanks. Part 2- **Final report. Rapport-** **Trateknik Centrum**. 1988, No: 18712077, 25 pp.USA.
- Hemel Emprenye San. ve Tic. A.Ş. Teknik Katalogu. 1992, **Ahşap Dünyası**, Sayı - 1, Kasım 1992, İstanbul.
- Keskin, H., 2001, Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaçları Endüstrisinde Kullanım İmkanları, **G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi**. Ankara.
- Kılıç, D.. 1997, Lamine Ağaç Malzemedan Pencere Üretimi ve Bazı Kalite özelliklerinin belirlenmesi, **İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi**. İstanbul.
- Kurtoğlu, A., 1979, Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemedede Rutubet Değişimi Nedeniyle Gerilmelerin Oluşumu, **İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi**, Seri A, Cilt 29. Sayı: 2, İstanbul.

Kurtoğlu, A., 1996, Kapı ve Pencere Endüstrisi, **İ.Ü.Orman Fakültesi Yüksek Lisans Ders Notu**, , İstanbul.

Laufenberg, T., 1982, Exposure Effect Upon Performance of Laminated Veneer **Lumber and Glulam Materials**, F. P. J. vol.32, no:5 USA.

Öktem, E., 1976, Bazı Ağaç Türlerimiz Odunlarının Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, **Ormancılık Araştırma enstitüsü Yayınları**. Teknik Bülten Serisi No: 81, Ankara.

Örs , Y., 1987, Kama Dişli Birleşmeli Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, **K. Ü. Orman Fakültesi yayını**, No: 112, Fakülte Yayın No: 11 Trabzon.

Örs Y., ve Keskin, H., 2001, Ağaç Malzeme Bilgisi Kitabı, G. Ü. Yayın No : 2000/352, **Atlas , Yayıncılık**, Yayın No: 2. Ankara

Park, S., Kong, Y., 1988, Effects of adhesion conditions on bonding Strength of pitch pine woods for glued-laminated wood, Page: 48-53. **Journal of the Korean Wood Science and Technology**.

Schmid, J., 1992, Lamellierte Holzfensterprofile Sicherheit durch nach vveisbare Oualitat,
Teil I. **Intemationaler Holzmarkt, Wien** No:23,1-3.

Schmid, J., 1984, Laminated timber window frames in cross-section. **Holz-zentralblatt** 1984, 110:8, 104-105,

Schober, K. P., 1992, Finger-Jointed window Frames in servis. **Holz forschung-und Holz vervvwertung**. 1992, 44: 6, 99-100.

Schober, K., and Spat, M., 1993. Laboratory tests on the quality of finger-jointed and

laminated Norvvay spruce window frames. **Holzforschung-und-Holzverwertung**. 1993, 45: 5. 85-87.

Şenay, A., 1996, Ahşap Lamine Taşıyıcı Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi., **İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi** İstanbul.

Şenel, A., 1994, Ağaç Malzemede Isı İletkenliği Katsayısı Üzerine Araştırma, **G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi**, Ankara

Şenel, A., 1996, Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Lamine ve Laminatlı Malzemeler, **G. Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi. Dergisi** say :4 Ankara

Tichy, R., and Bodig, J., 1978, Flexural Properties of Glued Laminated Lodgepole Pine Dimension Lumber, **Forest Products Journal** vol.21.

Toker, R.,1960, Batı Karadeniz sarıçamının teknik özellikleri ve kullanım yerleri hakkında araştırmalar. **Ormancılık araştırma enstitüsü yayını**, Teknik bülten seri no: 10, Ankara.

TS 2471, 1976, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, **TSE Standardı**, Ankara.

TS 2472, 1972, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, **TSE Standardı**, Ankara.

TS 2474, 1976, Odunda Statik Eğilme Dayanımının Tayini, **TSE Standardı**, Ankara.

TS 2478, 1976, Odunda Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, **TSE Standardı**, Ankara.

TS 2595, 1977, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, **TSE, Standardı**, Ankara.

TS 3842, 1983, Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları, **TSE Standardı**, Ankara.

TS 4083 1983, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, **TSE Standardı**, Ankara.

TS EN 310, 1997, Ahşap Esaslı Levhalarda Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastiklik Modülünün Tayini, **TSE Standardı**, Ankara



ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Afyon'un Emirdağ ilçesinde doğan Mustafa KÜÇÜKTÜVEK, İlkokul ve ortaokul öğrenimini burada tamamladı, Lise öğrenimi Konya Fatih Endüstri Meslek Lisesi Harita Kadastro bölümünde okul birincisi olarak tamamladıktan sonra, 1998 yılında G. Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Endüstriyel Teknoloji eğitimi Bölümünden mezun oldu.

1998 yılında Afyon'da İş ve Teknik Eğitimi öğretmeni olarak göreve başlamış ve halen bu görevini sürdürmektedir. Basketbol ve masa tenisi hakemliği yapan KÜÇÜKTÜVEK evli ve iki kız çocuğuna sahiptir.

