

66318

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**LAMİNE AĞAÇ MALZEMEDEN
PENCERE PROFİLİ ÜRETİMİ VE
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

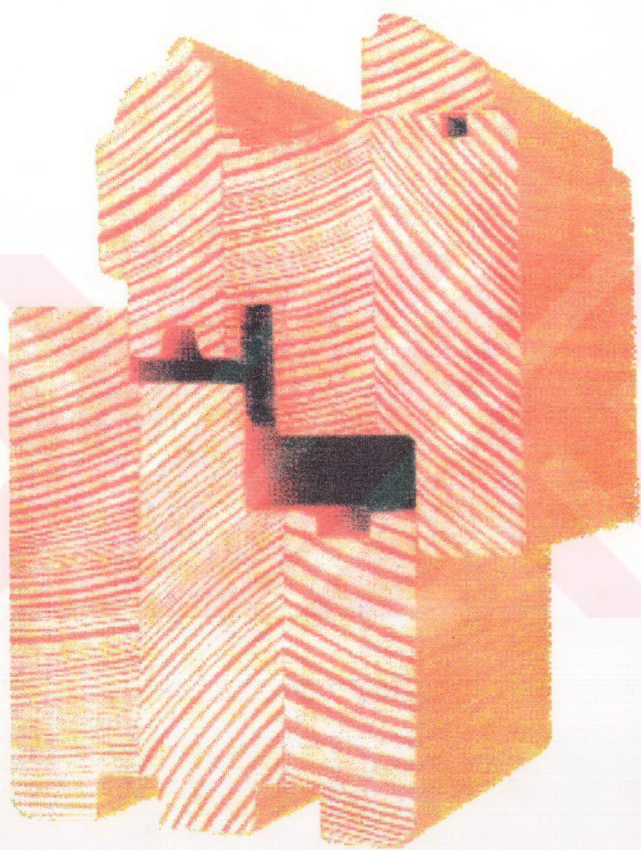
Orm. End. Yük. Müh. Tuncer DİLİK

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
(Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Programı)

Danışman : Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU

(Bu çalışma, İ.Ü. Rektörlüğü Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Proje No:T-38 / 170395)

Ekim - 1997



ÖNSÖZ

“Lamine Ağaç Malzemedен Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı bu çalışma; İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Programında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın seçimi, planlanması ve yürütülmesindeki yardımlarından dolayı Sayın Hocam Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU’na teşekkürü bir borç bilirim

Ayrıca, her zaman bilgi ve tecrübelerini yanımda hissettiğim Sayın Hocam Prof. Dr. Yener GÖKER’e teşekkür ederim.

Araştırmanın başlangıcından itibaren çalışmama özel ilgi göstererek çalışma şevkimi arttıran, ÇUHADAROĞLU Şirketler Grubu Genel Koordinatörü Sayın Yenal OKTUĞ’a teşekkürü görev bilirim.

Araştırma materyali teminindeki yardımlarından dolayı Bolu Orman Bölge Müdürlüğüne, İzmir Orman Bölge Müdürlüğüne, POLİSAN Kimya Sanayi A.Ş.’ye, Konak Orman Ürünleri A.Ş.’ye, numune üretimlerinin gerçekleştirilmesindeki yardımlarından dolayı TEKAĞAÇ-Tekirdağ Ağaç Sanayi A.Ş. yetkililerine ve çalışanlarına, laboratuvar çalışmalarında katkılarını esirgemeyen başta Doç. Dr. Nusret AS olmak üzere mesai arkadaşlarıma ve deneyleri fotoğraflarla görüntüleyen Doç. Dr. Ercan TANRITANIR’a teşekkürlerimi sunarım.

Verilerin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için, gerek bilgisayar hizmetlerinin sağlanmasında, gerekse planlanmasındaki yardımlarından dolayı Değerli arkadaşlarım, Orm. Endüstri Müh. Ahmet TOSUN ile Orm. Endüstri Müh. Kenan ARICI’ya ve bilgisayar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Orm. Endüstri Müh. Sinan ÖZTURAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmam boyunca, maddi ve manevi yardımlarından dolayı minnet duyduğum aileme de şükranlarımı sunmayı görev bilirim.

Bu çalışmanın, gerekçesi ve amacı çerçevesinde Orman Ürünleri Endüstrisine ve bu konuda çalışanlara faydalı olmasını dilerim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZ.....	VII
ABSTRACT.....	VII
RESİM LİSTESİ	VIII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ.....	X
EKLER LİSTESİ.....	XI
I. GİRİŞ	1
I.1. Literatür Özeti.....	3
I.2. Lamine Ağaç Malzeme ile Pencere Üretim Teknolojisi'ne Ait Genel Bilgiler	16
I.2.1. Pencere Yapımında Kullanılan Ağaç Malzemede Aranılan Özellikler	18
I.2.2. Laminasyon Tekniği.....	22
I.2.3. Laminasyon Üzerine Etki Eden Faktörler	23
I.2.3.1. Yapışma Dayanımını Etkileyen Odun Özellikleri:.....	23
I.2.3.2. Tutkallama ve Presleme Özelliklerinin Yapışma Dayanımına Etkisi:.....	25
I.2.4. Laminasyonda Kullanılan Tutkallar ve Yapıştırılmış Ürünlerin Değerlendirilmesi ve Denenmesi	27
I.2.4.1. Araştırmada Kullanılan Tutkalların Özellikleri	31
I.2.4.1.1. Polivinil Asetat (PVA) Tutkalları	31
I.2.4.1.2. Üre Formaldehit Tutkalları	32
I.2.4.2. Tutkalı Birleştirmelerde Yapışma Dayanımı Denemeleri	33
I.2.5. Lamine Ağaç Malzeme ile Pencere Üretimi.....	35
I.2.5.1. Lamine Profillerin Pencere Üretiminde Kullanımı	37
I.2.5.2. Üretim Şartları ve Üretimde Dikkat Edilecek Hususlar.	38
I.2.5.3. Profil Kesitlerinin (Enine Kesitin) Yapısı:.....	39
I.2.5.3.1. Profil Formları:.....	40
I.2.5.3.2. Tutkal Derzlerinin Yeri ve Formu:.....	40
I.2.5.3.3. Yıllık Halka Durumu ve Düzeni:	41
I.2.5.3.4. Boyuna ve Enine Birleştirmeler:	41
I.2.5.3.5. Tutkallama Koşulları:	42
I.2.5.4. Lamine Pencere Profillerinde Kalite-Kontrol İşlemleri.....	43

I.2.5.4.1. Sistemin Uygunluğunun İspatı.....	43
I.2.5.4.2. Malzeme.....	45
I.2.5.4.3. Üretim ve İşleme Şartlarının Kontrolü.....	45
I.2.5.4.4. Bitmiş Lamine Profil Kesitinin (Kadronunun) Kontrolü.....	47
II. MATERYAL VE METOD.....	49
II.1. Deneme Materyali	49
II.1.1. Ağaç Malzeme.....	49
II.1.2. Tutkal.....	51
II.1.3. Örnek Pencere Profillerinin Üretimi	52
II.2. Deneme Metodları	58
II.2.1. Pencere Profillerinde Çalışma Miktarı Denemeleri	59
II.2.1.1. Daralma Denemeleri.....	59
II.2.1.2. Genişleme Denemeleri.....	60
II.2.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü (E - modülü) Denemeleri.	61
II.2.3. Basınç Direnci Denemeleri	65
II.2.4. Makaslama Direnci Denemeleri.....	66
II.2.5. Sertlik Denemeleri	68
II.2.6. Kama Etkisiyle Yarıma Denemeleri.....	70
II.2.6.1. Deney Numunelerinin Kopma Yüzeyinde Lif Oranı Tespiti	72
II.2.6.2. Deney Numunelerinin Çeşitli Ortamlarda Bekletilmesi.....	73
II.3. Verilerin Değerlendirilmesi	74
III. BULGULAR.....	76
III.1. Çalışma Miktarları (Darlama ve Genişleme Miktarları)	76
III.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Darlama ve Genişleme Miktarları.....	76
III.1.2. Kızılçam Lamine Malzemede Darlama ve Genişleme Miktarları	78
III.2. Eğilme Direnci	80
III.2.1. Sarıçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci	80
III.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci.....	82
III.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü (E - Modülü)	90
III.3.1. Sarıçam Lamine Malzemede E - Modülü	90
III.3.2. Kızılçam Lamine Malzemede E - Modülü.....	91
III.4. Basınç Direnci	93
III.4.1. Sarıçam Lamine Malzemede Basınç Direnci	93
III.4.2. Kızılçam Lamine Malzemede Basınç Direnci.....	95

III.5. Makaslama Direnci	96
III.5.1. Sarıçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci	96
III.5.2. Kızılçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci	98
III.6. Sertlik Direnci (Janka Sertlik Değeri)	100
III.6.1. Sarıçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri	100
III.6.2. Kızılçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri	101
III.7. Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı	103
III.7.1. Sarıçam Lamine Malzemede Kopma Yüğü ve Lif Oranı	103
III.7.2. Kızılçam Lamine Malzemede Kopma Yüğü ve Lif Oranı	106
IV. TARTIŞMA VE SONUÇ	109
IV.1. Lamine Malzemede Çalışma (Daralma ve Genişleme) Miktarları	109
IV.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Çalışma Miktarları	110
IV.1.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Daralma Miktarları	110
IV.1.1.2. Sarıçam Lamine Malzemede Genişleme Miktarları	112
IV.1.2. Kızılçam Lamine Malzemede Çalışma Miktarları	113
IV.1.2.1. Kızılçam Lamine Malzemede Daralma Miktarları	113
IV.1.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Genişleme Miktarları	114
IV.2. Lamine Ağaç Malzemede Eğilme Direnci	116
IV.2.1. Sarıçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci	116
IV.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci	118
IV.3. Lamine Ağaç Malzemede E - Modülü	120
IV.3.1. Sarıçam Lamine Malzemede E - Modülü	120
IV.3.2. Kızılçam Lamine Malzemede Elastikiyet Modülü	122
IV.4. Lamine Ağaç Malzemede Basınç Direnci	123
IV.4.1. Sarıçam Lamine Malzemede Basınç Direnci	123
IV.4.2. Kızılçam Lamine Malzemede Basınç Direnci	124
IV.5. Lamine Ağaç Malzemede Makaslama Direnci	125
IV.5.1. Sarıçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci	126
IV.5.2. Kızılçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci	128
IV.6. Lamine Ağaç Malzemede Sertlik Değeri (Janka Sertlik)	130
IV.6.1. Sarıçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri	130
IV.6.2. Kızılçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri	132
IV.7. Lamine Malzemede, Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı	134
IV.7.1. Sarıçam Lamine Malzemede, Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı	135

IV.7.1.1. Kuru Ortam Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı	135
IV.7.1.2. 30 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı.....	136
IV.7.1.3. 67 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı.....	137
IV.7.2. Kızılçam Lamine Malzemedede, Kama Etkisiyle Yanılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı.....	139
IV.7.2.1. Kuru Ortam Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı	139
IV.7.2.2. 30 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı.....	140
IV.7.2.3. 67 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı.....	142
IV.8. Genel Sonuç ve Öneriler	145
V. ÖZET	148
SUMMARY	152
VI. KAYNAKLAR	156
VII. EKLER.....	163
VIII. ÖZGEÇMİŞ.....	204



ÖZ

"Lamine Ağaç Malzemeden Pencere Profili Üretimi Ve Bazi Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi"

Bu çalışmada; Ülkemiz orman varlığı içinde önemli bir yer tutan ve doğrama endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Sarıçam ile odun yapısı gereği doğrama üretiminde daha az kullanım bulan Kızılcım odunundan, rutubete dayanıklı Üre Formaldehit ve PVAc tutkalları kullanılarak, lamine pencere profilleri üretilmiştir.

Lamine malzeme üretiminde, üretimin ve kalite kontrolünün, hazırlanacak olan ve bir örneği Tablo 4'de verilmiş bir kontrol planı çerçevesinde yürütülmesinin gereği ve önemi belirlenmiştir.

Daha sonra, bu örnek profillerin pencereler için önemli olabilecek fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiş ve bu özellikler üzerine laminasyondaki; tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzenlemelerinin etkisi ortaya konulmuştur.

Son olarak, elde edilen bulgular ve sonuçlar çerçevesinde, doğrama endüstrisine yönelik olmak üzere önerilerde bulunulmuştur.

ABSTRACT

"The Production of Laminated Window Profiles and The Determination Some of Its Quality Properties"

In this study, laminated window profiles were produced by using *Pinus sylvestris* which has an important place in the forest resource of Turkey and used extensively in window - framing industry in Turkey; and *Pinus brutia* T. which is not used extensively due to its wood structure ; and Urea Formaldehyde and PVAc glues which are resistant to moisture.

Furthermore, it was indicated that the production and quality control in the laminated wood manufacturing should be carried out by taking account of a control scheme (Table 4 in the text).

Afterwards, the physical - mechanical properties of the laminated window profiles were investigated and the effects of qlue type, layer thickness and annual ring structure on the lamination were explained.

At last, some proposals related to window - framing industry were given by taking account of the result, obtained.

RESİM LİSTESİ

Resim 1: Lamine profil üretiminde presleme işleminde kullanılan makine ve örnekler	56
Resim 2: Lamine profillerin kontrolü ve ambalajlanması.....	57
Resim 3: Klima odasındaki lamine profiller.....	58
Resim 4: Universal deneme makinasında eğilme direnci deneyi uygulaması.....	62
Resim 5: E - modülü denemelerinde eğilme miktarının tensometre ile ölçülmesi	64
Resim 6: Makaslama deneyi uygulamasında örneklerde kırılma şekilleri ve test düzeni.	67
Resim 7: Janka Sertlik Deneyi uygulaması	69
Resim 8: Kama Etkisiyle Yanılma Deneyi uygulaması.....	72
Resim 9: Sarıçam lamine malzemede eğilme direnci numunelerindeki kırılma şekilleri.....	82
Resim 10: Kızılcık lamine malzemede eğilme direnci numunelerindeki kırılma şekilleri. ...	84
Resim 11: Basınç direnci numunelerinde kırılma şekillerine ait örnekler.	95
Resim 12: Makaslama direnci numunelerindeki kırılma şekillerine ait örnekler.	98
Resim 13: Kopma yükü ve lif oranı tespitinde tutkal hattındaki ayrılma şekilleri.	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Odun üzerindeki sıvının yüzey gerilimi,.....	25
Şekil 2: Tutkallı birleştirmelerde genellikle uygulanan mekanik denemeler.	34
Şekil 3: Türkiye konut üretiminin yıllara göre dağılımı.....	36
Şekil 4: Basit bir pencere profilinde tutkal derzlerinin düzeni.....	37
Şekil 5: Profil kesitinde rutubet dağılımı	38
Şekil 6: Lamine pencere profillerine ait çeşitli örnekler.....	40
Şekil 7: Pencere profil formları	40
Şekil 8: Lamine malzemede yıllık halka düzenleri, R: Radyal - T: Teğet.....	41
Şekil 9: Lamine profil kesitinin orta tabakalarında boyuna ve enine birleştirme örnekleri	42
Şekil 10: Tomruktan teğet ve radyal olarak biçilmiş kerestenin hazırlanması	51
Şekil 11: Üretilen örnek profiller ve boyutları	53
Şekil 12: Eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş profiller.....	55
Şekil 13: Profillerdeki yıllık halka düzenlemeleri	55
Şekil 14: Profillerdeki çalışma miktarının tespiti için, numunelerin hazırlanması ve ölçüm yerlerinin tespit.....	60
Şekil 15: Eğilme direnci ve E - modülü numunelerinin hazırlanması	61

Şekil 16: Basınç direnci deney numuneleri.....	65
Şekil 17: Makaslama direnci deney numuneleri	66
Şekil 18: Lamine malzemede üç farklı yöndeki sertlik değerinin saptanması.	69
Şekil 19: Yarıлма deneyi numunesi	71
Şekil 20: Sarıçam lamine malzemede daralma ve genişleme ortalamaları.....	78
Şekil 21: Kızılçam lamine malzemede daralma ve genişleme ortalamaları	80
Şekil 22: Sarıçam lamine malzemede eğilme direnci.	81
Şekil 23: Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci.	83
Şekil 24: Sarıçamdan eşit lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi.....	86
Şekil 25: Sarıçamdan eşit lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi.....	86
Şekil 26: Sarıçamdan farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi	87
Şekil 27: Sarıçamdan farklı lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi	87
Şekil 28: Kızılçamdan eşit lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi	88
Şekil 29: Kızılçamdan eşit lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi.....	88
Şekil 30: Kızılçamdan farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi	89
Şekil 31: Kızılçamdan farklı lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi	89
Şekil 32: Sarıçam lamine malzemede E-modülü ortalamaları.	91
Şekil 33: Kızılçam lamine malzemede E - modülü ortalamaları	92
Şekil 34: Sarıçam lamine malzemede basınç direnci.	94
Şekil 35: Kızılçam lamine malzemede basınç direnci.	96
Şekil 36: Sarıçam lamine malzemede makaslama direnci ortalamaları	97
Şekil 37: Kızılçam lamine malzemede makaslama direnci ortalamaları.....	99
Şekil 38: Sarıçam lamine malzemede Janka sertlik direnci ortalamaları.	101
Şekil 39: Kızılçam lamine malzemede janka sertlik değeri ortalamaları.....	102
Şekil 40: Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı ortalamaları	105
Şekil 41: Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı ortalamaları.....	108

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Bazı tutkalların teknik özellikleri.....	29
Tablo 2: Yapıştırıcıların sınıf özellikleri	30
Tablo 3: Bir Sistem Tanıtım Örneği.....	44
Tablo 4: Lamine üretiminde bir kontrol planı örneği.....	46
Tablo 5: Deneme materyalinin sağlandığı bölgelere ait tanıtıcı bilgiler.....	49
Tablo 6: Sarıçam ve Kızılcām odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ortalama değerler.....	50
Tablo 7: Üretilen Profiller ve Özellikleri.....	54
Tablo 8: Sarıçam lamine malzemede daralma miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar	77
Tablo 9: Sarıçam lamine malzemede genişleme miktarına ait istatistiksel sonuçlar	77
Tablo 10: Kızılcām lamine malzemede daralma miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar	79
Tablo 11: Kızılcām lamine malzemede genişleme miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar.....	79
Tablo 12: Sarıçam lamine malzemede eğilme direncine ait istatistiksel sonuçlar.....	81
Tablo 13: Kızılcām lamine malzemede eğilme direncine ait istatistiksel sonuçlar.	82
Tablo 14: Lamine malzemede kullanılan ağaç türlerine ait, yaz odunu ve yıllık halka genişliği ile yıllık halkada yaz odunu katılım oranı.	85
Tablo 15: Sarıçam lamine malzemede E - modülüne ait istatistiksel sonuçlar	90
Tablo 16: Kızılcām lamine malzemede E - modülüne ait istatistiksel sonuçlar.	92
Tablo 17: Sarıçam lamine malzemede basınç direncine ait istatistiksel sonuçlar.....	93
Tablo 18: Kızılcām lamine malzemede basınç direncine ait istatistiksel sonuçlar	95
Tablo 19: Sarıçam lamine malzemede makaslama direncine ait istatistiksel sonuçlar	97
Tablo 20: Kızılcām lamine malzemede makaslama direncine ait istatistiksel sonuçlar.....	99
Tablo 21: Sarıçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait istatistiksel sonuçlar	100
Tablo 22: Kızılcām lamine malzemede janka sertlik direncine ait istatistiksel sonuçlar	102
Tablo 23: Sarıçam lamine malzemede kama etkisiyle yarılmada kopma yükü ve lif oranlarına ait istatistiksel sonuçlar.....	104
Tablo 24: Kızılcām lamine malzemede kama etkisiyle yarılmada kopma yükü ve lif oranlarına ait istatistiksel sonuçlar.....	107
Tablo 25: Bazı ağaç türlerine ait çalışma miktarları (Hacmen).	111
Tablo 26: Bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri.....	117
Tablo 27: Bazı ağaç türlerine ait basınç dirençleri.....	123
Tablo 28: Bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri	126

Tablo 29: PVAc ve Epoksi tutkalları ile yapıştırılmış bazı ağaç türlerine ait ortalama makaslama dirençleri	127
Tablo 30: Bazı ağaç türlerine ait liflere paralel ve dik yöndeki sertlik direnci değerleri.	131
Tablo 31: Tutkal türlerine göre Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı	138
Tablo 32: Farklı ortamlara göre Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı	138
Tablo 33: Yıllık halka düzenlemelerine göre kopma yükü ve lif oranı	139
Tablo 34: Tutkal türlerine göre Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı	143
Tablo 35: Farklı ortamlara göre Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı	143
Tablo 36: Yıllık halka düzenlemelerine göre kopma yükü ve lif oranı	144
Tablo 37: Ahşap Pencere İçin Sarıçamdan Üretilen Lamine Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	150
Tablo 38: Ahşap Pencere İçin Kızılçamdan Üretilen Lamine Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	151

EKLER LİSTESİ

Ek 1. Sarıçam lamine malzemede daralmaya ait F-testi sonuçları	164
Ek 2. Sarıçam lamine malzemede daralmaya ait T-testi sonuçları	165
Ek 3. Sarıçam lamine malzemede genişlemeye ait F-testi sonuçları	166
Ek 4. Sarıçam lamine malzemede genişlemeye ait T-testi sonuçları	167
Ek 5. Kızılçam lamine malzemede daralmaya ait F-testi sonuçları	168
Ek 6. Kızılçam lamine malzemede daralmaya ait T-testi sonuçları	169
Ek 7. Kızılçam lamine malzemede genişlemeye ait F-testi sonuçları	170
Ek 8. Kızılçam lamine malzemede genişlemeye ait T-testi sonuçları	171
Ek 9. Sarıçam lamine malzemede eğilme direncine ait F-testi sonuçları	172
Ek 10. Sarıçam lamine malzemede eğilme direncine ait T-testi sonuçları	173
Ek 11. Kızılçam lamine malzemede eğilme direncine ait F-testi sonuçları	174
Ek 12. Kızılçam lamine malzemede eğilme direncine ait T-testi sonuçları	175
Ek 13. Sarıçam lamine malzemede elastikiyet modülüne ait F-testi sonuçları	176
Ek 14. Sarıçam lamine malzemede elastikiyet modülüne ait T-testi sonuçları	177
Ek 15. Kızılçam lamine malzemede elastikiyet modülüne ait F-testi sonuçları	178
Ek 16. Kızılçam lamine malzemede elastikiyet modülüne ait T-testi sonuçları	179
Ek 17. Sarıçam lamine malzemede basınç direncine ait F-testi sonuçları	180
Ek 18. Sarıçam lamine malzemede basınç direncine ait T-testi sonuçları	181
Ek 19. Kızılçam lamine malzemede basınç direncine ait F-testi sonuçları	182

Ek 20. Kızılçam lamine malzemede basınç direncine ait T-testi sonuçları.....	183
Ek 21. Sarıçam lamine malzemede makaslama direncine ait F-testi sonuçları	184
Ek 22. Sarıçam lamine malzemede makaslama direncine ait T-testi sonuçları	185
Ek 23. Kızılçam lamine malzemede makaslama direncine ait F-testi sonuçları	186
Ek 24. Kızılçam lamine malzemede makaslama direncine ait T-testi sonuçları.....	187
Ek 25. Sarıçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait F-testi sonuçları.....	188
Ek 26. Sarıçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait T-testi sonuçları.....	189
Ek 27. Kızılçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait F-testi sonuçları	190
Ek 28. Kızılçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait T-testi sonuçları	191
Ek 29. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (kuru ortam) ait F-testi sonuçları	192
Ek 30. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (kuru ortam) ait T-testi sonuçları	193
Ek 31. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (30°C'lik suda) ait F-testi sonuçları.....	194
Ek 32. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (30°C'lik suda) ait T-testi sonuçları.....	195
Ek 33. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (67°C'lik suda) ait F-testi sonuçları.....	196
Ek 34. Sarıçam lamine malzemede yanılmaya (67°C'lik suda) ait T-testi sonuçları.....	197
Ek 35. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (kuru ortam) ait F-testi sonuçları.....	198
Ek 36. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (kuru ortam) ait T-testi sonuçları.....	199
Ek 37. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (30°C'lik suda) ait F-testi sonuçları.	200
Ek 38. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (30°C'lik suda) ait T-testi sonuçları.	201
Ek 39. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (67°C'lik suda) ait F-testi sonuçları.	202
Ek 40. Kızılçam lamine malzemede yanılmaya (67°C'lik suda) ait T-testi sonuçları.	203

I. GİRİŞ

Hammadde ve malzeme olarak gerek teknolojik, gerekse fiziksel ve mekanik bakımdan sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle ağaç malzeme, yüzyıllardan beri vazgeçilemeyen materyal olarak pencere üretimindeki önemini günümüzde de korumaktadır. Ağaç malzemenin dayanımı ve kullanım ömrü; malzemenin bilinçli seçimine, hazırlama ve üretim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Araştırma konusu pencereler ile ilgili olarak, tarihi binalarda, bakımsızlıklarına rağmen sağlam kalmış ve hala işlevlerini gören ahşap doğramalar, ahşabın dayanıklılığının en güzel göstergesidir. Buna karşın, orman varlığının giderek azalması ve pahalılaşması, ağaç malzemenin önemini daha da arttırarak rasyonel kullanımını zorunlu kılmaktadır. Nitekim, ahşap doğramaların kullanım sürelerini arttırmak, tasarım, konstrüksiyon ve uygulamalarına daha fazla esneklik getirmek amacıyla dünyada çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Yapılarda taşıyıcı eleman olarak giriş üretimde, eskiden beri uygulanmakta olan laminasyon tekniği, son yıllarda ahşap pencere üretiminde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Zira, 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 olanağı gibi avantajlar sağlanabilmektedir.

Ülkemizde yerli ağaç türü odunlarının fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri genelde araştırılmış olmasına rağmen, bugüne kadar laminasyon tekniğine ait özellikler ile birlikte, bu özellikler üzerine etki eden faktörler ve karşılıklı etkilerini ortaya koyacak araştırmalar ise yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada, ahşap pencere üretiminde kullanılmak üzere, pencere profili olarak üretilen lamine malzemede; tutkal farklılığı, lamel (tabaka) kalınlıkları, ve yıllık halka düzeni (radyal veya teğet)'nin laminasyonda bir etki faktörü olarak fiziksel ve mekanik özellikler üzerindeki etkileri incelenmektedir.

Diğer taraftan, ülkemizde Lamine ahşap yapı elemanları olarak yapıda kullanılan ahşap elemanları kapsayan bir standart hazırlanmış olmasına rağmen (TS - 3842) bu standart doğrama endüstrisinde (ahşap pencere) kullanılan lamine ağaç malzemeleri kapsamamaktadır.

Yerli ağaç türlerimize yönelik bu araştırma ile, ahşap pencere üretiminde laminasyon tekniğinin üretim ve kontrol şartlarının belirlenmesinin yanısıra bu konuda hazırlanacak bir yönerge veya standartlara temel oluşturması da amaçlanmıştır. Zira, çeşitli ülkelerde bu amaçla değişik ağaç türlerinin uygunluğu, üretimi ve kontrolü üzerine çok sayıda araştırmalar bulunmakta olup, Türkiye’de bu konuda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu amaçla, Türkiye Orman Ürünleri Endüstrisinde önemli bir hammadde olan; Türkiye Orman Envanteri, OGM-1980'e göre; toplam 738192 ha’lık yayılış alanı ile ülkemiz orman alanının % 5.5’ini oluşturan sarıçam ve iğne yapraklı ormanlar içerisinde 3.096.064. ha.’la en geniş yayılış alanına sahip toplam orman alanının % 15.33’ünü oluşturan Kızılçam odunu araştırma materyali olarak seçilmiştir.

Yapıştırıcı olarak ise, rutubete dayanıklı tipleri olmak üzere, PVAc ve Üre Formaldehid (PÜ-8755) tutkalları kullanılmıştır.

Seçilen bu malzemelerden, ahşap pencere üretimi için elde edilen lamine pencere profillerinin, teknolojik özellikleri üzerine; ağaç türü, tutkal türü, lamine kalınlıkları, kesit yüzeyleri (teğet ve radyal olarak) ve değişik ortam şartlarının etkileri bu araştırmanın konusunu oluşturmaktadır.

Ayrıca, örnek lamine profillerin, halen doğrama üretiminde faaliyet gösteren bir endüstri işletmesinin üretim şartlarında elde edilmesi ve deneylerin bunlar üzerinde yürütülmesi ile orman ürünleri endüstrisinde her yönü ile pratik olarak uygulanabilirliğinin gösterilmesinin de amaçlandığı bu çalışmada, laminasyon tekniği ile ilgili genel bilgilerin yanısıra, üretim tekniği ve kalite kontrol belirlemelerine yönelik bilgilerde sunulmuştur.

I.1. Literatür Özeti

Ülkemizde, laminasyon tekniğinin pencere doğraması üretiminde kullanımına yönelik, günümüze kadar herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Ancak, ağaç işleri endüstrisinde laminasyon uygulamalarına ilişkin; ağaç türü, tutkal türü, lamine kalınlığı ve lamineyi oluşturan katlarda (lamellerde) uygulanan boyuna birleştirme özellikleri hakkında sınırlı sayıda da olsa çeşitli araştırmalar yapılmış bulunmaktadır. Bunlar:

(ERŞEN, N.-1975); "Tutkal Bileşimli Ahşap Taşıyıcı Sistemler ve Gelişme İmkanları" isimli araştırmasında, tutkallı ahşap yapılarla birlikte dikdörtgen kesitli ahşap lamine kirişlerin özellikleri, yangına karşı mukavemetleri ve uygulamalarına ait incelemelerde bulunmuştur. Sonuçta, lamine kirişlerin üstünlüğü, elastikiyet modülü ve eğilmeye göre emniyet gerilmesi değerleri masif oduna göre % 10 artırılmış olarak verilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, Akçaağacın en iyi yapışma direncini verdiği ve sonra sırasıyla Karaçam, Çoruh Meşesi ve Doğu Kayınının geldiği belirlenmiştir. Göknarın ise liflere paralel yönde çekmede düşük makaslama direnci verdiği görülmüştür.

Numunelerin direnç özelliklerine etkisi bakımından, yapıştırıcıda kullanılan tutkallar arasında istatistiki anlamda önemli fark saptanmıştır.

Liflere paralel yönde çekmede makaslama direncine numunelerin teğet ve radyal kesit yüzeylerinin etkisi farksız bulunmuştur. Buna karşılık ağaç türleri, yatırma ortamı şartları ve kesit yüzeylerinin, numunelerin direncine olan karşılıklı etkilerinin önemli oldukları tespit edilmiştir.

(KURTOĞLU, A.-1978)'de "Değişik iklim şartları ve zamana bağlı olarak yapıştırılmış tabakalı taşıyıcı ağaç malzeme enine kesiti üzerindeki rutubet dağılımının belirlemesi ile ilgili araştırmasında; Yapıştırılmış tabakalı malzemenin ne kadar şiddetli kurutulursa o kadar çabuk bir rutubet meylinin ortaya çıktığı ve rutubet düşüşünün de o oranda dikleştiği, ayrıca tek tek ladin odunu tahtalarında rutubet alma ve dağılımının, ilerleyen deneme süresi ile yapıştırılmış tabakalı taşıyıcıdakilere göre daha çabuk simetrik duruma yaklaştığı belirlenmiştir.

Yine bu araştırmada, yapıştırılmış tabakalı taşıyıcı yzeyinden, çeşitli uzaklıklar için zamana bağlı olarak rutubet alma ve verme durumu belirlenerek, odun tabakasında rutubetin, yapıştırılmış tabakalı yzeyine ne kadar yakın ise, o kadar çabuk alınıp verildiği sonucuna ulaşılmıştır.

(KURTOğLU, A.-1979) tarafından, “Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemede Rutubet Değişimi Nedeniyle Gerilmelerin Oluşumu” yzerine yapılan araştırmada ise, farklı iklim koşullarında kuruma gerilmelerinin bzyklėėy, gidişi ve yapıştırılmış tabakalı ağaç taşıyıcı yzeyinde çatlamalara neden olabilen gerilmelerin en bzyk olduğu kritik zamanın belirlenmesine çalışılmıştır.

Bu araştırmada ulaşılan sonuçlar şu şekilde sıralanmaktadır:

1- Yapıştırılmış tabakalı taşıyıcı yzeyindeki gerilmelerin gidişi ve bzyklėėy yalnız sıcaklık ve bağlı neme değil, aynı zamanda odunun elastikiyet ozelliklerine bağlı bulunmaktadır.

2- Kuruma ekme gerilmelerinin en bzyk olduğu zaman bağlınem ve sıcaklığa bağlı olarak yerini değiştirmekte, sıcaklık ne kadar yksek veya bağlınem ne kadar dzyk ise liflere dik yzdeki en bzyk gerilmeler o kadar geç oluşmaktadır.

3- Tekniğine uygun olarak yretilen tabakalı taşıyıcılarda, pratik kullanılma rutubetleri (%37-%86 bağlı nem arasında) bzgesinde, 20 °C ve 30 °C sıcaklık arasında, değişik iklim şartları nedeniyle muhtemelen çatlakların oluşmasının sz konusu olmadığı ortaya çıkmaktadır.

(BOZKURT, Y.; KURTOğLU, A.-1979)’da “Yapıştırılmış tabakalı ağaç yapı elemanları endystrisini” inceleyen araştırmalarında; lamine ağaç yapı elemanlarının ilk uygulamalarından gnyymze kadar olan gelişimi, yretimleri, diğer yapı malzemelerine gze avantaj ve dezavantajları, yretiminin kontrol y ve kullanım yerleri hakkında bilgiler sunarak, araştırma yılı itibariyle, Tkye’de henzy uygulama alanı bulamadığı sonucuyla; zaman geçirmeden, bu konuda gerekli teknik olanakların sağlanması ve nitelikli personelin yetiştirilmesinin onemi vurgulanmıştır.

(ORS, Y.-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 araştıran 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 Formaldehid ve Fenol Formaldehit tutkalları ile hazırlanan örneklerin dirençlerinin ise kabul edilebilir durumda olup, aralarında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı saptanmıştır.

Sıcak suda bekletme ortamında ise, örnekler üzerinde yapılan deney sonuçlarına göre, Üre Formaldehid tutkalı örneklerin dirençleri, standartlarda belirlenen minimum değerlerin altında bulunmuş, Fenol Formaldehid tutkalı örneklerin dirençlerinin ise kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir. Münavebeli (değişken) kaynatma ortamında yapılan deneyler sonucunda da, Fenol Formaldehid ile yapıştırılmış örneklerin, diğer bekletme ortamlarında olduğu gibi yeterli direnç gösterdikleri gözlenmiştir.

(DEMETÇİ, E.-1991)'de yaptığı; Çam, Gökmar Kayın, Meşe ve Akçaağaç odunlarının Polivinil Asetat ve Epoksi tutkalı ile yapıştırılması ile elde edilen ağaç malzemenin mekanik özellikleri üzerine, ağaç türü, tutkal türü ve farklı yatırma ortamlarındaki etkilerinin belirlenmesi amaçlı çalışmada; kullanılan ağaç türlerinde, liflere paralel yönde çekme makaslama, liflere paralel yönde basınçta makaslama, çekmede yarıma ve basınçta yarıma direnci deneylerinde ağaç türlerine göre farklılıklar olduğu, bunun da ağaç türleri arasındaki anatomik, fiziksel ve mekanik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığını belirlemiştir.

Tutkal türlerinin yapışma direnci üzerine etkisinin, liflere paralel yönde çekmede makaslama, basınçta makaslama ve çekmede yarıma dirençlerinde önemli olduğu, basınçta yarıma direncinde ise önemsiz olduğu saptanmıştır.

Başkaca, yatırma ortamları ile yapışma dirençleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu, 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nemde klimatize edilen numunelerin

direnç değerlerinin, 67 °C sıcaklıktaki su içinde yatırılan numunelere göre daha yüksek yapışma direnci gösterdiğini belirlemiştir.

Kesit yüzeylerinin yapışma dayanımı üzerine etkisinin, yalnızca Epoksi tutkallı çekmede yarıлма ve basınçta yarıлма dirençlerinde etkili olduğu, teğet yüzeylerin radyal yüzeylere göre daha yüksek yapışma dayanımı göstermesine karşılık, diğer direnç değerlerinde, kesit yüzeylerinin direnç üzerinde önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir.

"Bazı ağaç türlerimiz odunlarının yapışma özellikleri üzerine araştırmalar" adı altında Sarıçam, Gökmar ve Kayın odunlarının 4 farklı tutkal kullanılarak; makaslama - çekme dayanımları ile Makaslama - çekme deney numunelerinden elde edilen kopma yükü ve kopmadan sonra saptanan lif oranı arasındaki ilişki (ÖKTEM, E.; KARACALIOĞLU, T. -1976) tarafından incelenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada yapışma dayanımı ile yatırma ortamı, yatırma süresi ve lif oranı arasındaki ilişki de araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; ağaç türünün, yapışma dayanımı üzerine olan etkisinin, önemli seviyede olmadığı belirtilmiştir.

Yapışma Dayanımı ile yatırma ortamı ve yatırma süresi faktörlerinin ilişkisi, 180 günlük süre içinde önemli bulunmadığı saptanmıştır. Yani, dışarıda (dış atmosfer şartlarında) yatırılan numuneler ile, içerde (bina içi şartlarında) yatırılan numunelerin yapışma dayanımları arasında zamana bağlı olarak önemli farklılıklar bulunmadığı saptanmıştır.

Diğer taraftan, saptanan yapışma dayanımı değerleri ile lif oranı değerleri arasında da, belirli bir ilişki kurulamamıştır. Ancak, tek tek ele alındığında, yüksek yapışma dayanımı veren numunelerde lif oranı değerinin de yüksek olduğu görülmüştür.

2 mm ve 4 mm soyma kaplamaları ile Poliüretan ve PVAc tutkallarının kullanıldığı, lamine edilmiş Doğu Kayını (*Fagus Orientalis L.*)'nin mekanik özelliklerinin belirlenmesini amaçlayan doktora araştırmasında (ŞENAY, A.-1996) tarafından, lamine malzemenin mekanik özellikleri üzerine; Tutkal türü, lamine kalınlığı ve uygulanan kuvvet yönünün etkileri incelenmiştir.

Deney sonuçlarına göre, tutkal türlerinin mekanik özellikler üzerinde etkili olduğu, Poliüretan tutkalı ile yapıştırılan numunelerin direnç değerlerinin, PVAc tutkalı ile yapıştırılan numunelerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kaplama kalınlığının direnç üzerinde olan etkisi ise tam olarak belirlenememiştir

Ülkemiz ağaç işleri endüstrisine yönelik, laminasyon tekniği ve laminasyon uygulamalarına ilişkin, belirlenen az sayıdaki bu araştırmalara karşın, diğer ülkelerde bu tezin konusu olan ahşap lamine pencere profilleri de dahil olmak üzere çok sayıda araştırmalar yapılmış bulunmaktadır.

Çeşitli kullanım yerlerinin isteklerine uygun lamine malzeme üretebilmek için, hammadde ve üretim parametrelerinin etkisini optimum kılmak esastır. Bu amaçla, araştırma çerçevesinde belirlenen bu konudaki çalışmalar, aşağıda özetlenerek sunulmuştur:

(EGNER, K.; JAGDFELD, P.-1966)'da yaptıkları, çeşitli tutkal tipleri ile üretilen kama dişli pencere birleşimlerinin, dış hava şartlarına karşı dayanıklılıklarını araştırdıkları çalışmalarında; deney örnekleri, 33 ay süreyle dış hava şartlarına maruz bırakılmış ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan birleşimlerin dayanımlarının, Üre Formaldehit tutkalı ile yapıştırılanlardan %12 daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

(STRICKLER, M.D.; PELLERIN, R.F. -1971)' in, Lamine kirişlerde uygulanan kama dişli birleştirmelerin, gerilme dayanımlarının belirlenmesi amaçlı çalışmalarında; 7.2 m uzunluğunda, 13 cm genişliğinde ve 40 cm kalınlığında kirişler kullanılmış olup, lamine katların boy birleştirmelerinde uygulanan kama dişli birleştirmeler, kirişlerin yarısında 120 cm şaşırtmalı, diğer yarısında ise şaşırtmasız olarak düzenlenmiştir.

Araştırma sonucunda, birbirine komşu katlarda kama dişli birleştirmeleri şaşırtmalı olarak düzenlenen kirişlerin, şaşırtmasız kama dişli birleştirmeli kirişlerden gerilmelere karşı daha yüksek direnç gösterdiği saptanmıştır.

(GRATZ L. A.; SOLAR, F.-1974) tarafından, ahşap pencere doğramalarının dış hava şartlarının etkisi altındaki çalışma ve dayanıklılıkları araştırılmıştır. Bu çalışmada; doğramaların köşe birleşimlerinde, kama dişli birleştirmelerin kullanılması ve bunlara dış hava şartlarından etkilenmeyen tutkal türlerinin uygulanmasıyla çok

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 eğilmeler ortaya çıkmıştır.

Araştırmada, ahşap doğramanın denge rutubetinin % 16 ve % 20 olduğu durumlardaki çalışmadan kaynaklanan eğilme miktarı ve ahşapta oluşan iç gerilmeler hesaplanmıştır. % 12 rutubetteki Ladin odununun kullanıldığı araştırmada, ahşap 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 saptamışlardır.

(BRAUN, M.O.; MOODY, R.C.-1977)'nin, küçük boyutlu masif lamine kirişlerin ağaç kaplama takviyesiyle mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmalarında, Gökmar odunu ve Fenol Resorsin tutkalı kullanılarak hazırlanan numune kirişlerin, gerilmeye maruz kalan yüzeylerine, bir grup kirişte 1. sınıf, 3 mm kalınlık ve 12 kat; diğer bir grup kirişte ise, 2. ve 3. sınıf 2.2 mm kalınlıkta ve 16 kat masif ağaç kaplama takviye edilmiştir. Ağaç kaplamaların içte kalan katlarında 60 cm şaşırtmalı olarak tutkalsız düz boy birleştirme, dış yüzeye gelen katlarda ise pahlı boy birleştirme uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, 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 ağaç kaplama takviyeli kirişlerden % 6 daha yüksek olduğu ve bununda kullanılan ağaç kaplama kalitesinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

(TICHY, R.J.; BODIG, G.J.-1978)'in, Lamine edilmiş Lodgepole pine (*Pinus concorta* Dougl.) kerestesinde, boyutların eğilme özelliklerine etkisi konulu araştırmalarında, ekonomik değeri az olan küçük çaplı ve uzun boy Lodgepole pine'den 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 kalınlığının 1/5'i kadar 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 katlarda, 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 düzenlenenlerin ise en az eğilme direncine sahip olduğu saptanmış ve farklı kat kalınlıklarının Elastikiyet Modülü üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bulunan bu sonuçlara göre, kalite özellikleri ve ekonomik değeri düşük ağaç malzemelerden laminasyon tekniğiyle daha yüksek kalite özelliklerine ulaşılacağı ve kat kalınlıklarının değişik ölçülerde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

(MOODY, R.C.-1981) tarafından, tek sayılı katlar ve çift sayılı katlar şeklinde lamine edilmiş kerestelerin, liflere paralel basınç dirençlerini belirlemek üzere yapılan bu araştırmada; 2. ve 3. sınıf Göknaar ve Güney çamı (*Pinus taeda*) keresteleri kullanılmıştır. Yapılan deneme sonuçlarına göre; 2. sınıf Göknaar'dan üretilen çift katlı lamine malzemenin, tek katlı lamine malzemedan %8 daha fazla basınç direnci gösterdiği, 3. sınıf Göknaar'dan üretilenlerde ise çift katlı olanların, tek katlı olanlara göre %24 daha fazla basınç direnci verdikleri belirlenmiştir. Güney çamında ise, 2. sınıftan çift katlı üretilenler, tek katlılara göre %13'lük bir artış gösterirken, 3. sınıftan üretilenlerde %7'lik bir artış saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre, çift katlı hazırlanan lamine elemanların tek katlı olarak hazırlanan lamine elemanlardan daha yüksek basınç direnci gösterdiği belirlenmiştir.

(LAUFENBERG, T.-1982)'nin, dış hava şartlarının lamine edilmiş kaplama ve masif elemanların performansı üzerine etkilerinin belirlenmesini amaçlayan araştırmasında; Göknaar odunu ve Fenol-Resorsin tutkalı ile masif-masif, kaplama-masif ve kaplama-kaplama laminasyonu yapılarak, makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme direnci saptanmıştır. Deney numuneleri, ASTM 2559'da belirtilen farklı

ortamların etkisinde (suda yatırma, vakum, basınç, kurutma) bırakılarak testlere tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda, farklı bir ortamın etkisinde bırakılmayan numunelerde, tutkal hattına dik çekme direnci; en yüksek masif-masif (16.2 kgf/cm^2), daha sonra sırasıyla masif-kaplama (9.7 kgf/cm^2) ve kaplama-kaplama (7.7 kgf/cm^2) olarak belirlenmiştir. Suda yatırılan numunelerde ise, en fazla direnç azalması masif-masif numunelerde (% 50) olup, fakat bu değerin normal şartlarda elde edilen kaplama-kaplama numunelerindeki değere çok yakın olduğu, diğer numunelerde ise, yaş ve kuru ortam direnç değerleri arasında fark olmadığı saptanmıştır.

Normal şartlar altında ($20^\circ\text{C}\pm 2$ ve % 65 bağıl nem) yapılan makaslama direnci deneyinde, masif-masif numunelerin direncinin soyma kaplama-soyma kaplama numunelerden % 44 daha fazla olduğu, farklı ortamların etkisinde bırakılan (suda yatırma, vakum, basınç, kurutma) numunelerde ise % 10-15 oranında direnç azalmasının meydana geldiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, farklı iklim şartlarının etkisiyle masif-masif numunelerde tutkal katında meydana gelen deformasyonun soyma kaplama-soyma kaplama numunelerden daha fazla olduğu görülmüştür.

(MARX, C.M.; MOODY, R.C.-1982)'nin yaptıkları, 4 kat lamine olarak hazırlanan kirişlerde, lamine kat genişliğinin, eğilme direnci üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; 15 cm ve 20 cm kat genişliğinde hazırlanan numunelerde, lamine kat genişliğinin eğilme direnci üzerinde etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

(SCHMID, J.-1984)'de, Ahşap lamine pencere çerçevelerinde, enine kesit dizilişlerini inceleyen araştırmasında, pencere yüzeyine paralel olan tutkal hatları ve 15 mm kalınlığından daha az olmayan lamel (kat) kalınlıklarının uygunluğunu belirlemiştir.

(YOUNGQUIT; LAUFENBERG; BRYANT -1984) tarafından yapılan, yapı elemanı için lamine edilmiş, ahşap kaplamaların boy birleştirmelerinde; kat genişliği, kat kalınlığı, boy birleştirmenin şekli ve ağaç malzemenin kalitesinin mekanik özellikler üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; 2. ve 3. sınıf ağaç malzeme, 9-18-28 cm kat genişliği, 2.3-3.2-4.7 mm kat kalınlığı ve boy birleştirmelerde yatay-dikey kama dişli ile pahlı boy birleştirme uygulanmış Göknaar kirişler kullanılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, farklı kat kalınlığı ve farklı kaplama kalite sınıflarındaki numunelerde, kat genişliğinin eğilme direnci ve elastikiyet modülleri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Başkaca, 2. sınıf ağaç malzemeden hazırlanan numunelerin direnç değerinin, 3. sınıf malzemeli numunelerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Pahlı boy birleştirme uygulanan numunelerin, liflere paralel çekme dirençlerinin en yüksek olduğu, en düşük liflere paralel çekme direncinin ise, kama dişli birleştirmenin yatay olarak uygulandığı numunelerde olduğu tespit edilmiştir.

Lamine kat kalınlığı arttıkça eğilme direncinin azaldığı, elastikiyet modülünün ise kat kalınlığından etkilenmediği ispatlanmıştır.

(PARK, S.B.; KONG, Y.T.; JO, J.M.-1988)'ın yaptıkları, Lamine ağaç malzeme üretiminde, Pitch pine (*Pinus palustris*) odununun yapışma direncine, yapıştırma şartlarının etkileri konulu araştırmada; Yapıştırıcı türü, boy birleştirmelerdeki derz açıklığı, rutubet miktarı, tutkal sürme oranı ve basınç süresinin etkileri incelenmiştir.

10 Kg/cm²'lik bir basınç altında, 12 saatlik sıkıştırma süresi ve 200 g / m²'lik bir tutkal sürme miktarı ile teste tabi tutulan 5 yapıştırıcı içinden, en iyi sonucu su bazlı Vinil Üretan tutkalı vermiştir. Rutubet miktarının artmasıyla yapışma direncinin azaldığı, boy birleştirmelerinde oluşan derz açıklıklarının artmasıyla da lamine malzemenin eğilme özelliklerinin azaldığı sonucuna varılmıştır.

(GRONLUND, A.-1988)'de, Lamine malzemeden yapılmış pencerelerdeki, tutkal hatlarının direncine etki eden faktörleri araştırmıştır. Denemelerde, pencere elemanlarının yatay yüzeylerinde dışa açık tutkal hatları (derzleri)'nin, dış ortam şartlarına maruz kalmayacak şekilde iç kısımda yer alması durumunda çalışmasının durduğu belirlenmiştir. Ayrıca, lamine pencere elemanlarında, tutkal hatları devamlı korunanların ve de özellikle dikey yüzeylerdeki tutkal hatlarıyla yapılanlar ise çok güçlü ve sağlam bulunmuştur.

(LIU, C.T.; LII, W.J.-1988)'nin, Hızlı büyüyen türlerden yapılmış lamine malzemenin kalitesi üzerine yapıştırma yöntemlerinin ve tutkal özelliklerinin etkilerini kapsayan çalışmalarında; bu amaçla, *Cryptomeria japonica*, Taiwan *paulownia* türleri ve *Aleurites* türleri odunu kullanılmıştır.

Lamine elemanlar; Üre Formaldehid, Resorsin Formaldehid ve PVA tutkalları ile soğuk bir pres kullanılması yada yüksek frekans dalgası ile ısıtma şeklinde hazırlanmıştır. Deneme sonuçlarından, en büyük elastikiyet modülü ve kopma gerilmesi *Cryptomeria*'dan, en küçüğün ise *poulownia*'dan hazırlanmış laminelerde görülmesine rağmen, tutkal çeşidinin laminelenmiş odunun özelliklerini tam bir şekilde etkilemediği sonucuna varılmıştır. Yüksek frekans dalgası kullanımında ise, basınç ve ısıtma zamanı kontrolünün, geçerli olduğu saptanmıştır.

(KARNASUDİRDJA, S.-1989) tarafından, 3 ağaç türünde (Kapur, Teak ve Dark Red Meranti) masif ve lamine örnekler üzerinde; makaslama, eğilme ve basınç direnci araştırılmıştır. Masif örnekler (8 x 12 x 400)cm, lamine örnekler ise (0,9 x 1,9) cm'lik tahtalar kullanılarak Fenol-Resorsinol Formaldehid tutkalla 6 tür kombinasyonla yapıştırılarak elde edilmiştir. Bunlar: Teak / Meranti, Teak / Kapur, Meranti / Kapur, Kapur / Kapur, Teak / Teak ve Meranti / Meranti dir.

Eğilme ve basınç testlerinde masif odun olarak Teak en yüksek, onu sırasıyla Kapur ve Meranti takip etmiştir. Makaslama direncinde ise, masif odun olarak Kapur en yüksek değere sahiptir. Aynı türlerin Lamine edilmiş örnekleri, Kapur hariç genellikle, masif odunun direnç değerlerinin altında kalmıştır. Kapur'da lif yönüne paralel eğilme direnci ve basınç direnci masif örneklerdekinden daha büyük bulunmuştur.

Makaslama direnç değerlerine bağlı olan karışık tür yapıştırılan numuneler, kendi türlerinden daha kuvvetlidir. Teak / Meranti ve Teak / Kapur kombinasyonları en kuvvetli olarak belirlenmiştir.

(LEJEUNE, A.; LECLERCQ, A.-1990)'nun, Belçika'da yetişen küçük çaplı Meşeler üzerine teknolojik araştırmalar kapsamında yaptıkları araştırmalarında; pencere çerçeveleri için (6 x 6 x 100) cm boyutlarında, Vinil yapıştırıcı ile tutkallanmış her biri 2 cm kalınlığında 3 tabakadan oluşan lamine elemanlar kullanılmıştır.

Deneme sonuçlarından, Meşe'den yapılmış numunelerin makaslama direncinin, Merbau'dan (*Intsia spp.*) yapılmış örneklerden daha düşük, fakat Meranti (*Shorea spp.*)'ninkinden daha büyük olduğu belirlenmiştir. 6 farklı tutkal ile

yapıştırılmış Meşe örneklerinin makaslama direnci, Poliüretan tutkalla yapıştırılan Meşe örnekleri hariç masif odununkinden daha yüksektir ya da aynıdır. Bununla beraber, hızlandırılmış yaşlandırma testinden sonra masif odunun en yüksek makaslama direncine sahip olduğu görülmüştür.

Sonuçta; Üre Formaldehid, Melamin - Üre Formaldehid ve Fenol - Resorsinol Formaldehid tutkallarının değerleri kabul edilebilir olarak, Poliüretan tutkal ve Vinil tutkal ile sertleştiricisiz olanların sonuçları yetersiz olarak saptanmıştır.

(TURKİLİN, H.-1992,1993) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda, İki ayrı üretici firmadan alınan, ibreli odundan PVAc tutkalı ile 3 tabakalı olarak yapıştırılmış 1 m uzunluğundaki lamine pencere profilleri kullanılmıştır. Boyut stabilitesi ve tutkal derzi (hattı) direncinin incelendiği bu çalışmada, Lamine profilleri, 19 ay boyunca farklı iklim koşullarında bırakarak, elemanlardaki rutubet seyri ve boyut değişmesi üzerine iklim koşullarının etkisini ve dış hava şartlarına açık tutkal derzlerinin bulunmasının, doğramaların çok kısa zamanda bozulmasına yol açtığını belirlemiştir.

Ayrıca, laboratuvarlarda hızlandırılmış iklimlendirme metotlarıyla (suda bekletme, sıcak ve soğuk işlem etkisi altında bırakarak periyodik olarak suda bekletme) yürüttüğü çalışmasında da, pencere çerçevesi elemanlarının % 78'i iklim koşullarına açık tarafta, açık tutkal derzleri göstermiştir. Tutkal derzlerinin direnç değerleri, bu zararlar ortada yok iken doğal iklimlendirme ile belirgin olarak etkilenmemektedir.

Lamine pencere profillerinin kalitelerinin belirlenmesi için doğal iklimlendirme ve farklı iklimlendirme (klimatize) serisine tabi tutulmuş profiller, tutkal derzinin açılması esas alınarak değerlendirilmiştir. Tek tek iklimlendirme periyodunun sonunda, tutkal derzinin direnci, çekme-makaslama direnci vasıtasıyla belirlenmiştir. Denemelerde, doğal iklimlendirmeden sonra derz açılmalarının genişliği, en geniş yerde ölçme lupu vasıtasıyla 0.05 mm hassasiyetle, derinliği ise 0.1 mm kalınlığındaki ölçme bandı ile ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre de lamine profillerin kaliteleri hakkında bir karara varılabileceğini vurgulamıştır.

Çekme - makaslama direncinin ölçülmesi için ise, pencere çerçevesi elemanlarının pozisyonu gözönünde tutulmuştur. Direnç denemelerinden önce kısa

sürelî metoda göre işlem görmüş örnekler en az 7 gün normal iklim koşullarında klimatize edilmiştir (kondisyonlanmıştır). Suda bekletilmiş örnekler, kurulandıktan sonra ilave bir kondisyonlama olmadan ölçülmüştür. Makaslama yüzeyindeki lif oranı (odun kırılması) da yüzeyin % 10'nu kademelerinde göz ile değerlendirilmiştir.

Tutkal derzi açılmaları, birleştirme yerlerinde ince dış lamellerde, 3 tabakası da eşit kalınlıktaki lamellere göre düşük bulunmuştur (TURKİLİN -1993).

(SCHÖBER, K.-1992)'de, 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 durumunun etkisi, rutubet farklılığı ve kama dişli birleştirmenin türünün etkisini incelemiştir.

Deneme sonuçlarından, araştırılan özelliklerden kama dişli birleştirmelerin, üretim kalitesinin değişmesi veya kullanılan odun kesitinin ve yetiştirme ortamı özelliklerinin (büyüme özellikleri) değişmesinden oldukça etkilendiği belirlenmiştir. Bu nedenle, sonuçların değerlendirilmesi, tek tek değişkenler için değil, ortalama değerlerin dikkatli karşılaştırılmasını gerektirmektedir.

(SCHÖBER, K.P.; SPAT, M.F.-1993)'nin yaptıkları, 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 araştırmalarında; Tek tek kombinasyonlar ve açık uçların oluşumu bütün değişkenlerde geniş ölçüde aynıdır. Fakat, yıllık halka kombinasyonlarında tanınabilir bir etki belirlenmemiştir. Aynı durum direncin 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.

(BRÖKER, F.W.; KLEINMANN; RİCHTER, H.G.-1994) ise, Polonya'dan *Pinus silvestris*, Endonezya'dan *Pinus merkusii*, Vietnam'dan *Pinus Khasya*, İspanya ve Yeni Zelanda'dan *Pinus radiata*, Amerika'dan Güney çamları (*Pinus taeda*)'ndan üretilmiş lamine pencere profillerini incelemiştir. Bu amaçla, deney numuneleri olarak

çeşitli Alman üretici firmalarında endüstriyel olarak yapıştırılmış lamine pencere profillerinden yararlanılmıştır.

Araştırmada, lamine malzemenin pencerelerde kullanıma uygun olup olmadığına karar vermek için daha çok odun özellikleri, yapıştırma ve dış hava koşulları altındaki davranışları belirlenmiştir.

Deney sonuçlarına göre, aynı tutkallama şartlarında, tutkal hattı direnci bakımından *P. merkusii* iyi, her iki *radiata* türü yeterli sonuçlar verirken, *P. silvestris* ve *P. khasya* elemanlarında tutkal derzi çoğunlukla düşük direnç ve yüzeysel adezyon kırılması göstermektedir. Bu da, her iki türün diğer türlerle karşılaştırıldığında, reçinece çok zengin olduğu sonucuna dayandırılmaktadır.

Reçine miktarı *P. silvestris*'te % 2-% 15 arasında, *P. khasya*'da % 2-% 31 arasında olup, direnç azalması üzerine PVA tutkallarında belirgin, Poliüretan tutkallarında önemsiz etki yapmaktadır.

Yüzey işlemi görmemiş *P. silvestris*, *P. khasya* ve Güney çamlarında, dış hava koşullarında enine kesitte birkaç günde çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi gerilmeler olup, değişen iklim koşullarında, ilkbahar ve yaz odununun farklı daralıp genişlemesidir. İlkbahar odunundan yaz odununa keskin geçiş yapanlarda (Güney çamları), *P. radiata*'ya göre daha fazladır. Geçişin türü, özgül ağırlık farklılığına göre çatlak oluşumunda daha etkilidir.

(JANOVIK, J.; KESSLER, K.; MANBECK, H.; BLANKENHORN, R. ve LABOSKY, P. -1994)'nın, Lamine edilmiş Meşe ve Akçaağaç odununun liflere paralel basınç direncinin belirlenmesi amaçlı, yaptıkları araştırma sonuçlarına göre; Akçaağaçta 4 katlı laminasyon, Meşede ise 3 katlı laminasyon ve lamine katlarda herhangi bir boy birleştirme uygulanmadan hazırlanmış olan numunelerde, liflere paralel basınç direncinin Meşe'de 453 kgf/cm², Akçaağaçta ise 434 kgf/cm²'lik değerler saptanmıştır. Yapıştırma, Meşe numunelerinde Fenol-Resorsin Formaldehit, Akçaağaç numunelerinde ise Resorsin tutkalı kullanılmış olup, ulaşılan bu değerlerin yapı standartlarındaki kabul edilebilir değerlere uyum sağladığı belirtilmiştir.

(PELLICANE, P.J.;GUTGOWSKI, R.M. JAUSLIN, C.-1994) tarafından yapılan, kama dişli boy birleştirmelerde karşılaşılan muhtemel hataların liflere paralel çekme direnci üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada ise, deney parametresi olarak, eksik dişli, düzensiz dişli, kısa dişli, ezik dişli, sürtünerek geçen dişli ile kısmi tutkallı, tutkala ağaç tozu katma ve birleştirmeden önce numuneleri ıslatma gibi pratik uygulamalarda karşılaşılabilecek kusurlar seçilmiştir.

Sonuç olarak, kısa dişli olarak birleştirilmiş numuneler ile tutkalın kısmen sürüldüğü numunelerde elde edilen liflere paralel çekme direncinin, kusursuz olarak hazırlanan numunelerden daha az olduğu, yukarıda belirtilen diğer kusurların ise istatistiksel olarak önemli bir etki yapmadığı saptanmıştır.

1.2. Lamine Ağaç Malzeme ile 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 elemanlarına “pencereler” denilmektedir. Pencereler genel olarak; ağaç, plastik ve alüminyum gibi malzemelerden üretilmektedir. Günümüzde plastik ve metal pencerelerin kullanımının daha yaygın olduğu (ancak, endüstriyel binalar ve işyerleri için geçerli olan) bu görüşe karşılık konutlar için ağaç malzemenin diğer malzemelere tercih edildiği bir gerçektir.

Ağaç malzeme, değişik renk ve görünüşe sahip estetik özelliği, düşük ısı ve ses iletkenliği, el ve makinalarla kolayca işlenebilmesi, çivi, vida ve tutkal ile kolayca birleştirilebilmesi, özgül ağırlığının düşük olmasına rağmen direncinin yüksek olması, bina içindeki rutubet oranına bağlı kalmaksızın yüzeyinde rutubet yoğunlaşmaması, üretim ve taşınmasının kolay ve ekonomik olması, çeşitli yüzey işlemleri ile dış hava şartlarına dayanıklılığının artırılabilmesi gibi özellikleri nedeniyle diğer malzemelere tercih edilerek pencere endüstrisindeki önemini korumaktadır.

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

Ülkemizde, doğrama (kapı ve pencere) üretiminde genellikle, yerli iğne yapraklı ağaç türlerinden, Sarıçam (*P. silvestris*) ve Karaçam (*P. nigra*) tercihen kullanılırken, Kızılçam (*P. brutia*)'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 gerek kalite, gerekse kantite olarak 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 (*P. silvestris*), Karaçam (*P. nigra*), Avrupa Melezi (*Larix decidua*), Avrupa Ladini (*Picea abies*) ile Denizaşırı ağaç türlerinden, Adi Duglas / Oregon Pine (*Pseudotsuga menziessi*), Hemlock (*Tsuga canadensis*), Western Red Cedar (*Thuja plicata*), Sıtkı Ladini/Spruce (*Picea sitchensis*), Sekoya/Redwood (*Sequoia sempervirens*), Pitch Pine (*Pinus palustris*) ve Alerce (*Fitzroya cupressoides*) uygun bulunmaktadır.

Yapraklı yabancı ağaç türlerinden 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/cm³'den fazla olanlar uygun bulunmaktadır. Zira, Houtinstituut TNO (Hollanda, Bilimsel ve Uygulamalı Araştırma Kurumu Ahşap Enstitüsü) tarafından yürütülen bir çalışmada da, Meranti türlerinden, özgül ağırlığı 0.50 gr/cm³'den az olanlar hızla çürüdüğü için dayanıksız, 0.60 gr/cm³'den yüksek olanlar ise dayanıklı olarak nitelendirilmiştir (HEMEL-1992). Kırmızı ve kahverengi oduna sahip Maun grubu ağaç türlerinden ise, dayanım özellikleri bakımından Sipo/Utile (*Entandrophragma utile*) pencere yapımında uygun bulunmaktadır. *Khaya ivorensis* ve diğer *Khaya* türleri de Maun adı altında pencere yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, bunların dışında pencerelerin kalitesine bağlı olarak Denizaşırı ülkelere ait ağaç türlerinden; Niangon / Angi (*Tarrietia utilis*), Makore (*Tieghemella heccelli*), Afzella / Doussie (*Afzelia africana*), Merbau (*Intsia palembanica*), Afrormosia (*Afrormosia elata*), Cedrala / Cedro (*Cedrala odorata*), Andiroba (*Carapa*

guienensis), Tik (*Tectona grandis*), Framire (*Terminalia ivorensis*) ve Eyong (*Eriobroma oblongs*) gibi ağaç türleri de pencere yapımında kullanım bulmaktadır.

1.2.1. Pencere Yapımında Kullanılan Ağaç Malzemede Aranılan Özellikler.

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

Belirtilen bu özellikler gözönünde tutularak, doğrama (kapı-pencere) üretiminde kullanılacak ağaç malzemede aranılan özellikler maddeler halinde aşağıdaki gibi açıklanabilir (KURTOĞLU - 1996).

1- Ağaç Malzeme Dayanıklı Olmalıdır: Ağaç malzemenin en önemli özelliklerinden birisi olarak dayanıklılık, malzemenin organizmaların gelişmelerine uygun belirli koşullar altında, böcek ve mantar zararlarına karşı dayanımını ifade etmektedir. Sarıçam, Melez, Meşe gibi koyu özodunlu ağaçlarda, az dayanıklı diri odun pencere yapımı için uygun değildir.

2- Ağaç malzemenin rutubet miktarı kullanım koşullarına uygun olmalıdır: Higroskopik bir malzeme olarak ağaç malzeme havadan rutubet alıp vermesi nedeniyle daralıp genişlemekte (çalışmakta) dir. Ülkemizde hava kurusu odunun rutubet miktarı %8 - %20 arasında değişmektedir. Pencere üretiminde kullanılacak ağaç malzemenin rutubeti $\%12 \pm 3$ olmalıdır.

3- Ağaç malzemenin yıllık halka durumu: Ağaç malzemenin çeşitli özelliklerinde etkili bulunan özgül ağırlık üzerinde, belirleyici rol oynayan yıllık halka durumu; doğramalık ağaç malzeme içinde önemli bulunmaktadır. Yıllık halka içinde özgül ağırlığın gidişi yeknesak olmayıp değişiktir. Bu değişiklik, yıllık halka içinde mevcut hücre çeper maddesi miktarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalara göre; bir ağaç türünde (*P. palustris*) özgül ağırlık bakımından minimum değer (0.3 gr/cm^3) ilkbahar 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 etmekte, 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 1264'e göre; iğne yapraklı ağaç kerestesi için yıllık halka genişliği 1.sınıfta 3 mm'yi, 2.sınıfta 5 mm'yi geçmemesi, 3. sınıfta ise sınırsız olarak belirtilirken, yapraklı ağaç kerestesi için herhangi bir sınırlandırma getirilmemiştir.

4- Ağaç malzemedeki kusurlar: Ağaç malzemedeki 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 kalkık liflilik, pürüzlü liflilik gibi işleme kusurları şeklinde belirtilebilir.

Lif kıvrıklığı, odun hücreleri (lif, trahe ve traheidler)'nin ağaç gövde eksenine paralel gidişinden herhangi bir ayrılığı ifade etmektedir. Odunun direnç özelliklerini ve elastikiyet modülünü önemli derecede azaltmaktadır. Ayrıca, biçilmiş kerestede 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. Değişik kaynaklara göre, çeşitli lif kıvrıklığı oranlarının bazı mekanik özellikler üzerindeki azaltıcı etkisi aşağıdaki gibi belirlenmiştir(F. P. L. -1987).

Lif kıvrıklığı oranı	Eğilme direnci	Dinamik eğilme	Liflere paralel basınç direnci
Düzgün lifli	100	100	100
1:25 (%4)	96	95	100
1:20 (%5)	93	90	100
1:15 (%6.6)	89	81	100
1:10 (%10)	81	62	99
1:5 (%20)	55	36	93

Diğer taraftan, ağaç malzemenin değişik kullanım yerlerinde maruz kalacağı gerilme çeşitlerine göre odunda bulunmasına müsaade edilebilecek maksimum lif kıvrıklığı miktarı konusunda bir görüş birliğine varılabilmemiş değildir. Örneğin; (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 edilebileceği 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 malzemede 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 için malzemenin uygunluğunu bozan hatadır. Bu nedenle standartlarda verilen boyutlara ve sınırlara uyulmalıdır. Pratik olarak, birleşme yerlerine yakın kısımlarda ve pencere bölme çıtalarında (kayıtlarda) düşen budaklar olmamalıdır. Kanatlar mümkün olduğu kadar budaksız malzemeden yapılmalıdır.

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 malzemede 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 farkedilen anormal bir yapıdır. Bu oluşumda, bir çok fiziksel ve mekanik özellik normal odundan farklıdır. Örneğin; Basınç odununda en önemli fark, özgül ağırlığın 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 kerestede çarpılma ve dönüklükler sebep olmakta, normal odun ile basınç odunu arasında çatlamlar 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 ağaç kerestesinde, kalkık liflilik, pürüzlü liflilik, yongalı liflilik gibi işleme kusurları da standartlarca sınırlandırılmış olup, 1. ve 2. sınıfta bulunmamasına rağmen, 3.sınıfta bulunabilmektedir (TS 1264).

5- Ağaç malzemedeki bitkisel ve hayvansal zararlar: Ağaç malzemedeki bulunabilen mantar ve böcek zararlarını genel olarak; beyaz çürüklük, esmer çürüklük, mavi renklenme, böcek yenikleri ve delikleri şeklinde açıklayabiliriz. Pencere kasası ve kanadı yapımında kullanılan doğramalık iğne yapraklı ağaç malzemenin özellikleri TS 2860'a göre TS 1264'de belirtilen özelliklere uygun olması gerekmektedir. Bu standarda göre, doğramalık 1.sınıf kerestede renklenmeye izin verilmemekte, 2.sınıfta bulunduğu yüzey alanının $\frac{1}{5}$ 'ini, 3.sınıfta ise $\frac{1}{3}$ 'nü geçmemesi gerekmektedir. Mavi renklenme 1.sınıfta bulunmamakta, 2. ve 3.sınıfta olabilmektedir. Ancak, sınırlandırılmalıdır. Beyaz çürüklük veya esmer çürüklüğe ise hiç bir surette müsaade edilmemektedir.

Böcek zararlarına gelince, 1.sınıf doğramalık kerestede böcek deliğine izin verilmemekte, 2.sınıfta büyük böcek deliği olmamak şartıyla, her metrede 2 tane küçük delik bulunabilmektedir. 3.sınıfta ise, metrede 2 tane büyük, 20 tane küçük böcek deliğine izin verilmektedir.

1.2.2. Laminasyon Tekniği

Laminasyon tekniği; ağağ malzemenin rasyonel kullanımı için olduğu kadar, masif oduna göre daha stabil, kusursuz ve estetik bir malzeme elde edilmesi olanağı ile teknolojik gelişmeye paralel olarak uygulama alanını genişletmektedir.

Yapı elemanı olarak her geçen gün daha yaygın kullanım alanı bulan "Lamine ağağ malzeme": (PrEN 386-1991'e göre) Odun laminelerinin (odun tabakalarının) zellikle lifleri paralel olarak birbirine yapıştırılmasıyla oluşturulan yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır

Laminasyon tekniğinde Lamine oluşturmanın teknolojisi, kısaca küçük kesitli birçok tahtanın tabaka halinde birbirleri ile yapıştırılması ve hammadde odunun daha tasarruflu olarak kullanımı (kantitatif kullanımı), başkaca, yapı elemanlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi olarak ifade edilebilir.

Laminasyonda kural olarak, farklı ağağ türü, değişken tabaka (kat) sayısı, farklı boyutlar ve şekiller uygulanabilmektedir. Örneğin, büyük boyutlu lamine elemanlarda (kirişlerde), lamine (tabaka) kalınlıklarının 25.4 mm ile 50.8 mm arasında olması gerekirken, pencere doğramasıretiminde kullanılacak malzemede lamine (tabaka) kalınlıklarının 15 mm'nin altında olmaması,. mobilyaretimi için kullanılacak malzemede ise, uygulanan forma göre lamine kalınlıklarının 3,2 mm'yi geçmemesi gerekmektedir.

Diğer taraftan, laminasyon uygulamalarında kullanılan tutkallar elde edilen malzemenin fiziksel ve mekanik zelliklerizerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle,üretilen lamine ağağ malzemenin kullanım yeri, kullanılan yapıştırıcının özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; suya ve rutubete dayanıklı tutkallaretilen lamine malzemenin, suya ve rutubete maruz kalan yerlerde kullanılması gerekirken , ısıya dayanıklı bir tutkal kullanılması, lamine malzemenin ısıya dayanım gerektiren yerlerde, kullanılmasını gerektirmektedir.

Böylece, laminasyonda en iyi sonucun alınabilmesi için, tutkallanacak ağağ malzemenin fiziksel ve teknolojik özelliklerinin dışında, yapıştırma tekniği ve yapıştırıcıların teknik ve teknolojik özelliklerinin de çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

1.2.3. Laminasyon Üzerine Etki Eden Faktörler

1.2.3.1. Yapışma Dayanımını Etkileyen Odun Özellikleri:

Özellikleri teğet, radyal ve enine kesit yönlerinde farklı bulunan odunun yapışma dayanımı büyük ölçüde; odun türü, anatomik yapısı, özgül ağırlığı, 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 farklılıklarının 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 dayanımı sağladıkları, bununda. ince çeperli ilkbahar odunu hücrelerine tutkalın nüfuzu ile sıkı bir kenetlenmenin oluşması sağlanırken, kalın çeperli yaz odununda ise bu durumun gerçekleşmemesinden kaynaklandığı (ÖKTEM -1975) tarafından belirlenmiştir. Diğer taraftan; halkalı traheli ağaçlarla, dağınık traheli ağaç odunlarının farklı yapışma özellikleri gösterdiği ve dağınık traheli ağaç odunlarının daha kuvvetli bir yapışma dayanımı sağladıkları da saptanmıştır.

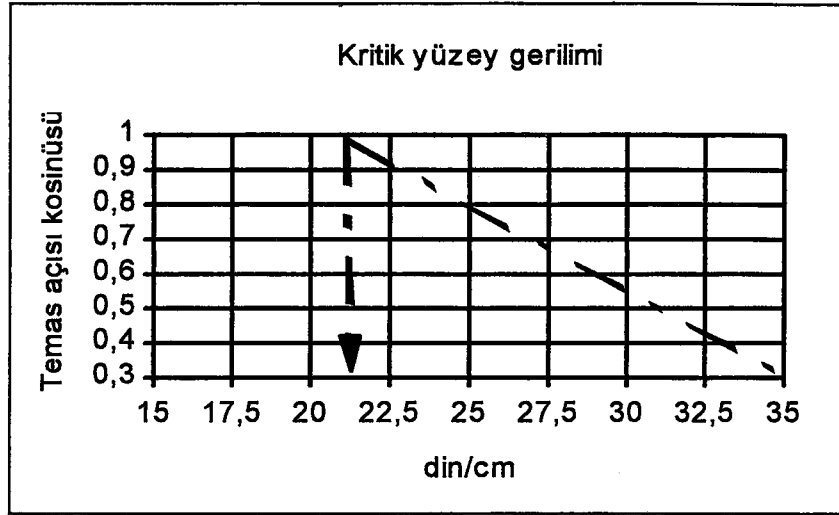
Odunun özgül ağırlığının yapışma direncine olan etkisi üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda, özgül ağırlığın artması ile yapışma direncinin arttığı saptanmışsa da, özgül ağırlığın tutkal bağı, direnç ve dayanma süresine etkisi konusunda genel bir kurala varılamamıştır. Öyleki, aynı özgül ağırlıktaki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

Yapışma dayanımında 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, (ŞENAY-1996) tarafından iki basit yöntemle tayin edilebileceği belirtilmiştir. Birinci yöntem; odun yüzeyine bir damla su damlatılarak suyun yayılma süresinin belirlenmesi olarak açıklanırken, eğer su damlası 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 ta; odunun yüzeyi ıslatılır ve hemen bir bez parçası ile silinerek 1 dak. beklenir. Eğer, yüzeyde hala ıslaklık 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 sertliğini koruyorsa, ağaç malzemenin makinelerde işlenmesinde sorun çıkacağı ve yapışma performansını olumsuz yönde etkileyeceği anlaşılır.

Ayrıca, odunun ıslatılabilirliği; odun yüzeyi ile sıvı damlası veya sıvı filmi arasındaki temas açısının ölçülmesi ile tahmin edilmektedir (TANK -1995). Açı ne kadar büyükse o kadar az ıslatma söz konusudur. Odunun yüzey enerjisinin tahmin edilmesi için yapılan çalışmada ise, sıfır temas açısına ($\cos 0 = 1$) eş değer yüzey gerilimini elde etmek için sıvının temas açısının kosinüsü, sıvının yüzey gerilimi ile ilgili olarak Şekil 1'deki grafikte ekstrapole edilir. Bu son değer, kritik yüzey gerilimi olarak adlandırılır ve bu değerın aşağısında sıvının aniden yayılıp yapıştırılacak yüzeyi ıslattığı yüzey gerilimi anlaşılır. Bu her ne kadar, sadece yapıştırılacak cismin yüzey enerjisinin tahmininde yeterli ise de, bir odunun yüzeyinin diğeri ile kıyaslanması içinde bir yöntem oluşturmaktadır.



Şekil 1: Odun üzerindeki sıvının yüzey gerilimi, $\cos \theta = 1$ (TANK-1995)

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. Ekstraktiflerin uzaklaşması ile odunun yapışma yeteneği, pH'sının normalleşmesi ve ıslanabilme kabiliyetiyle beraber artmaktadır (FREEMAN - 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).

1.2.3.2. Tutkallama ve Presleme Özelliklerinin Yapışma Dayanımına Etkisi:

Tutkallama ve tutkalın yapışmadaki etkinliği hem odunun, hem de tutkalın kimyasal, fiziksel ve mekaniksel nitelikleri ile belirlenmektedir.

Yapıştırma güçlü bir bağlantı elde etmek için, homojen kalınlıkta bir tutkal katının eldesi esas olup, taşıyıcı özellikteki lamine yapı elemanlarında ideal tutkal katı kalınlığı için, gerekli tutkal miktarı en az 350 gr/m^2 olarak önerilirken, yüksek frekansla tutkallamada ise, en az 200 gr/m^2 tutkal miktarının kullanılması

öngörülmektedir (PrEN 386-91). Genellikle, tutkal katı kalınlığı azaldıkça, birleştirme dayanımının arttığı kabul edilse de tutkallanacak yüzeyler arasında sürekli bir tutkal katmanı oluşturmak için, ancak tutkal türüne göre en uygun miktarın kullanılması halinde, optimum tutkallama şartlarının sağlanması mümkün olmaktadır.

Tutkallamada, sertleşmeden sonra yüzeyde 1/10 mm tutkal kalınlığı oluşturacak miktarda tutkal uygulanması yeterli kabul edilmektedir. Yapışma dayanımı üzerine yetersiz tutkal miktarının olumsuz etkisi olduğu kadar, yeterli tutkal katı uygulanmış parçaya yüksek basınç uygulaması da mekanik adhezyonun azalmasına ve zayıf bir birleştirme meydana gelmesine neden olmaktadır. Yüksek basıncın bu olumsuz etkisinin yanında, yetersiz basınç miktarının da zayıf bir birleştirmeye neden olduğu görülmüştür. Uygulanacak basınç, birleştirilecek parçalarda tutkalın yüzeye tam temasını sağlayacak şekilde parçanın her noktasında üniform olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır. Ayrıca, pres basıncı, odunun cinsine (yumuşak veya sert), elastikiyetine, sertliğine, üst yüzey özelliklerine, iç tabakanın ölçü tamlığına ve yapısını bağlıdır. Aynı katman içinde değişik odun türlerinin kullanılmasında pres basıncının yumuşak oduna göre belirlenmesi gerekmektedir (BURDURLU -1994).

Laminasyon uygulamaları için en büyük pres basıncı; (BOZKURT-KURTOĞLU-1979) tarafından kullanılan tutkalın özelliklerine ve kullanılan odun kalınlıklarına göre, yapraklı ağaç odunlarında 8-12 kg/cm², iğne yapraklı ağaç odunlarında 6 - 8 kg/cm² olarak belirtilmiştir.

Pres basıncının yapışma dayanımına olan etkisi yüzeyin pürüzlülüğü ile de doğrudan ilgili olup, planyalanmış yüzeylerde, pres basıncı arttıkça makaslama direncinin arttığı, daire testere ile kesilmiş parçalarda ise, pres basıncının artmasıyla makaslama direncinde önemli bir artış olmadığı belirtilmiştir. Zımparalanmış yüzeylerdeki makaslama direncinin ise, pres basıncı arttıkça çok daha belirgin bir şekilde arttığı saptanmıştır (CHUGG -1964).

Yine, (BOZKURT ; KURTOĞLU -1979)'a göre, lamine malzemenin direncinde yapıştırılan tahtaların (lamellerin) yüzey düzgünlüğü ve temizliği ile ilgili olarak, lamine giriş üretiminde düzgün yüzeyli normal planyalanmış tahtaların,

planyalanmamış tahtalarla elde edilenlere göre % 9 daha yüksek makaslama direnci ve % 75 daha az tutkal gereksinimi gösterdiği belirtilmektedir. Ancak, uygulamalarda genellikle planyalanmış yüzeylerin, makina veya işlemeden kaynaklanan hatalardan dolayı dalgalı yüzey oluşturarak planyalanmış düzgün yüzey özelliği göstermediği,, bunun da yapıştırılan yüzeyler arasında tutkal filminin bazı kısımlarda ince, bazı kısımlarda ise kristalize tutkal topakçıklarının oluşmasına sebep olması, yapışma dayanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapışma kalitesi üzerine ayrıca, kullanılan tutkalın farklı fiziksel ve kimyasal esasta olmasının da etkisi bulunmaktadır. Genel olarak, kimyasal esaslı tutkalların mekanik dirençleri, fiziksel esaslı tutkallara göre daha yüksektir. Yine, kimyasal esaslı tutkallar, fiziksel esaslı tutkallara göre rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır.

Lamine malzemenin üretimi esnasında (Pr.386-91)'e göre ortamın sıcaklığının en az 15°C, bağıl neminin ise % 40-70 arasında olması öngörülmektedir. DIN 1052'ye göre ise, presleme odasının sıcaklığı 20 °C olmalı ve 18 °C'nin altına düşmemelidir. Tutkal ve yapıştırılacak olan lamellerin de eşit olarak aynı sıcaklığa sahip olması gerektiği de adı geçen standartlarda belirtilmiştir.

Böylece; tutkallamanın ve preslemenin esasını, yüzeye homojen bir şekilde yeterli miktarda tutkalı, yeterli bir temas basıncında sıkılması oluşturmaktadır. Ancak, bununda; tutkalın türüne, odun türüne, odunun yüzey pürüzlülüğüne, ortamın sıcaklığına ve bağıl nemi ile tutkal sürüldükten sonra prese verilecek zamana ve presleme süresine göre değiştiği belirtilebilir.

I.2.4. Laminasyonda Kullanılan Tutkallar ve Yapıştırılmış Ürünlerin Değerlendirilmesi ve Denenmesi

Kullanılan tutkal türüne ve yapıştırılan maddelere bakılmaksızın, bir tutkalın temel fonksiyonu; yapıştırılan iki parçayı bir arada tutma işlevidir. Başkaca, çevre koşullarında istenen bir direnç düzeyinde, belirli ve özel bir süre için bu işlevini devam ettirmesi istenir. Kullanma süresi boyunca yapışma hattı bozunabilir. Tutkalın denenmesi ise, belirlenen performansın düzeyini ya da buna bağlı olarak dayanımını

kapsar. Bu nedenle denemelerin esas amacı, belirli bir düzeyin aşıp aşılmadığının güvenilir biçimde saptanması ve gerçekte ürünün kullanıldığı şartlardaki çalışma süresine en yakın biçimde ömrünün belirlenmesi olur (TANK -1995).

Birçok firma, özel amaçlar için deneme yöntemleri geliştirmiş olmasına rağmen, gerek tutkalın gerekse yapışma noktası (bölgesi)'nin niteliklerinin saptanması için standart test metotları kabul edilmiştir. Bu metodlar en az beş yılda bir gözden geçirilerek yenilenmektedir. Deneme yöntemlerinin çoğu yapıştırılan maddeye özel olarak (tutkalı yüzeyin kullanıldığı ortama göre) düzenlenmiştir.

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan çeşitli tutkallara ve uygulamalarına ait teknolojik özellikler Tablo 1'de topluca gösterilmektedir.



Tablo 1: Bazı tutkalların teknik özellikleri.(ŞENAY, A.- 1996)

	PVA	Poliüretan	Epoksi	Üre Formaldehid	Melamin Formaldehid	Resorsin Formaldehid	Fenol Formaldehid
Genel Özellikleri							
Ticari şekli	sıvı	sıvı-katı	sıvı-macun	sıvı-toz	toz-sıvı	sıvı	toz-sıvı
Depolama süresi (ay)	6-12	6-9	12	3 (sıvı)	6 (sıvı)	3	2-4
Renk	Renksiz	koyu kahve	renksiz	renksiz	renksiz	koyu kahve	kahve
Sağlığı etkisi	yok	60°C üzerinde etkili	tehlikeli	deride tahriş	deride tahriş	deri ve solunum yolu	deri ve solunum yolu
Teknik Özellikleri							
Ağaç rutubeti (%)	5-12	maks-10	6-12	4-12	4-12	8-14	3-8
Kuru madde (%)	40-60	20-90	-	50-70	40-70	45-60	40-50
Kullanım miktarı (gr/m2)	150-200	200-250	150-200	100-200	100-150	200-300	100-150
Montaj zamanı (saat)	5-15	30-60	30-240	10-15	< 24	10-40	40-50
Sıkıştırma süresi - soğuk (saat)	1,5-2	-	12-18	-	< 8	10	-
Sıkıştırma süresi - sıcak (dk)	3-7	-	30	1,5+0,5/mm	4+1/mm	-	3+1,2/mm
Basınç (kp/cm2)	-	3-8	2-12	1-6	5-20	2-10	12-20
Sıcaklık (°C)	20-80	10-60	20-280	110-140	90-140	20-80	120-180
Tutkal Katmanının Özellikleri							
Su dayanımı (*)	3	1	1	2-3	1	1	1
Sıcaklık dayanımı (**)	3	3	2	2	2	1	1
Mikroorganizma dayanımı (**)	1	1	1	1	1	1	1
Organik solvent dayanımı (**)	2	1	1	1	1	1	1
Asidite (PH)	5-7	-	-	6-8	3-6	11-12	10-13
Renk hataları	yok	yok	yok	az	yok	bazen	bazen
Biçakları köreltme	az	az	çok fazla	normal	az	fazla	fazla
(*) Suya dayanımı: 1-Kaynar suya dayanıklı 2-Suya dayanıklı 3-Rutubete dayanıklı (**) Sıcaklık,mikroorganizma ve organik solventlere dayanımı: 1-Ekstra 2-İyi 3-Orta							

Diğer taraftan, ağaç işleri endüstrisinde kullanılan değişik özelliklere sahip bu tutkallar(Tablo 1), çeşitli ülke standartlarınca yapışma dayanımlarına göre sınıflandırılmış olup, ülkemizde de TS -5430'a göre 4 grup altında sınıflandırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: Yapıştırıcıların sınıf özellikleri (TS 5430)

Sınıflar	Özelliği
A	Doğrudan doğruya sıcaklık ve hava rutubetiyle temas halinde olmayan genellikle düşük rutubetli kapalı yerlerdeki şartlara dayanıklı olup, kuru ortamdaki oda kapılarında ve mobilyada kullanılır.
B	Mutfak ve banyo gibi kısa süreli yüksek rutubet ve zaman zaman su etkilerine maruz kalan kapalı yerlerdeki hava şartlarına karşı dayanıklıdır.
C	Pencere, dış kapı ve dış merdiven gibi zaman zaman yüksek rutubet ve kısa süreli su tesirlerine maruz kalan ortamlardaki şartlara dayanıklıdır.
D	Banyo ve duş kabinleri gibi ekstrem klima değişiklikleri ve su etkilerine maruz kalan kapalı ortam şartlarıyla; dış pencere, dış kapı gibi ekstrem klima şartlarına sahip olan açık hava ortamındaki kullanımlara dayanıklıdır.

Bu araştırmada, D sınıfı özelliklerine sahip PVAc ve Üre Formaldehid tutkalları seçilmiştir.

(TANK,T.-1995)'a göre, tutkal seçiminde dikkat edilecek faktörleri 5 ana başlık altında incelemek mümkündür.

A- Yapıştırılacak madde:

1- Yapıştırılacak maddenin kimyasal bileşimi, ıslanabilirliği, ısı iletme katsayısı, ısı direnci, çözücü vb. kimyasallara direnci.

2- Yapıştırılacak maddenin porozitesi ve tutkalla ilgisi, penetrasyon (nüfuz) derecesi, sıvı akış yollarının aktivitesi vb.

B- Tutkallanan birleşme yüzeyindeki gerilme:

1- Yükleme tipleri, düzeyi ve süresi

2- Birleştirmenin dayanımı, kırılma durumunda kişisel güvenlik ve hayati tehlike, yapısal bütünlük.

C- Birleştirmeden beklenen dayanım ve koşullar:

1- Hava koşullarına dayanma.

2- Isı, kimyasal madde vb. diğer etkenlere direnç.

D- Yapıştırma için gerekli tamamlayan koşullar:

1- Tutkallama hattının incelik ve kalınlığı.

2- İstenene (önerilene) karşılık uygulanabilen ısı ve basınç.

3- Yapıştırma için kullanılabilecek aletler.

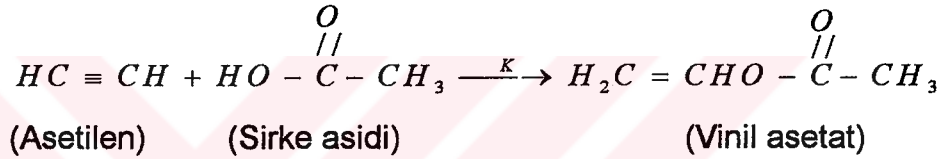
E- Ekonomik hususlar:

- 1- Esas tutkalın fiyatı.
- 2- Uygulamanın bedeli.
- 3- Yapıştırmanın bedeli.
- 4- Müşterinin özel isteklerini de içeren genel tutar.

1.2.4.1. Araştırmada Kullanılan Tutkalların Özellikleri

1.2.4.1.1. Polivinil Asetat (PVA) Tutkalları

Polivinil Asetat (PVA): Vinil asetol monomerinin katalizör yardımıyla polimerizasyonu sonucu elde edilen berrak bir sıvıdır. Vinil asetat ise asetilen ve sirke asidinden katalitik olarak elde edilmektedir.



Vinil asetatin polimerizasyonu için polivinil alkol, hidroksi etil selüloz gibi maddelerle disperzleştirilmek üzere suyla karıştırılır. Polimerizasyon, Sodyum veya Potasyum persülfat yardımıyla istenen düzeyde durdurulabilmektedir. İşte polimerizasyonun yönlendirilmesi ile değişik kimyasal özelliklerde PVA reçinesi elde edilerek farklı özelliklerde PVA tutkalı üretilmektedir.

Uygulamalarda genellikle ~ %45 konsantrasyonda hazırlanmış PVA tutkal dispersiyonları kullanılmakta olup, kolay hazırlanma veya hazır satılma, oda sıcaklığında çabuk sertleşme ve genel olarak renksiz bir tutkal hattı oluşturma gibi avantajlarına karşılık, gerilme altındaki eklemelerde sünme, uzunca bir sürede 49 °C'nin yukarısındaki sıcaklıklarda daha fazla deformasyona uğraması, rutubete ve suya karşı direncinin zayıf olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Ancak, yeni geliştirilen çapraz bağlı tutkal tiplerinde bu kusurlar en aza indirilmiştir (TANK - 1995).

PVA tutkallarında, birleştirilecek yüzeylerin birinin tutkallanması ve odun türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre yüzeye 150-200 gr/m² tutkal sürülmesi yeterli olmaktadır. Odun rutubeti % 6-15, presleme süresi ise soğuk tutkallama için her

zaman gerekli olmamakla birlikte 20 °C de 20 dakika, 80 °C'de 2 dakika olarak verilmektedir. Ayrıca, iyi bir yapışma için presleme ortamında soğuyuncaya kadar bekletilmesi önerilmektedir (ÖRS -1987).

1.2.4.1.2. Üre Formaldehit Tutkalları

Kısaca üre reçinesi olarak bilinen Üre Formaldehid tutkalı; üre ile formaldehidin 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.

Genel olarak, yonga levha, kontrplak, kaplama sanayiinde ve masif ağaç yapıştırma işlerinde kullanılmakta olup suya karşı direnci fenolik tutkallardan daha azdır. Ancak, içerisine melamin vb. katkı maddeleri katılarak elde edilen, suya ve rutubete dayanıklı yeni tipleri de geliştirilmiş bulunmaktadır.

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

- a- Sıcak pres (Nişadır (NH_4Cl), Amonyum Sülfat (NH_4)₂ SO_4)
- b- Soğuk pres (HCl , H_2SO_4 , HCOOH , Maleik asit, Paratoluen sulfonik asit)

a- Üre Formaldehid reçinelerinin yapıştırma işlemlerinde, yapışma işlemini meydana getirmesi için pH'nin düşürülmesi ve sıcaklık gerekmektedir. pH'nin düşürülmesi içinde asit ilavesi gerekir. Üre Formaldehid reçinelerinde mevcut serbest formaldehid 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 süreyle 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

donma olursa ki buna ön donma denir. Bu durumda sıcak preste iyi yapışma sağlanamaz.

Üre Formaldehid ile tutkallamada sıcak pres şartları için, odun rutubeti % 7-10, kullanılacak tutkal miktarı $110-170 \text{ gr/m}^2$, pres basıncı yumuşak odunlar için $0,3-0,8 \text{ N/mm}^2$, Sert odunlar için $0,6-1,2 \text{ N/mm}^2$, olarak belirtilmektedir. Presleme süresi ise, $95-105^\circ\text{C}$ de 6-8 dakika + odun kalınlığının yarısına kadar her mm için 1 dakika olup, yeterli mekanik direncin sağlanması için bekletme süresi 3-4 gündür.

b- Üre Formaldehid reçineleri ayrıca, değişik katalizör ilavesi ile soğuk preslerde yapıştırma işlerinde kullanıldığı zaman katalizör olarak hidroklorik asit, sülfürik 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 (asit) 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 $130-180 \text{ gr/m}^2$ pres basıncı 0.5 N/mm^2 , presleme süresi sertleştiriciye ve yapıştırma ortamındaki sıcaklığa göre değişmek üzere 15-30 dakika olarak belirtilmektedir. Ayrıca, yeterli mekanik direncin sağlanması için 2-3 gün bekleme süresi önerilmektedir.

1.2.4.2. Tutkallı Birleştirmelerde Yapışma Dayanımı Denemeleri

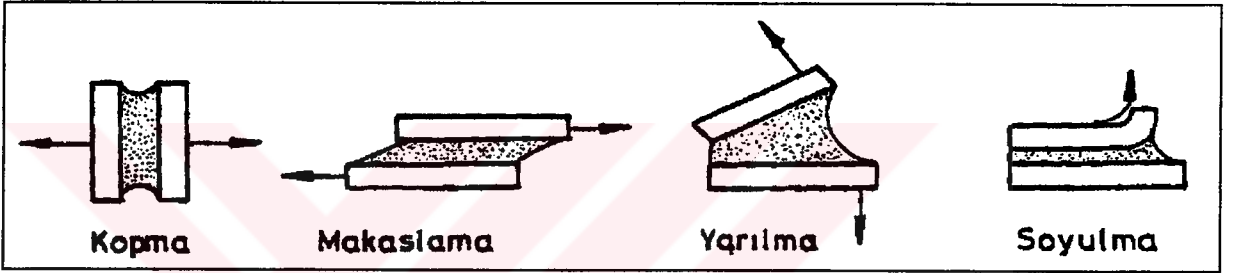
Tutkalla yapılmış birleştirmelerin performansını belirlemek için sadece tutkalın niteliklerinin saptanması çok ender olarak yeterli olmaktadır. Yapıştırmanın performansı, yapıştırılan malzemenin yapısının, tutkal bileşiminin, tutkal tabakasının niteliklerinin, yapıştırılan ile tutkal arasındaki sınır tabakasının ve tutkalın kendisinin bir fonksiyonu olmaktadır. Tutkallı birleştirmelerde ayrılma, kohesiv olarak tutkalın içinde, tutkal ile yapıştırılan arasında veya tutkallı sınır bölgesinde olabilir. Bu nedenle, performansın değerlendirilmesinin tek yeterli yolu tutkallı birleştirmeyi denemektir. Tutkal kütlesi üzerinde yapılan denemeler ise, tutkalın dayanıklılık ve

sağlamlığını kanıtlamak için değil aranan katı madde oranı, viskozitesi v.b. niteliklerini karşılayıp karşılamadığını belirlemek içindir.

Yapıştırılmış ekler ve birleştirmelerin değerlendirilmesi amaçlı denemeler, Amerikan Standartları (ASTM-D) çerçevesinde aşağıdaki gibi 4 grup altında sınıflandırılarak açıklanmaktadır (TANK-1995).

A - Tutkallı birleştirmelerde mekanik denemeler

Bu amaçla kullanılacak pek çok deneme varsa da, genelde bunlardan sadece birkaçı uygulanmaktadır. Yüklenme durumuna göre, örneğin kopma, makaslama, yarıma ve soyulma direnci gibi (Şekil 2).



Şekil 2: Tutkallı birleştirmelerde genellikle uygulanan mekanik denemeler(TANK-1995).

B - Çevresel dayanım faktörleri ile ilgili denemeler

- Yüksek sıcaklıkta kısa süreli bulundurma
- Yüksek rutubette kısa süreli bulundurma
- Düşük sıcaklıkta bekletme
- Kimyasal maddelere karşı direnç
- Yanmaya karşı direnç

C - Zararlılara karşı dayanma denemeleri

- Mikrobiyolojik etkilenme
- Küf denemesi
- Böcek saldırısı
- Kemirgen saldırısı

D - Yükle ilgili dayanım faktörleri denemeleri.

- Periyodik yükleme veya Yorulma
- Enine yönde şişme ve büzülme
- Normal eskime ile etkileşimli düşük düzey gerilmeleridir.

(ÖKTEM -1976)'a göre ise, odunun belli bir tutkalla yapıştırılması sonucu elde olunan malzemenin, yapışma dayanımının saptanmasında kullanılan deney metotları, iki ana grupta toplanmaktadır

1- Yapışma dayanımını, bir deney makinasında birbirine yapıştırılan iki odun parçasını birbirinden ayırmak için gerekli kuvveti belirleyerek saptayan çekme-makaslama ve yarıma deneyleri bu amaçla en fazla kullanılanlardır.

2- Yapışma dayanımını, yapışan odun yüzeylerinde kopmadan sonra görülen odun ve lif miktarına göre saptayan lif oranı metodudur. Bu metotda da yapıştırılmış iki odun parçasını birbirinden ayırmada çekme-makaslama, yarıma veya kanırma deneyleri kullanılmaktadır.

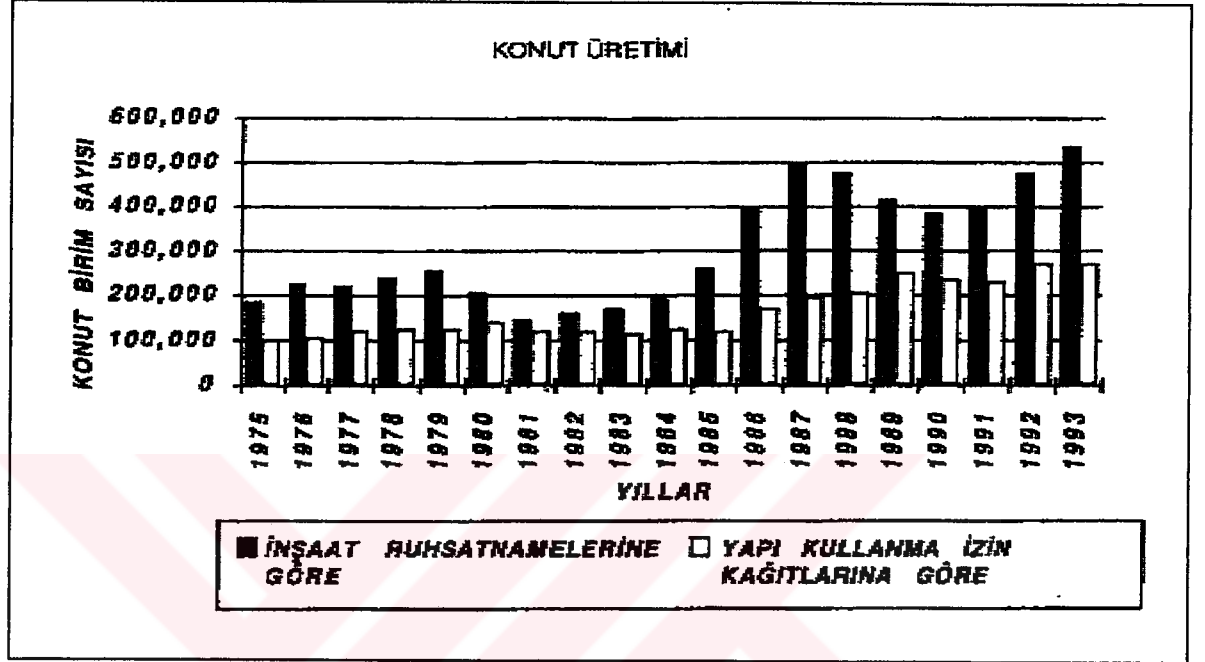
Bu metotlardan 1. grupta çekme - makaslama metodu, özellikle kontrplakların yapışma dayanımlarının tespitinde ve çeşitli tutkalların denenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Masif odunların yapışma dayanımlarının saptanmasında, daha çok kullanılan yarıma deneyinde ise, kama etkisiyle iki parçayı tutkal hattı boyunca ayıracak şekilde kuvvet uygulanır ve yapışmış odunların ayrılması için gerekli kuvvet makina kadrından okunur.

2. grupta yer alan lif oranı metodunda ise, yapıştırılmış odunun gösterdiği yapışma dayanımının en az odunun kendi dayanımı kadar olması, genel bir kriter olarak kabul edilmiştir. Bu esastan hareketle, numunenin çeşitli yöntemlerle koparılmasından sonra, her iki yapışma yüzeyinde ortaya çıkan lif ve odun kaplı sahaların büyüklüğü oranında yapışma dayanımının yüksekliğine karar verilir.

1.2.5. 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 (Şekil 3). DİE verilerine göre hazırlanan bu şekilden, örneğin 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, iskanı alınmamış konutların sayısının ortalama olarak iskanı alınmışların 4 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 1.69 m² kabul edilirse ortaya büyük bir ağaç malzeme tüketimi çıkmaktadır.



Şekil 3: Türkiye konut üretiminin yıllara göre dağılımı.(Yapı Endüstri Merkezi-1995)

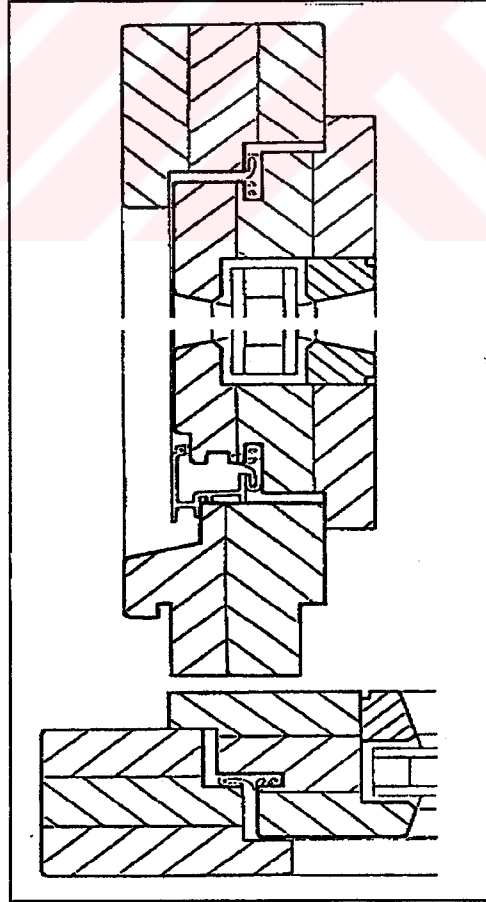
Diğer yandan, Türkiye’de bin kişiye düşen konut oranı; 1964’de 0.5 iken, 1970’li yıllarda 3’e, 1990’lı yıllarda ise 4 - 4.5’a çıkmıştır (İstatistik göstergeler 1923-1990, DİE). Bu oran, hala dünya ortalamalarının altında olmasına rağmen, ülkemizdeki kişi başına düşen konut oranının hızla artmakta olduğunu göstermektedir. Buna bağlı olarak da, konutlarda daha çok tercih edilmesi nedeniyle ahşap pencere üretimine olan talebinde artarak devam edeceğini söylemek mümkündür (KURTOĞLU -1996).

Ahşap pencere üretimi için, lamine ağaç malzemedan pencere profilinin elde edilmesi yeni bir yöntem değildir. Yurtdışında, 1982 yılından itibaren lamine pencere profilleri ile pencere üretimi artmış olup, pencere üreticileri; lamine profilleri ya kendileri üreterek, ya da lamine profilleri 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. Ayrıca; lamine

profil üretiminde küçük kesitli malzemeler (tahta - lata) kullanıldığından, tomruk veya diğer durumdaki büyük ölçülere sahip kesitlerden daha ekonomik yararlanma olanağı da sağlanmaktadır.

I.2.5.1. Lamine Profillerin Pencere Üretiminde Kullanımı

Çeşitli ülkelerde, ahşap pencere profilleri ile ilgili standartlar bulunmasına rağmen, ülkemizde herhangi bir standart hazırlanmamıştır. Lamine profillerin pencerede kullanımı 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 karşılaması 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 4).



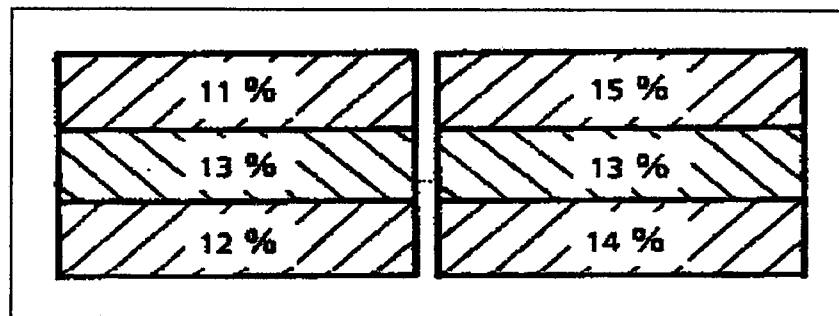
Şekil 4: Basit bir pencere profilinde tutkal derzlerinin düzeni (SCHMID - 1992)

Şekilde görüldüğü gibi, lamine pencere profilleri kural olarak 3 veya daha fazla lamelden (tabakadan) oluşmaktadır. Ancak, kör kasalar 1 veya 2 lamelden üretilebilir. 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 kalınlıklarının ise en az 15 mm olmasına dikkat edilmelidir. Lamellerin yapıştırılması için rutubete dayanıklı tipleri olmak üzere poliüretan kökenli ve PVA tutkalları kullanılmalıdır. Ancak, doğrudan dış hava koşullarına maruz kalan derzlerin rezorsin tutkalı ile tutkalanması daha uygun bulunmaktadır.(SCHMİD -1992).

1.2.5.2. 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. Buna göre, burada asıl önemli olan husus pencere profili üreticilerinin asıl kalite isteklerini gözönünde tutarak, buna göre üretimlerini gerçekleştirmeleridir.

Lamine pencere profillerindeki kalite istekleri, masif pencerelerdekine uymaktadır. Ancak, lameller vasıtasıyla ek isteklerin devamlı gözönünde bulundurulması gerekmektedir. Alman Pencere Tekniği Enstitüsü (IfT)'nün hazırlamış olduğu yönergeye göre lamine profil üretiminde; örneğin, odun rutubeti % 12 $\pm$ 3 olmalı ve aynı profil içerisindeki lameller (tabakalar) arasındaki rutubet farkı % 2'yi geçmemelidir (Şekil 5).



Şekil 5: Profil kesitinde rutubet dağılımı (IfT - 1986).

Lamine profillerin üst tabakalarında kullanılan ağaç malzemenin türü ve kalitesi standartlara uygun olmalıdır. Uygun ağaç türleri olarak, DIN 68360 / Bölüm1'e göre Ladin, Sarıçam, Dark Red Meranti, Sipo, Maun v.s. gösterilebilir. Ara tabakalarda ise standartlardan sapmalara izin verilebilir. Ancak, esmer çürüklük, tek tek taze haldeki böcek delikleri, enine çatlaklar, lamine kalınlığının yarısından büyük budak çapı, ile 2 cm/m (%2)'den büyük lif kıvrıklığına ve eğri büyümeye izin verilmemektedir.

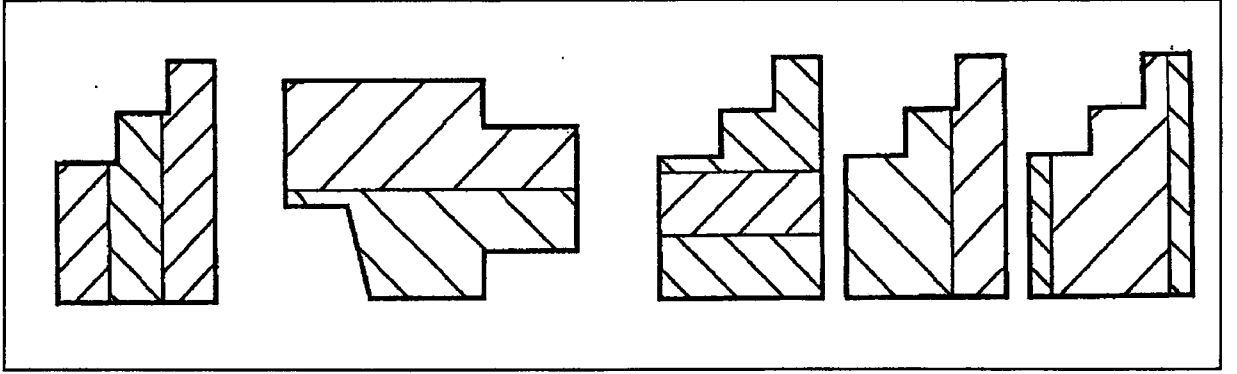
Orta tabakada, diğer ağaç türlerinin kullanılıp kullanılmamasının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için kullanılacak ağaç malzemenin, her lamel (tabaka) için geçerli olmak üzere; ibrelili odunlarda en az 0,35 gr/cm³, yapraklı ağaç odunlarında ise en az 0,45 gr/cm³ özgül ağırlığa sahip olması istenmektedir.

Tutkallar, DIN ve EN 204'e göre B4 yükleme grubuna uygun olmalıdır. Yani, 60 °C'ye kadar dayanıklılığı belirlenmiş olmalıdır. Diğer taraftan, kullanılan tutkalın ağaç türüne uygunluğu kontrol edilmelidir. Burada dikkat edilecek bir başka husus da, bütün tutkal üreticilerinin verilerine kullanımda uyulmasının gerekliliğidir.

1.2.5.3. 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.

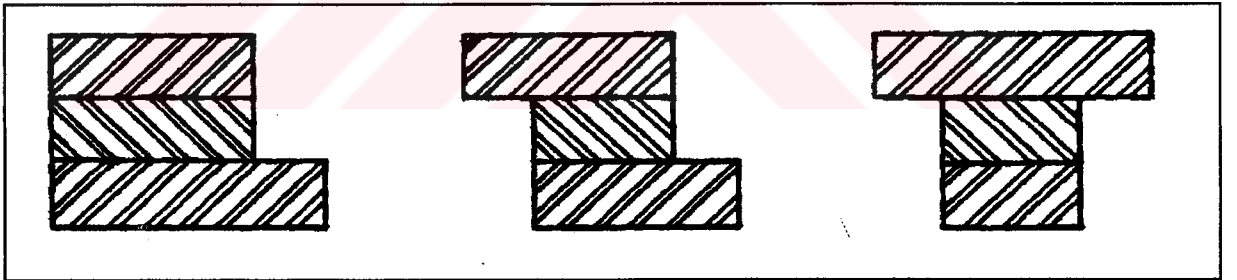
Profil kesitleri, en az 3 lamelden oluşmalıdır. 2 lamelden oluşan kesitlerin üretilmesi gerekirse, kullanılan ağaç malzemenin aynı odun tipi ve aynı rutubette olmasına özen gösterilmelidir. Lamel kalınlıkları ise, en az 15 mm olmalıdır. Böylelikle, tutkal hattı, profil derzinde bulunmamakta ve doğrudan hava koşullarına maruz kalmamaktadır (Şekil 6).



Şekil 6: Lamine pencere profillerine ait çeşitli örnekler (SCHMID -1992).

I.2.5.3.1. 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 7). Kalınlık ve genişlikte, ilgili işleme toleranslarının ise 4-6 mm arasında olması öngörülmektedir.



Şekil 7: Pencere profil formları (İft - 1986)

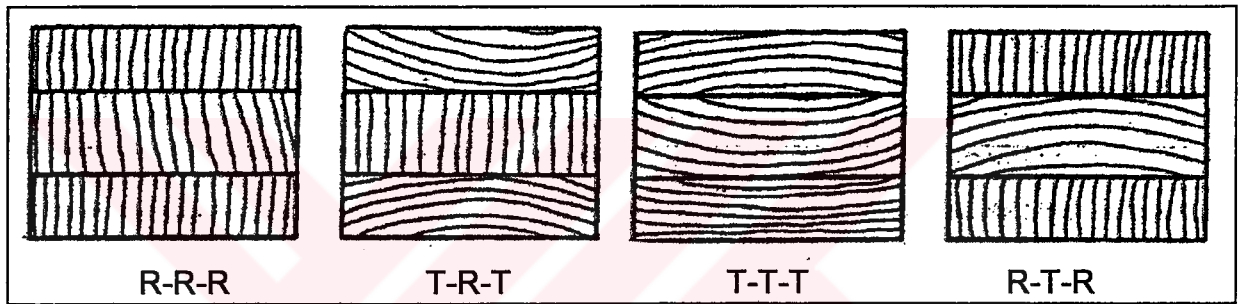
I.2.5.3.2. Tutkal Derzlerinin Yeri ve Formu:

Tutkallanan yüzey mutlaka planyalanmalı ve yüzey işleme kusurları içermemelidir. Yüzeydeki sapmalar da tutkallamanın fonksiyonunu azaltmamalıdır. Genellikle, kama dişli birleştirme kullanılmasına rağmen, İstisnai hallerde, tutkal derzinde lamba zıvanalı birleştirmede 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.

1.2.5.3.3. Yıllık Halka Durumu ve Düzeni:

Esas itibariyle, her türlü kesitteki (radyal, teğet, yarım radyal ve yarım teğet) lamellerin birleştirilmesi mümkündür. Ancak, aynı profil kesiti içerisinde lamelden lamele(tabakadan tabakaya) bu bakımdan büyük farklılık bulunmamalıdır. Bu durum, boyut stabilitesi, gerilme ve çatlaklardan kaçınmak için gereklidir. Lamellerin seçiminde, üretilen kesit içerisinde üst lamellerde aynı odun strüktürünün olması gözönünde tutulacak bir başka husustur.

Aşağıdaki şekilde (Şekil 8) görüldüğü gibi, bütün profilin teknik bakımdan uygun özellikleri, aynı profil içindeki aynı odun strüktürüyle elde edilebilmektedir.



Şekil 8: Lamine malzemede yıllık halka düzenleri, R: Radyal - T: Teğet (SCHMİD - 1992)

Tutkal derzlerinin dayanıklılığı üzerine odunun strüktürü, yıllık halka durumu, yıllık halka genişliği, yıllık halka içindeki yaz odunu katılım oranı etkili olmaktadır. Profil kesiti içerisindeki rutubet değişimlerinde veya tutkallamadan sonraki rutubet dengesine ulaşmada gerilmeler ortaya çıkmaktadır. Buda, özellikle kenar zonlarında tutkallamanın dayanıklılığı üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Yani, açık tutkal derzlerinin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu şekilde ek olarak ortaya çıkan gerilmeler, uygun tutkalın seçimi veya yüzeyin korunması suretiyle azaltılabilir.

1.2.5.3.4. Boyuna ve Enine Birleştirmeler:

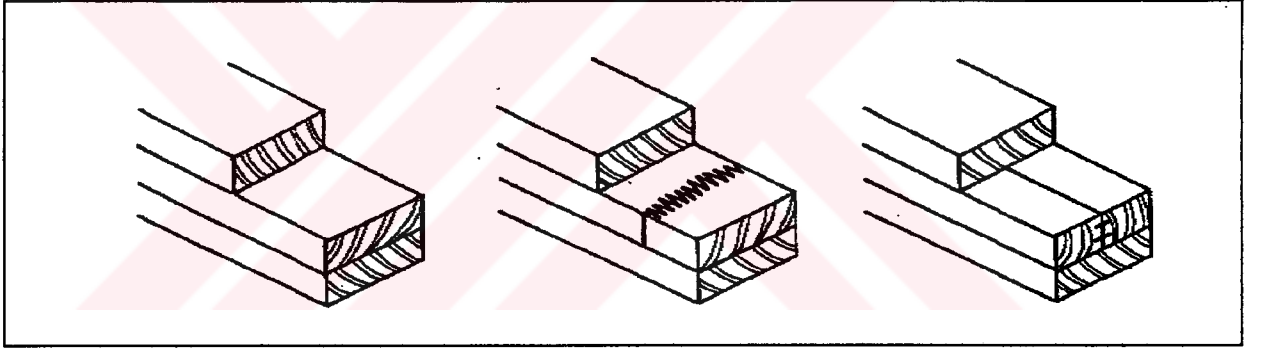
Lamine profillerde esas itibariyle hem üst, hem orta tabakalarda boyuna birleştirmeler kullanılacak ise, bunların standartlara uygun (DIN 68140) kama dişli birleştirme şeklinde olması gerekmektedir. Diğer boy birleştirmelerinin kullanımı uygun bulunmamaktadır. Ancak, diğer boy birleştirmeler DIN 18355'e göre,

tüketicinin iznine bağlı olarak saydam yüzey işlemi uygulanmayacak pencere profillerinde kullanılabilir.

Kama dişli birleştirmelerde, kama dişler birbirleriyle sıkıca birleşmelidir. Kama dişler vasıtasıyla çatlaklar oluşmamalıdır. Ayrıca, aşağıdaki hususlarda bu birleştirmeler için önemli bulunmaktadır.

- 1- Odun rutubeti farkı $\pm\% 1$ 'i aşmamalıdır.
- 2- Birbiriyle birleştirilen kısımlarda strüktürünün aynı olması sağlanmalıdır.
- 3- Kama dişlerin tam uyumu sağlanmalıdır.
- 4-Yeterli bağlanmanın sağlanması için optimal basınç uygulanmalıdır.
- 5- Birleştirmenin yeterli dirence sahip olması gerekir.

Enine birleştirmelere ise, yalnız orta tabakalarda izin verilmektedir. Bu durumda parçalı orta tabaka derzleri yapıştırılmalıdır (Şekil 9).



Şekil 9: Lamine profil kesitinin orta tabakalarında boyuna ve enine birleştirme örnekleri (SCHMID-1992).

Uzun yıllar kullanılmış pencereler üzerinde yapılan inceleme sonuçlarına göre, pencerelerin genel durumu ile kama dişli birleştirmelerde yapışma kalitesinin karşılaştırılmasında, kama dişli birleştirmelerin hiçbir surette pencere elemanlarının en zayıf yeri olmadığı ve prensip olarak pencerelerde kullanımının uygun olduğu görülmüştür. Bunun için gerekli şartın, üretim yönergelerine uymak, uygun tutkal kullanmak ve pencerelere yeterli bakım yapmak olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (SCHOBER -1992).

1.2.5.3.5. Tutkallama Koşulları:

Ağaç malzeme ve tutkallamanın yapıldığı mekanda sıcaklık 15 - 20 °C arasında olmalıdır. Yüksek sıcaklıklarda tutkalın açık bekletme süresine dikkat

edilmelidir. Tutkal hazırlama odası (tutkal mutfağı) ise, hacim olarak üretim alanından ayrı olmalıdır. Böylece, tutkalın kirlenmesi önlenmektedir. Tutkal karışımı da kapalı kaplarda depolanmalıdır. Ayrıca, tutkallamanın planyalamadan sonraki ilk 24 saat içerisinde gerçekleştirilmesine dikkat edilmelidir. Zira, odun yüzeyinin eski oluşu kirlenmeye karşı çok iyi korunmuş olsalar bile ıslanma yeteneğini azaltıcı etki yapmaktadır. Ekstraktif maddece zengin ağaç türlerinde bu süre daha da kısa tutulmalıdır. Sarıçam ve Kızılçamında dahil olduğu reçinece zengin olan ağaç türlerinde de bu ara süre oldukça azaltılabilir.

Tutkallamada, sıvı tutkal maddesi yandan (tutkal derzinden) görülmelidir. Ayrıca, tutkalın kullanımı esnasında tutkal üreticilerinin talimatlarına (m^2 'ye sürülecek miktar, açık süre, pres basıncı ve süresi v.b.) uyulmalıdır.

Tutkallamadaki pres basıncı, odun türü ve tutkal türüne göre belirlenmektedir. Buna göre, üretimde kullanılacak preslerde, pres basıncı ayarlanabilir olmalıdır. Presleme sonrası, gerilme ve rutubet dengesi için profiller daha sonraki işlemlerden önce, en az 2 - 3 gün belirli sıcaklık ve bağıl nemde (Klima odasında) depolanmalıdır.

Böylece, yukarıda belirtilen şartlarda üretilmiş lamine profillerin pencere yapımı için uygun olduğu belirtilebilir. Ancak, kalite kontrolünün yapılarak iyi kalitenin sürekli muhafaza edilebilmesi en önemli husustur.

I.2.5.4. Lamine Pencere Profillerinde Kalite-Kontrol İşlemleri

Bu bölümde, Alman Pencere Tekniği Enstitüsünün lamine ahşap pencere profilleri için kontrol belirlemeleri esas alınarak Kalite - Kontrol işlemleri anlatılmaktadır.

I.2.5.4.1. Sistemin Uygunluğunun İspatı

Üretici firma tarafından, üretilecek olan lamine malzemeler için; kullanılacak materyaller, ölçüler, odun kalitesi, tutkallama koşulları, form stabilitesi ve boyut toleransları gibi hususların belirlendiği bir sistem tanıtımının hazırlanmasıyla başlayan uygunluk ispatında; ilk kontrol, personel ve donanım koşullarının, sürekli

ve kuralına uygun üretim ile üretim esnasındaki kontrollere uygun olup olmadığının belirlenmesine hizmet eder. Ayrıca, sistemin kontrol şartlarının belirlenmesi ve ürüne has teknik bilgiler ile işlem talimatlarının açıklanmasına yardım eder.

Üretimin başlangıcından önce, üretilecek kesitin (profilin), Tablo 3’de bir örneği verilmiş olan sistem tanıtımına uyup uymadığı ve üretim şartlarına göre taraflar arasındaki özel isteklere uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Tablo 3: Bir Sistem Tanıtım Örneği (İft - 1986)

SİSTEM TANITIMI .
Sistem tanıtımı üretici firma tarafından yapılır ve burada aşağıdaki noktaları içeren hususlar belirlenmiş bulunmaktadır.
1. MALZEMELER
- Ağaç Türü - En az özgül ağırlık - Tutkal türü - Odun koruma maddesi
2- ÖLÇÜLER
- Çeşitli profillerin boyutları ve yapısı - İşleme toleransları - Uzunluk
3- ODUN KALİTESİ VE YÜZEY İŞLEME
- Kalite sınıflarındaki dağılım ve Yüzey işleme türü. - Kama diş formu - Kama diş uzunluğu - Yıllık halka durumu
4- ODUN RUTUBETİ VE İKLİM KOŞULLARI
- Kurutmadan sonraki son rutubet - İşlemeden önce ve sonra odun rutubeti - Depo ve üretim alanlarındaki hava rutubeti, sıcaklığı ve odun denge rutubeti
5- TUTKALLAMA KOŞULLARI (Her bir tutkallama için belirlenir.)
- Derz kısımlarının yüzey kalitesi ve formu. - Açık ve kapalı bekleme süresi - Pres koşulları (basınç, süre, sıcaklık, metot) - Kondisyon süresi
6- FORM STABİLİTESİ VE BOYUT TOLERANSLARI
- Mevcut maksimum eğilme (mm/m) - Mevcut maksimum çarpılma (mm/m) - Profil genişliğinde ve kalınlığında boyut toleransları

I.2.5.4.2. Malzeme

1. Ağaç Malzemenin Özgöl Ağırlığı:

Özgöl ağırlık, üretimde kullanılacak ağaç malzemenin tesliminde kontrol edilmelidir. Özgöl ağırlık, eğer sistem tanıtımında özel olarak belirtilmemişse, yapraklı ağaç odunlarında en az 0.45 gr/cm³, iğne yapraklı ağaç odunlarında ise en az 0.35 gr/cm³ olmalıdır.

2. Kesişten Önce Odun Rutubeti:

Odun rutubeti, kesişten önce rutubet ölçerlerle ölçülerek üretim şartlarına uygunluğu kontrol edilmelidir. Bu kontrollerde, rutubetin en fazla % 15 olmasına dikkat edilmelidir.

3. Tutkalın Kullanım Kabiliyeti:

Kullanımından önce, tutkalın depolama süresi ve bozuk olup olmadığı kontrol edilmelidir.

I.2.5.4.3. Üretim ve İşleme Şartlarının Kontrolü

Üretim için isteklerin yerine getirilip getirilmediği, bir örneği aşağıda verilmiş olan bir plan çerçevesinde (Tablo 4) kuralına uygun olarak kontrol edilmelidir.

Tablo 4: Lamine üretiminde bir kontrol planı örneği (İft - 1986).

ÖZELLİK	KONTROL ZAMANI	KONTROL PERİYODU (ÇERÇEVESİ)	DEĞERLENDİRME SONUÇLARI	KONTROL YÖNTEMİ	İSTEKLERE UYULMADIĞINDAKİ ÖNLEMLER
1-Özgütlü Ağırlık	Taşıma esnasında	Her odun türünde bir sefer	1.Y.A - 350 kg/m ³ Y.A. - 450 kg/m ³	Tartma	Kullanılmaması
2-Odun Rutubeti	-Kesimden önce -Bitmiş kadronda	-Her pakette 5 ölçme yerinde	Rut.(U)= % 12+3 ΔU= % 2 (Rut.farkı)	Elektrikli rutubet ölçerler	Daha sonraki işlemlerden önce ek kurutma
3-Mekan İklimi	Sürekli	Her ay bir belge	%8< Denge Rut. Miktarı <%12	Klima tesis yazıcısı	Rutubetlendirme veya kurutma
4-Odun Kalitesi	Sürekli	Her malzemede	Standartlara göre DIN 88360/1 (TS 1264'e göre)	Gözle kontrol (kişi tarafından)	Uygun değilse kullanılmaması
5-Kama Dış Uyumu	-Frezelemeden sonra -Bitmiş kadronda	-Her vardiya içinde bir defa -örnek numunelerde	Sıki olmalı	Gözle kontrol (Çalışan tarafından)	-Tek tek lamelerde kesme ve yeniden frezeleme -Müşteri ile işiştare
6-Tutkal Karışımı	Tutkallamadan önce	Her vardiyada bir defa	Üretici verilerine göre	PH ölçme kağıtları	-Sertleştirici ilavesi veya -Tutkal ilavesi
7-Pres Koşulları	Her profil değişiminde	Her profil değişiminde bir defa	Pres ve tutkal üreticilerinin verilerine göre	Basınç kontrolü	-Tekrar kontrol ve yeniden ayarlama -Penetrasyon ve yarılma denemeleriyle kontrol.
8-Düzgünlükten sapma ve çarpılma	Bitmiş kadronda	Her vardiyada 2 defa	< 1 mm/m	Düzgün Levha ile ölçme	Müşteri ile işiştare
9-Yapışma kalitesi	-Presten sonra -Bitmiş kadronda	-Her parçada -Her pakette bir defa	-Tutkal akışı yok -Tutkal kırılması yok	-Her parçada gözle kontrol -Penetrasyon ve yarılma denemeleri	Kullanılmaması

1. Üretim Alanının İklim Koşulları

Depo ve üretim alanında sıcaklık ve bağıl nem bir klima tesisi ile sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Bu kontrol, her vardiya değişiminden sonra gereklidir.

2. Boy Birleştirmelerin Kontrolü

Preslemeden sonra kama dişlerinin uyumu gözle kontrol edilerek, bütün birleşmelerin sıkı bir şekilde olup olmadığı gözlenmelidir.

3. Tutkalın Karışım Oranı

Tutkal üreticilerinin talimatlarına uygun olarak doğru karışım oranı, her hazırlamada kontrol edilmelidir ve bir tutkallama defterine kaydedilmelidir.

4. Pres Koşulları

Tutkal üreticisinin; pres basıncı, pres süresi, pres sıcaklığı, tutkalın jelleşme ve açık süresi gibi verilerine uyulup uyulmadığı kontrol edilmelidir. Genel olarak, spesifik pres basıncı 0,6-0,8 N/mm² olmaktadır. Diğer taraftan, tutkal hattında dengeli basıncın dağılımı sağlanmalıdır.

I.2.5.4.4. Bitmiş Lamine Profil Kesitinin (Kadronunun) Kontrolü

Bitmiş lamine profil kadronunun kontrolü, klimatizasyon işleminden (kondisyon süresinden) sonra kontrol planı Tablo 4'e göre alınacak çeşitli örneklerle aşağıda belirtildiği şekilde yapılmaktadır.

1. Odun Rutubetinin Ölçülmesi

Odun rutubeti, işlemeden sonra % 15'i aşmamalıdır. Tek tek lameller (tabakalar) arasındaki odun rutubet farkının da % 2'yi aşmaması gerekmektedir.

2. Şekil Değişmesinin Belirlenmesi

Düzgünlükten (doğruluktan) sapma ve düzgünlükten çarpılmanın 1 mm/m'den fazla olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kalınlık toleransı ise maksimum $\pm 0,5$ mm olmalıdır.

3. Tutkal Derzi ve Tutkallama Kalitesinin Kontrolü

Bütün derzler yapıştırılmış olmalıdır. Eğer, preslemeden sonra derzlerden tutkal taşması mevcut değilse tutkallama aşağıdaki esaslara göre bir deneme vasıtasıyla kontrol edilmelidir. Hatalı kısımlar belirlenmeli ve ayıklanmalıdır.

a- Açık tutkal derzleri üzerine bolca penetrasyon maddeleri sürülerek, penetrasyon maddesinin derze nüfuz edip etmediği kontrol edilmelidir. Penetrasyon maddesi tutkal derzine nüfuz etmemelidir. Aksi halde, tutkallama kalitesinin yetersizliğine karar verilir.

b- Tutkallama kalitesi üzerine, 50 mm uzunluğunda kesilmiş kısa örneklerde tutkal derzi bir kama ile kuvvet etkisi uygulanarak ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilir. Bu kontrolde, tutkal kırılması (ayrılması) ortaya çıkmamalıdır.

4. Kama Diş Uyumunun Kontrolü

Kama dişler uçlarda sıkı olmalıdır. Ancak, kuvvetli pres basıncı vasıtasıyla ortaya çıkan odun iç çatlaklarına izin verilmemektedir.

5. Odun Kalitesinin Kontrolü

Sistemde kullanılan bütün kalite sınıfları standartlara uymalıdır. Uygulanacak olan örtücü yüzey işlemleri ve saydam yüzey işlemlerine göre kaliteleri ayırt edilmelidir.

Bu kontrol sonuçlarının değerlendirilmesiyle, tüm üretimin kurallara uygun olup olmadığı belirlenirken, bitmiş ürünün de kalite - kontrolü yapılmış olmaktadır. Ancak, yeni teknolojilerde üretim esnasındaki kontrollerin çerçevesi genişletilebileceği ve bunun üzerine olan kararın da sistem kontrollerinin kapsamında verilebileceği göz ardı edilmemelidir.

II. MATERYAL VE METOD

II.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada, deneme materyali olarak (72x86x1000) mm boyutlarında L ve Z formunda üretilmiş lamine pencere profilleri kullanılmıştır. Bu bölümde, profillerde kullanılan ağaç malzeme ve tutkal ile lamine profil üretimi hakkında bilgiler verilmektedir.

II.1.1. Ağaç Malzeme

Araştırmada, ülkemizdeki yayılış alanlarının genişliği ve orman ürünleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaları dikkate alınarak Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* T.) odunları kullanılmıştır.

Seçilen bu ağaç türleri için, Türkiye’de doğal olarak optimum ormanlarını kurduğu bölgeler gözönünde tutularak; Sarıçam için Bolu Orman Bölge Müdürlüğü Bölgesi, Kızılçam içinde İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bölgesi seçilmiştir. Deneme materyalinin sağlandığı bu bölgelere ait tanıtıcı bilgiler Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: Deneme materyalinin sağlandığı bölgelere ait tanıtıcı bilgiler

DENEME MATERYALİ	SARIÇAM	KIZILÇAM
Bölge Müdürlüğü	Bolu	İzmir
İşletme Müdürlüğü	Seben	Bayındır
İşletme Şefliği	Taşlı Yayla	Bayındır
İşletme Sınıfı	Sarıçam-Karaçam	Kızılçam
Serisi	Taşlı Yayla	Bayındır
Mevkii	Solaklar Yaylası	Kavakalan
Bölme No	25	47
Rakım	1500 m	700 m
Kesim Yılı	1995	1996 (Mayıs)
Depo Adı	Taşlı Yayla	Kavakalan
Amenajman Planının adı ve Uygulama Yılları	Taşlı Yayla Serisi Amenajman Planı (1980-1999)	Bayındır Serisi Amenajman Planı (1996-2005)
Koordinatları	31°33'50" - 40°28'00"	42°39'00" - 54°50'00"

Literatür çalışmalarından, aynı bölgeye ait (Bolu ve İzmir) bu ağaç türü odunlarının belirlenen fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 6’da verilmiştir.

Araştırmada elde edilen lamine malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin, masif odun özellikleri ile olan mukayesesi bu tablo değerleriyle yapılarak, sonuçlara varılmıştır.

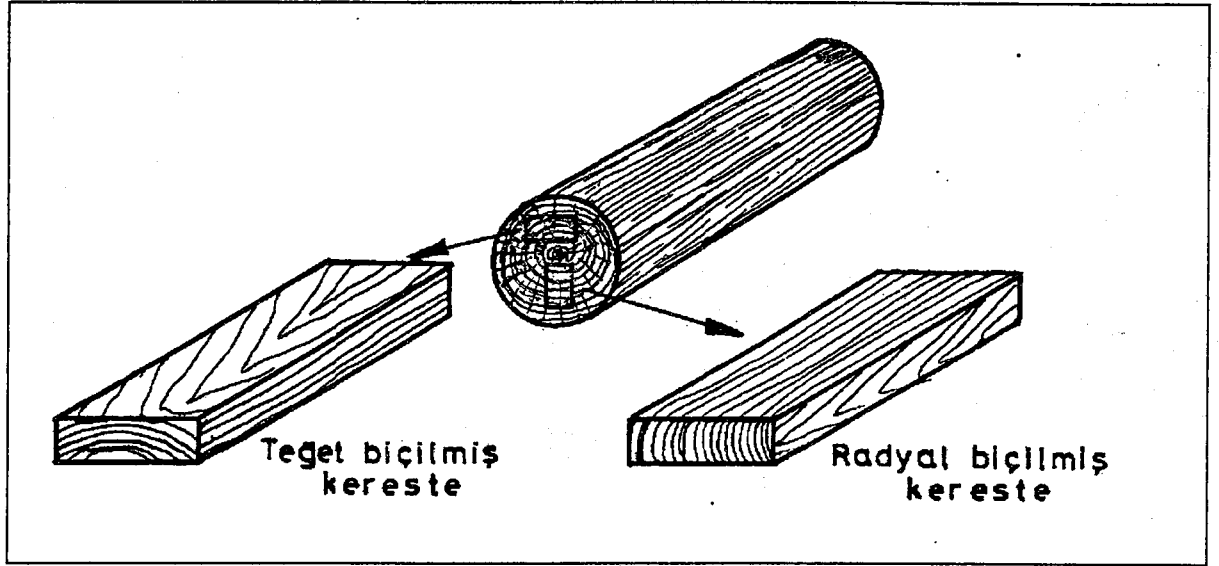
Tablo 6: Sarıçam ve Kızılcām odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ortalama değerler

FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER		SARIÇAM (Toker 1960)	KIZILÇAM (Bektaş 1997)
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm ³)		0.52	0.55
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm ³)		0.49	0.51
Yıllık halka genişliği (mm)		2.07	2.30
Yaz odunu katılım oranı (%)		26	28.85
Daralma (%)	β_r	4.30	4.60
	β_t	8.30	6.80
	β_l	0.30	0.55
	β_v	12.70	11.40
Genişleme (%)	α_r	4.40	4.68
	α_t	9.10	7.68
	α_l	0.30	0.34
	α_v	14.60	12.36
Eğilme direnci (kg/cm ²)		648.7	590.33
E - Modülü (kg/cm ²)		102000	87320
Basınç direnci (//, kg/cm ²)		379.2	419.64
Makaslama direnci (//, kg/cm ²)		-	66.96
Çekme direnci (⊥, kg/cm ²)		21.1	18.85
Brinell Sertlik değeri (kg/mm ²)	Enine	-	4.76 (H _J :473)*
	Radyal	2.36	2.70 (H _J :303)*
	Teğet	0.77	2.42 (H _J :339)*

(*) Datça bölgesi Kızılcāmına ait Janka sertlik değeri, kg/cm²

Depo alanlarından II. sınıf ve III. sınıf normal boy tomruk istiflerinden seçilerek alınan tomruklar, araştırma amacına uygun olarak, özodunu içerecek şekilde (10x10)cm kalaslar (kadronlar) halinde biçilmiş olarak örneklerin üretileceği Tekirdağ'daki TEKAĞAÇ SAN. A.Ş. fabrikasına getirilmiştir.

Tomruklardan, özodunu içerecek şekilde (10x10)cm kadronların biçilmesinden maksat, laminasyonda etki faktörlerinden biri olarak odun özelliklerinde yeknesaklığın sağlanması ve araştırma konusu, ahşap pencere için diri odunun uygun olmamasıdır. Ayrıca, yine araştırma çerçevesinde incelenecek olan laminasyondaki etki faktörlerinden lamellerdeki radyallik ve teğetliğin sağlanmasıdır. Bunun için, önce tomrukların enine kesiti üzerinde biçilecek kadronların yerleri ve biçme yönleri işaretlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10: Tomruktan teget ve radyal olarak biçilmiş kerestenin hazırlanması (DİLİK - 1997)

II.1.2. Tutkal

Araştırmada, ağaç işlerinde yaygın olarak kullanılan Üre Formaldehit tutkalı ile PVAc tutkalının, D sınıfı özelliklerini taşıyan (rutubete dayanıklı) tipleri kullanılmıştır.

Üre Formaldehit tutkalı olarak, aşağıda teknik özellikleri verilen POLİSAN firmasının PÜ-8755 adlı tutkalı seçilmiştir. Bu tutkalda, sertleştirici olarak %20'lik Maleik asit kullanılmıştır.

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 ₄ Cl
Sertleştirici	Araştırmada % 20'lik maleik asit kullanılmıştır.

PVAc tutkalı olarak da aşağıda teknik özellikleri verilen Alman FORBO - HELMİTİN firmasının, Helmitin - 33207 adlı tutkalı kullanılmıştır. Bu tutkal (DIN EN - 204)'e göre D3 hizmet sınıfı için kullanıma hazır halde bulunan bir tutkal olmasına

rağmen % 7.5'luk sertleştirici (Vernetzer D veya Vernetzer D/Blue) ilavesiyle rutubete dayanıklılığı daha da artırılarak D4 hizmet sınıfına çıkmaktadır.

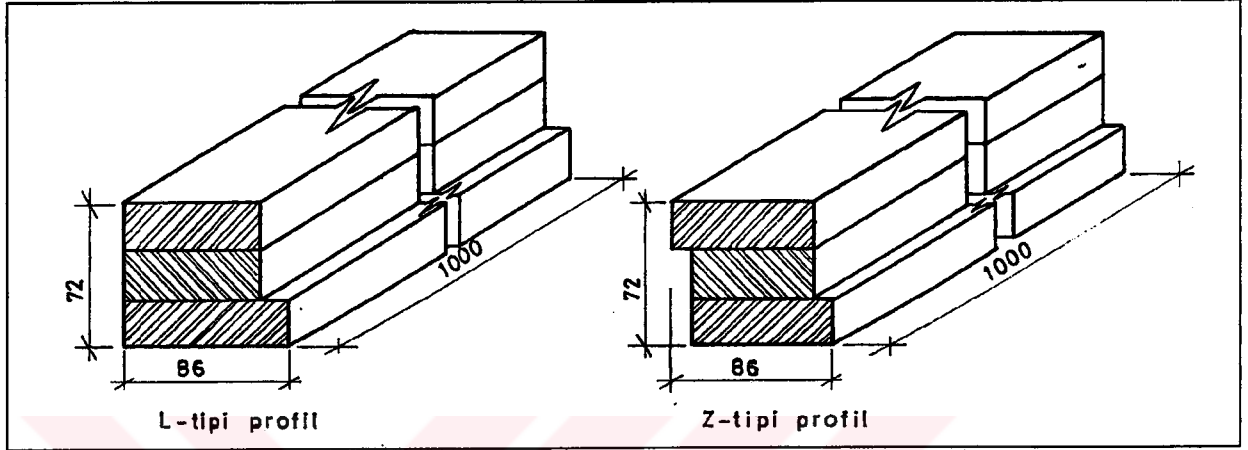
PVAc Tutkalının Teknik Özellikleri	
Tipi	PVAc - dispersiyon
Renk	Beyaz
Viskozite (20 °C)	~12500 m Pas
Yoğunluk (20 °C)	~1,08 g/cm ³
Açık süre	~4-5 saat
İnceltici/Temizleme	Su
Sürme miktarı	120 - 200 gr/m ²
Jelleşme zamanı	4-6 dak.
Sertleştirici Karışım oranı	% 7.5 vernetzer D veya Vernetzer D/blue
Uygulama Yöntemi	Fırça veya silindirli tutkal sürme makinası
Presleme süresi	20 °C de 15 dak. 50 °C de 5 dak 80 °C de 2 dak
Depolama süresi	~12 ay
Depolama şartları	Normal sıcaklıkta iyi muhafaza edilmiş kapalı alanlarda
Donma Hassasiyeti	Evet, fakat eritilebilir (çözülebilir)
Tutuşabilirliği (parlama)	Hayır.

Kullanılan Sertleştirici (Helmitin - D/blue)'nin Teknik Özellikleri	
Tipi	İzosiyanat
Renk	Sarımsı veya mavi, şeffaf
Viskozite	Orta viskozite
Yoğunluk	~ 1,16 g/cm ³
Temizleyici	Helmitin Solvent 683/2
Karışım oranı	100 kısım tutkala 2.5-5 kısım sertleştirici
Açık süre	~ 6-8 saat
Depolama süresi	~ 9 ay
Depolama şartları	Yaklaşık 20 °C sıcaklıkta iyi muhafaza edilmiş kapalı alanlarda
Donma hassasiyeti	Evet, düşük sıcaklıklarda kristalleşebilir fakat eritilebilir
Tutuşabilirliği (parlama)*	Hayır.
* Bu sertleştirici çok az miktarlarda tutuşabilir solventler içermektedir. İşlem sırasında, ısı kaynakları kullanılıyorsa tutuşabilir solvent buharlarının yok edilmesi için iyi bir havalandırma önlemi alınmalıdır.	

II.1.3. Örnek Pencere Profillerinin Üretimi

Araştırma amacıyla hazırlanan profiller, Alman Pencere Tekniği Enstitüsü (IfT)'nün hazırlamış olduğu Lamine Ahşap Pencere Profilleri ile ilgili (Bölüm I.2.5'de anlatılan) yönergesi esas alınarak üretilmiştir.

Profiller, kapı ve pencere üretimi konusunda faaliyet gösteren bir endüstri işletmesi (TEK AĞAÇ A.Ş.)'nde üretilmiştir. Pencere üretiminde çok kullanıldığı düşünülmüş ve seçilen, L tipi ve Z tipi şeklindeki profiller (72x86x1000)mm boyutlarında üretilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11: Üretilen örnek profiller ve boyutları (DİLİK -1997)

3 tabakalı (lamelli) olarak üretilen lamine profiller, araştırmada incelenecek olan laminasyondaki etki faktörlerinden; tutkal türü, lamel kalınlıkları, yıllık halka düzeni esas alınarak, her bir ağaç türü için şu kombinasyonlarda gruplandırılmış ve her bir gruptan 30 adet olmak üzere hazırlanmıştır (Tablo 7).

Denemelerde incelenecek laminasyondaki etki faktörleri olarak:

Ağaç Türü:

- Sarıçam
- Kızılcım

Tutkal Farklılığı:

- Üre Formaldehit (PÜ-8755)
- PVAc

Lamel Kalınlıklarının Farklılığı:

- Eşit kalınlıklardaki lameller (24/24/24)mm
- Farklı kalınlıklardaki lameller (20/32/20)mm

Yıllık Halka Düzeni:

- Radyal / Teğet / Radyal (R-T-R)
- Teğet / Radyal / Teğet (T-R-T)

olarak seçilmiştir.

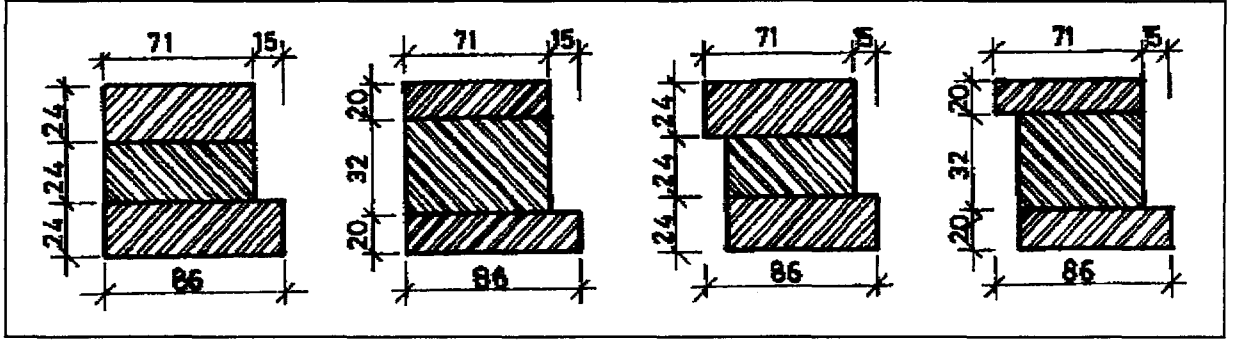
Tablo 7: Üretilen Profiller ve Özellikleri

Grup No	Ağaç Türü	Tutkal Tipi	Yıllık Halka Düzeni	Lamel kalınlıkları (mm)	Profil Şekli
1	Sarıçam	PÜ-8755	T-R-T	20-32-20	Z
2	Sarıçam	PÜ-8755	R-T-R	24-24-24	Z
3	Sarıçam	PÜ-8755	R-T-R	20-32-20	Z
4	Sarıçam	PVAc	T-R-T	20-32-20	Z
5	Sarıçam	PVAc	R-T-R	20-32-20	Z
6	Sarıçam	PVAc	R-T-R	24-24-24	Z
7	Sarıçam	PVAc	T-R-T	24-24-24	Z
8	Sarıçam	PÜ-8755	T-R-T	24-24-24	L
9	Sarıçam	PÜ-8755	R-T-R	24-24-24	L
10	Sarıçam	PÜ-8755	R-T-R	20-32-20	L
11	Sarıçam	PÜ-8755	T-R-T	20-32-20	L
12	Sarıçam	PVAc	T-R-T	24-24-24	L
13	Sarıçam	PVAc	R-T-R	24-24-24	L
14	Sarıçam	PVAc	T-R-T	20-32-20	L
15	Sarıçam	PVAc	R-T-R	20-32-20	L
16	Sarıçam	PÜ-8755	T-R-T	24-24-24	Z
A1	Kızılçam	PÜ-8755	T-R-T	20-32-20	Z
A2	Kızılçam	PÜ-8755	R-T-R	24-24-24	Z
A3	Kızılçam	PÜ-8755	R-T-R	20-32-20	Z
A4	Kızılçam	PVAc	T-R-T	20-32-20	Z
A5	Kızılçam	PVAc	R-T-R	20-32-20	Z
A6	Kızılçam	PVAc	R-T-R	24-24-24	Z
A7	Kızılçam	PVAc	T-R-T	24-24-24	Z
A8	Kızılçam	PÜ-8755	T-R-T	24-24-24	L
A9	Kızılçam	PÜ-8755	R-T-R	24-24-24	L
A10	Kızılçam	PÜ-8755	R-T-R	20-32-20	L
A11	Kızılçam	PÜ-8755	T-R-T	20-32-20	L
A12	Kızılçam	PVAc	T-R-T	24-24-24	L
A13	Kızılçam	PVAc	R-T-R	24-24-24	L
A14	Kızılçam	PVAc	T-R-T	20-32-20	L
A15	Kızılçam	PVAc	R-T-R	20-32-20	L
A16	Kızılçam	PÜ-8755	T-R-T	24-24-24	Z

Ağaç türü için, (Bölüm II.1.1.'de) belirtildiği üzere ülkemizde gerek yayılış alanı bakımından, gerekse ağaç işlerindeki yaygın kullanımı dikkate alınarak Sarıçam ve Kızılçam seçilmiştir.

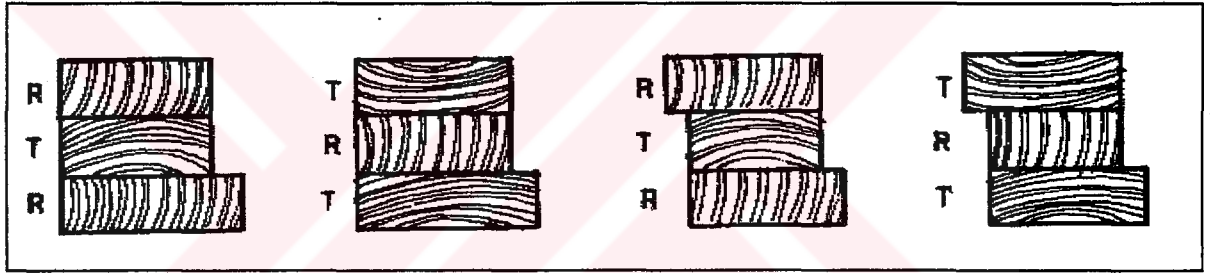
Tutkal farklılığı denemeleri için, Bölüm II.1.2'de belirtildiği gibi ağaç işlerinde yaygın olarak kullanılan ve yerli üretimleri bulunan Üre Formaldehid ve PVAc tutkalı kullanılmıştır

Lamel kalınlıklarındaki farklılığın etkisi için ise, kereste endüstrisinde çok kullanılan tahta kalınlıkları gözönünde tutularak 20, 24 ve 32 mm'lik tahtalar (lameller) kullanılarak eşit lamel kalınlıklarında ve farklı lamel kalınlıklarında lamine profiller elde edilmiştir (Şekil 12)



Şekil 12: Eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş profiller (DİLİK - 1997).

Yıllık halka düzeninin etkisi için de profildeki lamellerin kesit yüzeylerine göre, dış tabakaların radyal olması ve dış tabakaların teğet olması durumu ele alınmıştır. Bu amaçla, enine kesitte dış tabakalarda hem lamel kalınlıkları, hem de yıllık halka düzeni bakımından simetrisinin sağlanmasına dikkat edilmiştir (Şekil 13).



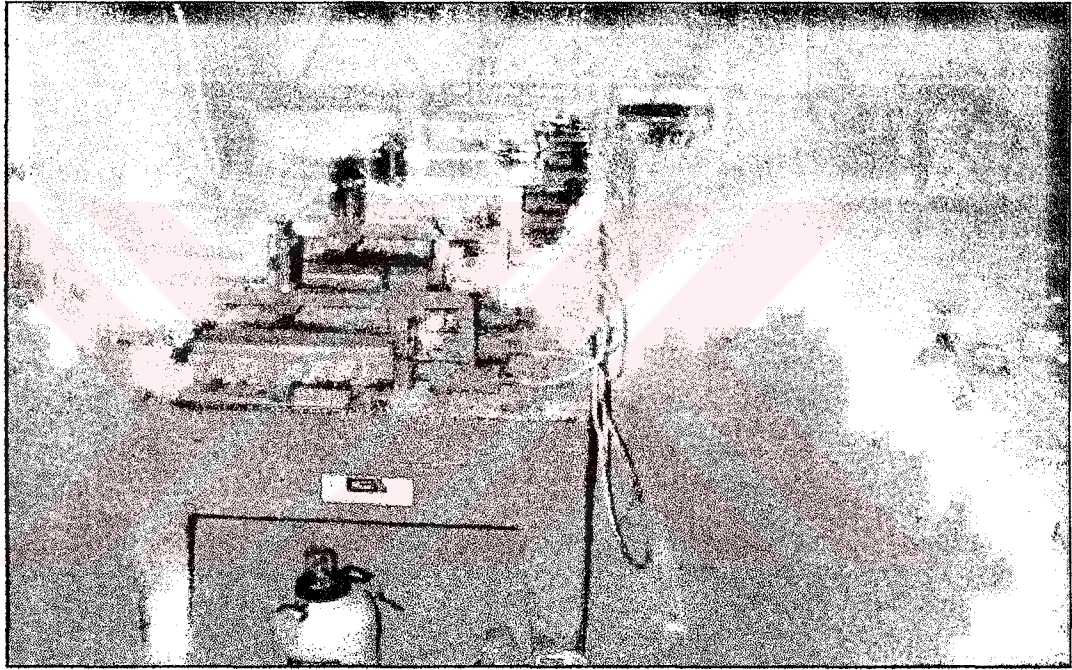
Şekil 13: Profillerdeki yıllık halka düzenlemeleri (DİLİK - 1997)

Üretimde kullanılan lameller $\%12 \pm 3$ rutubete kadar teknik kurutulmuş kadronlardan, teğet ve radyal yüzeyler sağlanacak şekilde biçilerek hazırlanmıştır. Daha sonra, üretilcek olan örnek profillerin boyutlarında ölçülendirilerek sınıflandırılmış, hatalı ve kusur içerenler ayrılmıştır. Kısa olanlar veya budak, çatlak vb. kusur içerenler bu kusurları uzaklaştırıldıktan sonra kama dişli boy birleştirme ile gerekli uzunluklarda lameller hazırlanmıştır. Genel olarak, kapı, pencere ve pervaz endüstrisinde kullanılan kama dişlerde 10-20 mm, taşıyıcı yapı elemanlarının yapımında ise 20-30 mm uzunluk (DIN 68140) öngörülmekte olup, kama diş uzunlukları bu boy birleştirmelerde 12 mm olarak seçilmiştir.

Hazırlanan lameller daha sonra profil makinasından geçirilerek yüzey düzgünlükleri sağlanmış ve Alman Pencere Tekniği Enstitüsünün 4-6 mm olarak öngördüğü işleme toleranslarından 4 mm'lik işleme toleransı seçilerek, toleransı ile beraber net ölçülerine getirilmiştir.

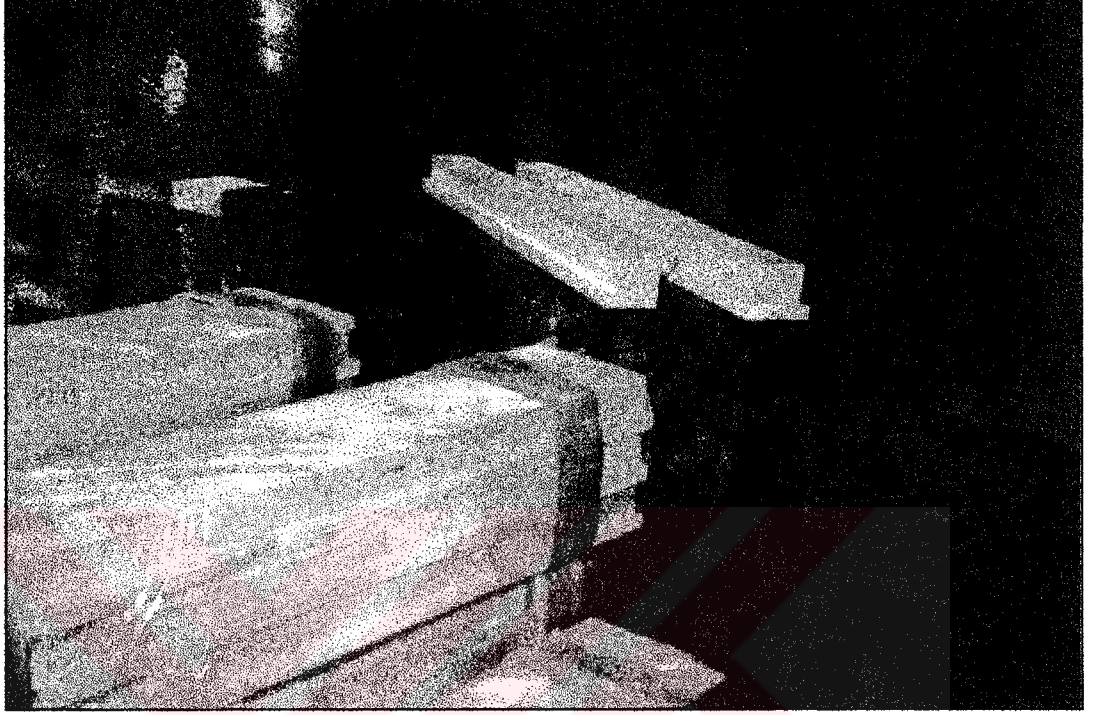
Yüzey düzgünlükleri sağlanan lameller, araştırmada öngörülen kombinasyonlar çerçevesinde bir araya getirilerek yapıştırılmıştır. Lamellerin bir araya getirilmesinde dış tabakalarda tam boy, iç tabakalarda ise kama dişli birleştirilmiş lamellerin kullanılmasına dikkat edilmiştir.

Tutkallama işlemi fırça ile gerçekleştirilmiş olup, tutkal üreticisinin talimatlarına uyulmuştur. Presleme işlemi, üretilecek olan profil şekline uygun (L ve Z profil) şablon kullanılarak 6 atü'lük basınç altında soğuk presleme olarak gerçekleştirilmiştir (Resim 1).



Resim 1: Lamine profil üretiminde presleme işleminde kullanılan makine ve örnekler

Presleme sonrası profiller, tek tek kontrol edilerek tutkal derzlerinden sızan tutkal artıkları temizlenmiştir. Bu kontrol sonrası, profiller özelliklerine göre her grup ayrı ayrı olmak üzere plastik folyo ile ambalajlanarak, denemelerin yapılacağı İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Lâboratuvarına nakledilmiştir (Resim 2).



Resim 2: Lamine profillerin kontrolü ve ambalajlanması

Burada, profiller denemelerden önce $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki klima odasında istife alınarak, 2 ay süreyle klimatize işlemine tabi tutulmuştur (Resim 3). Gerek lameller arasında, gerekse tutkaldan kaynaklanan rutubet dağılımını dengelemek amacıyla yapılan bu klimatizasyon işlemi süresince rutubet, elektrikli rutubet ölçerlerle kontrol edilerek, rutubetin $\%12 \pm 3$ olması ve lameller arasındaki rutubet farkının da $\%2$ 'yi geçmemesi sağlanmıştır.

Daha sonra, profillerden fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini amacıyla numuneler ilgili standartlar doğrultusunda hazırlanarak bunlar üzerinde denemeler yürütülmüştür.



Resim 3: Klima odasındaki lamine profiller

II.2. Deneme Metodları

Denemelerde, Alman Pencere Tekniği Enstitüsünün laminasyon için öngördüğü yapışma kalitesi ve dayanımı ile ilgili test metodlarının yanısıra, araştırmada lamine pencere profillerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve masif odun özellikleriyle mukayesesi de amaçlandığından deneme metodları olarak, standartlarda masif ağaç malzeme için kullanılan test yöntemleri seçilmiştir.

Bu amaçla; Pencere ve lamine malzemeler için önemli sayılabilecek fiziksel ve mekanik özellikler:

- Çalışma miktarı (daralma ve genişleme oranları)
- Eğilme direnci
- Eğilmede elastikiyet modülü (E - modülü)

- Basınç direnci
- Makaslama direnci
- Sertlik değeri
- Yapışma yüzeylerindeki Kopma yükü (kırılma yükü) ve Lif oranı

şeklinde belirlenmiş ve denemeler, mevcut labaratuvar şartları gözönünde bulundurularak aşağıda açıklandığı gibi yapılmıştır.

II.2.1. Pencere Profillerinde Çalışma Miktarı Denemeleri

Odunun çalışması, lif doygunluğu noktasının (LDN) altındaki rutubet derecelerinde bünyesine su alma veya bünyesinden su verme suretiyle gösterdiği daralma ve genişleme özelliği olarak tanımlanmaktadır.

Burada, profilin (doğramanın) kalınlık ve genişlik yönündeki çalışma miktarları belirlenmiştir. Boyuna yöndeki çalışma miktarı ise pratik bakımdan büyük önem taşımadığından hesaplanmamıştır. Nitekim, çeşitli ağaç türlerinde teğet yöndeki çalışma % 3.5 - 15.0 arasında değişirken, radyal yöndeki çalışma % 2.4 - 11.0 arasında, boyuna yönde ise % 0.1 - 0,9 arasında bulunduğu bildirilmiştir (BOZKURT ; GÖKER -1987).

Örneklerin bu özelliğinin belirlenmesi ile lamine malzemede; ağaç türü, tutkal türü, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzenlemelerinin çalışma miktarı üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu nedenle ölçüm yerleri Şekil 14'de görüldüğü gibi, bütün lamelleri ve enine kesiti kapsayacak şekilde belirlenmiş ve hesaplamada ortalamaları kullanılmıştır.

II.2.1.1. Daralma Denemeleri

Daralma denemeleri için numuneler, her grup profil için ayrı ayrı olmak üzere Şekil 14'de görüldüğü gibi hazırlanmıştır. Bu numunelerdeki daralma miktarının tespitinde ise şu yol izlenmiştir:

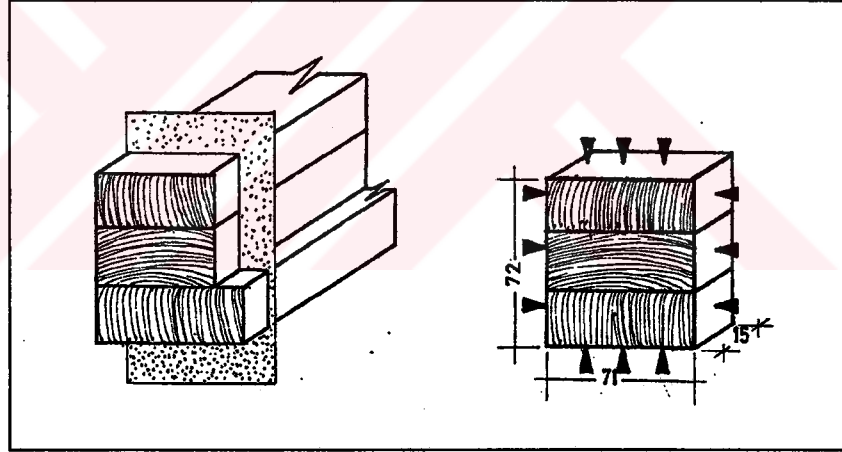
Numuneler normal su içerisine tamamen daldırılarak tam yaş hale (LDN'nin üzerine) getirildikten sonra işaretli yerlerden 0,01 hassasiyetteki dijital kompasla ölçmeler yapılmıştır

Daha sonra aynı numuneler, kurutma dolabında 103 ± 2 °C’de tam kuru hale (değişmez ağırlığa) gelinceye kadar kurutulduktan sonra desikatöre alınarak soğumaya bırakılmıştır. Bunu takiben, yine aynı işaretli yerlerden ölçmeler yapılarak elde olunan değerler, aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve daralma miktarı, kalınlık yönünde ve genişlik yönünde daralma yüzdesi (oranı) olarak ayrı ayrı tespit edilmiştir.

$$\beta (\%) = \frac{\text{Rutubetli ölç ü} - \text{Tam kuru ölç ü}}{\text{Rutubetli ölç ü}} \times 100$$

II.2.1.2. Genişleme Denemeleri

Genişleme denemeleri için hazırlanan numunelerde daralma denemeleri numuneleri gibi (Şekil 14) elde edilmiştir. Bu numunelerdeki genişleme miktarının tespitinde de şu yol izlenmiştir:



Şekil 14: Profillerdeki çalışma miktarının tespiti için, numunelerin hazırlanması ve ölçüm yerlerinin tespiti (DİLİK -1997).

Hava kurusu haldeki numuneler kurutma dolaplarında (103 ± 2 °C de) tam kuru hale getirilmiş ve işaretli yerlerden tam kuru ölçüler belirlenmiştir.

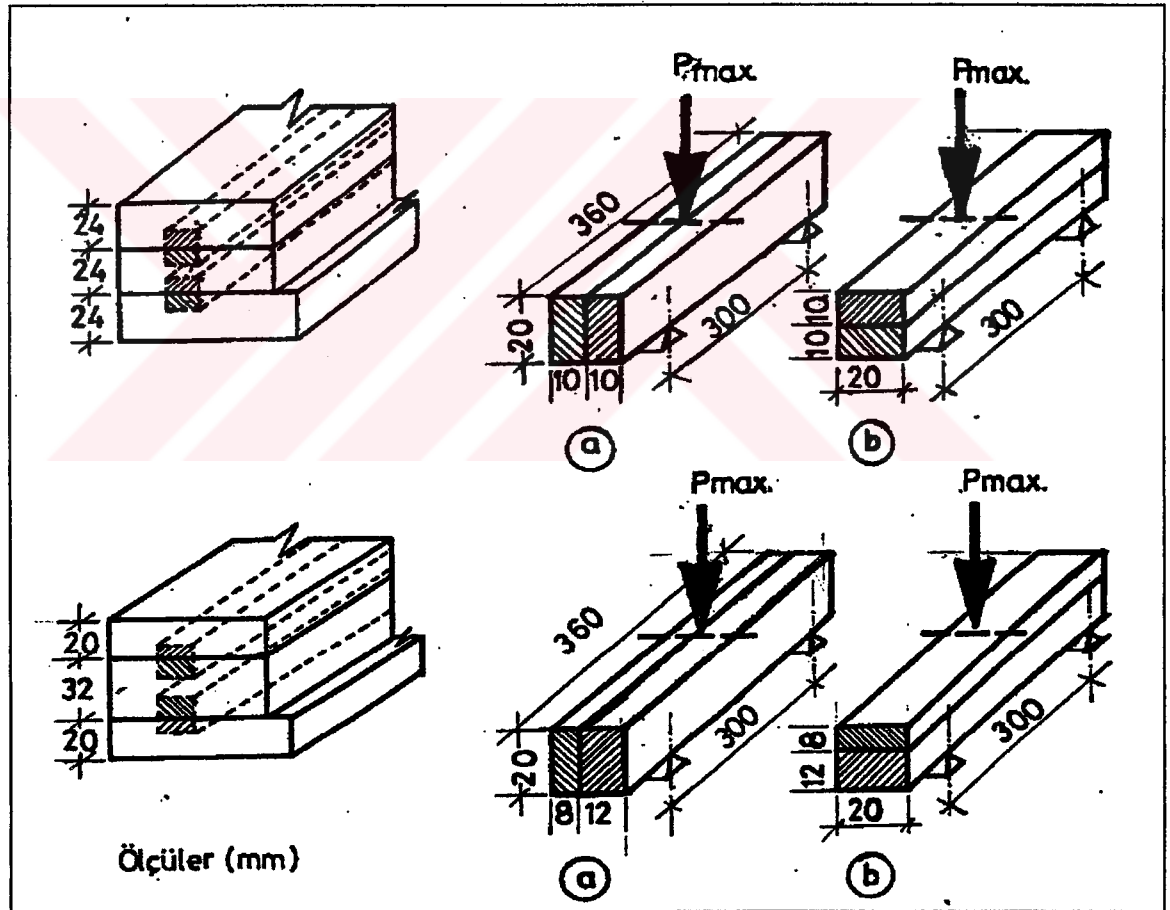
Daha sonra, aynı numuneler su içerisine tamamen daldırılarak tam yaş hale getirildikten sonra, yine aynı işaretli yerlerden ölçmeler yapılarak elde edilen tam yaş ölçüler, aşağıdaki formülde yerine konularak genişleme miktarı, kalınlık yönündeki ve genişlik yönündeki genişleme yüzdesi olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$\alpha (\%) = \frac{\text{Rutubetli ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}}{\text{Tam kuru ölçü}} \times 100$$

II.2.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü (E - modülü)

Denemeleri.

Lamine profillerin, eğilme direnci ve E-modülü'nün belirlenmesi amacıyla, mevcut laboratuvar şartları gözönünde tutularak hazırlanan numuneler TS 2474 ve TS 2478'e göre, denemelerdeki etki faktörleri esas alınarak hazırlanmıştır (Şekil 15). Burada, lamellerin enine kesitteki katılım oranlarını aynen yansıtabilecek şekilde, bir tutkal derzini kapsayan numuneler her grup için ayrı ayrı ele alınmıştır.

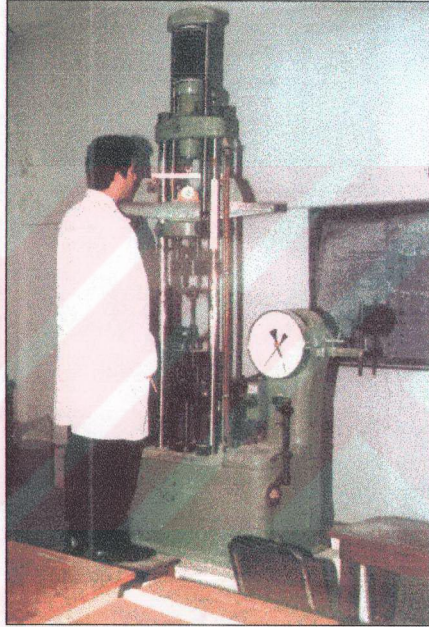


Şekil 15: Eğilme direnci ve E - modülü numunelerinin hazırlanması (DİLİK - 1997):

Denemelerde numunelere uygulanacak kuvvet yönünün tespitine gelince, burada profilin pencere konstrüksiyonlarındaki pozisyonu ve maruz kalacağı yüklenme yönleri dikkate alınarak Şekil 15a'daki gibi seçilmiştir. Zira, pencere konstrüksiyonlarında tutkal derzinin dış hava şartlarına açık bulunması hatalı bir

konstrüksiyon kabul edilmektedir. Şekil 15b'deki durumda, böyle hatalı bir konstrüksiyon için söz konusu olduğundan, profilin bu yöndeki eğilme direnci ve E-modülü hesaplanmamıştır.

Denemeler, 1 ton kapasiteli Universal ağaç malzeme deneme makinasında (Resim 4) yürütülmüştür.



Resim 4: Universal deneme makinasında eğilme direnci deneyi uygulaması

Klimatize işlemini takiben, hava kurusu rutubetteki numunelerin orta yerlerinden kalınlık ve genişlikleri 0,01 mm. hassasiyetteki dijital kompas ile ölçülmüştür. Daha sonra makinaaya yerleştirilen numuneler, $1,5 \pm 0,5$ dak. da kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük (P_{max}) makinanın skalasından okunarak, eğilme direnci aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$\sigma_E = \frac{3 \cdot P_{\max} \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

σ_E : Eğilme direnci (kg/cm²)

$P_{\max}$: Kırılma yükü (kg)

l : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

b : Numunenin genişliği (cm)

h : Numunenin kalınlığı (cm)

Deney sonrası numunelerin rutubet miktarları TS 2471'e göre belirlenmiştir. (2x2x3)cm ebatlarındaki rutubet tayini örneklerinin kırılma yerine yakın yerden alınmasına dikkat edilmiştir. Bulunan rutubet miktarları içerisinde %12'den sapma gösteren örneklere ait eğilme dirençleri aşağıdaki formül kullanılarak tahvil işlemine tabi tutulmuştur.

$$\sigma_{E12} = \sigma_E (1 + 0.04(m - 12))$$

σ_{E12} : %12 rutubetteki eğilme direnci (kg/cm²)

σ_E : Herhangi bir rutubetteki eğilme direnci (kg/cm²)

m : Rutubet miktarı (%)

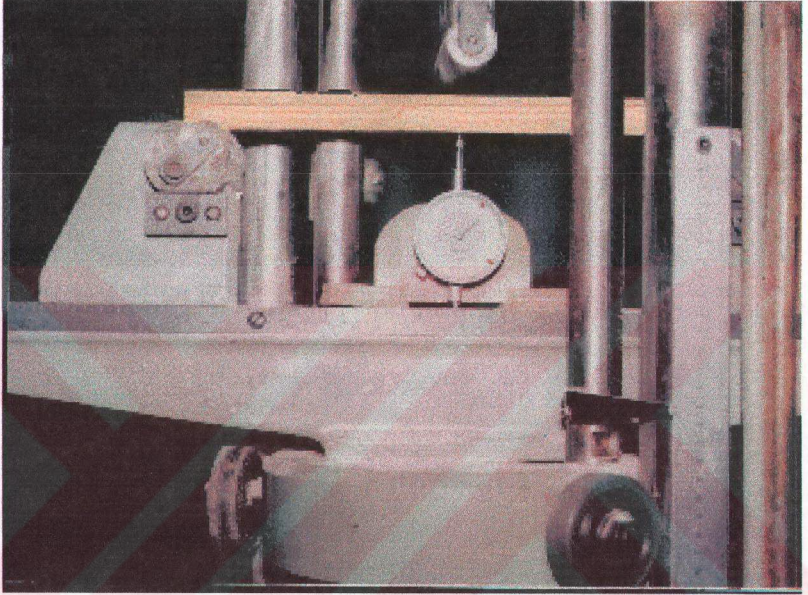
Ayrıca, denemelerden hemen sonra rutubet tayini için alınan bu örneklerin tam kuru özgül ağırlıkları (D_0), her bir deney örneği için bulunmuş ve eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkide incelenmiştir.

Fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemesi bakımından önemli bulunan yıllık halka genişliği ve yaz odunu katılım oranı da, hava kurusu haldeki özgül ağırlık numuneleri üzerinde Brinell mikroskobuyla yapılan ölçümler ile belirlenmiştir. Bu ölçümlerde, örneği oluşturan her lamel için ortalama yıllık halka genişliği ve ortalama yaz odunu katılım oranları ile beraber, her grubun ortalama yıllık halka genişliği ve ortalama yaz odunu genişliği bulunmuştur.

Eğilmede Elastikiyet Modülü (E - modülü) :

E - modülünün belirlenmesinde de eğilme direnci deney numuneleri kullanılmış ve denemeler TS - 2478'e göre yürütülmüştür. Deneylerden önce, 5 adet numune üzerinde çalışılarak elastikiyet sınırı belirlenmiştir ve bu sınır değeri yaklaşık olarak 50 kgf bulunmuştur.

Eğilme miktarının ölçülmesinde, nötral eksen üzerine bağlanan ve 0.001 mm hassasiyetteki bir tensometre kullanılmıştır. Eğilme kuvveti sabit bir artış hızıyla uygulanmış ve 15-30-45 kg'lık yüklerdeki eğilme miktarları ölçülmüştür (Resim 5).



Resim 5: E - modülü denemelerinde eğilme miktarının tensometre ile ölçülmesi

E - modülünün hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (BOZKURT ; GÖKER -1987).

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

P : Yüklemin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit yük (kgf)

l : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

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

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

Deney sonrası % 12'den sapma gösteren numunelerin E - modülleri aşağıdaki formüle göre tahvil işlemine tabi tutulmuştur.

$$E_{12} = E_m (1 + 0,02 (m - 12))$$

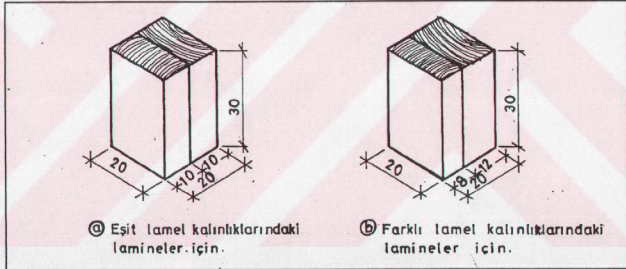
E_{12} : %12 rutubetteki Elastikiyet Modülü (kg/cm^2)

E_m : m (her hangi bir) rutubetteki Elastikiyet Modülü (kg/cm^2)

m: Rutubet miktarı (%)

II.2.3. Basınç Direnci Denemeleri

Lamine profillerin basınç direncinin belirlenmesi amacıyla, hava kurusu haldeki profillerden (Klima odasındaki) TS 2595'e göre (2x2x3)cm boyutlarında hazırlanan numuneler kullanılmıştır. Bu numuneler, denemelerdeki etki faktörleri esas alınarak her gruptan Şekil 16'da görüldüğü gibi bir tutkal derzini kapsayacak şekilde hazırlanmıştır.



Şekil 16: Basınç direnci deney numuneleri (DİLİK - 1997).

Denemelerden önce, numunelerde kuvvetin uygulanacağı enine kesit alanı ölçülmüş, sonra da deneyde uygulanan kırılma anındaki maksimal kuvvet (P_{max}) belirlenerek aşağıdaki formüle göre, örneklerin basınç dirençleri hesaplanmıştır.

$$\sigma_B = \frac{P_{max}}{F}$$

σ_B : Basınç direnci (kg/cm^2)

P_{max} : Uygulanan maksimum kuvvet (kg)

F: (axb) kuvvetin uygulandığı alan (cm^2)

Deney sonrası numunelerin rutubetleri, TS 2471'e göre tespit edilmiş ve %12'den sapma gösteren numunelerin basınç direnci değerleri, aşağıdaki formüle göre tahvil işlemine tabi tutulmuştur.

$$\sigma_{B12} = \sigma_B (1 + 0.006(m - 12))$$

σ_{B12} : %12 rutubetteki basınç direnci (kg/cm²)

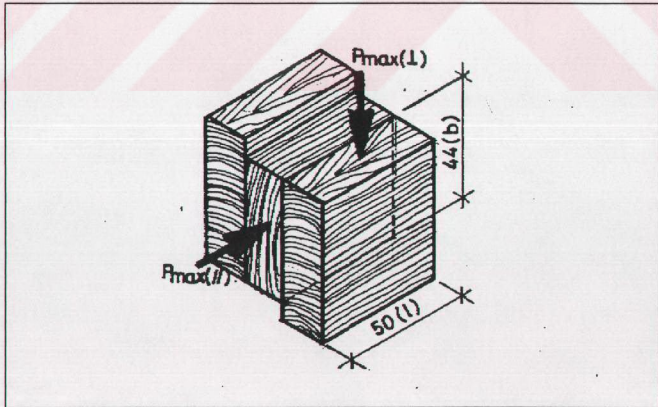
σ_B : m (her hangi bir) rutubetteki basınç direnci (kg/cm²)

m: Rutubet miktarı (%)

Ayrıca, numunelerin kırılma şekilleri, lamel kalınlıklarına ve tutkal türüne göre gözlenmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

II.2.4. Makaslama Direnci Denemeleri

Araştırmada, bu amaçla kullanılan TS -3891, TS -8492 ve ASTM D 3110-88 standartları gözönünde tutularak hazırlanan (50x44)mm boyutlarında yapışma yüzeyine sahip deney numuneleri Z tipi örnek profillerden kesilerek hazırlanmıştır (Şekil 17). Denemelerde, deney numuneleri için standartlarda öngörülen makaslama yüzeyi ölçülerine Z- tipi profiller ile kolaylıkla ulaşılabildiğinden, numuneler bu tip profillerden kesilerek hazırlanmıştır.



Şekil 17: Makaslama direnci deney numuneleri (DİLİK -1997)

Denemelerden önce, kuvvetin uygulanacağı ve makaslama etkisine maruz kalacak makaslama yüzeyi (lxb), 0.01 hassasiyetteki bir kompasla ölçülerek

kaydedilmiştir. Sonra da deneyde uygulanan kırılma anındaki maksimum kuvvet (P_{max}) belirlenerek, aşağıdaki formüle göre makaslama dirençleri hesaplanmıştır.

$$\sigma_M = \frac{P_{max}}{b \cdot l}$$

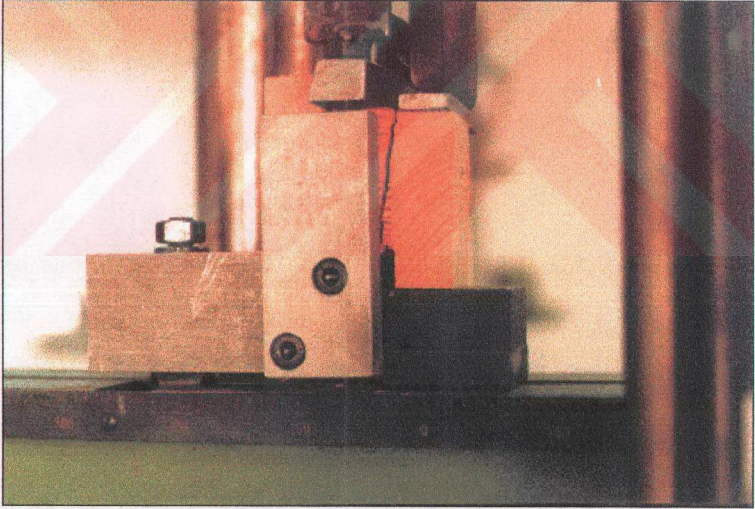
σ_M : Makaslama direnci (kg/cm^2)

P_{max} : Kırılma yükü (kg)

b : Yapışma yüzeyi eni (cm)

l : Yapışma yüzeyi boyu (cm)

Deneyler, 10 tonluk universal ağaç malzeme deneme makinasında 12 mm/dk. yükleme hızında ve yükün uygulanmaya başlamasından itibaren 1.5-2 dak. içinde kırılacak şekilde yapılmıştır. Resim 6'da görüldüğü gibi, üç tabakalı numunelerin iki tabakası bir aparatla sabit olarak tespit edilirken, diğer tabakaya makaslama etkisi yapan kuvvetin uygulanması sağlanmıştır.



Resim 6: Makaslama deneyi uygulamasında örneklerde kırılma şekilleri ve test düzeni.

Makaslama direnci denemeleri, profillerin pencere konstrüksiyonlarında maruz kalacağı makaslama yüklemeleri gözönünde tutularak, tutkal hattında liflere paralel ($//$) ve liflere dik ($\perp$) olmak üzere iki yönde hesaplanmıştır (Şekil 17)

Deney sonrası numunelerin rutubetleri belirlenerek % 12'den sapma gösteren numunelerin makaslama direnci değerleri, aşağıdaki formüle göre tahvil işlemine tabi tutulmuştur.

$$\sigma_{M12} = \sigma_M (1+0.03 (m-12))$$

σ_{M12} : %12 rutubetteki makaslama direnci (kg/cm²)

σ_M : m (herhangi bir) rutubetteki makaslama direnci (kg/cm²)

m: rutubet miktarı (%)

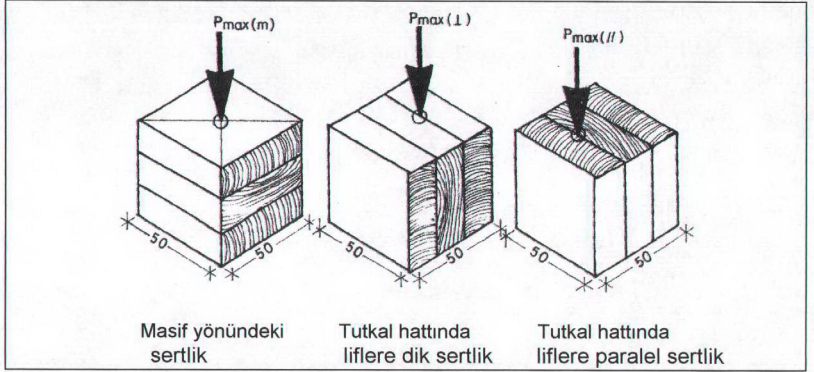
Ayrıca, denemeler esnasında kırılma şekilleri gözlenmiş ve tutkal kırılması (lifsiz ayrılma) gösteren numunelerin değerlendirmelere alınmamasına dikkat edilmiştir.

II.2.5. Sertlik Denemeleri

Ağaç malzemenin gerek kullanımında, gerekse işlenmesinde önemli bulunan sertlik değeri, katı bir maddenin bir kuvvet yardımıyla ağaç malzeme içerisine girmesine karşı gösterilen karşı koyma olarak tanımlanmaktadır.

Anizotrop olan odunda enine kesit, radyal kesit ve teğet kesit sertliği farklı bulunmaktadır. Enine kesit sertliği diğerlerine göre en yüksektir. Daha sonra, sırasıyla radyal kesit ve teğet kesit sertliği gelmektedir (BOZKURT ; GÖKER -1987).

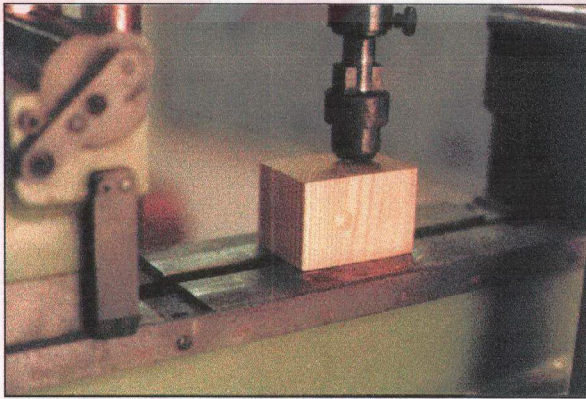
Bu araştırmada, profillerin sertlik değeri için Janka sertlik metodu kullanılmıştır. Deneyler, 1 tonluk Universal deneme makinasında hava kurusu haldeki profillerden (50x50) mm enine kesit ölçülerinde kesilerek hazırlanan numunelerde gerçekleştirilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18: Lamine malzemede üç farklı yöndeki sertlik değerinin saptanması (DİLİK-1997).

Lamine malzemeler için muhtemel tehlike bölgeleri olarak kabul edilen tutkal derzleri, sertlik denemelerinde de gözönünde tutularak şekilde görüldüğü gibi, tutkal hattında liflere paralel, tutkal hattında liflere dik ve masifteki sertlik olarak 3 yönde ayrı ayrı belirlenmiştir.

Bu metotda, 11.284 mm çapında bir çelik küre odun içine orta kısmına kadar sokulmaktadır. Odun içerisine giren bu yarı kürenin alanı 1 cm^2 olup, çelik kürenin ortasına kadar odun içerisine girmesini sağlayan kuvvet, deneme makinasının skalasından okunarak Janka sertlik değeri (Hj) olarak belirlenmiştir (Resim 7)



Resim 7: Janka Sertlik Deneyi uygulaması

Deney sonrası numunelerin rutubetleri TS 2471'e göre tespit edilmiş ve % 12'den sapma gösterenler, Higroskopik sınırlar içerisinde rutubetin % 1 azalmasına karşılık sertlik, liflere paralel yönde % 4, dik yönde ise % 2.5'luk bir artma gösterir esasına göre aşağıdaki formüle ile tahvil işlemine tabi tutulmuşlardır (BOZKURT ; GÖKER -1987).

Liflere paralel yönde;

$$H_{j12} = H_j (1+0.04 (m-12))$$

Liflere dik yönde;

$$H_{j12} = H_j (1+0.025 (m-12))$$

H_{j12} : % 12 rutubetteki janka sertlik değeri (kg/cm²)

H_j : m rutubetteki Janka sertlik değeri (kg/cm²)

m : Rutubet miktarı (%)

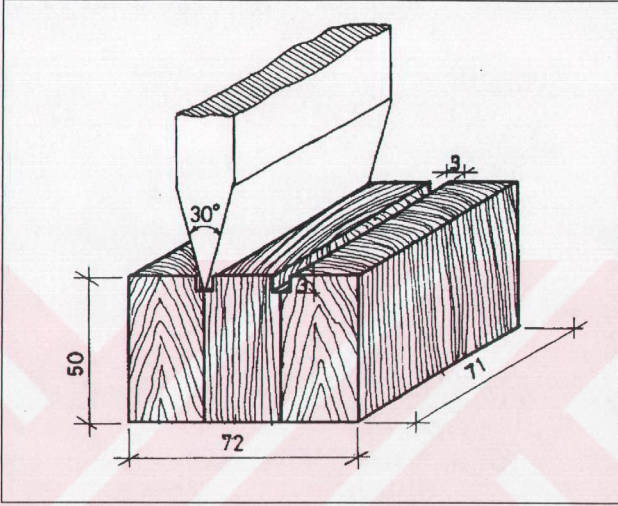
II.2.6. Kama Etkisiyle Yarıлма Denemeleri

Araştırmada yapışma kalitesinin tayini amacıyla yapılan bu denemelerde, kama etkisiyle yarılmadaki kopma yükü (kırılma yükü) ve yapışma yüzeyindeki lif oranı tespit edilmiştir. Ayrıca bu denemeler, lamine malzemenin suya ve ısıya karşı olan dayanımlarını da belirlemek amacıyla farklı ortam şartlarında bekletilen numuneler üzerinde de yürütülmüştür.

Denemelerde, Alman Pencere Tekniği Enstitüsünün laminasyondaki tutkallama kalitesinin kontrol belirlemelerine göre önce, açık tutkal derzlerinin bir penetrasyon maddesi ile kontrolü yapılmış, daha sonra profillerden 50 mm boyunda kesilmiş olarak Şekil 19'daki gibi hazırlanmış numunelerde kopma yükü ve lif oranı belirlenmiştir.

Denemelerde penetrasyon maddesi olarak, Alman Pencere Tekniği Enstitüsünün önerdiği reçeteye bağlı kalınarak hazırlanmış; yarı yarıya su ve etil alkol ile pril ve az miktarda metil kırmızısı (renklendirici olarak) kullanılmıştır. Hazırlanan penetrasyon maddesi, numunelerin kesileceği profillerde açık tutkal derzleri üzerine bol miktarda sürülerek, 15 dak.'lık bekleme süresi sonunda yüzeyler planyalanmış ve penetrasyon maddesinin derze nüfuz edip etmediği kontrol

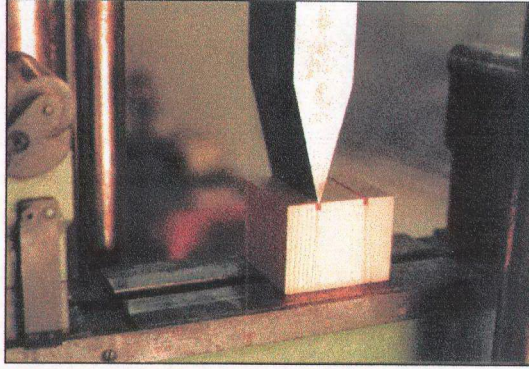
edilmiştir. Bu kontrollerde, penetrasyon maddesinin tutkal derzine nüfuz etmemesi gerektiği Bölüm I.2.5.4.3'de açıklanmış olup, aksi halde yapışmanın uygun olmadığına karar verilir.



Şekil 19: Yarıлма deneyi numunesi (DİLİK -1997)

Kama ile yarılmada, kuvvet etkisinin tam tutkal derzine uygulanmasını sağlamak amacıyla, numunelerin enine kesitlerinden birine tutkal derzi üzerine gelecek şekilde 3 mm genişliğinde ve 3 mm derinliğinde bir kanal açılmıştır.

Deneyler, universal deneme makinasında özel olarak, makinaya monte edilebilecek şekilde imal ettirilmiş olan, ucu 1 mm radyus şeklinde kütleştirilmiş ve 30° lik kama açısına sahip bir kama ile gerçekleştirilmiştir (Resim 8). Bu kamanın, makinaya montesi ile tutkal derzinin ayrılma anındaki maksimal kopma yükü (Pmax) makina skalasından okunarak saptanmıştır.



Resim 8: Kama Etkisiyle Yarıлма Deneyi uygulaması.

Deneylerde, kopma yüküyle beraber yapışma kalitesi hakkında iyi bir gösterge olan, yapışma yüzeylerinde kopan odun liflerinin oranı da aynı numuneler üzerinde tespit edilmiştir.

II.2.6.1. Deney Numunelerinin Kopma Yüzeyinde Lif Oranı Tespiti

Yapışma kalitesinin saptanmasında kriter olarak; ya tutkal bağıını ayırmak için gerekli fiziki kuvvet, ya da deneyden sonra numunenin kırılan yüzünde meydana gelen lif ve odun parçaları alanının kırılma alanına oranı kullanılmaktadır.

Tutkallanarak birleştirilmiş ağaç malzeme kendisine yüklenen kuvvetler karşısında kırıldığı zaman, bu kırılma odunda, tutkal hattında veya bu ikisinin birleştiği bölge de meydana gelir. Bu kırılma durumları yapışmanın kalitesi hakkında iyi bir gösterge olmaktadır (DEMETÇİ -1991).

Diğer taraftan, yapışma kalitesinin tayininde lif oranı metodu yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen, bu metodun tutkal bağının saptanmasında bütün dünyaca kabul edilir tek bir standart metod olmasını önleyen bazı sakıncalar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, bazı hallerde kopma direncinin yükselmesi ile yapışma yüzeyinde meydana gelen lif ve odun miktarı da yükselirken, bazı hallerde de bunun tamamen aksine kopma direncinin yükselmesiyle lif ve odun miktarlarında bir azalma görülmesidir. Bu bakımdan, tutkal bağının saptanmasında lif oranı metodu

tek başına yeterli değildir. Yapışma yüzeyinde kopmadan sonra arta kalan odun ve lif miktarları tutkal bağının saptanmasında bir ölçüt olarak kullanılmak isteniyor ise, odun ve lif miktarları ile kopma yükü değerlerinin karşılıklı ilgilerini tespit etmek gereklidir. Ancak böyle bir korelasyondan sonra, lif oranı metodu tutkal bağının saptanmasında güvenilirlikle kullanılabilir (ÖKTEM -1975).

Bu nedenle, araştırmada deney numunelerinin kopma yükü ile beraber kopma şekli ve bölgesi de incelenmiştir. Bu amaçla, kopan yüzeylerde bulunan odun lifi ve tutkalla kaplı alanların yapışma yüzeyinin tamamına göre alanları yüzde (%) olarak ölçülmüştür. Değerlendirmeler, ıslak numunelerde kurulandıktan sonra yapılmıştır.

Ölçmelerde, yapışma yüzeyi ölçüleri gözönünde tutularak hazırlanan, numunelerin yapışma yüzeyine eşit (50x71) mm boyutlu şeffaf bir şablon kullanılmıştır. Şablon, yatay ve dikey çizgilerle her biri 0,355 cm² lik 100 eşit parçaya bölünmüştür. Şablon kopmuş yüzey üzerine konarak lif oranı belirlenmiştir.

Ölçümlerde hata payını en az düzeye indirmek için, ölçümler her iki yüzeyde de yapılarak iki değerlendirme arasındaki kontrol ve uygunluk sağlanmıştır. Ayrıca, odun lifi ve tutkalla kaplı alanların doğru olarak değerlendirildiğinin kontrolü, bir parçanın kopma yüzeyindeki odun lifleri ile tutkalla kaplı alanlar için bulunan değerlerin % 100 olmasına dikkat edilerek yapılmıştır.

II.2.6.2. Deney Numunelerinin Çeşitli Ortamlarda Bekletilmesi

Hava kurusu haldeki (%12) numunelerde yapılan kama etkisiyle yarılma denemeleri, çeşitli ortamlarda bekletilen numuneler üzerinde de gerçekleştirilerek, numunelerin rutubete ve suya karşı olan (yaş ortam) dayanımları da belirlenmeye çalışılmıştır.

Denemelerdeki farklı ortam şartları, kullanılan tutkal türleri gözönünde tutularak TS 93 ve TS 3891 standartlarındaki esaslara göre seçilmiştir. Böylece denemeler aşağıdaki ortam şartlarında yürütülmüştür.

1. Kuru Ortam:

20 ±2 °C sıcaklık ve % 65 ±5 bağıl nemde klimatize edilen numuneler.

2. Yaş Ortam:

a) 30 °C $\pm$ 1°C sıcaklıktaki suda 3 saat kaldıktan sonra bunu izleyerek 20 $\pm$ 1°C' deki suda 10. dak bekletilen numuneler.

b) 67 $\pm$ 2 °C sıcaklıktaki suda 3 saat kaldıktan sonra bunu izleyerek soğuk suya (20 $\pm$ 1°C) daldırılarak yaklaşık oda sıcaklığına kadar soğutulan numuneler.

Her gruptan ayrı ayrı hazırlanan bütün numuneler, araştırmadaki etki faktörleri çerçevesinde iki farklı bekletme ortamında da denemelere tabi tutulmuştur.

II.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada seçilen iki ağaç türünden, iki farklı tutkalla, eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle, iki farklı yıllık halka (R-T-R ve T-R-T) düzeninde üretilen lamine doğrama profilleri için belirlenen fiziksel ve mekanik özelliklere ait veriler, istatistik olarak F- testi ve T-testi ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirme, her ağaç türü için araştırmada incelenen laminasyondaki etki faktörlerine (tutkal türü, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzeni) göre, ayrı ayrı yapılmıştır. Bu etki faktörlerinin her biri, diğerleri sabit kalmak şartıyla farklı tutularak üretilmiş olan numunelere ait bulgular (değerler) üzerinde önemli (etkin) bulunup bulunmadıkları F ve T testleri ile yapılmıştır.

Bilindiği gibi toplumların özdeş sayılabilmesi için hem varyanslarının hem de aritmetik ortalamalarının eşit olması gerekmektedir. Bu nedenle, araştırmada önce F- testi ile varyansları, sonra T-testi ile aritmetik ortalamaları karşılaştırılmıştır. Her ikisi de eşit çıkan toplumlar özdeş kabul edilmiş, aralarında önemli bir farklılığın olmadığı yargısına varılmıştır. Varyansların veya ortalamaların birinde farklı çıkması durumunda toplumlar arasında belirli güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu kabul edilmiştir (KALIPSIZ -1988).

Toplumlar arasında çıkan farklılığın güven düzeyleri yıldız işareti (*) ile sembolize edilmiştir. 0.05 güven düzeyi için bir yıldız (*). 0.01 güven düzeyi için iki yıldız (**), 0.001 için ise üç yıldız (***) hesap değerlerinin yanına konarak belirtilmiştir. Hiç bir farklılığın çıkmaması durumu ise N.S. (nonsignificant) işaretiyle belirtilmiştir.

F - testi değerlerinin hesabında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$F = \frac{S_1^2 \text{ (büyük varyans)}}{S_2^2 \text{ (küçük varyans)}}$$

Burada daima büyük varyans, küçük varyansa oranlanarak elde edilen değerler önceden kararlaştırılmış bulunan güven düzeylerinde $V = n_1 - 1$ ve $V = n_2 - 1$ serbestlik dereceleri için F- tablosundan bulunan değer ile karşılaştırılmıştır.

Hesaplanan F değeri, tablodan bulunan F tablo değerinden küçük ise iki toplumun varyanslarının eşit olduğu yargısına varılmıştır. Aksi durumda ise alternatif varsayım kabul edilmiştir.

T- testi değerlerinin hesabında ise şu formül kullanılmıştır.

$$T = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)}}$$

Buradan elde edilen değerler yine önceden kararlaştırılmış olan güven düzeyinde $V = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$ serbestlik dereceleri için T- tablosundan bulunan değer ile karşılaştırılmıştır.

Hesaplanan T- değeri, T- tablosundan bulunan T- tablo değerinden küçük ise iki tablonun aritmetik ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı yolundaki varsayım kabul edilmiştir.

Varyans ve aritmetik ortalamaların eşit çıkması halinde iki toplumun özdeş olduğu ve aralarında incelenen etki faktörleri olarak tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzeni değişikliğinin neden olduğu bir ayrılığın bulunmadığı yargısına varılmıştır.

III. BULGULAR

Bu bölümde araştırmadaki etki faktörleri esas alınarak, Sarıçam ve Kızılçamdan üretilen lamine doğrama profillerinin; daralma ve genişleme miktarları, eğilme direnci, özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi, E- modülü, basınç direnci, makaslama direnci ve sertlik direnci gibi fiziksel ve mekanik özellikleri ile kama etkisi ile yarılmada kopma yükü ve lif oranlarına ait bulgular, istatistiksel sonuçlar halinde ayrı ayrı tablolar şeklinde verilmiştir.

Araştırmada incelenen etki faktörleri:

A - Ağaç Türü

-Sarıçam

-Kızılçam

B - Tutkal Türü

-Polivinil Asetat (PVAc)

-Üre Formaldehit (PÜ-8755)

C - Lamel Kalınlıkları

-Eşit lamel kalınlıklarında üretilen (24/24/24) mm

-Farklı lamel kalınlıklarında üretilen (20/32/20) mm

D - Yıllık Halka Düzeni

-Radyal - Teğet - Radyal (R-T-R)

-Teğet - Radyal - Teğet (T-R-T)

III.1. Çalışma Miktarları (Daralma ve Genişleme Miktarları)

III.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Daralma ve Genişleme Miktarları

Sarıçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R ve T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede belirlenen; daralma miktarlarının istatistiksel sonuçları (aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, varyasyon katsayısı, değişim aralığı ve örnek sayısı) Tablo 8'de; genişleme miktarlarına ait istatistiksel sonuçları ise, Tablo 9'da verilmektedir.

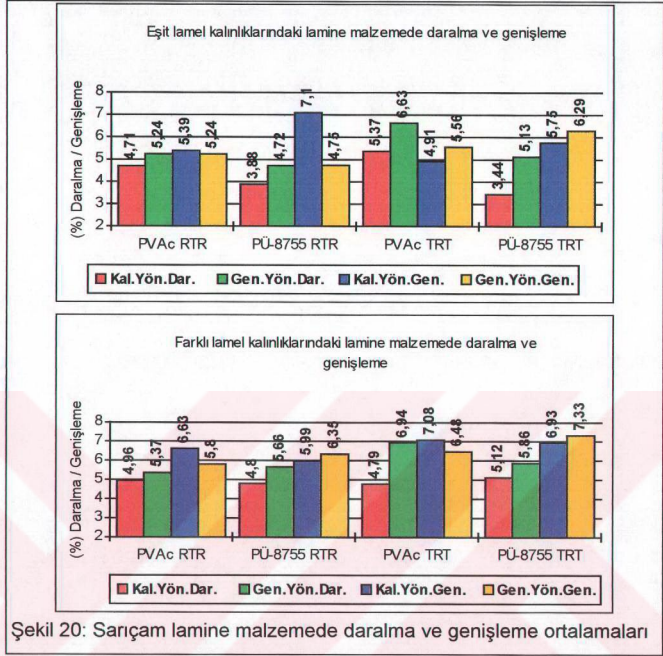
Tablo 8: Sarıçam lamine malzemede daralma miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	4.71	5.24	3.88	4.72	5.37	6.63	3.44	5.13
	Std. Sapma $\pm$ S (%)	0.60	0.44	0.51	0.32	0.60	0.26	0.67	0.77
	Varyans S ²	0.36	0.19	0.26	0.11	0.36	0.07	0.45	0.59
	Varyasyon kats.V (%)	12.81	8.34	13.20	6.87	11.18	3.93	19.55	15.00
	Değişim genişliği R(%)	1.99	1.67	2.32	1.59	2.09	1.01	2.80	2.43
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	4.96	5.37	4.80	5.66	4.79	6.94	5.12	5.86
	Std. Sapma $\pm$ S (%)	0.39	0.45	0.46	0.48	0.58	0.66	0.56	0.43
	Varyans S ²	0.15	0.20	0.20	0.23	0.34	0.43	0.32	0.18
	Varyasyon kats.V (%)	7.91	7.70	9.48	8.57	12.16	9.43	11.02	7.33
	Değişim genişliği R(%)	1.46	1.73	1.70	2.07	2.14	2.52	2.07	1.66
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
K.Y.: Kalınlık Yönünde Daralma (%)		G.Y.: Genişlik Yönünde Daralma (%)							

Tablo 9: Sarıçam lamine malzemede genişleme miktarına ait istatistiksel sonuçlar.

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	5.39	5.24	7.10	4.75	4.91	5.56	5.75	6.29
	Std. Sapma $\pm$ S (%)	0.31	0.31	0.34	0.33	0.62	0.38	0.35	0.39
	Varyans S ²	0.10	0.10	0.12	0.11	0.39	0.14	0.12	0.16
	Varyasyon kats.V (%)	5.80	5.94	4.80	7.04	12.7	5.76	6.03	6.26
	Değişim genişliği R(%)	1.08	1.13	1.34	1.48	2.94	1.56	1.21	1.27
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	6.63	5.80	5.99	6.35	7.08	6.48	6.93	7.33
	Std. Sapma $\pm$ S (%)	0.37	0.49	0.41	0.40	0.56	0.57	0.26	0.15
	Varyans S ²	0.14	0.24	0.17	0.16	0.32	0.32	0.07	0.02
	Varyasyon kats.V (%)	5.60	8.50	6.81	6.37	7.79	8.74	3.72	1.99
	Değişim genişliği R(%)	1.46	1.99	1.79	1.32	2.07	2.35	1.04	0.56
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
K.Y.: Kalınlık Yönünde genişleme (%)		G.Y.: Genişlik Yönünde genişleme (%)							

Herbir etki faktörü için saptanan bu sonuçlara göre, Sarıçam lamine malzemede ortalama daralma ve genişleme miktarları Şekil 20'de grafik olarak gösterilmiştir.



Yine bu istatistiksel sonuçlara göre elde edilen, F- testi ve T- testine ait bulgularda; daralma için Ek-1 ve Ek-2’de; genişleme için ise, Ek-3 ve Ek-4’de incelenen her bir etki faktörü için ayrı ayrı verilmiştir.

III.1.2. Kızılçam Lamine Malzemede Daralma ve Genişleme Miktarları

Kızılçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemenin; daralma miktarlarına ait istatistiksel sonuçları, Tablo 10’da; genişleme miktarlarına ait istatistiksel sonuçları da Tablo 11’de verildiği gibi bulunmuştur.

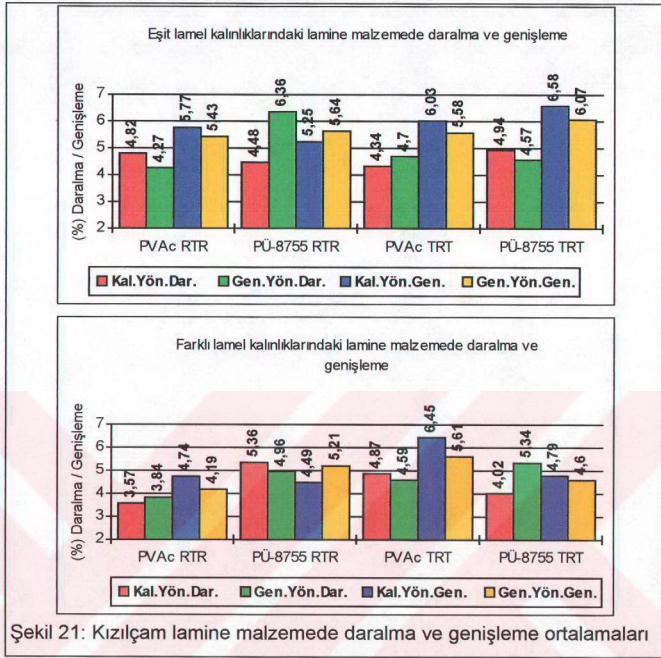
Tablo 10: Kızılçam lamine malzemede daralma miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	4.82	4.27	4.48	6.36	4.34	4.70	4.94	4.57
	Std. Sapma $\pm S$ (%)	0.33	0.33	0.49	0.36	0.37	0.40	0.71	0.83
	Varyans S^2	0.11	0.11	0.24	0.13	0.14	0.16	0.51	0.69
	Varyasyon kats.V (%)	6.95	7.80	11.03	5.64	8.62	8.61	14.46	18.17
	Değişim genişliği R(%)	1.57	1.27	2.16	1.82	1.80	1.47	1.38	2.71
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	3.57	3.84	5.36	4.96	4.87	4.59	4.02	5.34
	Std. Sapma $\pm S$ (%)	0.53	0.63	0.54	0.48	0.49	0.21	0.62	0.52
	Varyans S^2	0.28	0.40	0.29	0.24	0.24	0.05	0.39	0.27
	Varyasyon kats.V (%)	14.76	16.40	10.07	9.78	10.00	4.67	15.52	9.79
	Değişim genişliği R(%)	2.28	2.14	2.13	1.98	1.66	0.70	2.40	1.96
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
K.Y.: Kalınlık Yönünde Daralma (%)		G.Y.: Genişlik Yönünde Daralma (%)							

Tablo 11: Kızılçam lamine malzemede genişleme miktarlarına ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	5.77	5.43	5.25	5.64	6.03	5.58	6.58	6.07
	Std. Sapma $\pm S$ (%)	0.36	0.69	0.43	0.37	0.48	0.74	0.74	0.43
	Varyans S^2	0.13	0.48	0.19	0.14	0.23	0.55	0.55	0.19
	Varyasyon kats.V (%)	6.33	12.80	8.20	6.58	7.89	13.34	11.28	7.12
	Değişim genişliği R(%)	1.26	2.39	2.01	1.57	1.91	2.62	2.53	1.57
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (%)	4.74	4.19	4.49	5.21	6.45	5.61	4.79	4.60
	Std. Sapma $\pm S$ (%)	0.46	0.60	0.56	0.56	0.85	0.41	0.63	0.47
	Varyans S^2	0.21	0.36	0.32	0.32	0.72	0.17	0.39	0.22
	Varyasyon kats.V (%)	9.75	14.30	12.51	10.80	13.18	7.36	13.06	10.12
	Değişim genişliği R(%)	1.90	1.91	2.29	2.10	2.56	1.47	2.26	2.62
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
K.Y.: Kalınlık Yönünde Genişleme (%)		G.Y.: Genişlik Yönünde Genişleme (%)							

Saptanan bu sonuçlara göre; her bir etki faktörü için belirlenen, ortalama daralma ve genişleme miktarlarında, Şekil 21’de grafik halinde gösterilmektedir.



Belirlenen bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F- testi ve T- testi'ne ait değerler ise daralma miktarları için, Ek-5 ve Ek-6'da; genişleme miktarları içinde Ek-7 ve Ek-8'de her bir etki faktörü için ayrı olarak verilmiştir.

III.2. Eğilme Direnci

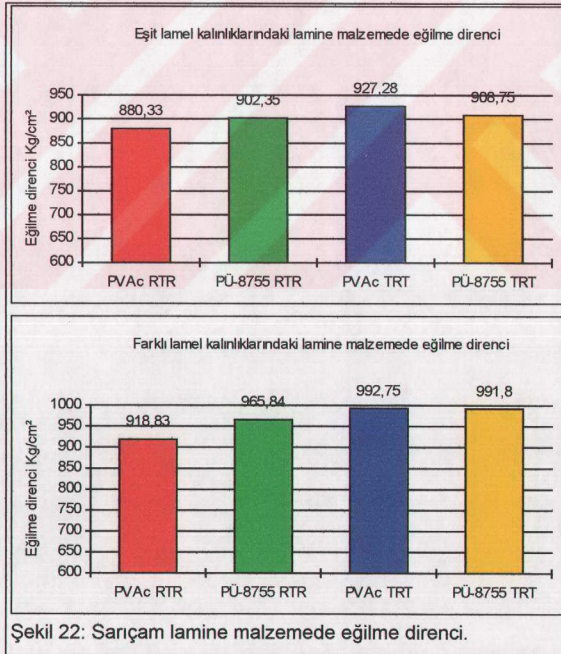
III.2.1. Sarıçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci

Sarıçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemenin; eğilme direncine ait istatistiksel sonuçları Tablo 12'de verildiği gibidir.

Tablo 12: Sarıçam lamine malzemede eğilme direncine ait istatistiksel sonuçlar.

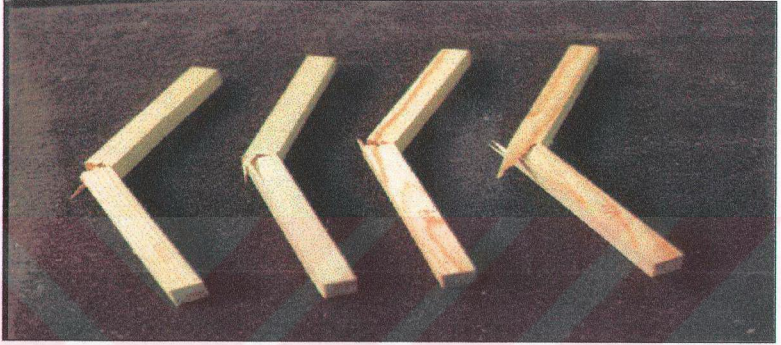
Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	880.33	902.35	927.28	908.75
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	99.31	118.85	102.33	88.07
	Varyans S ²	9863.35	14124.3	10472.3	7756.31
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	11.28	13.17	11.04	9.69
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	324.63	421.98	404.35	450.58
	Örnek sayısı n	30	34	34	34
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	918.83	965.84	992.75	991.80
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	48.10	91.31	99.26	91.95
	Varyans S ²	2313.24	8336.65	9853.0	8454.99
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	5.23	9.45	10.0	9.27
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	202.93	304.65	350.7	414.86
	Örnek sayısı n	35	37	34	36

Bu sonuçlara göre, her bir etki faktörü için belirlenen ortalama eğilme direnci değerleri ise Şekil 22'de grafik halinde gösterilmektedir.



Eğilme direnci ile ilgili olarak belirlenen bu istatistiksel sonuçlara göre; F- testi ve T- testine ait bulgular ise, Ek-9 ve Ek-10'da gösterildiği gibidir.

Denemeler sırasında, numunelerde görülen kırılma şekilleri de genellikle, Resim 9'da gösterildiği gibi gerçekleşmiştir.



Resim 9: Sarıçam lamine malzemede eğilme direnci numunelerindeki kırılma şekilleri

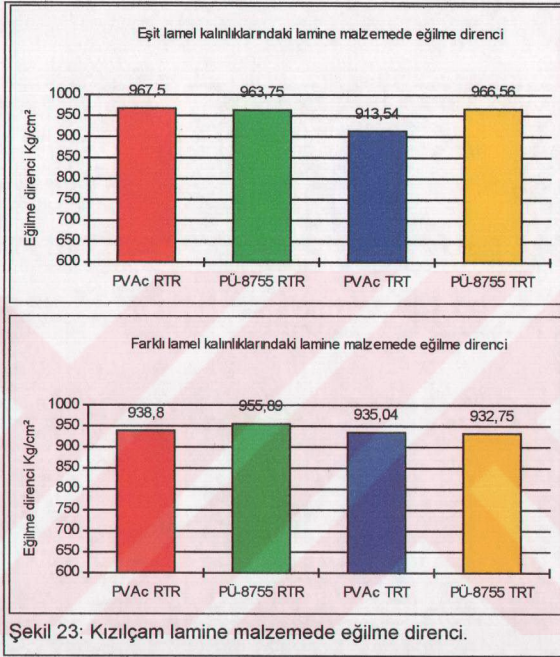
III.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci

Kızılçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemenin, eğilme direncine ait istatistiksel sonuçları Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13: Kızılçam lamine malzemede eğilme direncine ait istatistiksel sonuçlar.

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	967.50	963.75	913.54	966.56
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	57.51	77.43	57.55	82.20
	Varyans S ²	3307.9	5995.12	3311.5	6756.13
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	5.94	8.03	6.30	8.50
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	214.51	271.44	267.41	357.16
	Örnek sayısı n	31	31	31	31
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	938.80	955.89	935.04	932.75
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	84.01	56.63	90.00	59.43
	Varyans S ²	7058.3	3207.33	8101.2	3531.9
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	8.95	5.92	9.63	6.37
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	296.93	202.32	313.05	194.70
	Örnek sayısı n	31	31	31	34

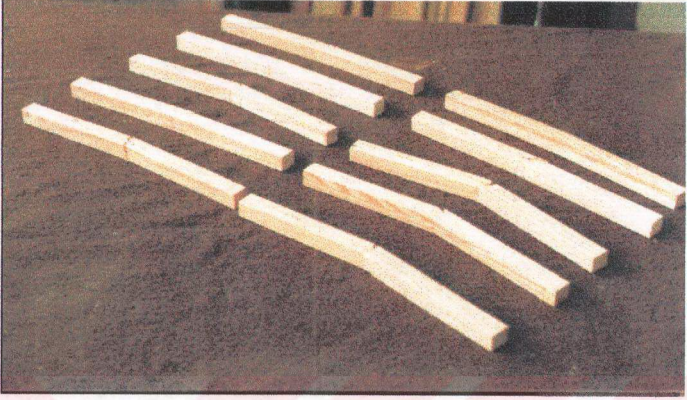
Belirlenen bu istatistiksel sonuçlara göre; araştırmadaki herbir etki faktörü için saptanan ortalama eğilme direnci değerleri, Şekil 23'de grafik olarak gösterilmektedir.



Şekil 23: Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci.

Yine, bu sonuçlara göre, Kızılçam lamine malzemenin eğilme direncine ait F-testi ve T- testi sonuçları da, Ek-11 ve Ek-12'de verildiği gibidir.

Denemeler sırasında, numunelerde genellikle görülen kırılma şekline ait örnekler ise Resim 10'da gösterildiği gibidir.



Resim 10: Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci numunelerindeki kırılma şekilleri.

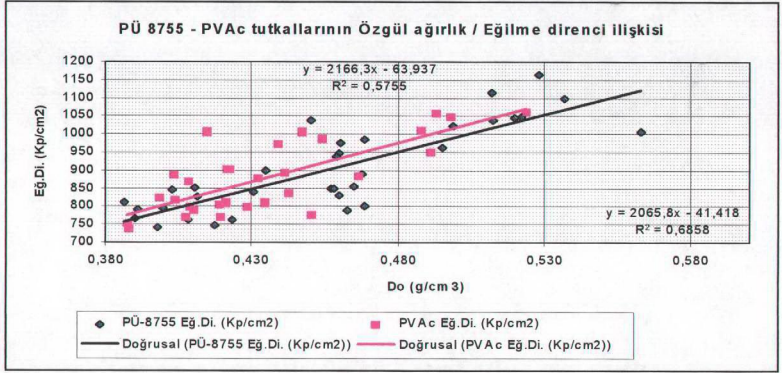
Özgöl Ağırlık - Eğilme Direnci İlişkisi

Direnç özellikleri üzerinde etkili bulunduğu bilinen özgül ağırlığın, lamine malzemenin özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla; eğilme direnci numunelerinin, tam kuru özgül ağırlıkları ve yıllık halka genişlikleri de tespit edilerek Özgül Ağırlık - Eğilme direnci ilişkisi saptanmaya çalışılmıştır. Bunlar, yine herbir etki faktörü gözönünde tutularak ayrı ayrı belirlenmiş ve sonuçlar, grafikler halinde Şekil - 24,25,26,27,28,29,30,31'de verilmiştir.

Brinell mikroskobuyla yapılan ölçümler sonucu, her iki ağaç türüne ait; yıllık halka genişliği, yaz odunu genişliği ve yıllık halka içindeki yaz odunu katılım oranı ile ilgili sonuçlar ise, Tablo 14'deki gibi bulunmuştur.

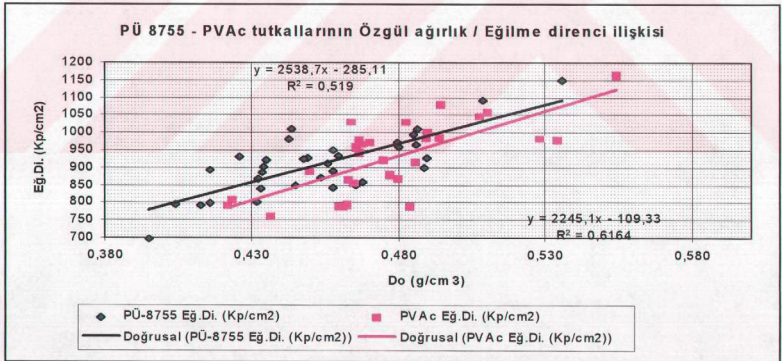
Tablo 14: Lamine malzemede kullanılan ağaç türlerine ait, yaz odunu ve yıllık halka genişliği ile yıllık halkada yaz odunu katılım oranı.

Ağaç türü	Grup no	Ort. Yaz Odunu genişliği (mm)	Ort. Yıllık Halka genişliği (mm)	Y. Halkada Yaz Od. Katılım oranı (%)
Sarıçam	G1	0.39	1.47	26.5
	G2	0.35	2.09	16.7
	G8	0.49	1.69	29.0
	G10	0.75	2.03	36.9
	G12	0.54	1.56	34.6
	G13	0.40	1.49	26.8
	G14	0.58	1.63	35.6
	G15	0.47	1.63	28.8
Kızılçam	A8	0.93	2.93	31.7
	A9	0.89	2.81	31.7
	A10	0.98	3.87	25.3
	A11	0.84	2.65	31.7
	A12	0.96	3.38	28.4
	A13	0.90	2.90	31.0
	A14	0.96	2.80	34.3
	A15	0.89	3.27	27.2



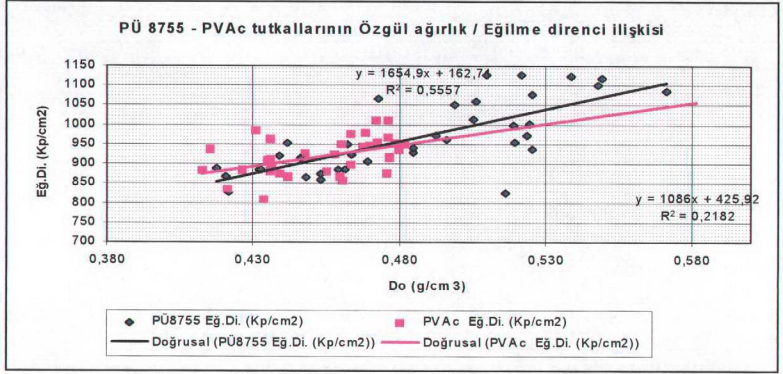
İstatistik Değerler	PÜ-8755 Do (g/cm ³)	PÜ-8755 Eğ.Di. (Kp/cm ²)	PVAc Do (g/cm ³)	PVAc Eğ.Di. (Kp/cm ²)
Ortalama (X)	0,457	902,35	0,436	880,33
Std. Sapma (±s)	0,04764	118,846	0,0348	99,3144
Varyans (s ²)	0,00227	14124,3	0,0012	9863,35
Varyasyon kats. (v%)	10,428	13,1706	7,9789	11,28152
Değişim genişliği (R)	0,177	421,98	0,136	324,63
Örnek sayısı (n)	34	34	30	30

Şekil 24: Sarıçamdan eşit lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi

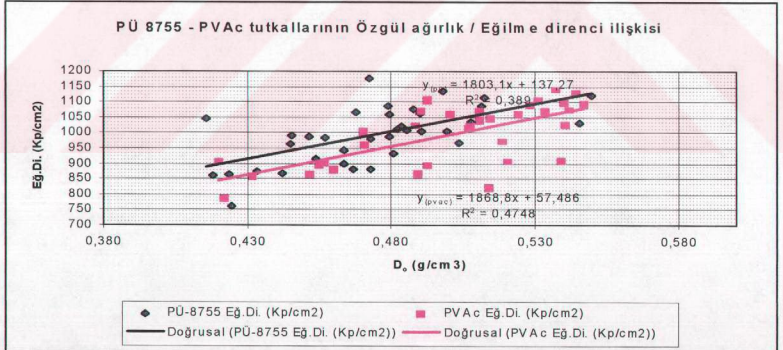


İstatistik Değerler	PÜ-8755 Do (g/cm ³)	PÜ-8755 Eğ.Di. (Kp/cm ²)	PVAc Do (g/cm ³)	PVAc Eğ.Di. (Kp/cm ²)
Ortalama (X)	0,453	908,75	0,476	927,28
Std. Sapma (±s)	0,0308	88,0699	0,0293	102,3344
Varyans (s ²)	0,001	7756,31	0,001	10472,32
Varyasyon kats. (v%)	6,79166	9,69133	6,1531	11,03595
Değişim genişliği (R)	0,141	450,58	0,132	404,35
Örnek sayısı (n)	34	34	34	34

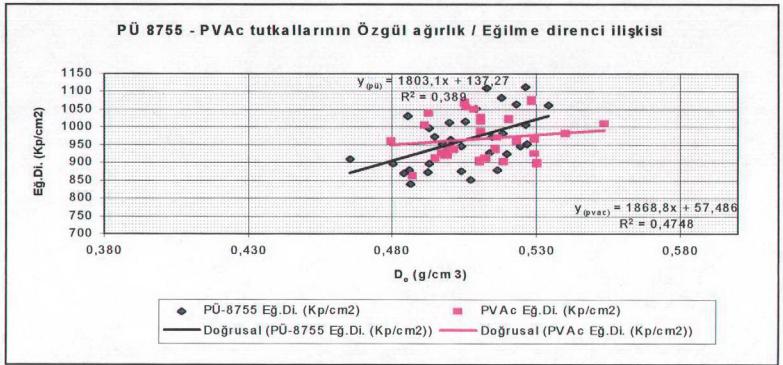
Şekil 25: Sarıçamdan eşit lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi



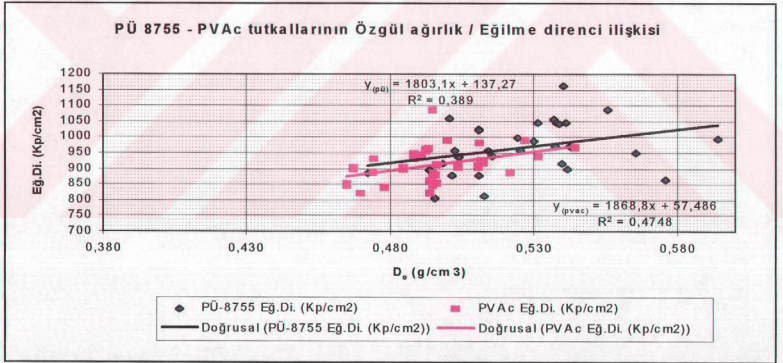
Şekil 26: Sarıçamdan farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi



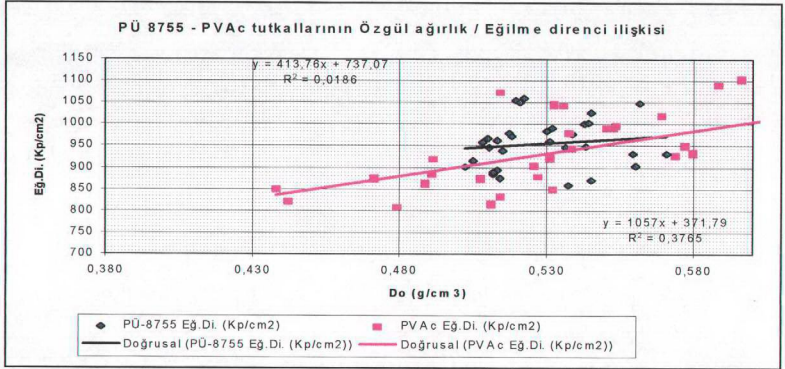
Şekil 27: Sarıçamdan farklı lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi



Şekil 28: Kızılçamdan eşit lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi

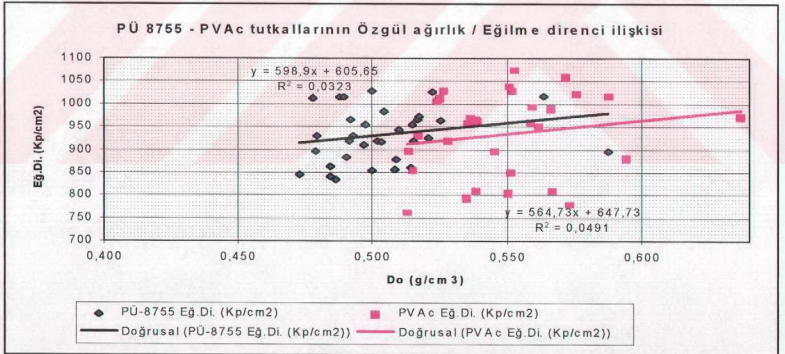


Şekil 29: Kızılçamdan eşit lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi



İstatistik Değerler	PÜ-8755 Do (g/cm ³)	PÜ-8755 Eg.Dl. (Kp/cm ²)	PVAc Do (g/cm ³)	PVAc Eg.Dl. (Kp/cm ²)
Ortalama (X)	0,529	955,69	0,5364	938,8018
Std. Sapma (±s)	0,019	56,63	0,0488	84,01379
Varyans (s ²)	0,000	3207,33	0,0024	7058,318
Varyasyon kats. (v%)	3,532	5,92	9,092	8,949045
Değişim genişliği (R)	0,068	202,322	0,2086	296,9313
Örnek sayısı (n)	31	31	31	31

Şekil 30: Kızılçamdan farklı lamel kalınlıklarında, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi



İstatistik Değerler	PÜ-8755 Do (g/cm ³)	PÜ-8755 Eg.Dl. (Kp/cm ²)	PVAc Do (g/cm ³)	PVAc Eg.Dl. (Kp/cm ²)
Ortalama (X)	0,505	932,75	0,550	935,04
Std. Sapma (±s)	0,023	59,43	0,027	90,01
Varyans (s ²)	0,001	3531,90	0,001	8101,26
Varyasyon kats. (v%)	4,62151	6,37145	4,911	9,63
Değişim genişliği (R)	0,115	194,70	0,124	313,046
Örnek sayısı (n)	34	34	31	31

Şekil 31: Kızılçamdan farklı lamel kalınlıklarında, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede özgül ağırlık - eğilme direnci ilişkisi

III.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü (E - Modülü)

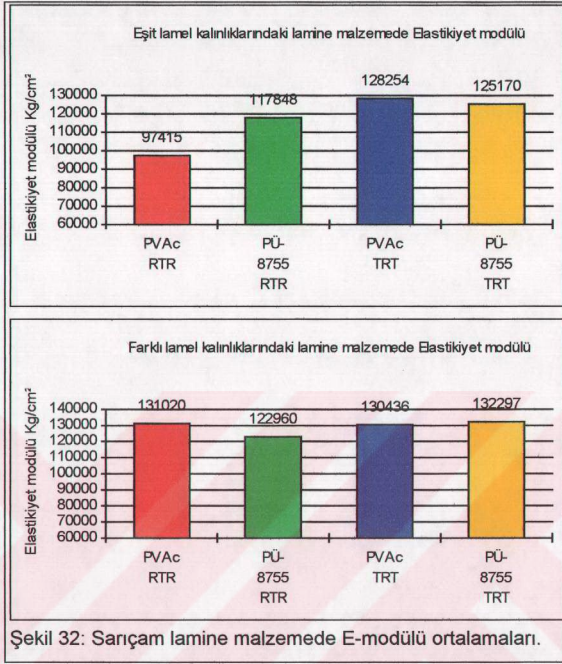
III.3.1. Sarıçam Lamine Malzemede E - Modülü

Sarıçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle, R-T-R ve T-R-T olarak iki ayrı yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemelerin; E - modülüne ait belirlenen istatistiksel sonuçları, Tablo 15'de verildiği gibidir.

Tablo 15: Sarıçam lamine malzemede E - modülüne ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	97415	117848	128254	125170
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	27277	15846	33603	24216
	Varyans S ²	7441755130	251091184	1129181197	586436145
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	28.00	13.45	26.20	19.33
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	105293	64664	128751	86931
	Örnek sayısı n	30	34	34	34
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	131020	122960	130436	132297
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	31261	13891	22564	15116
	Varyans S ²	977369578	192952503	509150499	228498432
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	23.86	11.30	17.30	11.00
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	11940	54360	87721	59309
	Örnek sayısı n	35	37	34	36

Araştırmadaki herbir etki faktörü için belirlenen bu istatistiksel sonuçlara göre, ortalama E - modülü değerlerinin grafik olarak gösterimi ise, Şekil 32'de verilmiştir.



Belirlenen bu sonuçlara göre Sarıçam lamine malzemede E - modülüne ait, hesaplanan F- testi ve T- testi değerleri, Ek-13 ve Ek-14'de verilmiştir.

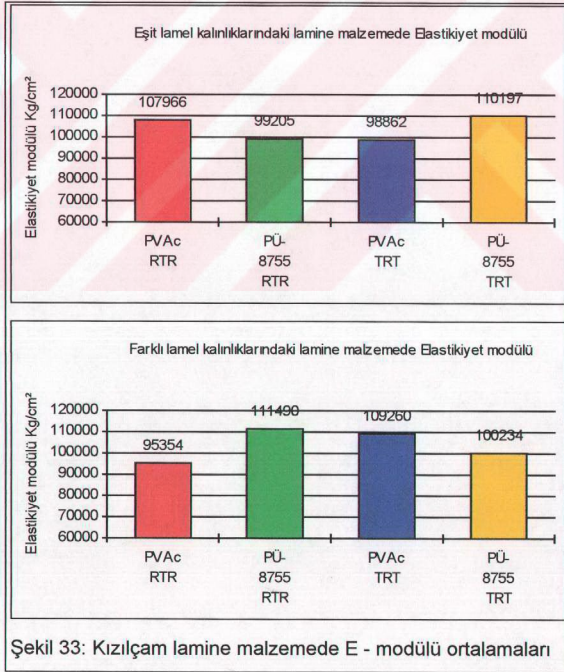
III.3.2. Kızılçam Lamine Malzemede E - Modülü

Kızılçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemelerin; E - modülü ile ilgili olarak belirlenen istatistiksel sonuçları, Tablo 16'de verildiği gibidir.

Tablo 16: Kızılçam lamine malzemede E - modülüne ait istatistiksel sonuçlar.

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	107966	99205	98862	110197
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	16081	14136	13204	15047
	Varyans S ²	258612149	199838076	174330781	226420430
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	14.89	14.25	13.35	13.65
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	88487	60188	50322	60665
	Örnek sayısı n	31	31	31	31
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	95354	111490	109260	100234
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	14932	14788	24095	14358
	Varyans S ²	222970982	218684091	580546494	206161274
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	15.66	13.26	22.05	14.32
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	58576	62327	120584	60696
	Örnek sayısı n	31	31	31	34

Kızılçam lamine malzemede, her bir etki faktörü için belirlenen bu sonuçlara göre, ortalama E - modülü değerleri ise Şekil 33'de grafik olarak gösterilmektedir.



Kızılçam lamine malzemenin E- modülü ile ilgili olarak bulunan bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F-testi ve T-testi değerleri, Ek-15 ve Ek-16'da ayrı ayrı verilmiştir.

III.4. Basınç Direnci

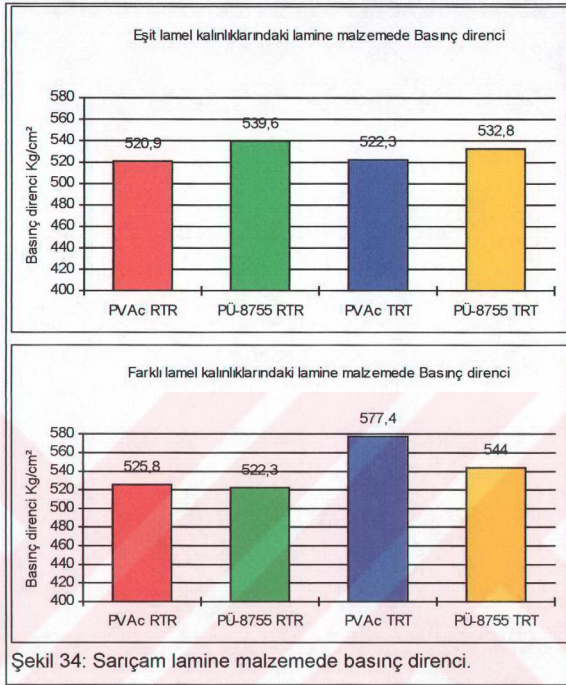
III.4.1. Sarıçam Lamine Malzemede Basınç Direnci

Sarıçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin; her bir etki faktörü için belirlenen basınç direncine ait istatistiksel sonuçları, Tablo 17'da verilmektedir.

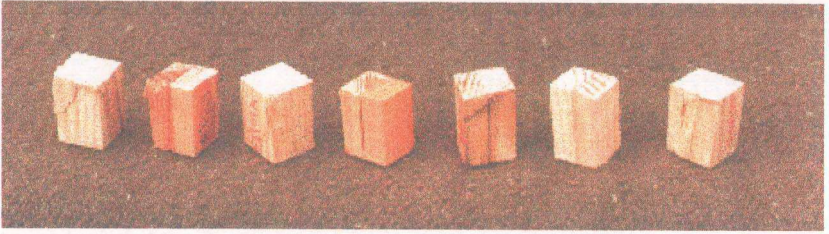
Tablo 17: Sarıçam lamine malzemede basınç direncine ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	520.9	539.6	522.3	532.8
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	22.70	36.56	33.44	37.05
	Varyans S ²	515.5	1336.3	1118.5	1373.0
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	4.35	6.77	6.40	6.95
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	78.50	148.72	125.80	188.35
	Örnek sayısı n	36	35	35	35
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	525.8	522.3	577.4	544.0
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	27.83	47.91	53.84	32.99
	Varyans S ²	774.7	2296.3	2899.2	1088.0
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	5.29	9.17	9.32	6.06
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	116.63	175.56	191.09	130.82
	Örnek sayısı n	35	35	36	34

Herbir etki faktörü için belirlenen bu sonuçlara göre; Sarıçam lamine malzemede ortalama basınç direnci değerleri Şekil 34'de grafik olarak gösterilmektedir.



Basınç direnci ile ilgili bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F- testi ve T-testi sonuçları da, Ek-17 ve Ek-18'de verilmiştir. Denemeler sırasında numunelerde görülen kırılma veya ezilme biçimi, genellikle Resim 11'de görüldüğü gibi, tutkal hattından ayrılma şeklinde değil, masif numunelerde görülen liflerde çökme veya basınç yönünde meyilli kaymalar şeklinde gerçekleşmiştir.



Resim 11: Basınç direnci numunelerinde kırılma şekillerine ait örnekler.

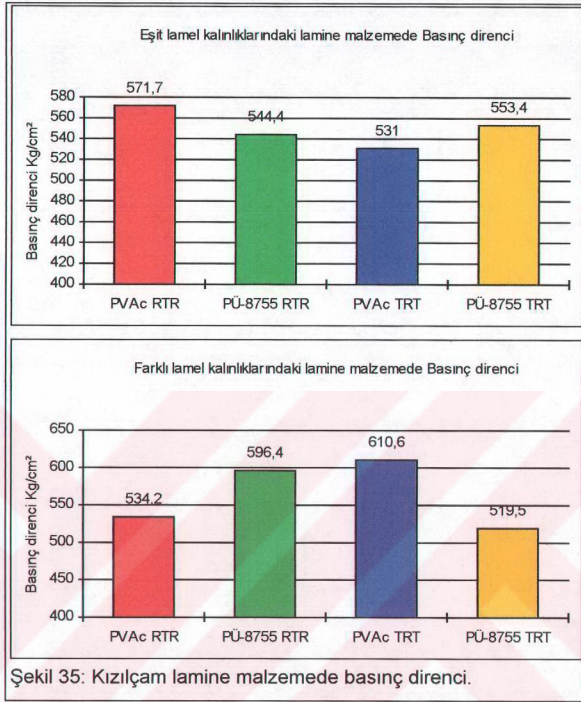
III.4.2.Kızılçam Lamine Malzemede Basınç Direnci

Kızılçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin; incelenen her bir etki faktörüne göre belirlenen basınç direncine ait istatistiksel sonuçları, Tablo 18'de verildiği gibidir.

Tablo 18: Kızılçam lamine malzemede basınç direncine ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R		T-R-T	
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	571.7	544.4	531.0	553.4
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	24.93	48.17	27.39	39.76
	Varyans S ²	621.7	2320.2	750.7	1580.9
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	4.36	8.85	5.16	7.18
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	121.29	196.24	109.63	152.55
	Örnek sayısı n	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	534.2	596.4	610.6	519.5
	Std. Sapma $\pm S$ (kg/cm ²)	47.61	27.27	22.37	28.01
	Varyans S ²	2267.2	743.7	500.7	784.9
	Varyasyon kats.V (kg/cm ²)	8.91	4.57	3.66	5.39
	Değişim genişliği R(kg/cm ²)	164.13	100.51	83.70	102.52
	Örnek sayısı n	30	30	30	30

Herbir etki faktörü için belirlenen bu sonuçlara göre, Kızılçam lamine malzemenin ortalama basınç direnci değerleri ise, Şekil 35'de grafik halinde gösterilmiştir.



Yine, basınç direnci ile ilgili bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F-testi ve T- testine ait bulgularda, Ek-19 ve Ek-20'de verilmiştir.

III.5. Makaslama Direnci

III.5.1. Sarıçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci

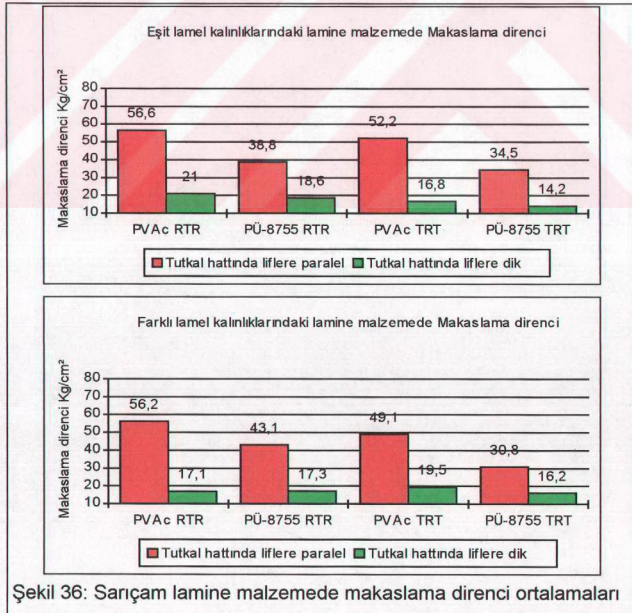
Sarıçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin; tutkal hattında liflere paralel ve tutkal hattında liflere dik olmak üzere iki ayrı yönde hesaplanan makaslama direncine ait istatistiksel sonuçları, Tablo 19'daki gibi bulunmuştur.

Sarıçam lamine malzemede, incelenen herbir etki faktörü için ayrı ayrı belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, ortalama makaslama direnci değerleri, Şekil 36'da grafik olarak gösterilmektedir.

Tablo 19: Sarıçam lamine malzemede makaslama direncine ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	56.6	21.0	38.8	18.6	52.2	16.8	34.5	14.2
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	5.77	2.21	5.84	2.44	5.76	2.02	8.45	1.44
	Varyans S ²	33.37	4.92	34.19	5.98	33.22	4.08	71.53	2.08
	Varyasyon kats.V (%)	10.19	10.55	15.06	13.08	11.03	11.98	24.45	10.13
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	21.39	10.59	21.11	8.16	27.78	7.60	35.29	6.11
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	56.2	17.1	43.1	17.3	49.1	19.5	30.8	16.2
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	5.12	1.83	6.21	1.42	7.30	2.76	7.03	2.37
	Varyans S ²	26.27	3.35	38.67	2.02	53.42	7.65	49.47	5.62
	Varyasyon kats.V (%)	9.11	10.66	14.41	8.18	14.87	14.14	22.81	14.60
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	23.00	8.38	25.62	6.49	29.19	12.25	31.61	11.01
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30

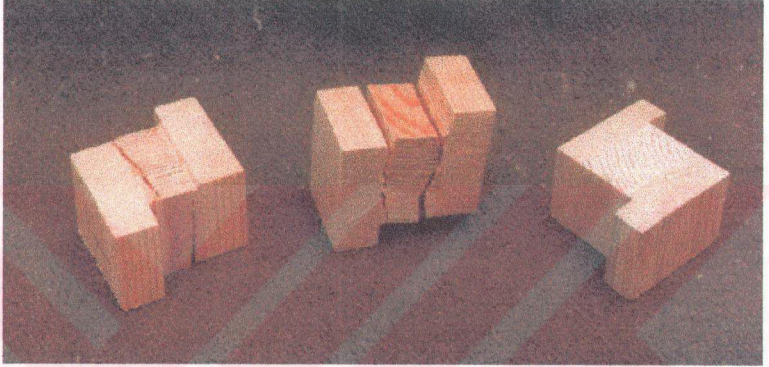
//: Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci ⊥: Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci



Şekil 36: Sarıçam lamine malzemede makaslama direnci ortalamaları

Makaslama direncine ait bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F- testi ve T- testi değerleride, Ek-21 ve Ek-22'de ayrı ayrı verilmiştir.

Denemeler sırasında görülen numunelerdeki kırılma; genellikle tutkal hattından değil, odunda veya yapışma yüzeyinden, lifli bir ayrılma şeklinde gerçekleşmiştir (Resim 12).



Resim 12: Makaslama direnci numunelerindeki kırılma şekillerine ait örnekler.

III.5.2. Kızılçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci

Kızılçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin; incelenen her bir etki faktörü için, tutkal hattında liflere paralel ve tutkal hattında liflere dik olmak üzere iki ayrı yönde hesaplanan makaslama direncine ait istatistiksel sonuçları Tablo 20'de verilmiştir.

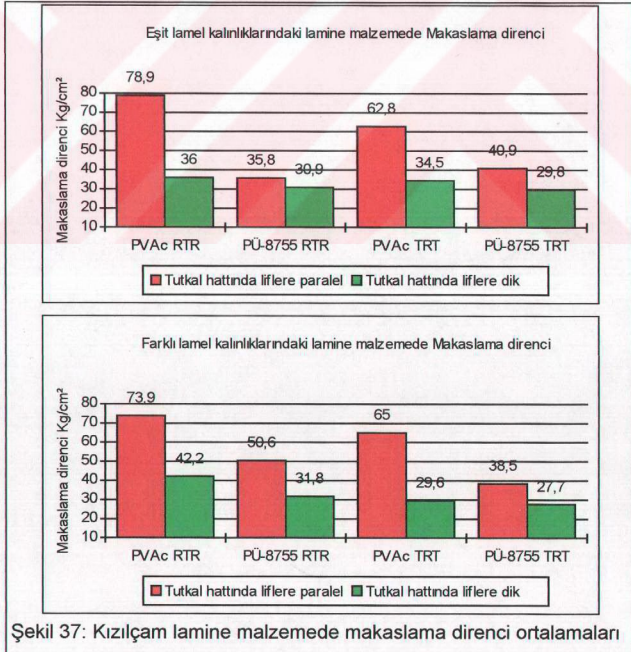
Tablo 20: Kızılçam lamine malzemede makaslama direncine ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R				T-R-T			
		PVAc		PÜ-8755		PVAc		PÜ-8755	
		//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
Eşit lamel kalınlıklarında	Ortalama (X)	78.9	36.0	35.8	30.9	62.8	34.5	40.9	29.8
	Std. Sapma (s)	5.00	5.08	8.57	4.26	9.23	4.66	9.04	3.50
	Varyans (s ²)	25.02	25.81	73.56	18.16	85.23	21.75	81.83	12.30
	Varyasyon kats.(v)	15.53	14.00	23.89	13.78	14.68	13.51	22.08	11.74
	Değişim genişliği (R)	16.70	15.53	35.62	19.47	44.20	20.21	34.34	20.57
	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel kalınlıklarında	Ortalama (X)	73.9	42.2	50.6	31.8	65.0	29.6	38.5	27.7
	Std. Sapma (s)	6.96	8.33	7.75	6.23	6.20	5.22	10.74	4.14
	Varyans (s ²)	48.51	69.41	60.10	38.84	38.55	27.26	115.4	17.17
	Varyasyon kats.(v)	9.42	19.69	15.30	19.59	9.54	17.61	27.87	14.91
	Değişim genişliği (R)	23.64	26.70	31.88	22.77	27.30	28.30	49.97	17.58
	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30

//: Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci

⊥: Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci

Herbir etki faktörü için ayrı ayrı belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, ortalama makaslama direnci değerlerinde, Şekil 37’de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 37: Kızılçam lamine malzemede makaslama direnci ortalamaları

Belirlenen bu sonuçlardan, her bir etki faktörü için hesaplanmış olan, F- testi ve T- testine ait değerlerde, Ek-23 ve Ek-24'de ayrı ayrı verilmiştir.

Denemeler sırasında numunelerde görülen kırılma şekli, genellikle Sarıçam numunelerdekine benzer şekilde tutkal hattından değil, odundan veya yapışma yüzeyinden lifli bir ayrılma şeklinde olmuştur.

III.6. Sertlik Direnci (Janka Sertlik Değeri)

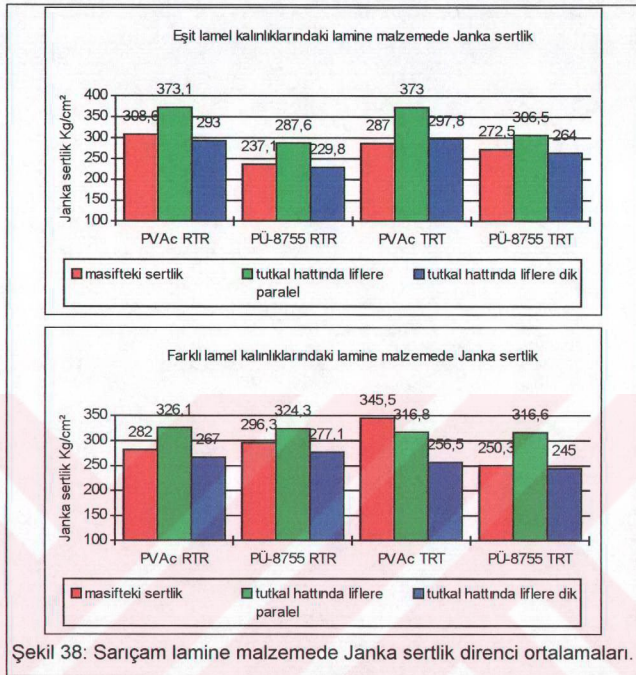
III.6.1. Sarıçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri

Sarıçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin sertlik direncinin, masif odun kısmının direnciyle beraber, tutkal hattında liflere paralel yönde ve tutkal hattında liflere dik yönde olmak üzere, üç farklı yönde belirlenmiş olan istatistiksel sonuçları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21: Sarıçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait istatistiksel sonuçlar

Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R						T-R-T					
		PVAc			PÜ-8755			PVAc			PÜ-8755		
		m	//	⊥	m	//	⊥	m	//	⊥	m	//	⊥
Eşit lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	308.6	373.1	293.0	237.1	287.6	229.8	287.0	373.0	297.8	272.5	306.5	264.0
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	36.83	33.75	31.12	17.89	24.45	21.03	29.84	38.07	28.73	19.99	20.05	15.28
	Varyans S ²	1356.7	1188.7	968.2	320.1	597.8	442.2	890.6	1449.3	825.3	399.5	401.9	233.4
	Varyasyon kats.V (%)	11.93	9.04	10.62	7.54	8.50	9.15	10.40	10.21	9.65	7.34	6.54	5.79
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	100	140	160	80	100	90	120	150	130	90	75	45
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel Kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	282.0	326.1	267.0	296.3	324.3	277.1	345.5	316.8	256.5	250.3	316.6	245.0
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	32.74	23.55	24.90	25.80	34.23	45.04	38.11	24.41	23.09	25.12	28.93	29.10
	Varyans S ²	1071.7	554.6	620.0	665.4	1171.9	2028.7	1452.3	595.6	533.0	630.9	836.7	846.5
	Varyasyon kats.V (%)	11.61	7.22	9.33	8.70	10.56	16.25	11.03	7.70	9.00	10.03	9.13	11.38
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	120	90	115	105	150	180	200	100	100	90	120	160
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
m: Masif odunda sertlik		//: Tutkal hattında liflere paralel sertlik direnci						⊥: Tutkal hattında liflere dik sertlik direnci					

Herbir etki faktörü için ayrı ayrı belirlenmiş olan bu sonuçlara göre; ortalama janka sertlik değerleri ise, grafik halinde Şekil 38'de verilmiştir.



Her bir etki faktörü için belirlenmiş olan bu sonuçlara göre hesaplanan, F-testi ve T- testine ait değerlerde Ek-25 ve Ek-26'da verilmiştir.

III.6.2. Kızılçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri

Kızılçamdan eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemenin; masif odun kısmının direnciyle beraber, tutkal hattında liflere paralel yönde ve tutkal hattında liflere dik yönde olmak üzere, üç farklı yönde belirlenen sertlik değerlerine ait istatistiksel sonuçları Tablo 22'de verildiği gibi bulunmuştur.

Herbir etki faktörü için ayrı ayrı belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, ortalama janka sertlik değerleri ise Şekil 39'da grafik olarak verilmiştir.

Tablo 22: Kızılçam lamine malzemede janka sertlik direncine ait istatistiksel sonuçlar

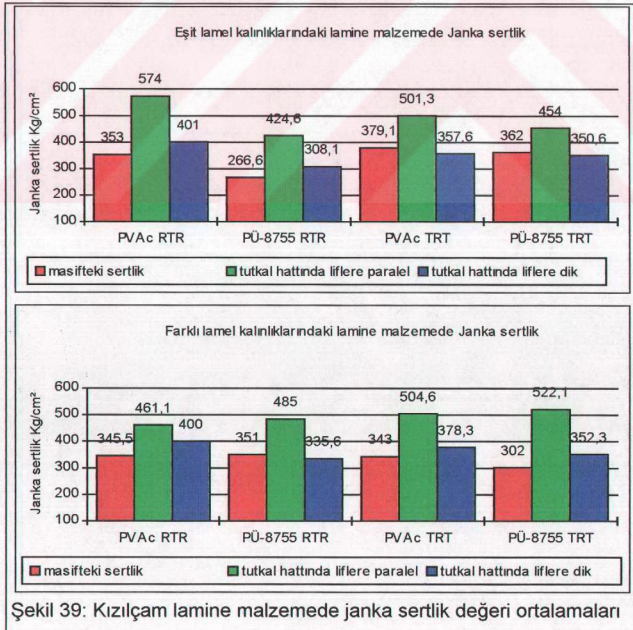
Lamel kalınlıkları	İstatistiksel değerler	R-T-R						T-R-T					
		PVAc			PÜ-8755			PVAc			PÜ-8755		
		m	//	⊥	m	//	⊥	m	//	⊥	m	//	⊥
Eşit lamel kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	353.0	574.0	401.0	266.6	424.6	308.1	379.1	501.3	357.6	362.0	454.0	350.6
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	41.70	51.64	43.74	34.67	30.45	36.04	31.77	43.29	28.00	65.73	65.11	46.97
	Varyans S ²	1738.9	2666.2	1912.7	1202.3	927.4	1299.1	1009.3	1874.0	784.0	4320.4	4239.6	2206.4
	Varyasyon kats.V (%)	11.81	9.00	10.91	13.00	7.17	11.70	8.38	8.63	7.83	18.16	11.85	13.40
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	170	170	200	180	130	135	140	170	130	270	230	170
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Farklı lamel kalınlıklarında	Ortalama X (kg/cm ²)	345.5	461.1	400.0	351.0	485.0	335.6	343.0	504.6	378.3	302.0	522.1	352.3
	Std. Sapma ±S (kg/cm ²)	49.83	41.43	41.69	56.77	51.91	42.48	19.85	42.24	37.79	38.25	72.32	46.03
	Varyans S ²	2483.3	1716.7	1737.9	3223.1	2694.8	1804.7	394.1	1784.3	1428.1	1463.1	5230.4	2118.5
	Varyasyon kats.V (%)	14.42	8.98	10.42	16.17	10.70	12.66	5.79	8.37	9.99	12.67	13.85	13.06
	Değişim gen. R(kg/cm ²)	180	160	180	200	230	190	110	200	150	170	270	190
	Örnek sayısı n	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

m: Masif odunda sertlik

//: Tutkal hatında liflere paralel sertlik direnci

⊥: Tutkal hatında liflere dik sertlik direnci

Sertlik değeri ile ilgili olarak belirlenmiş olan bu sonuçlara göre hesaplanan, F- testi ve T-testi değerleride, Ek-27 ve Ek-28'de ayrı ayrı verilmiştir.



III.7. Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yükü ve Lif Oranı

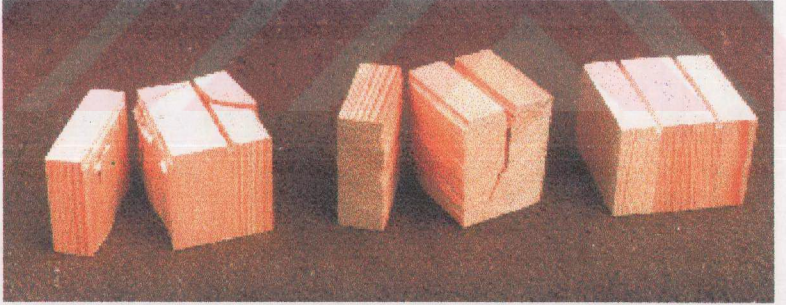
III.7.1. Sarıçam Lamine Malzemede Kopma Yükü ve Lif Oranı

Sarıçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemenin, kama etkisiyle yarılmadaki kopma yükü ve lif oranı farklı bekletme ortamlarında tutulan numuneler için ayrı ayrı belirlenmiş olup, bunlara ait istatistiksel sonuçlara Tablo 23'de verilmiştir.

Her bir etki faktörü için belirlenmiş olan bu sonuçlara göre; ortalama kopma yükü ve lif oranı değerleride, ekil 40'da grafik olarak gösterilmektedir.

Her bir etki faktörü için belirlenmiş olan bu istatistiksel sonuçlara göre hesaplanan, F-testi ve T-testi değerleri ise; Kuru ortam için, Ek-29 ve Ek-30'da; 30°C suda bekletme için, Ek-31 ve Ek-32'de; 67°C suda bekletme içinde, Ek-33 ve Ek-34'de ayrı ayrı verilmiştir.

Diğer taraftan, bu denemeler sırasında numunelerin tutkal hattından olan ayrılması; genellikle Resim 13'de görüldüğü gibi tutkal kırılması şeklinde değil, lifli ayrılma veya odundan kırılma şeklinde gerçekleşmiştir.

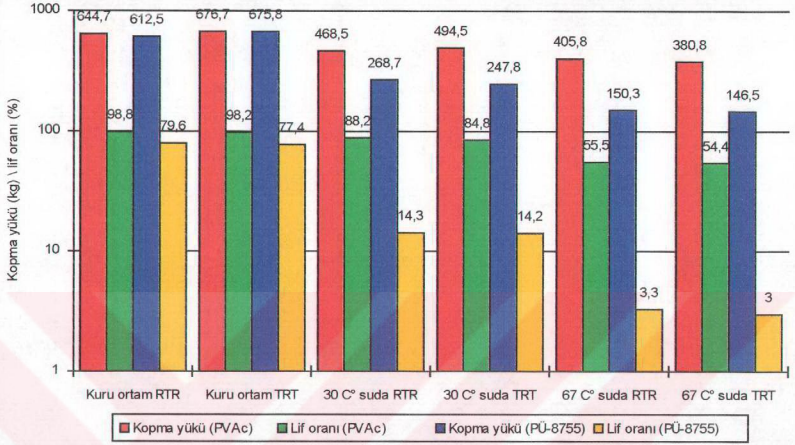


Resim 13: Kopma yükü ve lif oranı tespitinde tutkal hattındaki ayrılma şekilleri.

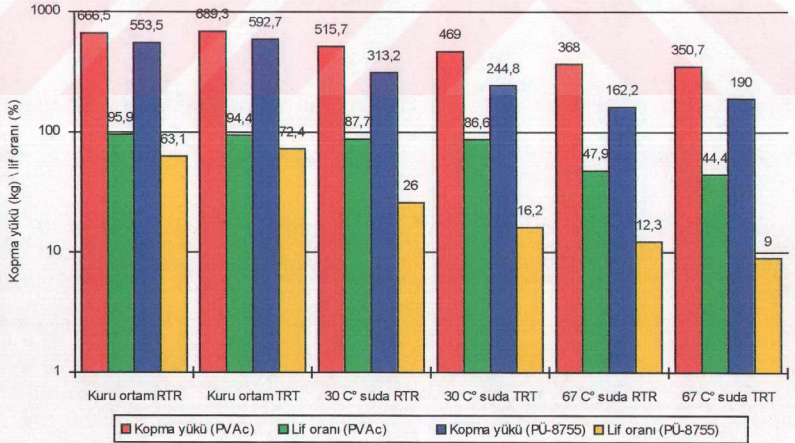
Tablo 23: Sarçam lamine malzemede kama etkisiyle yarılma kama yükü ve lif oranlarına ait istatistiksel sonuçlar

Lamel Kalınlıkları	İstatistik Değerler	KURU ORTAM						30°C SUDA						67°C SUDA					
		R-T-R			T-R-T			R-T-R			T-R-T			R-T-R			T-R-T		
		PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755	PVAc	PÜ-8755
		K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O	K.Y	L.O
	Ortalama (X)	644.7	98.8	612.5	79.6	676.7	98.2	675.8	77.4	468.5	88.2	268.7	14.3	494.5	84.8	247.8	14.27	405.8	55.5
	Std. Sapma (s)	55.57	2.43	40.23	31.52	39.81	3.12	73.87	29.55	57.33	12.12	136.4	9.73	63	20.39	137.8	30.09	65.8	31.7
	Varyans (s²)	30.88	5.93	1619	993.2	1585	9.77	5457	873	32.86	146.9	18605	94.84	3970	415.6	18887	605.2	43.29	1005
	Varyasyon kats. (%)	8.62	2.46	6.56	39.58	5.88	3.18	10.93	38.17	12.24	13.74	50.77	68.1	12.74	24.03	55.6	210.9	16.21	57.04
	Değiş. genişliği (R)	180	8	130	89	150	12	320	87	185	40	415	35	210	65	440	95	180	84
	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Ortalama (X)	666.5	95.9	553.5	63.1	689.3	94.4	592.7	72.4	515.7	87.7	313.2	26.0	469	86.6	244.8	16.2	368	47.9
	Std. Sapma (s)	62.6	12.04	59.46	34.72	87.18	12	80.85	29.62	39.52	8.60	80.65	31.31	83.41	18.05	80.08	18.17	61.13	24.6
	Varyans (s²)	3926	144.9	3535	1205	7600	144	6537	889.2	15.62	74	6504	980.1	6958	325.6	6413	330.2	3737	605.4
	Varyasyon kats. (%)	9.40	12.53	10.74	55.02	12.65	12.7	13.64	41.17	7.66	9.80	25.75	120.3	17.79	20.84	32.71	112.2	16.61	51.33
	Değişim genişliği (R)	180	65	200	95	280	50	280	85	140	35	235	100	270	80	300	69	170	87
	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
K.Y.: Kopma Yüğü (Kp)		L.O.: Lif Oranı (%)																	

Eşit lamel kalınlıklarındaki lamine malzemede Kopma yükü ve Lif oranı



Farklı lamel kalınlıklarındaki lamine malzemede Kopma yükü ve Lif oranı



Şekil 40: Sarçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı ortalamaları

III.7.2. Kızılçam Lamine Malzemede Kopma Yüğü ve Lif Oranı

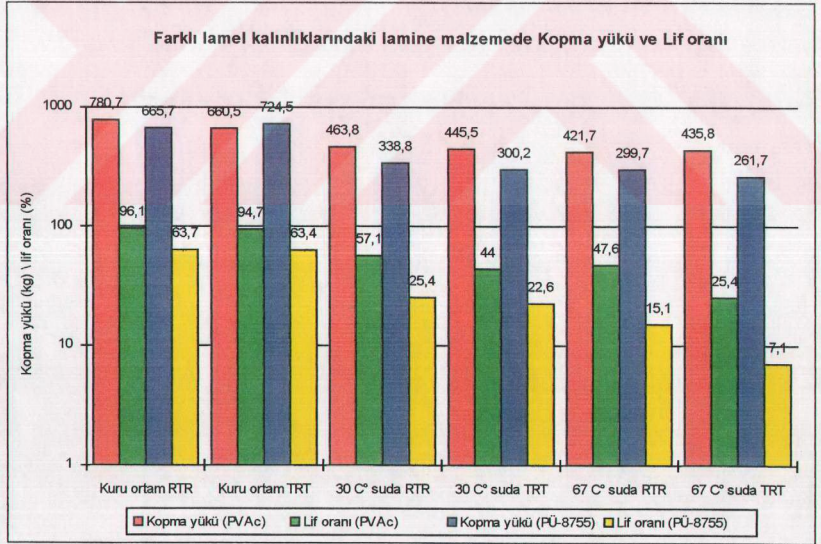
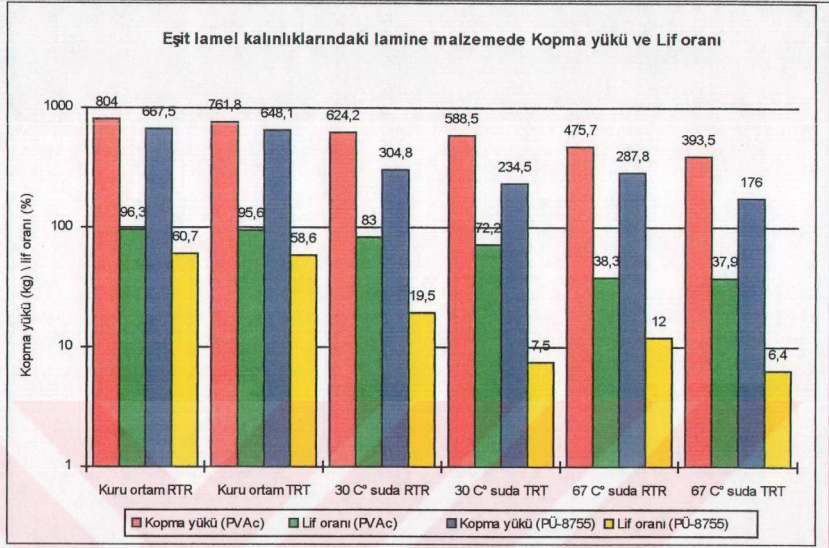
Kızılçamdan eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemenin kama etkisiyle yarılmadaki kopma yüğü ve lif oranlarıda, farklı bekletme ortamlarında tutulan numuneler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Bunlara ait istatistiksel sonuçlar, Tablo 24'de verilmektedir.

Herbir etki faktörü için ayrı ayrı belirlenmiş olan bu sonuçlara göre, ortalama kopma yüğü ve lif oranı değerleri ise Şekil 41'de grafik olarak gösterilmektedir.

Bu istatistiksel sonuçlara göre belirlenen, F- testi ve T-testi'ne ait değerler ise; Kuru ortam için, Ek-35 ve Ek-36'da; 30°C suda bekletme için, Ek-37 ve Ek-38'de; 67°C suda bekletme için ise, Ek-39 ve Ek-40'da her bir etki faktörü için ayrı ayrı verilmiştir.

Tablo 24: Kızılçam lamine malzemede kama etkisiyle yarılma kopma yükü ve lif oranlarına ait istatistiksel sonuçlar

Lamel Kalınlıkları	İstatistik Değerler	KURU ORTAM						30°C SUDA						67°C SUDA					
		R-T-R			T-R-T			R-T-R			T-R-T			R-T-R			T-R-T		
		PVAc	L.O	K.Y	L.O	K.Y	PVAc	PVAc	L.O	K.Y	PVAc	L.O	K.Y	PVAc	L.O	K.Y	PVAc	L.O	K.Y
Eşil lamel Kalınlıkla- rında	Ortalama (X)	804	96.3	667.5	60.7	761.8	96.6	648.1	58.6	624.2	83	304.8	19.5	588.5	72.2	234.5	7.5	475.7	38.3
	Std. Sapma (s)	70.56	10.32	102.2	34.28	100.2	8.97	83.44	38.64	101.3	26.66	99.08	25.63	154.6	38.17	97.82	8.25	56.6	26.53
	Varyans (s²)	49.78	106.4	10450	1175	10047	80.57	6962	1493	10289	710.7	9816	657.1	23900	1457	9568	68.15	32.12	703.6
	Varyasyon kats.(%)	8.77	10.71	15.31	56.47	13.16	9.38	12.88	65.94	16.24	32.11	32.5	131.5	26.27	5284	41.71	110.1	11.91	68.2
	Değiş. genişliği(R)	290	45	285	90	345	30	305	95	360	100	405	80	470	100	365	30	215	90
Farklı lamel Kalınlıkla- rında	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Ortalama (X)	780.7	96.1	665.7	63.7	724.5	94.7	660.5	63.4	463.8	57.1	338.8	25.4	445.5	44	300.2	22.6	421.7	47.6
	Std. Sapma (s)	97.32	7.92	101.1	31.24	72	5.74	99.86	25.32	75.63	36.38	142.6	33.49	86.59	37.47	97.17	33.57	36.06	25.69
	Varyans (s²)	9470	62.85	10215	976.2	5183	33.01	9973	640.9	5720	1324	20322	1121	7497	1404	9442	1127	1301	659.9
	Varyasyon kats.(%)	12.47	8.25	15.18	49.02	10.9	6.06	13.78	39.93	11.31	63.64	42.07	131.7	19.44	85.03	32.37	148.6	8.55	53.89
K.Y.: Kopma Yüğü (Kp)	Değişim genişliği(R)	350	40	310	81	240	20	360	80	230	100	575	100	240	100	305	95	120	85
	Örnek sayısı (n)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
L.O.: Lif Oranı (%)																			



Şekil 41: Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı ortalamaları

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Bölüm I'de açıklandığı gibi; lamine ağaç malzemeden pencere profili üretimi ve kontrolü ile değişik kombinasyonlarda (farklı tutkallarla, farklı lamellerle, farklı yıllık halka düzenleriyle) üretilen lamine malzemeler (profiller) arasında fiziksel ve mekanik özellikler açısından bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak, belirlenen farklılıkların nedenlerini ortaya koyacak anatomik araştırmalar kuşkusuz başka bir çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Lamine malzemeden pencere profili üretimi ve kontrolü, Bölüm I.2.5'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu bölümde ise; bulgular çerçevesinde her iki ağaç türü için ayrı ayrı olmak üzere, masif odun özellikleriyle mukayesesi yapılarak incelenen etki faktörlerinin, lamine malzemenin fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerindeki etkinlik (önem düzeyi) durumu ile ilgili sonuçlar açıklanmaktadır.

IV.1. Lamine Malzemedeki Çalışma (Daralma ve Genişleme) Miktarları

Bilindiği gibi ağaç malzemedeki çalışma miktarları üzerine; yetiştirme ortamı farklılığının yanı sıra, özgül ağırlık, yıllık halka genişliği, yıllık halka içindeki yaz odunu katılım oranı, içerdiği kusurlar, budaklılık vb. ile ağacın anatomik yapısı, kimyasal yapısı ve yaşı da etkili olmaktadır. Örneğin; özgül ağırlık ve yıllık halka genişliğindeki artış çalışma miktarını artırırken, reçine fazlalığı ve ağaç yaşı ilerlemesi çalışmaya azaltıcı yönde etki eder. Çünkü, reçine hidrofobik özelliği ile, ağaç yaşı ilerlemesi ise diri oduna nazaran daha az çalışan öz odun oranı fazlalığı ile çalışma miktarını azaltmaktadır.

Çalışmanın önemli olduğu kullanım alanlarından biri olarak pencere üretiminde, çalışması az olan ağaç türleri tercih edilmektedir. Çünkü, ağaç malzemenin çalışmasının fazla olması durumunda pencerelerde; birleşme yerlerinin dayanıklılığı, sızdırmazlığı ve yüzey işlemlerinin sağlamlığı azalmaktadır. Bu nedenle, araştırmada pencere profili olarak üretilen lamine malzemenin çalışma

miktarları belirlenmiş ve masifiyle mukayesesi yapılmıştır. Ayrıca, burada çalışma miktarı üzerine, laminasyonda kullanılan; tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzeninin etkisi incelenmiştir.

IV.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Çalışma Miktarları

IV.1.1.1. Sarıçam Lamine Malzemede Daralma Miktarları

Yapılan denemeler sonucunda Tablo 8'de görüldüğü gibi daralma miktarları; genel olarak lamine malzemenin kalınlığı yönünde %3.88 ile %5.37 arasında, genişlik yönünde ise %4.72 ile %6.94 arasında değişmektedir. Bu sonuçların masif odun olarak Sarıçamda (TOKER -1960) belirtilen radyal yöndeki %4.3'lük daralmaya karşılık, teğet yöndeki %8.3'lük ve hacmen %12.7'lik daralma miktarıyla mukayesesi yapılacak olursa, daha küçük olduğu ortaya çıkmıştır. Karşılaştırma amaçlı verilen masif oduna ait değerler, Batı Karadeniz bölgesi Sarıçamı olarak Bölüm II.1.'de açıklandığı gibi aynı bölgeye aittir.

Sarıçam lamine malzemede belirlenen bu daralma sonuçlarının Tablo 25'deki, diğer ağaç türlerine ait daralma miktarlarıyla da karşılaştırması yapılacak olursa, ortalama olarak daha az veya eşit olduğu söylenebilir.

Böylece, çeşitli yönlerde farklı çalışan odunun, lamine malzemede; gerek farklı yönlerde biçilmiş lamellerin kullanımından, gerekse hidrofobik karakterdeki tutkalların etkisinden kaynaklandığı düşünülen daralmanın, masifine göre daha az bulunması dikkat çekicidir ve kullanım yerlerindeki boyut stabilitesi için önemlidir. Ancak, öz odun, diri odun, kimyasal yapı vb. gibi hususların odunun çalışma özellikleri üzerindeki etkisi lamine malzeme içinde geçerli olup, gözönünde tutulmalıdır.

Tablo 25: Bazı ağaç türlerine ait çalışma miktarları (Hacmen).

Ağaç türü	Hacmen daralma (%)	Hacmen genişleme (%)	Literatür
Sançam	12,7	14,6	Toker, 1960
Sançam(Avrupa)	12,4	12,0	Kollman,1951
Kızılçam	11,4	12,36	Bektaş,1997
Kızılçam(Dursunbey)	12,0	13.5	Berkel,1957
Karaçam(Dursunbey)	13,9	-	Göker,1977
Karaçam(Elekdağ)	12,5	-	Göker,1977
Toros Sediri	9,2	-	Bozkurt-Göker,1987
Doğu Ladini	11,5	-	Bozkurt-Göker,1987

Verilerin istatistiksel olarak (F-testi ve T-testi ile) değerlendirilmesinden incelenen etki faktörleri olarak; Tutkal farklılığı, lamine kalınlıkları ve yıllık halka düzeninin etkinlik (anlamlılık) durumu ise şu şekilde sonuçlanmıştır (Ek-1, Ek-2).

Tutkal Farklılığı

Eşit lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede tutkal farklılığının daralma üzerine olan etkisi; hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeni için her iki yöndeki daralmada da anlamlı bulunmuştur.

Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise, tutkal farklılığının daralma miktarı üzerine olan etkisi; R-T-R yıllık halka düzeni için önemsiz, T-R-T düzeninde ise her iki yöndeki daralma için önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile gerek R-T-R, gerekse T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine ağaç malzemede, lamel kalınlıklarının daralma üzerine olan etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde önemli bulunmuştur.

PVAc ile üretilenlerde ise, T-R-T yıllık halka düzenindeki numunelerin kalınlık yönündeki daralması hariç diğerlerinde önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Aynı tutkal türü ile eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine ağaç malzemede, yıllık halka düzeni farklılığının hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönündeki daralma üzerine olan etkisi; farklı lamel kalınlıklarındaki T-R-T düzeninin genişlik yönündeki daralması hariç önemli bulunmuştur.

IV.1.1.2. Sarıçam Lamine Malzemede Genişleme Miktarları

Sarıçam lamine malzemenin genişleme miktarlarına gelince; Tablo 9'da görüldüğü gibi, kalınlık yönünde %4.91 ile %7.10 arasında değişirken, genişlik yönünde ise %4.75 ile %7.33 arasında bulunmaktadır. Belirlenen bu genişleme miktarlarının, yine masif Sarıçam için belirlenen (TOKER-1960) radyal yöndeki %4.4'lük genişlemeye karşılık, teğet yöndeki %9.1'lik ve hacmen %14.6'lık genişleme yüzdesinden küçük olduğu görülmektedir. Buradan, Sarıçam lamine malzemenin daralma miktarlarında olduğu gibi, genişleme miktarlarının da masifine göre daha stabil olduğu ve laminasyon tekniğine uygun üretimler için kabul edilebilir sınırlar içinde bulunduğu söylenebilir.

Genişleme miktarlarına ait verilerin istatistiksel olarak (F-testi ve T-testi ile) değerlendirilmesinden, laminasyondaki bütün kombinasyonlar (Tablo 7) için etki faktörleri olarak incelenen; tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzeninin etkinlik (önem) düzeyleri ise şu şekilde sonuçlanmıştır (Ek-3, Ek-4).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemede tutkal farklılığının genişleme üzerine olan etkisi; her iki yıllık halka düzeninde (R-T-R ve T-R-T), hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede de, tutkal farklılığının genişleme üzerine olan etkisi, aynı şekilde anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine ağaç malzemede, lamel kalınlıklarının genişleme üzerine olan etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde ölçülen genişleme miktarları için önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemeler için de lamel kalınlıklarının genişleme üzerine etkisi, aynı şekilde hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde etkin bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Denenen her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere, eşit ve farklı lamel kalınlıkları ile üretilmiş lamine malzemede yıllık halka düzeninin genişleme miktarı üzerine olan etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde önemli bulunmuştur.

Sonuç olarak, Sarıçam lamine malzemenin çalışma (daralma ve genişleme) özellikleri üzerinde; tutkal türünün, lamel kalınlıklarının ve yıllık halka düzeninin genellikle etkili olduğu söylenebilir.

IV.1.2. Kızılçam Lamine Malzemede Çalışma Miktarları

IV.1.2.1. Kızılçam Lamine Malzemede Daralma Miktarları

Yapılan denemeler sonucunda, Tablo 10'da görüldüğü gibi Kızılçam lamine malzemede daralma miktarları; lamine malzemenin kalınlığı yönünde %3.57 ile %5.36 arasında, genişlik yönünde %3.84 ile %6.36 arasında değişmektedir. Bu sonuçların masif Kızılçamda belirlenen (BEKTAŞ -1997), radyal yöndeki %4.60'lık daralmaya karşılık, teğet yöndeki %6.80'lik ve hacmen %11.40'lık daralma miktarlarıyla mukayesesi yapılacak olursa daha küçük olduğu görülmektedir.

Kızılçam lamine malzeme için belirlenen bu değerlerin, Tablo 25'de verilen bazı ağaç türlerine ait daralma miktarlarından da, daha az veya yakın bir değer göstermesi, boyut stabilitesi bakımından önem arzeden, pencerelerde dahil olmak üzere çeşitli kullanım yerleri için bir sorun oluşturmayacağı söylenebilir. Ancak, burada laminasyon tekniğine uygunluğun önemli rol oynadığı ortaya çıkmaktadır. Zira, laminasyon tekniğinin avantajlarına ancak kuralına uygun üretim ile ulaşılabilir.

Kızılçam lamine malzemenin daralma miktarlarına ait bu verilerin istatistiksel olarak (F-testi ve T-testi ile) değerlendirilmesinden, araştırmada incelenen etki faktörlerinin önem (anlamlılık) düzeyleri ise, aşağıda açıklandığı gibi sonuçlanmıştır (Ek-5, Ek-6).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının daralma üzerine olan etkisi; her iki yıllık halka düzeninde (R-T-R ve T-R-T), hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde belirlenen daralmalar için önemli bulunmuştur.

Farklı lamel kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede de aynı şekilde tutkal farklılığının daralma üzerine olan etkisi, anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile hem R-T-R, hem de T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede, lamel kalınlıklarının daralma üzerine olan etkisi; gerek kalınlık yönünde, gerekse genişlik yönünde yapılan ölçümlerde anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemelerde de lamel kalınlıklarının daralma üzerine olan etkisinin, aynı şekilde anlamlı olduğu görülmüştür.

Yıllık Halka Düzeni

Aynı tutkallardan, eşit ve farklı lamel kalınlıklarından lameller ile üretilmiş lamine malzemede, yıllık halka düzeninin daralma üzerine etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönündeki sonuçlara göre önemli bulunmuştur.

IV.1.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Genişleme Miktarları

Kızılçam lamine malzemenin Tablo 11'de görüldüğü gibi değişik kombinasyonlar için belirlenen genişleme miktarına gelince; kalınlık yönünde %4.74 ile %6.58 arasında, genişlik yönünde ise %4.19 ile %6.07 arasında değişmektedir. Masif Kızılçamdaki genişleme miktarı ise, radyal yönde %4.68, teğet yönde %7.68 ve hacmen %12.36 olarak belirtilmiştir (BEKTAŞ-1997).

Kızılçam lamine malzeme için belirlenen değerlerin, masif Kızılçamın genişleme miktarları ile olan mukayesesinden; genişleme miktarının daha az veya eşite yakın olduğu ve kesinlikle masifinden daha büyük bir genişleme göstermediği söylenebilir. Ayrıca, Tablo 25'deki diğer ağaç türlerine ait değerlere de yakın olduğu görülmektedir.

Buradan, Kızılçam lamine malzeme genişleme miktarlarının, boyut stabilitesinin önemli bulunduğu çeşitli kullanım yerleri için bir sorun oluşturmayacağı söylenebilir. Ancak, burada laminasyon tekniğine uygun üretimin sağlanmasının yanında, kullanılan odunun özellikleri (yıllık halka genişliği, yaz odunu katılım oranı, öz odun - diri odun, lif kıvrıklığı, budaklılık, asidite vb.)'nin de lamine malzemenin direnç özelliklerinde olduğu gibi, çalışma özelliklerinde de önemli bulunduğu unutulmamalıdır.

Genişleme miktarlarına ait verilerin, F-testi ve T-testi ile değerlendirme sonuçlarına göre, incelenen etki faktörlerinin genişleme miktarları üzerindeki etkisi (önem düzeyi) ise aşağıda açıklandığı gibi belirlenmiştir (Ek-7, Ek-8).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemede tutkal farklılığının genişleme üzerine olan etkisi; her iki yıllık halka düzeninde (R-T-R ve T-R-T), hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde yapılan ölçümlere göre önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilenlerde ise, tutkal farklılığının genişleme üzerine etkisi; R-T-R düzenindeki numunelerin kalınlık yönündeki genişlemesi hariç, aynı şekilde hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönündeki ölçümlere göre anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede, lamel kalınlıklarının genişleme miktarı üzerine olan etkisi; gerek kalınlık yönünde, gerekse genişlik yönündeki genişleme miktarlarına göre önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemeler için de, aynı şekilde genişleme üzerine olan lamel kalınlıklarının etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönünde etkin bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Denenen her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere eşit ve farklı lamel kalınlıklarıyla elde edilmiş malzemede yıllık halka düzeninin genişleme miktarı üzerine olan etkisi; hem kalınlık yönünde, hem de genişlik yönündeki ölçümlere göre önemli bulunmuştur. Ancak, farklı kalınlıklardaki lamellerle T-R-T düzenindeki numunelerin PÜ-8755 ile üretilenlerin kalınlık yönündeki, PVAc ile üretilenlerin genişlik yönündeki ölçümlerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durumda odun özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, Kızılçam lamine malzemenin çalışma (daralma ve genişleme) özellikleri üzerinde; tutkal türünün, lamel kalınlıklarının ve yıllık halka düzeninin önemli olduğu görülmüştür. Buradan, çalışma miktarlarına bakarak, Kızılçam lamine malzemenin doğrama üretimine uygunluğunu Bölüm 1.2.1’de anlatılan diğer özellikleri de taşıması şartıyla söyleyebiliriz.

IV.2. Lamine Ağaç Malzemede Eğilme Direnci

IV.2.1. Sarıçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci

Yapılan denemeler sonucu, değişik kombinasyonlarda üretilmiş olan Sarıçam lamine malzemenin Tablo 12’de görüleceği üzere eğilme direnci; minimum 880.33 kg/cm², maksimum 992.75 kg/cm² , ortalama 936 kg/cm² arasında değişmektedir. Bu değerlerin, masif Sarıçam için saptanan (TOKER-1960), ortalama 648.7 kg/cm²’lik eğilme direncinden yüksek olduğu görülmüştür.

Sarıçam lamine malzeme için belirlenen bu değerlerin, aynı zamanda Tablo 26’da verilen, diğer bazı ağaç türlerine ait ortalama eğilme direnci değerlerinden de, yine büyük veya yakın olduğu söylenebilir.

Tablo 26: Bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri.

Ağaç türü	Eğilme Direnci (kg/cm ²)	Literatür
Sarıçam	649	Toker,1960
Sarıçam(Avrupa)	1000	Kollman,1951
Kızılcıam	590	Bektaş,1997
Karaçam(Dursunbey)	1095	Göker,1977
Karaçam(Elekdağ)	942	Göker,1977
Doğu Ladini	690	Göker,1977
Toros Sediri	768	Bozkurt-Göker,1987

Bulguların istatistiksel olarak F- testi ve T- testi ile değerlendirilmesinden, incelenen tutkal farklılığı, lamel kalınlığı ve yıllık halka düzeni faktörlerinin eğilme direnci üzerindeki etkinlikleri (önem düzeyleri) de, şu şekilde sonuçlanmıştır (Ek-9, Ek-10).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının eğilme direnci üzerine olan etkisi; hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde önemsiz bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerden üretilen lamine malzemede ise, tutkal farklılığının eğilme direnci üzerine etkisi R-T-R yıllık halka düzeninde anlamlı bulunurken,T-R-T düzeninde önemsiz bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı için R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninin her ikisinde de lamel kalınlıklarının eğilme direnci üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzeme içinde, aynı şekilde lamel kalınlıklarının etkisi önemli bulunmuştur.

Lamel kalınlıklarının eğilme direnci üzerinde önemli olduğu çeşitli literatür çalışmalarında da belirtilmiştir. Örneğin; (YOUNGQUIT-LAUFENBERG,1984) tarafından lamel kalınlığı arttıkça eğilme direncinin azaldığı, lamel genişliğinin ise eğilme direnci üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede yıllık halka düzeninin eğilme direnci üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

PVAc tutkalında ise eşit kalınlıklardaki lamellerden üretilenlerde yıllık halka düzeni eğilme direncini etkilemezken farklı kalınlıklardaki lamellerden üretilenlerde etkin bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre; buradaki farklılıkların nedeni olarak, lamel kalınlıklarının etkisinde kuvvet tesir yönü ile lif yönü gösterilebilir. Zira, kuvvetin radyal veya teğet yönde uygulanması durumunda oluşan direnç farklılığının, lamine malzemede farklı oranlardaki radyal ve teğet lamellerle eğilme direnci üzerindeki etkisinin söz konusu olduğu düşünülmektedir. Ancak, organik bir malzeme olan odunun muhtelif kısımlarda ve yönlerde farklı bulunan anatomik ve teknolojik özellikleri kuşkusuz buradaki eğilme direnci farklılığının diğer sebepleri olarak söylenebilir.

IV.2.2. Kızılçam Lamine Malzemede Eğilme Direnci

Yapılan denemeler sonucu Tablo 13'de görülen değişik kombinasyonlarda üretilmiş Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci; minimum 913.54 kg/cm² ile maksimum 967.50 kg/cm², ortalama 946 kg/cm² olarak bulunmuştur. Saptanan bu değerlerin, masif odun olarak Kızılçamda belirtilen (BEKTAŞ-1997), 590.33 kg/cm²'lik eğilme direncinden büyük olması, laminasyon tekniği ile masifine göre daha büyük eğilme direncine ulaşılabileceği görülmüştür.

Belirlenen bu değerleri, Tablo 26'de verilen diğer bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleriyle de karşılaştıracak olursak, çeşitli kullanım yerleri için uygun bir malzemenin yerine, eşdeğer veya üstün özelliklere sahip bir malzemenin kullanılabileceği düşüncesiyle, Kızılçam lamine malzemenin doğramalık ağaç malzeme için yeterli eğilme direncine sahip olduğu söylenebilir.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, laminasyondaki bütün kombinasyonlar için incelenen etki faktörlerinin etkinlik durumu hakkında şu sonuçlar çıkarılmıştır (Ek-11, Ek-12).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının eğilme direnci üzerine etkisi; R-T-R yıllık halka düzeninde önemsiz bulunurken, T-R-T düzeninde önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede ise tutkal farklılığının eğilme direnci üzerine etkisi, her iki yıllık halka düzeni (R-T-R ve T-R-T) içinde anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen Lamine malzemede lamel kalınlıklarının eğilme direnci üzerine etkisi, farklı lamel kalınlıklarındaki R-T-R düzeninde üretilenler hariç önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise, her iki yıllık halka düzeninde de lamel kalınlıklarının eğilme direnci üzerine olan etkisi anlamlı bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Denenen her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere, eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede, yıllık halka düzeninin eğilme direnci üzerine olan etkisi, PVAc tutkalı ile eşit lamel kalınlıklarında T-R-T düzeninde üretilenler hariç önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak; gerek Sarıçam, gerekse Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci değerlerinde farklılıklar bulunmakla beraber, genellikle masifine göre daha yüksek değerler bulunmuştur. Farklılıkların ise yalnızca odunun anatomik ve teknolojik özelliklerinden kaynaklanmadığı, laminasyondaki uygulama özelliklerinin de burada önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Özgül Ağırlık - Eğilme Direnci İlişkisi

Daha önce (Bölüm 1.2.3.)'de belirtildiği gibi özgül ağırlık, odunun teknolojik özellikleri ile beraber laminasyon uygulamaları üzerinde etkili bulunmaktadır.

Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde, odun - rutubet ilişkileri de dahil olmak üzere etkili olan özgül ağırlığın direnç özellikleri üzerine etkisi, burada lamine malzemeler için eğilme direnci ile ilişkiye getirilerek incelenmiştir.

Bu amaçla belirlenen sonuçlar; Şekil 24,25,26,27,28,29,30,31’de görüldüğü gibi, özgül ağırlığın eğilme direnci ile olan doğrusal ilişkisinin lamine ağaç malzeme içinde geçerli olduğunu açıkça göstermektedir. Denenen her iki tutkal türü içinde geçerli olmak üzere; özgül ağırlığın artmasıyla eğilme direncinin de arttığı ilgili şekillerden kolaylıkla izlenmektedir.

Diğer taraftan, pencere doğramalarında kullanılan ağaç malzemenin özgül ağırlığı, (RICHTER ve SCHWAB -1982) tarafından en uygun olarak 0.52 ve 0.68 gr/cm³ şeklinde bildirilmesine rağmen, iğne yapraklı ağaç odunlarının düzgün lif yapısı nedeniyle 0.42 gr/cm³ özgül ağırlığa sahip bir iğne yapraklı ağaç odununun mukavemetinin, özgül ağırlığı 0.52 gr/cm³ olan bir yapraklı ağaç odununun mukavemetine eşit olduğunu ve dolayısıyla 0.42 gr/cm³ özgül ağırlığa sahip iğne yapraklı ağaç odunlarının pencere doğramasında kullanılabilecekleri belirtilmiştir. Alman Pencere Tekniği Enstitüsü ise ahşap pencere doğramasında kullanılacak ağaç malzemenin özgül ağırlığını, iğne yapraklı ağaç odunları için 0.35 gr/cm³, yapraklı ağaç odunları için ise 0.45 gr/cm³ olarak belirlemiştir.

Buna göre, çalışmada belirlenen özgül ağırlık değerlerinin, pencere doğramasında kullanılacak özgül ağırlık değerleri için bir sorun oluşturmayacağı her iki ağaç türünde Sarıçam ve Kızılçam lamine malzeme için görülmüştür. Ancak, bir malzemenin yalnızca özgül ağırlığına bakarak kullanım yeri için uygunluğuna karar vermek doğru değildir. Kuşkusuz anatomik yapı, kimyasal yapı, yapışma özelliği, işlenme özelliği vb. diğer hususlarda kullanım yerine göre önem kazanmaktadır.

IV.3. Lamine Ağaç Malzemedede E - Modülü

IV.3.1. Sarıçam Lamine Malzemedede E - Modülü

Denemeler sonucu, Sarıçam lamine malzemedede elastikiyet modülü; laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre minimum 97415 kg/cm², maksimum 132297 kg/cm² ve ortalama 123175 kg/cm² olarak belirlenmiştir (Tablo 15). Masif Sarıçamdaki E - modülünün ise, min. 88000 kg/cm², maks. 113000 kg/cm² ve ortalama 102000 kg/cm² (TOKER-1960) olduğu göz önüne alınacak olursa, Sarıçam lamine malzeme ile daha yüksek elastikiyet modülüne ulaşılabileceğini söylemek

mümkündür. Bununda, kapı ve pencere yapımında kullanılacak ağaç malzemenin seçiminde göz önünde tutulacak hususlardan biri olarak, ağaç malzemenin elastikiyet modülünün kapı ve pencerenin hareketli kısımlarının dikliğini muhafaza etmek için düşük olmaması şartının laminasyon tekniği ile sağlanabileceğini gösterdiğini söyleyebiliriz.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkinlikleri hakkında şu sonuçlara varılmıştır (Ek-13, Ek-14).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının elastikiyet modülü üzerine olan etkisi; hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemede de aynı şekilde tutkal farklılığını elastikiyet modülü üzerine olan etkisinin önemli olduğu görülmüştür.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı için, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninin her ikisinde de lamel kalınlıklarının elastikiyet modülü üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenler içinde aynı sonuç bulunmuştur.

Burada, her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere önemli bulunan lamel kalınlıklarının etkisi, bazı literatür çalışmalarında önemsiz bulunmuştur (TICHY-BODING,1978 ve YOUNGQUIT-LAUFENBERG,1984).

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı için, eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede, R-T-R yıllık halka düzeninin elastikiyet modülü üzerine etkisi önemsiz bulunurken, T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemelerde ise hem eşit, hem de farklı lamel kalınlıklarında E- modülü üzerinde etkin bulunmuştur.

IV.3.2. Kızılçam Lamine Malzemede Elastikiyet Modülü

Denemeler sonucu Kızılçam lamine malzemede elastikiyet modülünün; değişik kombinasyonlara göre min. 95354 kg/cm², maks. 111490 kg/cm² ve ortalama 104071 kg/cm² olduğu görülmüştür (Tablo 16). Masif odun olarak Kızılçamda belirtilen E - modülünün 87320 kg/cm² (BOZKURT- GÖKER- ERDİN- AS, 1993) gibi düşük bir değerde olması, bazı kullanım yerleri için, örneğin araştırma konusu doğrama üretimi için dezavantaj olarak görülebilir. Ancak, masif Kızılçama ait bu düşük E- modülü değerlerinin lamine malzemede görüldüğü gibi daha yükseltilebileceği ve bununda, Sarıçam değerlerine yakın bir malzeme olarak, aranan diğer özelliklerde göz önünde bulundurulmak şartıyla, doğrama üretimi için uygun olabileceği belirtilebilir.

Belirlenen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden, incelenen etki faktörlerinin elastikiyet modülü üzerindeki anlamlılıkları hakkında ise, şu sonuçlar çıkarılmıştır (Ek-15, Ek-16).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının elastikiyet modülü üzerine etkisi; hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede de tutkal farklılığının etkisi, aynı şekilde anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı için R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninin her ikisinde de lamel kalınlıklarının elastikiyet modülü üzerine olan etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı içinde, her iki yıllık halka düzeninde sonuç, aynı derecede önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı için eşit ve farklı lamel kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede, yıllık halka düzeninin elastikiyet modülü üzerine olan etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı içinde aynı sonuç geçerli olup, yıllık halka düzeninin elastikiyet modülü üzerine olan etkisi önemlidir.

Sonuç olarak; laminasyon yöntemiyle masifine göre daha yüksek E-modüllerine ulaşılabileceği, ancak bu özelliğinde laminasyon uygulamalarındaki çeşitli faktörlerden etkilendiği, gerek Sarıçam gerekse Kızılcım lamine örneklerinde ortaya çıkmıştır.

IV.4. Lamine Ağaç Malzemede Basınç Direnci

IV.4.1. Sarıçam Lamine Malzemede Basınç Direnci

Araştırmada, Sarıçam lamine malzemede basınç direnci laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre minimum 520.9 kg/cm², maksimum 577.4 kg/cm² ve ortalama 536 kg/cm² olarak belirlenmiştir (Tablo 17). Saptanan bu direnç değerleri de, masif Sarıçamda (TOKER-1960) tarafından min. 82.1 kg/cm², maks. 605.4 kg/cm² ve ortalama 379 kg/cm² olarak belirlenen basınç direnci değerlerinden yüksektir (Tablo 27). Bu sonuçlara göre, laminasyon tekniği ile basınç direnci değerlerinde de iyileştirmelerin sağlanabileceği görülmektedir.

Tablo 27: Bazı ağaç türlerine ait basınç dirençleri

Ağaç Türü	Basınç Direnci (kg/cm ²)	Literatür
Sarıçam	379	Toker,1960
Sarıçam(Avrupa)	450	Bozkurt- Erdin,1990
Kızılcım	419.6	Bektaş,1997
Karaçam	479	Bozkurt-Göker,1987
Toros Sediri	449.7	Bozkurt-Göker,1987
Doğu Ladini	311	Bozkurt-Göker,1987

Basınç direnci özelliğinin de kullanılan odun özelliklerinden ve laminasyon uygulamalarındaki çeşitli faktörlerden etkilendiği, her bir kombinasyondaki farklı basınç direnci sonucuyla ortaya çıkmaktadır.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin basınç direnci üzerindeki etkinlikleri (önem düzeyleri) hakkında şu sonuçlara varılmıştır (Ek-17, Ek-18).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının basınç direnci üzerine etkisi; R-T-R yıllık halka düzeninde etkin bulunurken, T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmamıştır.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş olanlarda ise, tutkal farklılığının basınç direnci üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 Tutkalı için, R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninin her ikisinde de lamel kalınlıklarının basınç direnci üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur.

PVAc tutkalından üretilenlerde ise lamel kalınlıklarının etkisi; R-T-R yıllık halka düzeninde önemsiz bulunurken, T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı için, eşit ve farklı lamel kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede yıllık halka düzeninin (R-T-R ve T-R-T) basınç direnci üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir.

PVAc tutkalından üretilenlerde ise, yıllık halka düzeninin basınç direnci üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur.

IV.4.2.Kızılçam Lamine Malzemede Basınç Direnci

Denemeler sonucu Kızılçam lamine malzemede basınç direncinin laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre; minimum 519.5 kg/cm², maksimum 610.6 kg/cm² ve ortalama 558 kg/cm² olduğu görülmüştür (Tablo 18). Belirlenen bu değerlerin, masif Kızılçamda saptanan (BEKTAŞ - 1997); min. 233 kg/cm², maks. 685.3 kg/cm² ve ortalama 419.6 kg/cm²'lik basınç direnci değerlerinden oldukça yüksek bulunmasında laminasyon işleminin yanı sıra, laminasyonda tamamen öz odun karakterindeki lamellerin kullanılmasının da etkili olduğu düşünülmektedir.

Diğer taraftan, Tablo 27'de verilen bazı ağaç türlerine ait basınç direnci değerleriyle de mukayesesini yapacak olursak, masif odunun basınç direncinin

laminsasyon işlemiyle yükseldiği, gerek Sarıçam gerekse Kızılçam lamine örneklerine göre söylenebilir.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin basınç direnci üzerindeki etkinlikleri aşağıda aıklandđı gibi belirlenmiştir (Ek-19, Ek-20).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının basınç direnci üzerine olan etkisi, her iki yıllık halka düzeni içinde önemli bulunmuştur.

Farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilenler içinde aynı sonuç geçerli olup, tutkal farklılığının basınç direnci üzerine olan etkisi önemlidir.

Lamel Kalınlıkları

P-8755 tutkalı için, her iki yıllık halka düzeninde (R-T-R ve T-R-T) retilen lamine ağaç malzemede, lamel kalınlıklarının basınç direnci üzerine olan etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde de aynı şekilde lamel kalınlıklarının basınç direnci üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

P-8755 tutkalı ile eşit ve farklı lamel kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede, yıllık halka düzeninin basınç direnci üzerine olan etkisi; eşit kalınlıklardaki lamellerle T-R-T düzeninde üretilmiş olanlar hariç, anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde de yıllık halka düzeninin basınç direnci üzerinde aynı derecede etkili olduğu görülmüştür.

IV.5. Lamine Ağaç Malzemede Makaslama Direnci

Yapıştırılmış ekler ve birleştirmelerin değerlendirilmesi amaçlı mekanik denemelerden makaslama direnci; ağaç malzemede yanyana ve birbiri ile yapıştırılmış iki düzlemi aksi yönlerde kaydırarak birbirinden ayırmaya çalışan

kuvvetlere gösterilen karşı koyma olarak tanımlanmaktadır ve ağaç malzemenin yapı elemanı olarak kullanımında önemli bulunmaktadır. Bu amaçla, denemelerde lamine profilin kullanım yerindeki maruz kalabileceği makaslama gerilmeleri gözönünde tutularak, tutkal hattında liflere paralel ve liflere dik olmak üzere iki yönde makaslama dirençleri ölçülmüştür (Şekil 17).

IV.5.1. Sarıçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci

Sarıçam lamine malzemede makaslama direnci, laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre farklılıklar göstermekte olup, tutkal hattında liflere paralel yönde 30.8 kg/cm² ile 56.6 kg/cm² arasında, tutkal hattında lifler dik yönde ise 14.2 kg/cm² ile 21 kg/cm² arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 19). Belirlenen bu değerleri; Tablo 28'de verilen bazı ağaç türlerine ait masif odundaki liflere paralel yöndeki makaslama dirençleriyle karşılaştıracak olursak küçük olduğu, ancak yapışma dayanımının performansını belirlemek amaçlı bu deneme sonuçlarını, Tablo 29'de verilen PVAc ve Epoksi tutkalları ile yapıştırılmış bazı ağaç türlerine ait liflere paralel yöndeki ortalama makaslama dirençleriyle karşılaştırırsak, Gökmar için belirtilen 37.1 kg/cm² ile Karaçam için belirtilen 44.8 kg/cm²'lik direnç değerlerinden daha büyük veya eşite yakın direnç değerlerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 28: Bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri

Ağaç türü	Makaslama Direnci (kg/cm ²)	Literatür
Sarıçam(Avrupa)	100	Bozkurt-Erdin,1989
Kızılcıçam(Türkiye)	66.9	Bektaş,1997
Karaçam(Dursunbey)	66.3	Göker,1977
Karaçam(Elekdağ)	65	Göker,1977
Ladin(Avrupa)	75	Bozkurt-Erdin,1989
Uludağ Gökmarı	46	Bozkurt-Göker,1980

Tablo 29: PVAc ve Epoksi tutkalları ile yapıştırılmış bazı ağaç türlerine ait ortalama makaslama dirençleri (DEMETÇİ-1991).

Ağaç türü	Makaslama Direnci (Kpf/cm ²)
Uludağ Göknaarı	37.14
Karaçam (Dursunbey)	44.87
Dağ Akçaağacı	79.00
Doğu Kayını	80.90
Çoruh Meşesi	69.23

Diğer taraftan, kuru ortam şartlarındaki denemeler sırasında makaslama numunelerinin incelenmesinden kopma veya kırılmaların tutkal hattından değil, odunda gerçekleşmesi, yapışma performansının denenen her iki tutkal içinde olumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, bu durum (odunda kırılma) yaş ortam şartlarında gerçekleşmemiştir.

Denemelerde, farklı değerlerin elde edilmesi ise laminasyon işlemindeki değişik faktörlerin etkisine bağlanabilir. Örneğin; farklı özgül ağırlıktaki lamellerin kullanılması, makaslama kuvveti etki yönü ile lif yönü arasındaki açının etkisi vb. gibi. Makaslama kuvveti etki yönü ile lif yönü arasındaki açı 0° ile 90° arasında değişmektedir. Bu açı 0° olduğu takdirde kuvvet yönü liflere paralel, 90° olduğu takdirde ise kuvvet yönü liflere dik durumdadır. Liflere dik yöndeki makaslama direnci, liflere paralel yöndeki makaslama direncinden önemli miktarda düşük bulunmakta olup, ikisi arasında şöyle bir ilişkinin $\frac{\sigma_{m //}}{\sigma_{m \perp}} = 1,2...1,6$ varlığı belirtilmiştir (BERKEL-1970). Denemelerde bu ilişkiye paralel sonuçlara ulaşılmıştır.

Ayrıca, odunun çalışması ile meydana gelen çatlaklar makaslama direncini fazla miktarda düşürücü bir etki yapmaktadır.

Sarıçam lamine malzemeye ait bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin makaslama direnci üzerindeki önem dereceleri şu şekilde açıklanabilir (Ek-23, Ek-24).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının makaslama direnci üzerine etkisi, R-T-R yıllık halka düzeninde hazırlanmış

numunelerde, tutkal hattında liflere paralel ve dik yönlerde anlamlı bulunmuştur. Aynı sonuç, T-R-T yıllık halka düzeni içinde geçerlidir.

Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise, R-T-R yıllık halka düzenine sahip numunelerin tutkal hattında liflere dik yöndeki makaslama direnci hariç, diğerleri üzerinde tutkal farklılığının etkisi önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile, hem R-T-R hem de T-R-T düzeninde üretilen lamine ağaç malzemede lamel kalınlıklarının makaslama direnci üzerindeki etkisi önemli olup, tutkal hattında liflere paralel ve dik yöndeki makaslama dirençleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise, her iki yıllık halka düzeninde de tutkal hattında liflere paralele yöndeki makaslama dirençleri hariç, diğerleri için anlamlı farklılıklar göstermiştir.

Yıllık Halka Düzeni

Aynı tutkaldan, eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilmiş lamine ağaç malzemede yıllık halka düzeni farklılığı, hem tutkal hattında liflere paralel makaslama direncini hem de tutkal hattında liflere dik makaslama direncini etkilemektedir.

Sonuç olarak, incelenen etki faktörlerinin Sarıçam lamine malzemenin makaslama direnci üzerinde genellikle önemli bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak, diğer literatür çalışmalarında da karşılaşıldığı gibi bazı numunelerde bu faktörlerin etkileri farksız bulunmuştur. Örneğin; liflere paralel yönde çekme- makaslama direncinde; teğet ve radyal kesit yüzeylerinin etkisi farksız bulunmuştur. Buna karşılık, ağaç türü, yatırma ortamı şartları ve kesit yüzeylerinin numunelerin direncine olan karşılıklı etkilerinin ise önemli oldukları tespit edilmiştir(ERŞEN-1975).

IV.5.2. Kızılçam Lamine Malzemede Makaslama Direnci

Kızılçam lamine malzemede Makaslama direnci, laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Denemelerde sonuçların, tutkal hattında liflere paralel yönde 35.8 kg/cm² ile 78.9 kg/cm² arasında, tutkal hattında liflere dik yönde ise 27.7 kg/cm² ile 42.2 kg/cm² arasında değiştiği görülmüştür

(Tablo 20). Belirlenen bu değerleri, gerek Tablo 28'de verilmiş olan bazı ağağ türlerine ait masif odundaki makaslama dirençleri, gerekse Tablo 29'da verilmiş olan yapıştırılmış bazı ağağ türlerine ait makaslama dirençleri ile karşılaştıracak olursak, oldukça yüksek direnç değerlerine ulaşılabileceği grlmştır. Denemelerde, tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci, liflere dik makaslama direncinden daha yüksek bulunarak Sarıçam lamine malzemede belirtilen ilişkinin Kızılçam lamine malzeme içinde geçerli olduğu saptanmıştır.

Ayrıca, denemeler sırasında numunelerin makaslama yüzeyindeki kopma ve kırılma şekillerinin incelenmesinden, kopma ve kırılmaların tutkal hattında değil de odunda gerçekleşmesi denenen her iki tutkalın, kuru ortam şartlarında iyi bir yapışma performansı gösterdiğini ortaya koymuştur.

Kızılçam lamine malzemeye ait bulguların istatistiksel olarak(F-testi ve T-testi) değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin makaslama direnci üzerindeki etkinlikleri (nem düzeyleri) aşağıda açıklandığı gibi sonuçlanmıştır (Ek-23, Ek-24).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının makaslama direnci üzerine etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de hem tutkal hattında liflere paralel, hem de tutkal hattında liflere dik makaslama dirençleri için önemli bulunmuştur.

Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise tutkal farklılığının etkisi, T-R-T düzenine sahip numunelerin tutkal hattında liflere dik makaslama direnci hariç, diğerlerinde önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

P-8755 tutkalı ile, hem R-T-R hem de T-R-T düzeninde üretilen lamine ağağ malzemede lamel kalınlıklarının makaslama direnci üzerine olan etkisi; T-R-T yıllık halka düzenindeki numunelerin tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci hariç,önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise lamel kalınlıkları, her iki yıllık halka düzeninde de, tutkal hattında liflere paralel ve liflere dik makaslama dirençleri üzerinde aynı şekilde anlamlı bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile hem eşit, hem de farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş olan lamine malzemede, yıllık halka düzeninin makaslama direnci üzerine olan etkisi; T-R-T düzenindeki eşit lamel kalınlıklarındaki numunelerin, tutkal hattında liflere dik makaslama dirençleri hariç, diğerlerinde önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde de aynı şekilde, eşit lamel kalınlıklarında T-R-T düzenindeki numunelerin tutkal hattında liflere dik makaslama direnci hariç, diğerlerinde anlamlı bulunmuştur.

IV.6. Lamine Ağaç Malzemede Sertlik Değeri (Janka Sertlik)

Sertlik değeri, ağaç malzemenin gerek kullanım alanlarını, gerekse işlenme özelliklerini belirleyici özelliklerden biri olarak pencere üretiminde kullanılacak ağaç malzeme içinde önemli bulunmaktadır. Zira, artan sertlik derecesi ile kapı ve pencere elemanlarının kenarlarının çarpmaya karşı direnci artmaktadır.

Anizotrop yapıya sahip olan odunda; enine kesit, radyal kesit ve teğet kesit sertliği olmak üzere çeşitli sertlik türleri mevcut olup kesit yönünün sertlik üzerine etkisi, lamine malzemenin tutkal derzlerinde görülmektedir. Bu amaçla, denemelerde lamine malzemenin sertlik dirençleri; Şekil 18'de gösterildiği gibi masif yönünde (lamel sertliği), tutkal hattında liflere paralel yönde ve tutkal hattında liflere dik yönde olmak üzere üç farklı yöndeki sertlikleri belirlenmiştir.

IV.6.1. Sarıçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri

Denemeler sonucu, Sarıçam lamine malzemede üç farklı yöndeki sertlik değeri, laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre farklılık göstermekte olup masif yönündeki sertlik 237.1 kg/cm² ile 345.5 kg/cm² arasında değişirken, tutkal hattında liflere paralel yönde 287.6 kg/cm² ile 373.1 kg/cm² arasında, tutkal hattında lifler dik yönde ise 229.8 kg/cm² ile 297.8 kg/cm² arasında değiştiği görülmüştür

(Tablo 21). Belirlenen bu sertlik değerlerinin, Tablo 30'da verilen değerlerle mukayesesi yapılacak olursa Sarıçam lamine malzemenin sertlik değerinin, her iki yönde de ibreli masif odun için verilen değerlerden büyük veya eşite yakın olduğu görülmektedir. Bu durum, sertlik ve aşınma yüklemelerine karşı dayanıklılık isteyen kullanım alanlarında lamine malzemeye bir avantaj sağlamaktadır.

Tablo 30: Bazı ağaç türlerine ait liflere paralel ve dik yöndeki sertlik direnci değerleri.

Ağaç türü	Liflere paralel yönde		Liflere dik yönde		Literatür
	Brinell Sertlik (kg/mm ²)	Janka sertlik (kg/cm ²)	Brinell Sertlik (kg/mm ²)	Janka sertlik (kg/cm ²)	
Sarıçam	2.36	-	0.77	-	Toker,1960
Sarıçam (Avrupa)	4.00	300	1.90	250	Berkel,1970
Kızılçam (Yatağan)	-	367.4	-	252.9	Öktem-Sözen-Erten, 1993
Kızılçam	4.76	-	2.56	-	Bektaş, 1997
Karaçam (Dursunbey)	4.29	338	2.02	328	Göker, 1977
Uludağ Göknarı	3.60	-	1.20	-	Berkel,1963
Doğu Ladini	3.70	-	1.41	-	Bozkurt-Göker,1987
Toros Sediri	3.87	-	1.60	-	As, 1992
Radiata Çamı	4.54	-	2.84	-	Bektaş, 1989
Sahil Çamı	4.14	-	1.94	-	As, 1992

Sarıçam lamine malzeme için saptanan (Tablo 21) bulguların; istatistiksel olarak F-testi ve T-testi ile değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlara göre, incelenen etki faktörlerinin sertlik direnci üzerindeki etkinlikleri (önem düzeyleri) ise aşağıda açıklandığı gibi belirlenmiştir (Ek-25, Ek-26).

Tutkal Farklılığı

Eşit kalınlıklardaki lamellerden üretilmiş lamine malzemede tutkal farklılığının sertlik direnci üzerine etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de anlamlı bulunmuştur. Bu etki, gerek tutkal hattında liflere paralel gerekse liflere dik yön için ve ayrıca masif odun içinde geçerlidir. Bunun nedeni olarak, lamellerde farklı odun yapısı ve tutkalların farklı fiziksel, kimyasal ve teknolojik özelliklerinden kaynaklandığı şeklin de düşünülmektedir.

Farklı kalınlıklarındaki lamellerden üretilmiş lamine malzemede ise tutkal farklılığı; R-T-R yıllık halka düzeninde masif yöndeki sertlik hariç, diğer yönlerdeki sertlik değeri üzerinde etkin iken, T-R-T yıllık halka düzeninde gerek tutkal hattında liflere paralel, gerekse tutkal hattında liflere dik yöndeki sertlik değerleri üzerinde

tutkal farklılığının bir etkisi söz konusu değildir. Odun yapısı farklılığından kaynaklanan anlamlı bir ayrılık masif odun için bulunmuştur. Ancak, bu tutkal farklılığı ile ilgili değildir.

Lamel Kalınlıkları

Denemelerde kullanılan her iki tutkal türü içinde geçerli olmak üzere; R-T-R ve T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede, lamel kalınlıklarının sertlik değeri üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur. Bu farklılık, tutkal hattında liflere paralel ve liflere dik yön için söz konusudur. Masif odundaki sertlik değeri farklılığı lamel kalınlığından çok odun yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile, eşit ve farklı kalınlıklarda lamellerle üretilmiş olan lamine malzemede, yıllık halka düzeninin sertlik değeri üzerine olan etkisi; farklı lamel kalınlıklarındaki lamine malzemenin tutkal hattında liflere paralel yön hariç, diğerlerinde anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise, sadece masif odunda farklı sertlik değerleri bulunmuştur. Bu radyal ve teğet yüzey sertlik değerlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Zira, masif odunda bulunan bu farklılık, tutkal hattında liflere paralel ve liflere dik yön için bulunamamıştır. Diğer bir ifade ile, yıllık halka düzeni farklılığının PVAc tutkalı ile üretilenlerde, her iki yöndeki sertlik değeri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Sonuç olarak; Sarıçam odununun sertlik değerinin, laminasyon uygulamalarında azaltıcı bir etkiye maruz kalmadığı gibi, buna karşın laminasyon işlemiyle fiziksel ve mekanik özellikleriyle beraber sertlik değerinde de bir artışın meydana geldiği görülmektedir.

IV.6.2. Kızılçam Lamine Malzemede Sertlik Değeri

Laminasyon işlemindeki değişik kombinasyonlara göre Kızılçam lamine malzemede sertlik değeri, üç yönde de farklılık göstermiştir. Masif yönünde belirlenen sertlik 266.6 kg/cm² ile 379.1 kg/cm² arasında değişirken; tutkal hattında

liflere paralel yönde 424.6 kg/cm² ile 574 kg/cm² arasında; tutkal hattında lifler dik yönde ise 308.1 kg/cm² ile 401 kg/cm² arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 22).

Belirlenen bu değerleri; Tablo 30'da bazı ağaç türleri için verilen sertlik direnci değerleri ile karşılaştıracak olursak, Kızılçam lamine malzemenin her iki yönde de masif Kızılçamdan daha büyük sertlik değeri verdiği görülmektedir. Yine, aynı Tablodan diğer ibreli ağaç türlerine göre de daha büyük sertlik direncine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sertlik üzerine odun yapısının özellikle yaz odunu iştirak oranı, yıllık halka genişliği, trahelerin sayısı ve genişliğinin etkisi vardır. Genellikle yıllık halka içinde yaz odunu iştirak oranının etkisi arttıkça sertlikte artmaktadır. Ayrıca, odunun özgül ağırlığı ile sertlik arasında artan oranda doğrusal bir ilişki vardır.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden ise, incelenen etki faktörlerinin lamine malzemenin sertlik direnci üzerindeki etkinlikleri aşağıdaki gibi sonuçlanmıştır (Ek-27, Ek-28).

Tutkal Farklılığı

Eşit lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede tutkal farklılığının sertlik değeri üzerine etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de anlamlı bulunmuştur. Bu etkinin, gerek tutkal hattında liflere paralel gerekse tutkal hattında lifler dik yöndeki sertlik değerinin yanı sıra masif odun içinde geçerli olmasının nedeninin daha önce belirtildiği gibi lamellerdeki odun yapısı farklılığından kaynaklandığı şeklinde düşünülmektedir.

Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise, tutkal farklılığı; R-T-R yıllık halka düzenindeki masif odun ve tutkal hattında liflere paralel yöndeki sertlik hariç, diğer yön ve yıllık halka düzenin (T-R-T)'deki lamine malzemenin sertlik değerleri üzerinde önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ- 8755 tutkalı ile, R-T-R yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede lamel kalınlıklarının sertlik değeri üzerindeki etkisi her üç yön içinde anlamlı

bulunurken, T-R-T düzeninde anlamlı bulunmamıştır. Buradaki masif yöndeki farklılığın yine odun yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

PVAc tutkalı ile, R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede ise, lamel kalınlıkları tutkal hattında liflere paralel yöndeki sertlik üzerinde etkin bulunurken, diğer yönlerde önemsiz bulunmuştur. T-R-T düzeninde üretilenlerde ise tutkal hattında liflere paralel yön hariç, diğer yönlerde önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilmiş olan lamine malzemede, yıllık halka düzeninin sertlik değeri üzerine olan etkisi; farklı lamel kalınlıklarındaki lamine malzemenin tutkal hattında liflere dik yön hariç, diğerlerinde anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile gerek eşit lamel kalınlıklarında, gerekse farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise yıllık halka düzeninin sertlik değeri üzerine olan etkisi; belirlenen her üç yön içinde anlamlı bulunmuştur. Yine, buradaki masif yönlerdeki farklılığın sebebi odun yapısındaki farklılıklara dayandırılabilir.

Deneme sonuçlarından, Kızılçam lamine malzemede janka sertlik değerleri masif Kızılçam odunu için belirtilen sertlik değeri ile mukayese edilirse; lamine malzemenin tutkal hattındaki ($//$, $\perp$) sertliği esas alındığında, masifine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum, çeşitli yüzey işlemi, aşınma ve makinalarla işlenme özelliği gibi hususlar ile kullanım yerine göre önem kazanmaktadır. Bu bakımdan, lamine malzemenin tutkal hattındaki sertlik artışının bu tür özellikleri (aşınma, işlenme özelliği vb.) etkileme durumunun da ayrı araştırmalarla ele alınması söz konusu olabilir.

IV.7. Lamine Malzemede, Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı

Lamine malzemede, yapışma kalitesi ve dayanımının belirlenmesi amacıyla farklı ortam şartların (Kuru ortam ve Yaş ortam)'da belirlenen, kopma yüğü ve lif oranı herbir ortam için ayrı ayrı açıklanmıştır.

IV.7.1. Sarıçam Lamine Malzemede, Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yüğü ve Lif Oranı

IV.7.1.1. Kuru Ortam Şartlarında Kopma Yüğü ve Lif Oranı

Denemeler sonucu, Sarıçam lamine malzemede kopma yüğü ve lif oranı laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Saptanan kopma yüğü 553.5 kg ile 689.3 kg arasında değişirken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranının ise %63.1 ile %98.8 arasında değiştii görölmüştür (Tablo 23).

Genelde, kopma yüğünün yüğekliği ile lif oranının yüğekliğindeki paralellikten sapmalar bazı kombinasyonlar için söz konusu olmuştur. Örneğin, PÜ 8755 tutkalı ile eşt lamel kalınlıklarında, R-T-R yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede 612.5 kg'lık kopma yüğü ve %79.6'lık lif oranı belirlenirken, aynı tutkal ile T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemede ise kopma yüğü 675.8 kg olarak belirlenmesine rağmen, lif oranı %77.4 ile daha düşük bulunmaktadır. Bu durum PVAc tutkalı ile üretilenlerde de söz konusudur.

Bulguların istatistiksel olarak, F testi ve T testi ile değerlendirilmesinden araştırmada incelenen etki faktörlerinin; kopma yüğü ve lif oranı üzerindeki etkinlikleri (önem düzeyleri) ise aşığıda açıklandığı gibi belirlenmiştir (Ek-29, Ek-30).

Tutkal Farklılığı

Eşt ve farklı lamel kalınlıklarında olmak üzere üretilen lamine malzemelerin her ikisinde de tutkal farklılığının kama etkisiyle yarılmada; gerek kopma yüğü (kırılma veya ayrılma yüğü) gerekse yüzeylerdeki lif oranı için etkisi; hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile, her iki yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede lamel kalınlıklarının kama etkisiyle yarılmada; kopma yüğü üzerine olan etkisi anlamlı bulunurken, lif oranı üzerine olan etkisi önemli bulunmamıştır.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise, her iki yıllık halka düzeninde de lamel kalınlıklarının etkisi kama etkisiyle yarılmada; hem kopma yükü, hem de lif oranı üzerinde anlamlı bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Denenen her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere, eşit ve farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş lamine malzemelerde yıllık halka düzeninin etkisi; kopma yükü üzerinde anlamlı bulunurken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranı üzerinde önemli bulunmamıştır.

IV.7.1.2. 30 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yükü ve Lif Oranı

Denemeler sonucu Sarıçam lamine malzemede, kopma yükü ve lif oranı laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre yine farklılıklar göstermiş olup, kopma yükü 244.8 kg ile 515.7 kg arasında değişirken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranlarının ise %14.3 ile %88.2 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 23).

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemelerdeki yüksek kopma yükü ve lif oranının, PÜ-8755 tutkalı ile üretilenlerde görülmediği, buradan denenen bu iki tutkal türünden PÜ-8755'in yaş ortam şartlarında PVAc'ye göre dayanımının daha az olduğu söylenebilir.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden incelenen etki faktörlerinin, kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkinlikleri ise aşağıdaki gibi sonuçlanmıştır (Ek-31, Ek-32).

Tutkal Farklılığı

Gerek eşit lamel kalınlıklarında gerekse farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede, tutkal farklılığının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile hem R-T-R, hem de T-R-T yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede lamel kalınlıklarının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi anlamlı bulunurken,

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise lamel kalınlıklarının etkisi; R-T-R düzeninde üretilenlerde önemli, T-R-T düzenindekilerde önemsiz bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

Denenen her iki tutkal türü içinde geçerli olmak üzere, eşit lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemelerde yıllık halka düzeninin, kopma yükü üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken, lif oranı üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur.

Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemelerde ise, yıllık halka düzeninin kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi, denenen her iki tutkal içinde önemli bulunmuştur.

IV.7.1.3. 67 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yükü ve Lif Oranı

Denemeler sonucu, Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre farklılıklar göstermiş olup, kopma yükü 146.5 kg ile 405.8 kg arasında değişirken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranının ise %3 ile %55.5 arasında olduğu görülmüştür (Tablo 23).

Bu ortam şartlarında da Şekil 31'de görüleceği gibi, denenen tutkallardan PVAc tutkalı, PÜ-8755'e göre daha yüksek kopma yükü ve lif oranı vermiştir.

Bu ortam şartları için belirlenen bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden, F testi ve T testi sonuçlarına göre; etki faktörlerinin kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkilerinin önem düzeyleri de şu şekilde açıklanabilir (Ek-33, Ek-34).

Tutkal Farklılığı

Gerek eşit kalınlıklardaki lamellerle, gerekse farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemede tutkal farklılığının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi, her iki yıllık halka düzeni içinde geçerli olmak üzere, anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemenin kopma yükü hariç, lamel kalınlıklarının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi, diğerlerinde önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise, lamel kalınlıklarının kopma yükü üzerindeki etkisi, her iki yıllık halka düzeni için önemli bulunurken lif oranı üzerindeki etkisi anlamsız bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile, eşit ve farklı lamel kalınlıklarında üretilmiş olan lamine malzemede, yıllık halka düzeninin kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi, farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemenin lif oranı hariç, önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise eşit kalınlıklarda üretilmiş olan lamine malzemedeki kopma yükü hariç, diğerlerinde önemli bir fark bulunmamıştır.

Sonuç olarak; Sarıçam lamine malzemede yapışma kalitesinin ve dayanımının belirlenmesi amacıyla kopma yükü ve lif oranı arasındaki ilişki, denemelerdeki her bir kombinasyon için; tutkal türlerine göre Tablo 31’de, bekletme ortamlarına göre Tablo 32’de ve yıllık halka düzenlemelerine göre de Tablo 33’deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 31: Tutkal türlerine göre Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılımda	Ortam Şartları	Yıllık Halka Düzeni	PVAc	PÜ-8755
Kopma Yüğü (Kp)	Kuru Ortam	R-T-R	644.7	612.5
		T-R-T	676.7	675.8
	30 °C Suda	R-T-R	468.5	268.7
		T-R-T	494.5	247.8
	67 °C Suda	R-T-R	405.8	150.3
		T-R-T	380.8	146.5
Ortalama Kopma Yüğü (Kp)			511.8	350.27
Lif Oranı (%)	Kuru Ortam	R-T-R	98.8	79.6
		T-R-T	98.2	77.4
	30 °C Suda	R-T-R	88.2	14.3
		T-R-T	84.8	14.27
	67 °C Suda	R-T-R	55.5	3.3
		T-R-T	54.4	3.0
Ortalama Lif Oranı (%)			79.98	31.98

Tablo 32: Farklı ortamlara göre Sarıçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılımda	Tutkal Türü	Yıllık Halka Düzeni	Kuru Ortam	30 °C Suda	67 °C Suda
Kopma Yükü (Kp)	PVAc	R-T-R	644.7	468.5	405.8
		T-R-T	676.7	494.5	350.8
	PÜ-8755	R-T-R	612.5	268.7	150.3
		T-R-T	675.8	247.8	146.5
Ortalama Kopma Yükü (Kp)			652.43	369.88	270.85
Lif Oranı (%)	PVAc	R-T-R	98.8	88.2	55.5
		T-R-T	98.2	84.8	54.4
	PÜ-8755	R-T-R	79.6	14.3	3.3
		T-R-T	77.4	14.27	3.0
Ortalama Lif Oranı (%)			88.5	50.39	29.05

Tablo 33: Yıllık halka düzenlemelerine göre kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılmada	Ortam Şartları	Tutkal Türü	R-T-R	T-R-T
Kopma Yüğü (Kp)	Kuru Ortam	PVAc	644.7	676.7
		PÜ-8755	612.5	675.8
	30 °C Suda	PVAc	468.5	494.5
		PÜ-8755	268.7	247.8
	67 °C Suda	PVAc	405.8	380.8
		PÜ-8755	150.3	146.5
Ortalama Kopma Yüğü (Kp)			425.1	437.02
Lif Oranı (%)	Kuru Ortam	PVAc	98.8	98.2
		PÜ-8755	79.6	77.4
	30 °C Suda	PVAc	88.2	84.8
		PÜ-8755	14.3	14.27
	67 °C Suda	PVAc	55.5	54.4
		PÜ-8755	3.3	3.0
Ortalama Lif Oranı (%)			56.62	53.35

Tablolardaki bu ortalama değerlerden hareketle şu yargılara varılmıştır.

- Tutkal türlerine göre; PVAc tutkalı, PÜ-8755'e göre daha yüksek kopma yükü ve lif oranı vermiştir.
- Bekletme ortamlarına göre; kopma yükü ve lif oranı en yüksek kuru ortam şartlarında, daha sonra sırasıyla 30 °C suda ve 67 °C sudaki bekletme şartlarında bulunmuştur.
- Yıllık halka düzenlemelerine göre ise; kopma yükü ve lif oranı, R-T-R yıllık halka düzeninde T-R-T yıllık halka düzenine göre daha yüksek bulunmuştur.

IV.7.2. Kızılçam Lamine Malzemede, Kama Etkisiyle Yarılmada Kopma Yükü ve Lif Oranı

IV.7.2.1. Kuru Ortam Şartlarında Kopma Yükü ve Lif Oranı

Denemeler sonucu, Kızılçam lamine malzemenin; kopma yükü 648.1 kg ile 804 kg arasında değişirken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranının ise %58.6 ile %96.3 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 24).

Genellikle, yüksek kopma yükünden yüksek lif oranı eldesi şeklindeki beklentilerden sapmalar, Sarıçam lamine malzemede olduğu gibi Kızılçam lamine malzemede de görülmüştür. Örneğin; 660.5 kg'lık kopma yüküne karşılık ölçülen %94.7'lik lif oranının yanı sıra, 667.5 kg'lık kopma yüküne karşılık %60.7'lik lif oranı ölçülmüştür. Burada görüldüğü gibi, 667.5'lik kopma yükünde, daha büyük lif oranı beklentisi gerçekleşmemiştir.

Bu ortam şartları için belirlenen sonuçların, istatistiksel olarak değerlendirilmesinden; incelenen etki faktörlerinin kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkilerinin önem düzeyleri aşağıda açıklandığı gibi sonuçlanmıştır (Ek-35, Ek-36).

Tutkal Farklılığı

Eşit ve farklı lamel kalınlıklarında olmak üzere iki şekilde elde edilen lamine malzemelerin, her ikisinde de tutkal farklılığının gerek kopma yükü gerekse ayrılan yapışma yüzeyindeki lif oranı için etkisi; hem R-T-R hem de T-R-T yıllık halka düzeninde anlamlı bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile R-T-R yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede, lamel kalınlıkları; gerek kopma yükü gerekse yapışma yüzeyindeki lif oranı açısından önemli farklılıklar göstermezken, T-R-T yıllık halka düzeninde üretilenlerde ise; hem kopma yükü hem de lif oranı açısından önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise, R-T-R düzenindeki numunelerin yapışma yüzeylerindeki lif oranı hariç, diğerlerinde lamel kalınlıklarının; gerek kopma yükü gerekse lif oranı bakımından etkisinin önemli olduğu görülmüştür.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile eşit kalınlıklardaki lamellerle üretilen lamine malzemede, yıllık halka düzeninin; kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken, farklı kalınlıklardaki lamellerle üretilmiş numunelerin kopma yükü üzerinde önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise; eşit kalınlıklardaki lamellerle T-R-T düzeninde üretilmiş numunelerin lif oranı hariç, diğerleri için hem kopma yükü, hem de lif oranı açısından etkisi önemli bulunmuştur.

IV.7.2.2. 30 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yükü ve Lif Oranı

Kızılçam lamine malzemede, kopma yükü ve lif oranı laminasyondaki değişik kombinasyonlara göre; bu ortam şartlarında da farklılıklar göstermiştir. Kopma

yükünün 234.5 kg ile 624.2 kg arasında, ayrılan yüzeylerdeki lif oranlarının ise %7.5 ile %83 arasında değiştiği saptanmıştır (Tablo 24).

PVAc tutkalı ile üretilenlerin, PÜ-8755 ile üretilenlere göre daha yüksek kopma yükü ve lif oranı göstermesi, denenen bu iki tutkal türünden PVAc'nin PÜ-8755'e göre yaş ortam şartları mukavemeti bakımından daha iyi olduğu düşünülebilir. Ancak, ortalama değerler bakımından her iki tutkalında yaş ortam şartları mukavemetlerinin düşük olduğu söylenebilir.

Bulguların istatistiksel olarak değerlendirilmesinden; incelenen etki faktörlerinin bu ortam şartlarındaki, kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkinlikleri ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Ek-37, Ek-38).

Tutkal Farklılığı

Hem eşit kalınlıklarındaki lamellerle, hem de farklı kalınlıklarındaki lamellerle üretilen lamine malzemede, tutkal farklılığının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi; her iki yıllık halka düzeninde (R-T-R ve T-R-T) de önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile, R-T-R yıllık halka düzeninde üretilen lamine malzemede lif oranı hariç, diğerlerinde lamel kalınlıklarının; kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise, kopma yükü ve lif oranı üzerindeki lamel kalınlıklarının etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 Tutkalı ile eşit lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede, yıllık halka düzeninin kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede ise, kopma yükü üzerinde etkili bulunurken, lif oranı üzerinde önemsiz bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise, eşit lamel kalınlıklarındakilerde; hem kopma yükü, hem de lif oranı için önemli bulunurken,

farklı lamel kalınlıklarındakilerde ise hem kopma yükü için, hem de lif oranı için önemsiz bulunmuştur.

IV.7.2.3. 67 °C Suda Bekletme Şartlarında Kopma Yükü ve Lif Oranı

Bu ortam şartlarındaki sonuçlara göre de Kızılçam lamine malzemede; kopma yükü ve lif oranı, üretimdeki kombinasyonlar çerçevesinde farklılıklar göstermiş olup kopma yükü 176 kg ile 475.7 kg arasında değişirken, ayrılan yüzeylerdeki lif oranı ise %6.4 ile %47.6 arasında değişmektedir (Tablo 24).

PVAc ile üretilenlerin, PÜ-8755 ile üretilenlere göre daha yüksek kopma yükü ve lif oranı gösterdiği bu ortam şartları için de, PÜ-8755'in PVAc'ye göre daha az dayanım gösterdiği söylenebilir. Ancak, her iki tutkal içinde geçerli olmak üzere sonuçların, ortalama değerler olarak; 30 °C'lik suda bekletme şartlarındakinin oldukça altında bulunması, bu tutkalların sıcak su (suya ve ısıya) dayanımlarının da düşük bulunduğunu göstermektedir.

Bulguların istatistik değerlendirme sonuçlarına göre incelenen etki faktörlerinin bu ortam şartlarında; kopma yükü ve lif oranı üzerindeki önem düzeyleri ise aşağıdaki gibi sonuçlanmıştır. (Ek-39, Ek-40).

Tutkal Farklılığı

Gerek eşit lamel kalınlıklarında gerekse farklı lamel kalınlıklarında üretilen lamine malzemede, kopma yükü ve lif oranı üzerindeki tutkal farklılığının etkisi; her iki yıllık halka düzeninde de geçerli olmak üzere önemli bulunmuştur.

Lamel Kalınlıkları

PÜ-8755 tutkalı ile R-T-R düzeninde üretilen lamine malzemede, lamel kalınlıklarının, kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken, T-R-T düzeninde üretilen lamine malzemenin; kopma yükünde önemli, lif oranında önemsiz bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilen lamine malzemede ise, lamel kalınlıklarının kopma yükü ve lif oranı üzerindeki etkisi; R-T-R düzenindeki lif oranı hariç, önemli bulunmuştur.

Yıllık Halka Düzeni

PÜ-8755 tutkalı ile üretilmiş olan lamine malzemede; gerek eşit, gerekse farklı lamel kalınlıklarında olsun kopma yükü ve lif oranı üzerindeki yıllık halka düzeninin etkisi önemli bulunmuştur.

PVAc tutkalı ile üretilenlerde ise yıllık halka düzeninin etkisi; farklı lamel kalınlıklarda üretilen lamine malzemenin kopma yükü hariç, diğerlerinde hem kopma yükü için, hem de lif oranı için anlamlı bulunmuştur.

Sonuç olarak, araştırmada Kızılçam lamine malzemeye ait kopma yükü ve lif oranına ilişkin bulgular çerçevesinde belirlenen sonuçlar; tutkal türlerine göre Tablo 34'de, bekletme ortamlarına göre Tablo 35'de ve yıllık halka düzenlemelerine göre ise Tablo 36'da verildiği gibi saptanmıştır.

Tablo 34: Tutkal türlerine göre Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılmada	Ortam Şartları	Yıllık Halka Düzeni	PVAc	PÜ-8755
Kopma Yükü (Kp)	Kuru Ortam	R-T-R	804.0	667.5
		T-R-T	761.8	648.1
	30 °C Suda	R-T-R	624.2	304.8
		T-R-T	588.5	234.5
	67 °C Suda	R-T-R	475.7	287.8
		T-R-T	393.5	176.0
Ortalama Kopma Yükü (Kp)			608.0	386.5
Lif Oranı (%)	Kuru Ortam	R-T-R	96.3	60.7
		T-R-T	95.6	58.6
	30 °C Suda	R-T-R	83.0	19.5
		T-R-T	72.2	7.5
	67 °C Suda	R-T-R	38.3	12.0
		T-R-T	37.9	6.4
Ortalama Lif Oranı (%)			70.6	27.5

Tablo 35: Farklı ortamlara göre Kızılçam lamine malzemede kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılmada	Tutkal Türü	Yıllık Halka Düzeni	Kuru Ortam	30 °C Suda	67 °C Suda
Kopma Yüğü (Kp)	PVAc	R-T-R	804.0	624.2	475.7
		T-R-T	761.8	588.5	393.5
	PÜ-8755	R-T-R	667.5	304.8	287.8
		T-R-T	648.1	234.5	176.0
Ortalama Kopma Yüğü (Kp)			720.4	438.0	222.2
Lif Oranı (%)	PVAc	R-T-R	96.3	83.0	38.3
		T-R-T	95.6	72.2	37.9
	PÜ-8755	R-T-R	60.7	19.5	12.0
		T-R-T	58.6	7.5	6.4
Ortalama Lif Oranı (%)			77.8	45.6	23.7

Tablo 36: Yıllık halka düzenlemelerine göre kopma yükü ve lif oranı

Kama Etkisiyle Yarılmada	Ortam Şartları	Tutkal Türü	R-T-R	T-R-T
Kopma Yüğü (Kp)	Kuru Ortam	PVAc	804.0	761.8
		PÜ-8755	667.5	648.1
	30 °C Suda	PVAc	624.2	588.5
		PÜ-8755	304.8	234.5
	67 °C Suda	PVAc	475.7	393.5
		PÜ-8755	287.8	176.0
Ortalama Kopma Yüğü (Kp)			527.3	467.1
Lif Oranı (%)	Kuru Ortam	PVAc	96.3	95.6
		PÜ-8755	60.7	58.6
	30 °C Suda	PVAc	83.0	72.2
		PÜ-8755	19.5	7.5
	67 °C Suda	PVAc	38.3	37.9
		PÜ-8755	12.0	6.4
Ortalama Lif Oranı (%)			51.6	46.4

Tablolarda her bir kombinasyon için verilen ortalama sonuç değerlerinden hareketle, Kızılçam lamine malzeme için şu yargılara varılmıştır.

- Tutkal türlerine göre; PVAc tutkalı PÜ-8755'e göre daha yüksek kopma yükü ve lif oranı vermiştir.
- Bekletme ortamlarına göre; kopma yükü ve lif oranı en yüksek kuru ortam şartlarında, daha sonra sırasıyla 30 °C suda ve 67 °C suda bekletme şartlarında ölçülmüştür.
- Yıllık halka düzenlemelerine göre; kopma yükü ve lif oranı R-T-R yıllık halka düzeninde, T-R-T yıllık halka düzenine göre daha yüksek bulunmuştur.

IV.8. Genel Sonuç ve Öneriler

Bütün endüstriyel materyallerde olduğu gibi, lamine ağaç malzemelerde de çeşitli kullanım yerlerinin isteklerine uygun malzeme üretebilmek için, hammadde ve üretim parametrelerinin etkisini optimum kılmak esastır.

Bu çalışmada, laminasyon tekniği ile değişik kombinasyonlarda (farklı tutkallar ile, eşit ve farklı lamel kalınlıklarında, farklı yıllık halka düzenlemeleriyle) ahşap pencere profili üretimi gerçekleştirilerek (Tablo 7), bu profillerin pencereler için önemli sayılabilecek fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, bu profiller arasında fiziksel ve mekanik özellikler açısından bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Ancak, belirlenen bu farklılıkların nedenlerini ortaya koyacak anatomik araştırmalar kuşkusuz başka bir çalışma konusunu gerektirdiğinden, burada sadece etki faktörleri olarak incelenen tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzenlemelerinin belirlenen farklılıklar üzerinde önemli (etkin) bulunup bulunmadığı tespit edilmiştir.

Sonuçta, belirlenen fiziksel ve mekanik özelliklerine bakarak laminasyon tekniği ile masifine göre daha üstün sayılabilecek özelliklere sahip malzemeye ulaşılabileceği yargısına varılmıştır. Örneğin, deneme sonuçlarına göre; değişik kombinasyonlarda üretilmiş Sarıçam lamine malzemedeki 880.33 kg/cm^2 ile 992.75 kg/cm^2 arasında değişen ortalama eğilme direncinin, masif Sarıçamın 648.7 kg/cm^2 lik ortalama eğilme direncinden büyük olduğu; E- modülü olarak belirlenen 97414 kg/cm^2 ile 132297 kg/cm^2 arasında değişen ortalama değerlerin yine, masif Sarıçamın 102000 kg/cm^2 lik ortalama E- modülünden büyük olduğu görülmektedir. Aynı durumun, Kızılçam lamine malzeme içinde geçerli olduğu, 913.54 kg/cm^2 ile 967.50 kg/cm^2 arasında belirlenen ortalama eğilme direncinin, masif Kızılçamın 590.33 kg/cm^2 lik ortalama eğilme direncinden daha büyük olduğu, E- modülü olarak belirlenen 95355 kg/cm^2 ile 111490 kg/cm^2 lik ortalama değerlerin yine, masif Kızılçamın 87320 kg/cm^2 lik ortalama E- modülünden büyük olduğu görülmüştür. Çalışmada belirlenen diğer fiziksel ve mekanik özelliklere ait bulgular ve sonuçlarda aynı şekilde lamine malzemenin özelliklerinin masifine göre eşit veya daha büyük olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, pencere yapımında kullanılacak lamine pencere profilinin üretim ve kontrol şartlarının belirlenmesinin esas alındığı bu çalışmada; üretimin ve kontrolünün Tablo 4’de bir örneği verilen kontrol planı gibi bir plan çerçevesinde yürütülmesinin gerekli olduğu görülmüştür. Burada, öncelikle üretilecek olan profilin daha önce belirlenen sistem tanıtımına uyup uymadığının kontrolü önemli bulunmaktadır. Sistem tanıtımı ise, üretici firma tarafından yapılmalı ve başlıca şu hususları içermelidir:

- 1- Malzemeler (ağaç türü, özgül ağırlık, tutkal türü, odun koruma maddesi vb.)
- 2- Profil çeşitleri ve boyutları, işleme toleransları .
- 3- Odun kalitesi ve yüzey işleme türü.
- 4- Odun rutubeti ve iklim koşulları.
- 5- Tutkallama koşulları (her bir tutkallama için belirlenmelidir.)
- 6- Form stabilitesi ve boyut toleransları.

Denenen tutkallardan, Üre Formaldehit tutkalı (PÜ-8755)’nın PVAc tutkalına göre, daha düşük kopma yükü ve lif oranı gösterdiği belirlenmiştir. Her iki tutkalın kuru ortam şartlarındaki kullanım yerleri için uygun olabileceği, ancak doğrudan yağmura ve suya maruz kalabilecek kullanım yerleri için uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır. Tutkal türleri ile ilgili olarak varılan bu sonuç, literatür bilgilerinde belirlenen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Nitekim, (EGGER-JAGDFELD - 1966) 33 ay süresince dış hava şartlarına maruz bırakarak yürüttüğü araştırmasında, PVAc ile yapıştırılanların mukavemetlerinin Üre Formaldehit ile yapıştırılanlardan %12 daha fazla olduğu sonucuna varmıştır. (TURKİLİN-1992) ise; ibreli odundan 3 tabakalı olarak PVAc ile yapıştırılmış 1 m uzunluğundaki lamine pencere profillerini, 19 ay boyunca farklı iklim koşulları etkisine bırakarak yürüttüğü araştırmasında, dış hava şartlarına açık tutkal derzleri bulunması halinde doğramaların bozulmasına yol açtığı, aksi takdirde doğal iklimlendirme şartlarında direnç değerlerinin belirgin olarak etkilenmediği sonucunu saptamıştır.

Bu araştırmada saptanan sonuçlardan hareketle, hedeflenen amaçlar çerçevesinde şu önerilere ulaşılmıştır:

- 1- Laminasyon tekniği ile ahşap pencere üretiminde kullanılmak üzere ön profil verilmiş doğrama malzemesinin eldesi sağlanarak, bu malzemeler ile

laminasyon tekniğinin avantajları da kombine edildiğinde ağaç malzemenin rasyonel kullanımı mümkün kılınacaktır.

2- Denemelerde kullanılan profillerin sektörde faaliyet gösteren bir işletmede üretilmesi, bu yöntemin pratikte uygulanma imkanının hiç de zor olmadığını ortaya koymuştur.

3- Araştırmada, laminasyondaki etki faktörleri olarak; tutkal türü, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzenlemelerinin lamine malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde genellikle etkili bulunduğu, böylece bu faktörlerin lamine malzeme üretiminde göz önünde tutulmasının gereği ve önemi ortaya çıkmıştır.

4- Masif odun olarak kullanımı, bazı uygulamalar için kabul görmeyen ağaç türlerinin, laminasyon yöntemi ile istenilen amaca göre kullanımının yaygınlaştırılabileceği bu çalışmadaki Kızılcım örneğinde görülmüştür. Nitekim, Kızılcım çok dallı ve budaklı gövde yapısı özelliği ile doğramalık ağaç malzeme olarak kabul görmemektedir. Ancak, laminasyon yöntemi ile bu sakıncalarının bir dereceye kadar giderilerek doğramalık ağaç malzeme olarak kullanılabileceği örneklerde ulaşılan mekanik özelliklerine bakarak ileri sürülebilir.

5- Araştırmada, Almanya Pencere Tekniği Enstitüsü (IfT)'nin lamine malzemeden pencere profili üretimi ve kontrolüne dair yönergesi esas alınmıştır. Ülkemiz şartları ve doğal ağaç türlerimizin teknolojik özellikleri göz önüne alınarak benzeri bir yönergenin hazırlanmasının gerekli olduğu söylenebilir.

6- Kuşkusuz odunun kullanım yerlerini etkileyen faktörler yalnızca fiziksel ve mekanik özellikler olmayıp, makinalarda işlenme özelliği, yüzey işlemlerine uygunluk, ekonomiklik vb. gibi hususlarda kullanım yerine göre önem kazanmaktadır. Örneğin; üst yüzey işlemlerinin lamine doğramadaki performansının ve pencere üretiminde bu yöntemin ekonomik yönünün, ayrıca araştırılması bu sonuçların ve önerilerin daha anlamlı hale gelmesini sağlayacaktır. Nitekim, lamine profillerin ekonomikliği üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda; ancak, belirli bir kapasitenin üstündeki üretim halinde kâr miktarının arttığını ve ekonomikliğinin yalnız son fiyatı ile değerlendirilmemesi gerektiği vurgulanmıştır (MAISENBACHER & KARL-1987).

V. ÖZET

“Lamine Ağaç Malzemeden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi”

Bu çalışmanın amacı, orman ürünleri endüstrisinde oldukça fazla kullanılan ve Ülkemiz ormanlarında geniş yayılış alanı bulan, Sarıçam ile Kızılçam odunundan, yine aynı endüstride yaygın olarak kullanılan PVAc ve Üre Formaldehit (PÜ-8755) tutkalları ile üretilen lamine pencere profillerinin, fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Ayrıca, laminasyonda kullanılan; tutkal türü, lamel kalınlıkları, ve yıllık halka düzenlemelerinin bu özellikler üzerine yaptığı etkileri saptamaktır.

Bu amaçla, bu ağaç türlerinin Türkiye'deki optimum yetiştirme yerleri olarak bilinen; Sarıçam için Bolu Orman Bölge Müdürlüğü bölgesi, Kızılçam için ise İzmir Orman Bölge Müdürlüğü bölgesi seçilmiştir. Buralardan, 2. ve 3. sınıf normal boy tomruklar şeklinde sağlanmıştır. Tutkal türü olarak ta, ülkemizde üretilen D - sınıfı yapıştırıcı özelliklerine sahip, Üre Formaldehit tutkalı ile PVAc tutkalı seçilmiştir.

Örnek olarak hazırlanan lamine pencere profillerinin üretimi, Alman Pencere Tekniği Enstitüsü (Ift)'nün, lamine ahşap pencere profillerine dair yönergesindeki esaslara göre, halen doğrama üretimi alanında faaliyet gösteren bir işletme (TEKAĞAÇ A.Ş.) 'de gerçekleştirilmiştir.

Daha sonra, bu lamine pencere profilleri fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir.

Burada, pencereler için önemli sayılabilecek fiziksel ve mekanik özelliklerden; Çalışma miktarı (daralma ve genişleme), Eğilme direnci, E - modülü, Basınç direnci, Makaslama direnci, Sertlik direnci belirlenmiştir. Ayrıca, kama etkisiyle yarılmada, kopma yükü ve ayrılan yüzeylerdeki lif oranı, kuru ortam ve yaş ortam (30 °C suda bekletme ve 67 °C suda bekletme) şartlarında belirlenerek yapışma kalitesi ve dayanımları hakkında sonuçlar çıkarılmaya çalışılmıştır.

Laboratuvar denemeleri sonucu elde edilen bulgular; laminasyondaki tutkal farklılığı, lamel kalınlıkları ve yıllık halka düzenlemelerinin sonuçlar üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur.

İstatistiksel değerlendirmeler, F-testi ve T-testi ile yapılmıştır. Analizler sonucunda, hem varyansları hem de aritmetik ortalamaları eşit çıkan gruplar (toplumlar) özdeş sayılarak aynı ana gruba dahil oldukları yargısına varılmıştır.

Araştırmada elde edilen fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklere ait ortalama değerler, incelenen her bir etki faktörüne göre, Sarıçam için Tablo 37'de, Kızılcım için ise, Tablo 38'de verilmiştir. Lamine ağaç malzeme için belirlenen bu özellikler, literatür bilgileri ile mukayese edildiğinde masifine göre daha üstün özelliklere sahip olabileceği yargısına varılmıştır.

Lamine malzeme üretiminin ve kalite kontrolünün, bir örneği Tablo 4'de verilen bir kontrol planı gibi hazırlanacak bir plan çerçevesinde yürütülmesinin gerekli olduğu belirlenmiştir.

Denenen tutkallar için; Üre Formaldehit tutkalının, PVAc tutkalına göre daha zayıf olduğu, kama etkisiyle yarılmadaki kopma yükü ve lif oranına bakarak söylenebilir. Ancak, her iki tutkalında kuru ortam şartlarındaki kullanım yerleri için uygun olabileceği, doğrudan yağmura veya rutübetle maruz kalabilecek kullanım yerleri için uygun olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Sonuçta, araştırmada laminasyondaki etki faktörleri olarak incelenen; tutkal türü, lamel kalınlıkları, yıllık halka düzenlemelerinin numunelerin özelliklerine olan karşılıklı etkilerinin genellikle önemli oldukları tespit edilmiştir.

Son olarak ta, araştırma çerçevesinde elde edilen bulgular ve sonuçlardan hareketle, doğrama endüstrisine yönelik; laminasyon tekniğinin şartları, uygulanma imkanları ve önemine dair önerilerde bulunulmuştur.

Tablo 38: Ahşap Pencere İçin Kızılçamdan Üretilen Lamine Malzemenin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Tutkal Türü	Lamine Kalınlıkları (mm)	Yıllık Halıka Düzeni R: Radyal T: Teğet	Eğilme Direnci (kp/cm²)	Elastikiyet Modülü (kp/cm²)	Basınç Direnci (kp/cm²)	Makaslama		Janka Sertlik * (kp/cm²)			Çalışma Miktarı		Kama Etkisiyle Yarılmalarda							
						//	⊥	m	//	⊥	Kalınlık Yönünde	Genişlik Yönünde	Kalınlık Yönünde	Genişlik Yönünde	Genişleme (%)	Kuru Ortam	30 °C suda	67 °C suda		
PÜ-8755	24-24-24	R-T-R	963,75	99205	544,4	35,8	30,9	266,6	424,6	308,1	4,48	6,36	5,25	5,84	667,5	60,7	304,8	19,5	287,8	12,0
		T-R-T	966,56	110197	553,4	40,9	29,8	362,0	454,0	350,6	4,94	4,57	6,58	6,07	648,1	58,6	234,5	7,5	176,0	6,4
	20-32-20	R-T-R	955,89	111490	596,4	50,6	31,8	351,0	485,0	335,6	5,36	4,96	4,49	5,21	665,7	63,7	338,8	25,4	299,7	15,1
		T-R-T	932,75	100234	519,5	38,5	27,7	302,0	522,1	352,3	4,02	5,34	4,79	4,60	724,5	63,4	300,2	22,6	261,7	7,1
PVAc	24-24-24	R-T-R	967,50	107966	571,7	78,9	36,0	353,0	574,0	401,0	4,82	4,27	5,77	5,43	804,0	96,3	624,2	83,0	475,7	38,3
		T-R-T	913,54	98862	531,0	62,8	34,5	379,1	501,3	357,6	4,34	4,70	6,03	5,58	761,8	95,6	588,5	72,2	393,5	37,9
	20-32-20	R-T-R	938,80	95354	534,2	73,9	42,2	345,5	461,1	400,0	3,57	3,84	4,74	4,19	780,7	96,1	463,8	57,1	421,7	47,6
		T-R-T	935,04	109260	610,6	65,0	29,6	343,0	504,6	378,3	4,87	4,59	6,45	5,61	660,5	94,7	445,5	44,0	435,8	25,4

(*)

m : Masif odunda

// : Tutkal hattında liflere paralel

⊥ : Tutkal hattında liflere dik

SUMMARY

“The Production of Laminated Window Profiles and The Determination Some of Its Quality Properties”

The purpose of this study is, to determine the physical and mechanical properties of laminated window profiles which are produced from *Pinus silvestris* and *Pinus brutia* wood, which is used a lot in forest products industry and has large spreading area in our country, by using PVAc and Urea Formaldehyde glue. Besides it's to determine the effects of glue type, layer thickness and annuel rings order on these properties.

For this purpose from the optimum growing regions of Turkey for these species; Bolu region for *Pinus silvestris* and Izmir region's for *Pinus brutia*, 2 nd and 3 nd normal size logs are chosen. Urea Formaldehyde as the glue having D - class adhesive properties which is produced in Turkey and PVAc glue are chosen.

The laminated window profiles prepared as the samples are produced at a firm (TEK AĞAÇ A.Ş.) which is still active in frame (window and door) production, according to the Institut für Fenstertechnik e.V (IfT)'s laminating of window profiles for wood windows instructions.

These profiles are brought to the Wood Mechanics and Technology Laboratory of Forest Industrial Engineering Department in İ. Ü. Faculty of Forestry, to determine the physical and mechanical properties.

Here; sorption tests (shrinkage and swelling), bending strength, modulus of elasticity, compression strength, shear strength, hardness tests, which could supposed to be important for windows are done. The results are tried to obtain for sticking quality and strength by cleavage with wedge, breaking load, wood failure range, dry and wet conditions (in 30 °C and 67 °C water).

Statistical analysis are made on the obtained results which are about glue differences in lamination, layer thickness and position of annual rings to find out the effects of them.

The statistical analysis are made by F- test and T- test. As the result of the analysis the groups having the equal variances and arithmetical mean are supposed to be from the same main group.

The average values belonging to the physical and mechanical properties that are obtained by the research are shown in Table 37 for *Pinus silvestris* and in Table 38 for *Pinus brutia*, according to the mentioned factors.

The determined properties of laminated wood are generally better than solid wood when compared with the literature.

It's stated that the production of laminated wood and quality control should be planned just like the example in Table 4.

In the application of adhesives, Urea Formaldehyde is found weaker than PVAc according to the breaking load and wood failure. However, both glues are suitable for dry conditions and are not usable under wet conditions.

The effective factors studied in lamination such as glue type, thickness of layer and position of annual rings are found important from the point of mutual effects.

Lastly, suggestions about lamination techniques conditions, applying possibilities and importance for framing industry are made according to the results which obtained from the research.

Table 37: The physical and mechanical properties of Laminated Wood Window - Frame Profiles made of *Pinus silvestris*.

Glue Type	Layers' Thickness s (mm)	Position of Annual Rings at the Cross Sections R: Radial T: Tangential	Bending Strength (kp/cm²)	Modulus of Elasticity (kp/cm²)	Comp-ression Strength (kp/cm²)	Shear Strenght* (kp/cm²)		Hardness (Janka)* (kp/cm²)				Sorptions Test						Cleavage with wedge					
												Shrinkage (%)		Swelling (%)		Dry Conditions		In water at 30 °C		In water at 67 °C			
						//	⊥	m	//	⊥	On thickness direction	On width direction	On thickness direction	On width direction	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	
PÜ-8755	24-24-24	R-T-R	902,35	117848	539,6	38,8	18,6	237,1	287,6	229,8	3,88	4,72	7,10	4,75	6,29	675,8	77,4	247,8	14,3	247,8	146,5	150,3	3,3
		T-R-T	908,75	125170	532,8	34,5	14,2	272,5	306,5	264,0	3,44	5,13	5,75	6,29	5,99	553,5	63,1	313,2	26,0	313,2	162,2	162,2	12,3
	20-32-20	R-T-R	965,84	122960	522,3	43,1	17,3	296,3	324,3	277,1	4,80	5,66	5,99	6,35	6,93	592,7	72,4	244,8	16,2	244,8	190,0	190,0	9,0
		T-R-T	991,80	132297	544,0	30,8	16,2	250,3	316,6	245,0	5,12	5,86	5,24	5,39	5,24	644,7	98,8	468,5	88,2	468,5	405,8	405,8	55,5
PVAc	24-24-24	R-T-R	880,33	97415	520,9	56,6	21,0	308,6	373,1	293,0	4,71	5,24	4,91	5,56	4,91	676,7	98,2	494,5	84,8	494,5	380,8	380,8	54,4
		T-R-T	927,28	128254	522,3	52,2	16,8	287,0	373,0	297,8	5,37	6,63	6,63	5,80	6,63	666,5	95,9	515,7	87,7	515,7	368,0	368,0	47,9
	20-32-20	R-T-R	918,83	131020	525,8	56,2	17,1	282,0	326,1	267,0	4,96	5,87	7,08	6,48	6,94	689,3	94,4	469,0	86,6	469,0	350,7	350,7	44,4
		T-R-T	992,75	130496	577,4	49,1	19,5	345,5	316,8	256,5	4,79	6,94	6,48	7,08	6,94	689,3	94,4	469,0	86,6	469,0	350,7	350,7	44,4

(*) m : At solid wood layer

// : Parallel to grain at glue line

⊥: Perpendicular to grain at glue line

Table 38: The physical and mechanical properties of Laminated Wood Window - Frame Profiles made of *Pinus brutia* T.

Laminate type	Layers' Thickness (mm)	Position of Annual Rings at the Cross Sections R: Radial T: Tangential	Bending Strength (kp/cm²)	Modulus of Elasticity (kp/cm²)	Compression Strength (kp/cm²)	Shear Strength * (kp/cm²)		Hardness (Janka) * (kp/cm²)			Sorptions Test						Cleavage with wedge								
						//	⊥	m	//	⊥	Shrinkage (%)			Swelling (%)			Dry Conditions			In water at 30 °C			In water at 67 °C		
											On thickness direction	On width direction	On thickness direction	On width direction	On thickness direction	On width direction	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Wood Failure (%)	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Wood Failure (%)	Breaking Load (kp)	Wood Failure (%)	Wood Failure (%)
Ü-755	24-24-24	R-T-R	963,75	99205	544,4	35,8	30,9	266,6	424,6	308,1	⊥	4,48	6,36	5,25	5,64	60,7	667,5	648,1	304,8	234,5	287,8	12,0			
		T-R-T	966,56	110197	553,4	40,9	29,8	362,0	454,0	350,6	//	4,94	4,57	6,58	6,07	58,6	648,1	58,6	234,5	7,5	176,0	6,4			
	20-32-20	R-T-R	955,89	111490	596,4	50,6	31,8	351,0	485,0	335,6		5,36	4,96	4,49	5,21	63,7	665,7	63,7	338,8	25,4	299,7	15,1			
		T-R-T	932,75	100234	519,5	38,5	27,7	302,0	522,1	352,3		4,02	5,34	4,79	4,60	63,4	724,5	63,4	300,2	22,6	261,7	7,1			
VAc	24-24-24	R-T-R	967,50	107966	571,7	78,9	36,0	353,0	574,0	401,0		4,82	4,27	5,77	5,43	96,3	804,0	96,3	624,2	83,0	475,7	38,3			
		T-R-T	913,54	98862	531,0	62,8	34,5	379,0	501,3	357,6		4,34	4,70	6,03	5,58	95,6	761,8	95,6	588,5	72,2	393,5	37,9			
	20-32-20	R-T-R	938,80	95354	534,2	73,9	42,2	345,5	461,1	400,0		3,57	3,84	4,74	4,19	96,1	780,7	96,1	463,8	57,1	421,7	47,6			
		T-R-T	935,04	109260	610,6	65,0	29,6	343,0	504,6	378,3		4,87	4,59	6,45	5,61	94,7	660,5	94,7	445,5	44,0	435,8	25,4			

) m : At solid wood layer

// : Parallel to grain at glue line

⊥ : Perpendicular to grain at glue line

VI.KAYNAKLAR.

ASTM D 3110-88: Standart Specification for Adhesives Used in Nonstructural Glued Lumber Products.

AS, N. (1992): "Pinus Pinaster Ait. Değişik Irklarının Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi", Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BEKTAŞ, İ. (1997): "Kızılçam Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere göre Değişimi", Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BERKEL, A. (1957): "Kızılçam'da Teknolojik Araştırmalar", İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, Cilt 7, İstanbul.

BERKEL, A. (1970): "Ağaç Malzeme Teknolojisi", I.Cilt., İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No: 147, Kurtulmuş Matbaası, s.592, İstanbul.

BİNAN, M. (1985): "Ahşap Pencereleler", 3. Baskı, Kipaş Dağıtımcılık, Kurt-İş Matbaası, İstanbul.

BOZKURT, Y. (1992): "Odun Anatomisi", İ.Ü. Yayın No : 3652, O.F. Yayın No : 415, İstanbul.

BOZKURT, Y.- KURTOĞLU, A. (1979): "Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Yapı Elemanları", İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt: 29, Sayı: 2, İstanbul

BOZKURT, Y.- GÖKER, Y. (1986): "Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi", İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3401, O.F. Yayın No: 378, İstanbul.

BOZKURT, Y.- GÖKER, Y. (1987): "Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi", İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. Yayın No: 3445, O.F. Yayın no: 388, İstanbul.

BOZKURT, Y.- ERDİN, N. (1989): "Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar". İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3572, F.B.E. Yayın No: 4, İstanbul.

BOZKURT, Y.- GÖKER, Y- ERDİN, N.- AS, N. (1993): "Datça Kızılçamında Anatomik ve Teknolojik Özellikler", Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Metni, O.G.M. Baskı Tesisleri, s.628-635, 18-23 Ekim 1993, Marmaris/ Muğla.

BRAUN, M. O. - MOODY, R.C. (1977): "Bending Strength of small Beams with a Laminated Veneer Tension Lamination", F. P. J. vol.27, no:1.

- BRÖKER, F. W.- KLEINMANN, S.- RICHTER, H.G. (1994):** "Eigenschaften Lamellierter Fensterkanten Verschiedener Kiefernarten", Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft e.v., 1994.
- BURDURLU, E. (1994):** "Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Teknolojisi", H.Ü. Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, Ankara.
- CHUGG, W.A. (1964):** "Glulam", Ernest Benn Limited, London.
- DEMETÇİ, E.Y. (1991):** "Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Polivinil Asetat ve Epoxy Tutkalları İle Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar", Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DEPPE, H.J. (1983):** "Determination of the durability of laminated wood products by accelerated testing methods", Holz als Roh-und Werkstoff, 33: 411-414; (1975).
- DEPPE, H.J.- SCHMID, K. (1991):** "Considerations for extending the range of adhesives for glulam production". Holz-als-Roh-und-workstoff 1991, 49: 9, 353-355.
- DIN - 1052:** Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung.
- DIN -18355:** VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen, Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Tischlerarbeiten.
- DIN - 68125:** Fußleisten aus europäischen (aubernordischen) Hölzern.
- DIN - 68140:** Keilzinkenverbindung von Holz.
- DIN - 68360:** Holz für Tischlerarbeiten; Gütebedingungen
- DIN - EN 204:** Beurteilung von Klebstoffen für nichttragende Bauteile zur Verbindung von Holz und Holzwerkstoffen.
- EGNER, K. - JAGDFELD, P. (1966):** "Versuche über die Verwendung von Keilzinkenverbindungen in Fensterrahmen", Bauforschung 1966 : 8
- ERŞEN, N. (1975):** "Tutkal Bileşimli Ahşap Taşıyıcı Sistemler ve Gelişme İmkanları", İDMMA, İnşaat Bölümü. (Doç. Çalışması), İstanbul.
- FISCHER, R.- SCHMOTZ, L.- TENZE, P. (1989):** "Converting Lumber into dimension stock for windows." Holztechnologie. 1989, 30:4, 169-171, 223.
- Forest Products Laboratory - FPL (1987):** "Wood Handbook Wood as an Engineering Material", Agric. Handb. 72. Rev., Washington DC:US. Department of Agriculture, Chapter4.
- FREEMAN, H.G. (1959):** Relation between physical and chemical properties of wood and adhesion F.P.L., 9 - 12 s.451-458.
- FRONIUS, K. (1987):** "Cutting Laminae for glulam window frame elements from domestic timber." Holz-Zentralblatt. 1987, 113: 16, 197-198

- GÖKER, Y. (1977):** "Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (P.nigra var. Pallasiana)'nın Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar", O.G.M. Yayınları Sıra No 613, Seri No 22, Akran Matbaası, s.263, Ankara.
- GÖKER, Y.- AS, N.- AKBULUT, T.- DÜNDAR, T. (1997):** "Lif Kıvrıklığının Kızılçamın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi", İ.Ü.Araştırma Fonu Son Raporu, Proje No:639/210994.
- GRATZL, A.- SOLAR, F. (1974):** "Über das mechanische Verhalten von Fensterflügeln mit steifenden Eckverbindungen", Holzforschung und Holzverwertung, 1974 26, s.1-10.
- GRONLUND, A. (1988):** "Glued laminated window blanks. Part 2- Final report." Rapport- Trateknik Centrum. 1988, No: 18712077, 25 pp.
- GUPTA, VK.- PAJPUT, SS.- KUMAR, S.- SHARMA, S. (1989):** "Classification of Indian timbers for door and frames", Journal of the Timber Development Association of India, 1989 35: 1,5-16.
- HAWANG, GS. - JAI, SY. - MA, TP. (1986):** "Bonding Test on China fir wood glued to wood of different species". Bulletin of the Taiwan Forestry Research Institute 1986 1: 2, 193-203.
- HEMEL Emprenye San. ve Tic. A.Ş. Teknik Kataloğu (1992):** "Ahşap Dünyası", Sayı -1, Kasım 1992, s.7, Kore Şehitleri Cad. No:20/1, İstanbul.
- HEPP, B. - SCHMID, J. - WALLERSHEIM, L. (1986):** "Lamellierung von Holzfensterquerschnitten aus Seitenbrettern", Institut für Fenstertechnik e.v., Rosenheim, Fenster und Fassade 3/86; 56-60.
- Informationsdienst Holz der Arbeitsgemeinschaft Holz.e.v. (1989):** "Lamelierte Holzfensterprofile" EGH, München. Okt. 1989.
- Institut für Fenstertechnik e.v. (If) Richtlinie (1986):** "Lamellierte Profile für Holzfenster Anforderungen und Prüfung" Ausgabe, Mai 1986. 0288, Rosenheim.
- İZGİ, U. (1983):** "Pencere- Hafif Cepheleler", 2. Baskı. Kasım 1983, Yay Yayıncılık Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- JANOVIK, J. - KESSLER, K. - MANBECK, H. - BLANKENHORN, R. - LABOSKY, P. (1994):** "Compression Strength Properties for two Hardwood Gluelam Materials", F. P. J. vol.44, no:22.
- KALIPSIZ, A. (1988):** "İstatistik Yöntemler", İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 394. Rektörlük No: 3522. Doyuran Matbaası, İstanbul.
- KARL, W. (1987):** International Holzmarkt, s 4. Wien.

- KARNASUDİRDJA, S. (1989):** "Strength of glue laminated timber made from three wood species". Journal-Penelitian-Hasil-Hutan. 1989, 6: 5, 281-287.
- KRATZ, W. (1973):** "The suitability of Beech veneer for laminated window frames." Holz-zentralblatt. 1973, 99: 45, 49-50.
- KURTOĞLU, A. (1978):** "Yapıştırılmış Tabakalı Taşıyıcı Kalın Ağaç Malzemede Rutubet Dağılımı", İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 28, Sayı: 1, İstanbul.
- KURTOĞLU, A. (1979):** "Yapıştırılmış Tabakalı Ağaç Malzemede Rutubet Değişimi Nedeniyle Gerilmelerin Oluşumu", İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 29, Sayı: 2, İstanbul.
- KURTOĞLU, A. (1986):** "Kapı ve Pencere Endüstrisinde Kullanılan Ağaç Türleri", İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt: 36, Sayı: 4, İstanbul.
- KURTOĞLU, A. (1996):** "Kapı ve Pencere Endüstrisi", Yüksek Lisans Ders Notu, İ.Ü.Orman Fakültesi, İstanbul.
- KURTOĞLU, A.- DİLİK, T. (1995):** "Pencerelerde Yüzey İşlemi Sisteminin Seçimi", Mobilya Dergisi, Mart-Nisan 1995, Sayı: 5, 16-21, İstanbul.
- KURTOĞLU, A.- DİLİK, T. (1995):** "Ahşap Pencere Doğraması Üretimine Bakış", Mobilya Dergisi. Mart-Nisan 1995, Sayı: 5, 6-11, İstanbul.
- KURTOĞLU, A.- DİLİK, T. (1996):** "Ağaç Konstrüksiyonları Uygulama Ders Notları". İ.Ü.Orman Fakültesi, İstanbul.
- KURTOĞLU, A.- DİLİK, T.- KAHVECİ, M. (1990):** "Ahşap Mobilya ve Yapı Elemanı Üretiminde Kullanılan Birleştirme Şekilleri", İ.Ü.Orman Fakültesi Dergisi. Seri:B, Cilt: 40, Sayı:3.
- LAUFENBERG, T. (1982):** "Exposure Effect Upon Performance of Laminated Veneer Lumber and Glulam Materials", F. P. J. vol.32, no:5
- LEJEUNE, P.- LECLERCQ, A. (1990):** "Technological study on the upgrading of small sized indigenous oaks by lamination." Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux. 1990, 25: 3, 313-328.
- LIU, CT- Lİİ, WJ. (1988):** "Effect of physico-chemical properties and gluing methods on the qualities of laminated wood made from fast growing species studies on the fabricating of laminated wood from cryptomeria, Taiwan, Paulownia and wood oil tree" Forest-Products - Industries 1988, 7: 1, 109-126.
- MAISENBACHER, H.(1987):** "Wirtschaftlichkeit des lamellierens. "Internationaler Holzmarkt, s.3.

- MARX, C. M.- MOODY, R. C. (1982): "Effects of Lumber Width and Tension Laminated Quality on the Bending Strength of Four Ply Laminated Beams", F. P. J. vol.32, no:1
- MOODY, R. C. (1981): " Compressive Strength of one-and two-ply Laminated Timbers ", F. P. J. vol.37, no:2.
- NEUSSER, H.- SCHALL, W. (1977): "İmprovoments of wooden window frames comparative studies of different glues in an alternating climate test". Holzforsch-Holzverwert, 1977, 29 (4): 65-72.
- OUTRATA, F. (1975): "Further increases of the production of window frames, intensification of specialization and cooperation in this field". Drevo, oct 1975, 30 (19): 301-303.
- ÖKTEM, E. (1975): "Kontrplaklarda Yapışma Direncinin Saptanması", Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Seri No: 33, Ankara.
- ÖKTEM, E.- KARACALIOĞLU, T. (1976): "Bazı Ağaç Türlerimiz Odunlarının Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar", Ormancılık Araştırma enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Serisi No: 81, Ankara.
- ÖKTEM, E.- SÖZEN, R.- ERTEN, P. (1993): "Yatağan Yöresi Mevcut Çevre Kirliliği Şartlarında Kızılçam (*P.brutia* TEN.) Odununun, Fiziksel, Mekaniksel Özellikleri", Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Metni, O.G.M. Baskı Tesisleri, s.636-647, 18-23 Ekim 1993, Marmaris / Muğla.
- ÖRS, Y. (1987): "Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler", K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 11, Trabzon.
- PARK, SB. - KONG, YT. - JO, JM (1988): "Effects of adhesion conditions on bonding strength of pitch pine woods for glued-laminated wood", Journal-of-the Korean-Wood-Science-and- Technology. 1988. 16:4, 48-53.
- PELLICANE, P. J.- GUTGOWSKI, R.M.- JAUSLIN, C. (1994): "Effects of Glue line Voids on the Tensile Strength of Finger Jointed Wood", F. P. J. vol.44, no:6.
- POUND, J. (1965): "Laminated window frames", Wood 30 (6), 1965 (67-71).
- PrEN 386 (1991): Glued Laminated Timber Production requirements.
- PrEN 392 (1991): Glued Laminated Timber Glue Line Shear Test.
- RİCHTER, H.G.- SCHWAB, E. (1992): "Holzarten für den Fensterbau", Glas und Rahmen Nr. 7, 1982 (586-598)
- SAYIL, B. (1995): "Ahşap Doğrama Köşe Birleşimlerinin Rijitliğini Arttırma Yolları Üzerine Bir Araştırma." Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- SCHMID, J. (1984):** "Laminated timber window frames in cross-section". Holz-zentralblatt 1984, 110: 8, 104-105,
- SCHMID, J. (1992):** "Lamellierte Holzfensterprofile Sicherheit durch nachweisbare Qualität, Teil I. "Internationaler Holzmarkt, Wien, 19/11/1992, No:23,1-3.
- SCHMID, J.- LAURICH, H. (1990):** "Lamellierte Holzfensterprofile Sicherheit durch nachweisbare Qualität", Institut für Fenstertechnik e.v., Rosenheim, Fenster und Fassade 1/90, 16-21.
- SCHÖBER, K.P. (1992):** "Finger-Jointed window Frames in service". Holz forschung-und Holz verwertung. 1992, 44: 6, 99-100.
- SCHÖBER, KP. - SPATT, M. (1993):** "Laboratory tests on the quality of finger-jointed and laminated Norway spruce window frames". Holzforschung-und-Holzverwertung. 1993, 45: 5. 85-87.
- STRICKLER, M. D.- PELLERIN, R. F.(1971):** "Tension Proof Loading of Finger Joint for Laminated Beams", F. P. J. vol.21, no:2.
- ŞENAY, A. (1996):**"Ahşap Lamine Taşıyıcı Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi." Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TAMOLAG, FB. (1989):** "Variation in bending strength properties of glued-laminated coconut wood." FPR DI - Journal. 1989, 18: 1-4, 62-77.
- TANK, T. (1995):** "Tutkallar ve Tutkallama Tekniği", Yüksek Lisans Ders Notu, İ.Ü.Orman Fakültesi, İstanbul.
- Technische Kommission Holzklebstoffe im Fachverband Klebstoffindustrie e.v., Düsseldorf - Institut für Fenstertechnik e.v.(1991):** "Prüfmethode für Holzklebstoffe für nichttragende Bauteile, Bestimmung der Klebfestigkeit von Langklebungen im Zugversuch in der Wärme". Fenster und Fassade 1/91, 7-8.
- TILLIAN, M. (1987):**"Lamellierte Holzfensterprofile vom Rundholz zum Fenster." Internationaler Holzmarkt, Wien, 1/2/1987, 1-4.
- TICHY, R./J.- BODIG, G. J. (1978):** "Flexural Properties of Glued Laminated Lodgepole Pine Dimension Lumber", Forest Products Journal vol.21.
- TOKER, R. (1960):** "Batı Karadeniz Sarıçamının Teknik Vasıfları ve Kullanım Yerleri Hakkında Araştırmalar." Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No. 10, Ankara.
- TS-53 (1981):** Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma ve Deney Metodları TSE, Ankara.

- TS-93 (1964):** Ahşap Endüstrisinde Kullanılan Sentetik Reçineli Tutkallar (Fenolik ve Amino plastik). TSE, Ankara.
- TS-642 (1968):** Kondisyonlama ve Deney İçin Standart Atmosfer, TSE, Ankara.
- TS-1264 (1988):** Doğramalık Kereste, TSE, Ankara.
- TS-2471 (1976):** Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TSE, Ankara.
- TS-2474 (1976):** Odunda Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS-2478 (1976):** Odunda Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS-2595 (1977):** Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.
- TS-2860 (1978):** Ahşap Pencereleler - Yapım Kuralları, TSE, Ankara.
- TS-3842 (1983):** Yapıştırılmış Lamine Ahşap Yapı Elemanları, TSE, Ankara.
- TS-3891 (1992):** Yapıştırıcılar- Polivinil Asetat Esaslı Emülsiyon, TSE, Ankara.
- TS-4083 (1983):** Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS-4084 (1983):** Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, TSE, Ankara.
- TS-5430(1988):**Ağaç Endüstrisinde Kullanılan Yapıştırıcıların Yapıştırma Mukavemetine Göre Sınıflandırılması, TSE, Ankara.
- TS-8492 (1990):** Yapıştırılmış Ahşap Yüzeylerin Yük Altında Ayrılma Mukavemeti, TSE, Ankara.
- TURKULİN, H. (1992):** "Durability of Laminated wooden window profiles: Moisture content distribution and dimensional stability" Holz-als-roh-und-werkstoff. 1992. 50: 9,347:352
- TURKULİN, H. (1993):** "Durability of laminated wooden window profiles: investigations on delamination and glue-bond strength", Holz-als-Roh-und-werkstoff 1993, 51: 1, 67-71
- YOUNGQUİT, J. A.- LAUFENBERG, T. L.- BRYANT, B. S. (1984):**"End Jointing of Laminated Veneer Lumber for Structural Use", F.P.J. vol.34, no:11-12.

VII.EKLER



Ek - 1 : Sarıçam lamine malzemede Daralma F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T
Y.H. düzeni		K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
PÜ- 8755	R - T - R	K.Y.	1,72NS	1,27NS		1,38NS			
		G.Y.	5,65***	2,24*		1,82NS			
	T - R - T	K.Y.			1,42NS		1,25NS		
		G.Y.			3,22**		6,76***		
PVAc	R - T - R	K.Y.			1,54NS			1,34NS	
		G.Y.						1,15NS	
	T - R - T	K.Y.							1,06NS
		G.Y.							2,32*
PVAc	R - T - R	K.Y.					1,01NS	2,36*	
		G.Y.					2,82**	1,07NS	
	T - R - T	K.Y.							1,06NS
		G.Y.							5,33***
PVAc	R - T - R	K.Y.							2,20*
		G.Y.							2,10*
	T - R - T	K.Y.							
		G.Y.							

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde G.Y.:Genişlik Yönünde

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 2 : Sarıçam lamine malzemede Daralma T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ - 8755	R - T - R	K.Y.	K.Y.	K.Y.	K.Y.	K.Y.	K.Y.	K.Y.	K.Y.
	G.Y.	2,87**	2,73**	7,35***	8,81***	5,71***	5,21***		
	T - R - T	K.Y.			10,48***		11,71***		
	G.Y.				4,51***		10,06***		
	R - T - R	K.Y.			2,41*			1,45NS	
	G.Y.				1,74NS			1,79NS	
	T - R - T	K.Y.							2,24*
	G.Y.								7,57***
PVAc	R - T - R	K.Y.					4,25***	1,94NS	
	G.Y.						15,01***	5,56***	
	T - R - T	K.Y.							0,54NS
	G.Y.								11,89***
	R - T - R	K.Y.							1,34NS
	G.Y.								7,37***
	T - R - T	K.Y.							
	G.Y.								

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde G.Y.:Genişlik Yönünde

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 3 : Sarıçam lamine malzemede Genişleme F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU	Tutkal	Lamine kalınlıkları	PÜ - 8755						PVAc					
			24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
			K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.	1,04NS	K.Y.	1,43NS	K.Y.	1,19NS	K.Y.	1,16NS	K.Y.	1,19NS	K.Y.	1,19NS
		G.Y.		1,39NS	G.Y.	1,47NS	G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	
	20-32-20 (mm)	T - R - T	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
		G.Y.			G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	
	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
		G.Y.			G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	
PVAc	24-24-24 (mm)	T - R - T	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
		G.Y.			G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
		G.Y.			G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	
	24-24-24 (mm)	T - R - T	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
		G.Y.			G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.		G.Y.	

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde G.Y.:Genişlik Yönünde

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 4 : Sarıçam lamine malzemede Genişleme T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y.H. düzeni	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
	R - T - R	K.Y.	15,15***	11,48***	16,72***	20,21***	5,84***		
	T - R - T	G.Y.	16,29***		14,84***		6,44***		
		K.Y.			13,58***		2,71**		
PVAc	24-24-24 (mm)	G.Y.			10,67***		6,38***		
	20-32-20 (mm)	K.Y.			12,40***		4,75***		
		G.Y.						1,41NS	7,97***
		K.Y.					13,94***		
PVAc	24-24-24 (mm)	G.Y.					14,78***	5,30***	
	20-32-20 (mm)	K.Y.						14,13***	
		G.Y.							0,64NS
		K.Y.						3,71***	4,94***
PVAc	T - R - T	K.Y.							
		G.Y.							

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde G.Y.:Genişlik Yönünde

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 5 : Kızılçam lamine malzemede Daralma F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755						PVAc					
		24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R	G.Y.	K.Y.	T - R - T	G.Y.	K.Y.	R - T - R	G.Y.	K.Y.	T - R - T	G.Y.	K.Y.
	Y.H. düzeni												
PÜ- 8755		R - T - R	K.Y.	2,09*	G.Y.	1,19NS	2,18*	R - T - R	K.Y.	1,16NS	T - R - T	G.Y.	1,63NS
	24-24-24 (mm)		G.Y.	5,36***		1,82NS							
		T - R - T	K.Y.										
			G.Y.										
PVAc		R - T - R	K.Y.										
	20-32-20 (mm)		G.Y.										
		T - R - T	K.Y.										
			G.Y.										
		R - T - R	K.Y.										
	24-24-24 (mm)		G.Y.										
		T - R - T	K.Y.										
			G.Y.										
		R - T - R	K.Y.										
	20-32-20 (mm)		G.Y.										
		T - R - T	K.Y.										
			G.Y.										

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde (%) G.Y.:Genişlik Yönünde (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 6 : Kızılçam lamine malzemede Daralma T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU	Tutkal	Lamine kalınlıkları	PÜ - 8755				PVAc			
			24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
			K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.	2,92**	K.Y.	6,59***	K.Y.	3,12**	K.Y.	
		T - R - T	G.Y.	10,79***	K.Y.	12,73***		23,37***		
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.	5,29***		4,03***		
		T - R - T	G.Y.		K.Y.	4,27***		0,75NS		
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.	8,86***			12,99***	
		T - R - T	G.Y.		K.Y.	2,95**			7,70***	
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.					5,89***
		T - R - T	G.Y.		K.Y.					7,27***
	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.			5,14***	10,96***	
		T - R - T	G.Y.		K.Y.				4,50***	3,31**
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.		K.Y.					4,71***
		T - R - T	G.Y.		K.Y.					1,32NS
		R - T - R	K.Y.		K.Y.					9,97***
		T - R - T	G.Y.		K.Y.					6,19**

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde (%) G.Y.:Genişlik Yönünde (%)

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 7 : Kızılçam lamine malzemede Genişleme F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755										PVAc									
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)					20 - 32 - 20 (mm)					24 - 24 - 24 (mm)					20 - 32 - 20 (mm)				
		R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T		
PÜ - 8755	Y.H. düzeni																				
		R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T			R - T - R		T - R - T		
	24-24-24 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
	20-32-20 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
	24-24-24 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
PVAc	20-32-20 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
	24-24-24 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
	20-32-20 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		
	24-24-24 (mm)	K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.			K.Y.		K.Y.		
		G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.			G.Y.		G.Y.		

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönlünde (%) G.Y.:Genişlik Yönlünde(%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 8 : Kızılçam lamine malzemede Genişleme T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y.H. düzeni	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.	K.Y.	G.Y.
	R - T - R	K.Y.	8,50***	5,92***		4,99***			
	T - R - T	G.Y.	4,20***	3,48***		1,45NS			
		K.Y.			10,12***		3,42**		
PVAc	24-24-24 (mm)	G.Y.							
	20-32-20 (mm)	K.Y.			12,71***		3,14**		
		G.Y.			1,97NS			1,92NS	
		K.Y.			4,57***			6,79***	
	R - T - R	K.Y.							8,60***
	T - R - T	G.Y.							8,87***
		K.Y.							
		G.Y.							
	R - T - R	K.Y.					2,44*		9,51***
	T - R - T	G.Y.					0,82NS		7,39***
		K.Y.							
		G.Y.							
	R - T - R	K.Y.							2,32*
	T - R - T	G.Y.							0,17NS
		K.Y.							
		G.Y.							9,65***
	R - T - R	K.Y.							10,67***
	T - R - T	G.Y.							
		K.Y.							
		G.Y.							

R: Radyal T: Teğet K.Y.:Kalınlık Yönünde (%) G.Y.:Genişlik Yönünde (%)

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 9 : Sarıçam lamine malzemede eğilme direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal		PÜ - 8755			PVAc		
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y. H. Düzeni								
	24-24-24 (mm)		1,82 NS	1,69 NS		1,43 NS			
	20-32-20 (mm)				1,09 NS		1,35 NS		
					1,01 NS			3,60 ***	
PVAc	24-24-24 (mm)								1,17 NS
	20-32-20 (mm)								
							1,06 NS	4,26 ***	
									1,06 NS
									4,26 ***

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant

1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı

2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı

3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 10 : Sarıçam lamine malzemede eğilme direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		0,25NS	2,51*		0,81NS			
		T - R - T				3,86***		0,80NS		
	20-32-20 (mm)	R - T - R							2,75**	
		T - R - T				1,21NS				0,04NS
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R						1,86NS	1,94NS	
		T - R - T								2,68**
	20-32-20 (mm)	R - T - R								3,92***
		T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant

2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı

2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı

3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 11 : Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc				
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		1,13 NS	1,87 NS		1,81 NS				
		T - R - T				1,91*		2,04*			
	20-32-20 (mm)	R - T - R				1,10 NS			2,20*		
		T - R - T									2,29*
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R							1,00 NS	2,13*	
		T - R - T									2,45*
	20-32-20 (mm)	R - T - R									1,15 NS
		T - R - T									

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant

1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı

2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı

3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 12 : Kızılçam lamine malzemede eğilme direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		0,14NS	0,57NS		0,22NS			
		T - R - T				1,88NS		2,94**		
	20-32-20 (mm)	R - T - R				1,61NS			0,94NS	
		T - R - T								0,12NS
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R						3,69***	1,57NS	
		T - R - T								1,12NS
	20-32-20 (mm)	R - T - R								0,17NS
		T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant

2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı

2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı

3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 13 : Sarıçam lamine malzemede elastikiyet modülü F- testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		2,34*	1,30NS		2,96**			
		T - R - T				2,56**		1,93*		
	20-32-20 (mm)	R - T - R				1,18NS			5,06***	
		T - R - T								2,23*
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R						1,52NS	1,31NS	
		T - R - T								2,22*
	20-32-20 (mm)	R - T - R								1,92*
		T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 14 : Sarçam lamine malzemede elastikiyet modülü T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)	T - R - T	R - T - R	20 - 32 - 20 (mm)	T - R - T	R - T - R	24 - 24 - 24 (mm)	20 - 32 - 20 (mm)
PÜ- 8755	Y. H. Düzeni	R - T - R	1,48NS	1,44NS	2,83**	3,60***	0,43NS	1,40NS	0,40NS
	24-24-24 (mm)	R - T - R			2,75**				
	20-32-20 (mm)	R - T - R							
	T - R - T								
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R							
	20-32-20 (mm)	R - T - R							
	T - R - T								
	T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant
 2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
 2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
 3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 15 : Kızılçam lamine malzemede elastikiyet modülü F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal		PÜ - 8755			PVAc		
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y. H. Düzeni								
	24-24-24 (mm)		1,13NS	1,09NS		1,29NS			
	20-32-20 (mm)				1,10NS		1,30NS		
					1,06NS			1,02NS	
PVAc	24-24-24 (mm)								2,82**
	20-32-20 (mm)						1,48NS	1,16NS	
									3,33**
									2,60**

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 16 : Kızılçam lamine malzemede elastikiyet modülü T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal		PÜ - 8755			PVAc		
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y. H. Düzeni								
	R - T - R		2,96**		3,34**		2,28*		
	T - R - T								
					2,72**				
PVAc	20-32-20 (mm)				3,11**				1,81NS
	24-24-24 (mm)								
							2,46*		
PVAc	20-32-20 (mm)								
	24-24-24 (mm)								
PVAc	20-32-20 (mm)								
	24-24-24 (mm)								

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant
 2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
 2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
 3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 17 : Sarıçam lamine malzemede basınç direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755		PVAc	
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)	20 - 32 - 20 (mm)	24 - 24 - 24 (mm)	20 - 32 - 20 (mm)
Y. H. Düzeni		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R	1,03NS	1,72NS	2,59**
		T - R - T		1,26NS	
	20-32-20 (mm)	R - T - R		2,11*	2,96**
		T - R - T			2,66**
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R		2,17*	1,50NS
		T - R - T			2,59**
	20-32-20 (mm)	R - T - R			3,74***
		T - R - T			

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 18 : Sarıçam lamine malzemede basınç direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal		PÜ - 8755			PVAc		
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
		R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y. H. Düzeni								
	24-24-24 (mm)		0,78NS	1,70NS		2,58*			
	20-32-20 (mm)				1,33NS		1,25NS		
					2,20*			0,37NS	3,15**
PVAc	24-24-24 (mm)						0,20NS	0,81NS	
	20-32-20 (mm)								5,20***
									1,80NS

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant
 2,00 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
 2,66 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
 3,46 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 19 : Kızılçam lamine malzemede basınç direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		1,47NS	3,12**		3,73***			
		T - R - T				2,01*		2,11*		
	20-32-20 (mm)	R - T - R				1,06NS			3,05**	
		T - R - T								1,57NS
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R						1,21NS	3,65***	
		T - R - T								1,50NS
	20-32-20 (mm)	R - T - R								4,53***
		T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

1.88 > NS : Nonsignificant
 1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
 2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
 3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 20 : Kızılçam lamine malzemede basınç direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine Kalınlıkları	Y. H. Düzeni	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
			R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R		0,79SN	5,15***			2,77**		
		T - R - T					3,82***		2,54*	
	20-32-20 (mm)	R - T - R							6,21***	
		T - R - T								13,91***
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R							6,02***	3,82***
		T - R - T								12,32***
	20-32-20 (mm)	R - T - R								7,95***
		T - R - T								

R: Radyal T: Teğet

2,00 > NS : Nonsignificant

2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı

2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı

3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 21 : Sarıçam lamine malzemede makaslama direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755						PVAc					
		24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T	R - T - R		T - R - T	R - T - R		T - R - T	R - T - R		T - R - T
	Y.H. düzeni												
		//	⊥	//	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//
PÜ- 8755	R - T - R	//			1,13NS			1,02NS					
		⊥	2,09*		2,86**			1,22NS					
	T - R - T	//					1,05NS			2,15*			
		⊥					2,69**			1,96*			
PVAc	R - T - R	//					1,94*				1,47NS		
		⊥									1,66NS		
	T - R - T	//										1,40NS	
		⊥										1,36NS	
PVAc	R - T - R	//								1,00NS			
		⊥									1,20NS		
	T - R - T	//										1,61NS	
		⊥										1,87NS	
PVAc	R - T - R	//										2,03*	
		⊥											2,28*
	T - R - T	//											
		⊥											

// : Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci ⊥ : Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 22 : Sarıçam lamine malzemede makaslama direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755						PVAc					
		24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R	T - R - T		R - T - R	T - R - T		R - T - R	T - R - T		R - T - R	T - R - T	
	Y.H. düzeni	//	⊥	//	⊥	⊥	//	⊥	⊥	//	⊥	⊥	//
PÜ - 8755		//	⊥	//	⊥	⊥	//	⊥	⊥	//	⊥	⊥	//
	24-24-24 (mm)		2,25*		2,77**			11,88***					
		⊥			8,55***		2,53**	3,86***					
		//						9,44***					
	20-32-20 (mm)	⊥											
		//											
PVAc		//											
	24-24-24 (mm)	⊥											
		//											
	20-32-20 (mm)	⊥											
		//											
		⊥											

// : Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci ⊥ : Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 23 : Kızılçam lamine malzemede makaslama direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
	Y.H. düzeni	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755		//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
	R - T - R	//	1,11NS	1,22NS		2,94**			
	T - R - T	⊥	1,48NS	2,14*		1,42NS			
		//			1,41NS		1,04NS		
	R - T - R	//			1,92*		1,24NS		
	T - R - T	⊥			2,26*		1,79NS		
PVAc		//							
	R - T - R	//					1,94*		
	T - R - T	⊥					2,69**		
		//							
	R - T - R	⊥							
	T - R - T	//							
PVAc		//							
	R - T - R	⊥							
	T - R - T	//							
		⊥							
	R - T - R	⊥							
	T - R - T	//							

// : Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci ⊥ : Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 24 : Kızılçam lamine malzemede makaslama direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755						PVAc					
		Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
Tutkal	Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755			//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥	//	⊥
		R - T - R	//	2,23*		6,99***			23,76***					
	24-24-24 (mm)		⊥	1,04NS		0,65NS			4,24***					
		T - R - T	//					0,95NS		9,28***				
		R - T - R	⊥					2,09*		4,35***				
	20-32-20 (mm)		//					5,01***			12,23***		5,51***	
PVAc		T - R - T	⊥					2,94**					11,68***	1,72NS
		R - T - R	//											
	24-24-24 (mm)		⊥							6,81***		3,22**		
		T - R - T	//								1,23NS		3,50***	
		R - T - R	⊥											1,05NS
	20-32-20 (mm)		//											3,81***
		T - R - T	⊥										5,23***	7,05***
		R - T - R	//											
		T - R - T	⊥											

// : Tutkal hattında liflere paralel makaslama direnci ⊥ : Tutkal hattında liflere dik makaslama direnci

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 25 : Sarıçam lamine malzemede Janka sertlik dirençli F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755												PVAc											
		24 - 24 - 24 (mm)				20 - 32 - 20 (mm)				24 - 24 - 24 (mm)				20 - 32 - 20 (mm)											
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T									
		M	//	L	M	//	L	M	//	L	M	//	L	M	//	L	M	//	L						
PÜ - 8755	24-24-24 (mm)	M			1,25NS																				
		//			1,48NS			1,96°																	
	L						1,89°																		
	T - R - T	M																							
20-32-20 (mm)	M																								
	//																								
	L																								
	T - R - T	M																							
188	20-32-20 (mm)	M																							
		//																							
	L																								
	T - R - T	M																							
PVAc	24-24-24 (mm)	M																							
		//																							
	L																								
	T - R - T	M																							
20-32-20 (mm)	M																								
	//																								
	L																								
	T - R - T	M																							

R: Radyal T: Teğet M: Masifekli Janka Sertlik //: Tutkal hattında liflere paralel sertlik ⊥: Tutkal hattında liflere dik sertlik

1,88 > NS : Nonsignificant
1,88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2,46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3,40 ≤ *** :%0,1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 26 : Sarıçam lamine malzemede Janka sertlik direnci T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU	Tutkal Lamine kalınlıkları	PÜ - 8765				PVAc			
		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
		M	//	⊥	M	//	⊥	M	//
PÜ - 8765	24-24-24 (mm)	M	//	7,21***	M	//	10,32***	M	//
		R - T - R	//	3,26**	R - T - R	//	4,77***	R - T - R	//
	20-32-20 (mm)	M	//		M	//	5,22***	M	//
		T - R - T	//		T - R - T	//	3,78***	T - R - T	//
	24-24-24 (mm)	M	//		M	//	1,98NS	M	//
		R - T - R	//		R - T - R	//	3,17**	R - T - R	//
PVAc	24-24-24 (mm)	M	//		M	//	0,94NS	M	//
		T - R - T	//		T - R - T	//	3,28**	T - R - T	//
	20-32-20 (mm)	M	//		M	//		M	//
		R - T - R	//		R - T - R	//		R - T - R	//
	24-24-24 (mm)	M	//		M	//	2,50*	M	//
		T - R - T	//		T - R - T	//	0,02NS	T - R - T	//
PVAc	24-24-24 (mm)	M	//		M	//	0,63NS	M	//
		R - T - R	//		R - T - R	//		R - T - R	//
	20-32-20 (mm)	M	//		M	//		M	//
		T - R - T	//		T - R - T	//		T - R - T	//
	24-24-24 (mm)	M	//		M	//		M	//
		R - T - R	//		R - T - R	//		R - T - R	//

R: Radyal T: Teğet M: Masifield Janka Sertlik //: Tutkal hatında liflere paralel sertlik ⊥: Tutkal hatında liflere dik sertlik

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0,1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 27 : Kızılçam lamine malzemede Janka sertlik direnci F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8766										PVAc									
		24-24-24 (mm)					20-32-20 (mm)					24-24-24 (mm)					20-32-20 (mm)				
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//	M	//
PÜ - 8766	24-24-24 (mm)	M	3,59**			2,88**				1,45NS				1,47NS							
		//		4,57***			2,91**				2,87**										
		L			1,70NS			1,39NS	2,95**				1,23NS		4,28***						
	20-32-20 (mm)	M																			
		//																			
		L																			
PVAc	24-24-24 (mm)	M																			
		//																			
		L																			
	20-32-20 (mm)	M																			
		//																			
		L																			

R: Radyal T: Teğet M: Masifekli Janka Sertlik //: Tutkal hatında liflere paralel sertlik ⊥: Tutkal hatında liflere dik sertlik

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 28 : Kızılcım lamine malzemede Janka sertlik dirençli T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755										PVAC									
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24-24-24 (mm)					20-32-20 (mm)					24-24-24 (mm)					20-32-20 (mm)				
		R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	M	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	M	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	M	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	M
PÜ-8755	24-24-24 (mm)	M	7,03***	8,16***	6,94***	8,71***	5,49***	2,70**	4,32***	1,28NS	0,14NS	13,64***	8,97***	1,28NS	3,06**	0,70NS	0,40NS	1,97NS	5,92***	5,21***	1,14NS
		R-T-R																			
		T-R-T																			
	20-32-20 (mm)	M																			
		R-T-R																			
		T-R-T																			
PVAC	24-24-24 (mm)	M																			
		R-T-R																			
		T-R-T																			
	20-32-20 (mm)	M																			
		R-T-R																			
		T-R-T																			

R: Radyal T: Teğet M: Masiftekli Janka Sertlik //: Tutkal hattında liflere paralel sertlik ⊥: Tutkal hattında liflere dik sertlik

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 29 : Sarıçam lamine malzemede Yarıllma (kuru ortam) F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755										PVAC									
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)					20 - 32 - 20 (mm)					24 - 24 - 24 (mm)					20 - 32 - 20 (mm)				
		R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	R-T-R	T-R-T
PÜ- 8755	Y.H. düzeni																				
	R-T-R	K.Y.	3,37**			2,18*						1,91*									
	L.O.			1,14NS			1,21NS						167,4***								
	T-R-T	K.Y.						1,20NS						3,44***							
	L.O.								1,02NS						89,3***						
	R-T-R	K.Y.								1,85NS						1,11NS					
PVAC	Lamine kalınlıkları																				
	24-24-24 (mm)																				
	20-32-20 (mm)																				
	R-T-R	K.Y.																			
	L.O.																				
	T-R-T	K.Y.																			
PVAC	Y.H. düzeni																				
	R-T-R	K.Y.																			
	L.O.																				
	T-R-T	K.Y.																			
	L.O.																				
	R-T-R	K.Y.																			
PVAC	24-24-24 (mm)																				
	20-32-20 (mm)																				
	R-T-R	K.Y.																			
	L.O.																				
	T-R-T	K.Y.																			
	L.O.																				

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 30 : Sarıçam lamine malzemede Yarıma (kuru ortam) T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAC			
		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
Y.H. düzeni		K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.	K.Y. L.O.
PÜ- 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y. L.O.	4,50***	1,93NS	2,57*	3,33**		
		T - R - T	L.O.	0,28NS	4,16***		0,65NS		
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y. L.O.		2,14*		3,84***	7,17***	4,89***
		T - R - T	L.O.						4,45***
PVAC	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y. L.O.				2,56*	1,43NS	1,31NS
		T - R - T	L.O.				0,83NS		0,72NS
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y. L.O.						1,66NS
		T - R - T	L.O.						0,46NS

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 31 : Sarıçam lamine malzemede Yarıлма (30 C'lik Suda bekletme) F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
	Y.H. düzeni	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
	T - R - T	L.O.		L.O.		L.O.		L.O.	
PVAc		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
	T - R - T	L.O.		L.O.		L.O.		L.O.	

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüklü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 32 : Sarıçam lamine malzemede Yarıлма (30 C'lik Suda bekletme) T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
PÜ- 8755	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
	24-24-24 (mm)								
	20-32-20 (mm)								
PVAc	R - T - R	K.Y.		K.Y.		K.Y.		K.Y.	
	24-24-24 (mm)								
	20-32-20 (mm)								

2,00 > NS : Nonsignificaht
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 33 : Sarıçam lamine malzemedede Yarılima (67 C'lik Suda bekletme) F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		Tutkal	PÜ - 8755						PVAc					
Tutkal	Lamine kalınlıkları	Y.H. düzeni	24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
			R - T - R	T - R - T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	R - T - R	T - R - T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
PÜ - 8755	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.	1,75NS	2,85**	1,10NS	35,05***	1,30NS	1,57NS					
		T - R - T	L.O.					12,2***	62,2***					
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.					1,26NS						
		T - R - T	L.O.					3,14**					1,07NS	
	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.											6,14***
		T - R - T	L.O.											4,71***
PVAc	24-24-24 (mm)	R - T - R	K.Y.						2,31*				1,16NS	
		T - R - T	L.O.										1,78NS	1,86NS
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.											1,34NS
		T - R - T	L.O.											1,51NS
	20-32-20 (mm)	R - T - R	K.Y.											1,49NS
		T - R - T	L.O.											1,40NS

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 36 : Kızılcım lamine malzemede Yarıлма (kuru ortam) T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
	Y.H. düzeni	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T	R-T-R	T-R-T
PÜ- 8755	R-T-R	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	L.O.	1,50NS	1,27NS	1,02NS	1,20NS	2,10*	11,04***		
	K.Y.				1,43NS		1,44NS		
	L.O.				2,33*		18,52***		
PVAc	R-T-R	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	L.O.				1,02NS			1,08NS	
	K.Y.								1,92*
	L.O.								19,41***
	R-T-R	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	L.O.						2,02*	1,90*	
	K.Y.								
	L.O.						1,32NS	1,60NS	
	T-R-T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	L.O.								1,94*
	K.Y.								
	L.O.								2,44*
	R-T-R	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	L.O.								1,83NS
	K.Y.								
	L.O.								1,90*

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 37 : Kızılçam lamine malzemede Yarılma (30 C'lik Suda bekletme) F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755						PVAc					
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
		R - T - R	L.O.	K.Y.	T - R - T	L.O.	K.Y.	R - T - R	L.O.	K.Y.	T - R - T	L.O.	K.Y.
PÜ- 8755	Y.H. düzeni												
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	R - T - R	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	24-24-24 (mm)												
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
PVAc	20-32-20 (mm)												
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	24-24-24 (mm)												
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 38 : Kızılçam lamine malzemede Yarılima (30 C'lik Suda bekletme) T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755						PVAc					
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)			24 - 24 - 24 (mm)			20 - 32 - 20 (mm)		
		R - T - R	T - R - T	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	R - T - R	T - R - T	K.Y.	L.O.	R - T - R	T - R - T
PÜ- 8755	Y.H. düzeni												
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
	24-24-24 (mm)			2,77**	2,44*	1,07NS	0,77NS	12,34***					
								9,41***					
	T - R - T												
		K.Y.	L.O.										
PVAc	24-24-24 (mm)												
	T - R - T												
		K.Y.	L.O.										
PVAc	20-32-20 (mm)												
	T - R - T												
		K.Y.	L.O.										
PVAc	24-24-24 (mm)												
	T - R - T												
		K.Y.	L.O.										
PVAc	20-32-20 (mm)												
	T - R - T												
		K.Y.	L.O.										

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüklü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

: Nonsignificant

2,00 > NS

2,00 ≤ *

2,66 ≤ **

3,46 ≤ ***

:%5 güven düzeyinde anlamlı

:%1 güven düzeyinde anlamlı

:%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 39 : Kızılçam lamine malzemede Yarıлма (67 C'lik Suda bekletme) F-testi sonuçları

F - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAC			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
	Y.H. düzeni	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
		K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
PÜ- 8755	R - T - R	K.Y.	2,25*	1,01NS	1,21NS	5,50***	2,40**		
	T - R - T	L.O.	2,08*		1,00NS		5,65***		
	R - T - R	K.Y.			1,72NS		12,46***		
	T - R - T	L.O.			2,20*		13,40***		
PVAC	R - T - R	K.Y.			4,32***			1,86NS	
	T - R - T	L.O.							5,24***
	R - T - R	K.Y.					2,31*	2,47**	
	T - R - T	L.O.					2,50**	1,07NS	
	R - T - R	K.Y.							1,09NS
	T - R - T	L.O.							2,66**
	R - T - R	K.Y.							1,16NS
	T - R - T	L.O.							1,00NS

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

1.88 > NS : Nonsignificant
1.88 ≤ * :%5 güven düzeyinde anlamlı
2.46 ≤ ** :%1 güven düzeyinde anlamlı
3.40 ≤ *** :%0.1 güven düzeyinde anlamlı

Ek - 40 : Kızılçam lamine malzemede Yarılma (67 C'lik Suda bekletme) T-testi sonuçları

T - TESTİ TABLOSU		PÜ - 8755				PVAc			
Tutkal	Lamine kalınlıkları	24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)		24 - 24 - 24 (mm)		20 - 32 - 20 (mm)	
Tutkal	Lamine kalınlıkları	R - T - R		T - R - T		R - T - R		T - R - T	
	Y.H. düzeni	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.	K.Y.	L.O.
PÜ- 8755	R - T - R	K.Y.	3,83***	0,35NS	7,12***	0,67NS	12,38***	4,88***	9,81***
	T - R - T	L.O.	1,48NS	0,27NS	3,73***	2,10*	5,59***	3,67***	1,39NS
	R - T - R	K.Y.							
	T - R - T	L.O.							
PVAc	R - T - R	K.Y.							
	T - R - T	L.O.							
	R - T - R	K.Y.							
	T - R - T	L.O.							
PVAc	R - T - R	K.Y.							
	T - R - T	L.O.							
	R - T - R	K.Y.							
	T - R - T	L.O.							

R: Radyal T: Teğet K.Y.: Kopma Yüğü (kp) L.O.: Lif Oranı (%)

2,00 > NS : Nonsignificant
2,00 ≤ * : %5 güven düzeyinde anlamlı
2,66 ≤ ** : %1 güven düzeyinde anlamlı
3,46 ≤ *** : %0.1 güven düzeyinde anlamlı

VIII.ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında Manisa - Selendi'de doğdu. İlk, Orta ve Lise eğitimini burada tamamladıktan sonra, 1989'da İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü, 1990 yılında A.Ö.F. İktisat Bölümünü bitirdi.

1991 yılında İ.Ü. Orman Fakültesi,Orman Endüstri Mühendisliği, Orman Endüstrisi, Makinaları ve İşletme Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlayan Tuncer DİLİK, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ndeki Yüksek Lisansını, hazırlamış olduğu "Türkiye Mobilya ve Yapı Elemanı Aksesuarları Üretim Sektörü ve Sorunları" adlı teziyle 1992 yılında tamamlayarak, aynı yıl doktorasına başlamıştır.

1992 yılında askerlik görevini de yapmış olan ve halen Araştırma Görevliliğini sürdüren Tuncer DİLİK, İngilizce bilir.