

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ AĞAÇ MALZEMEDE  
VERNİK YAPIŞMA DİRENCİ**

**2015  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**Musa ESMER**

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ AĞAÇ MALZEMEDE VERNİK YAPIŞMA DİRENCİ**

**Musa ESMER**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
Haziran 2015**

Musa ESMER tarafından hazırlanan "ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ AĞAÇ MALZEMEDE VERNİK YAPIŞMA DİRENCİ" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 16/ 06/ 2015

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL (KBÜ)



Üye : Doç. Dr. M. Hakan AKYILDIZ (KÜ)



Üye : Yrd.Doç. Dr. Suat ALTUN (KBÜ)



...../...../2015

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Musa ESMER

## ÖZET

### Yüksek Lisans Tezi

## ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ AĞAÇ MALZEMEDE VERNİK YAPIŞMA DİRENCİ

Musa ESMER

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN

Haziran 2015, 58 sayfa

Ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılmak üzere günümüzde üretilen vernik ve vernik türleri hakkında birçok araştırmalar yapılmıştır. Ancak son yılların popüler ürünlerinden olan ısıtım işlem görmüş ağaç malzemeler için de aynı üst yüzey malzemeleri kullanılmaktadır. Isıtım işlem malzemenin kimyasal yapısında dolayısıyla fiziksel yapısında ve yüzey özelliklerinde değişimlere neden olmaktadır. Bu nedenle geleneksel üst yüzey malzemelerinin ısıtım işlem görmüş malzemedeki performansı farklı olacaktır. Bu amaçla bu çalışmada ısıtım işlem görmüş ağaç malzemedeki, yüzey hazırlık işleminin ve vernik türünün, vernik yapışma direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Thermowood yöntemi ile ısıtım işlem görmüş Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve İroko (*Chlorophora excelsa*) örnekleri ve kontrol örneklerinin; zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerine; solvent bazlı vernik, silikonlu vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik uygulanmış ve vernik yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün ve vernik türünün vernik yapışma direncine etkileri ortaya konmuştur. Örneklerin hava kurusu

yoğunluk (TS 2472), rutubet miktarları (TS 2471), yüzey pürüzlülüğü (ISO 4287, TS 971, TS 6959), vernik katman kalınlığı (ASTM. D-1005), vernik yapışma direnci (ASTM D 4541) değerleri belirlenmiştir. Isıl işlem görmüş ve kontrol örneklerinin tümünde zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerin ortalama pürüzlülüğü farklı çıkmıştır. Kullanılan verniklerden poliüretan verniğin katman kalınlığı (110 µm) diğerlerinden oldukça fazladır. Diğer üç verniğin katman kalınlığı 50-65 µm aralığındadır. En yüksek vernik yapışma direnci, her üç ağaç malzeme türünde de hem ısıl işlem görmüş hem de kontrol örneklerinde poliüretan vernikte tespit edilmiştir. Sarıçam, iroko ve dişbudakta en yüksek yapışma direnci değerleri sırasıyla 4,98 N/mm<sup>2</sup>, 5,88 N/mm<sup>2</sup>, 6,61 N/mm<sup>2</sup> olarak, kontrol grubu rendelenmiş yüzeyde, poliüretan vernikte tespit edilmiştir. En düşük vernik yapışma direnci sarıçamda ısıl işlem görmüş rendelenmiş yüzeydeki su bazlı vernikte (1,59 N/mm<sup>2</sup>), irokoda kontrol grubu zımparalanmış yüzeydeki su bazlı vernikte (3,08 N/mm<sup>2</sup>), dişbudakta ise kontrol grubu zımparalı yüzey silikonlu vernikte (2,86 N/mm<sup>2</sup>) tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ışığında, dış ortamda kullanılacak ısıl işlem görmüş ağaç malzemedede üst yüzey malzemesi olarak vernik yapışma direnci açısından, poliüretan verniğin kullanılması tercih edilmelidir.

**Anahtar Sözcükler** : Isıl işlem, vernik yapışma direnci, ağaç malzeme.

**Bilim Kodu** : 711.3.023

## **ABSTRACT**

**M. Sc Thesis**

### **VARNISH ADHESION OF HEAT TRATED WOOD**

**Musa ESMER**

**Karabük University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Furniture and Decoration Education**

**Thesis Advisor:**

**Assist. Prof. Dr. Suat ALTUN**

**June 2015, 58 pages**

Many researches have been conducted on wood varnishes. But the same varnishes which are produced for untreated wood are used for heat treated wood, which is a popular material in recent years, too. Heat treatment causes changes on chemical properties of wood and consequently on physical and surface properties of wood. Because of this, performance of these traditional varnishes can be different on the heat treated substrate. In this study, effects of surface machining and varnish types on the adhesion of varnishes on the heat treated wood were investigated. Planed and sanded heat treated ash (*Fraxinus excelsior* L.), scots pine (*Pinus sylvestris*) and iroko (*Chlorophora excelsa*) wood surfaces were coated by using solvent base, waterborne, silicon-containing and polyurethane varnishes. Air dry density (TS 2472), moisture of content (TS 2471), surface roughness (ISO 4287, TS 971, TS 929, TS 6959), dry film thickness (ASTM. D-1005), and adhesion of varnish (ASTM D 4541) values of samples were determined. The surface roughness values of the sanded surfaces were lower than the roughness of planed surface. Dry film thickness

of the polyurethane varnish (110  $\mu\text{m}$ ) was the thickest. Dry film thicknesses of the other varnishes were 50-65  $\mu\text{m}$ . The highest adhesion was determined in samples coated with polyurethane varnish for all the heat treated and untreated wood. The highest adhesion values were 4,98  $\text{N}/\text{mm}^2$ , 5,88  $\text{N}/\text{mm}^2$ , 6,61  $\text{N}/\text{mm}^2$  in untreated, planed and coated with polyurethane varnish scots pine, iroko and ash, respectively. The lowest value was determined in samples heat treated, planed and varnished with waterborne varnish in scots pine (1,59  $\text{N}/\text{mm}^2$ ); in samples untreated, sanded and coated with waterborne varnish in iroko (3,08  $\text{N}/\text{mm}^2$ ); in samples untreated, sanded and coated with silicon-containing varnish in ash (2,86  $\text{N}/\text{mm}^2$ ). According to the results it is recommended that the polyurethane varnish should be preferred in heat treated wood for exterior conditions.

**Key Words** : Heat treated wood, varnish adhesion.

**Science Code** : 711.3.023



## TEŞEKKÜR

“Isıl İşlem Görmüş Ağaç Malzemede Vernik Yapışma Direnci” isimli bu çalışma, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında ayrıca akademik alanda değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN hocama şükranlarımı arz ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında değerli tavsiyelerini ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım Sayın Doç. Dr. Şeref KURT ve Yrd. Doç. Dr. Günay ÖZBAY’a teşekkürü bir borç bilirim.

Gerek lisans gerekse de yüksek lisans eğitimim sırasında her daim bilgilerinden ve tecrübelerinden yararlandığım sevgili arkadaşlarım Mustafa KORKMAZ ve Erdal AYSAN’a minnetlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan sevgili eşim Derya ESMER, başta kardeşim H. İbrahim ESMER olmak üzere aileme de bana olan destekleri ve gösterdikleri sabır için şükranlarımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	viii
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
1.1. ISIL İŞLEM TEKNOLOJİSİ .....	2
1.1.1. ISIL İŞLEMİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ .....	4
1.1.2. ISIL İŞLEMİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERE ETKİ .....	7
1.2. AĞAÇ MALZEMEDE ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ.....	10
1.2.1. Selülozik Vernikler.....	12
1.2.2. Su Bazlı Vernikler .....	16
1.2.3. Poliüretan Esaslı Vernikler.....	17
1.2.4. Sentetik Esaslı Vernikler .....	19
1.3. ÇALIŞMANIN AMACI.....	21
BÖLÜM 2 .....	22
LİTERATÜR ÖZETİ.....	22
BÖLÜM 3 .....	28
MALZEME VE YÖNTEM .....	28
3.1. AĞAÇ MALZEME .....	28
3.2. ÜST YÜZEY MALZEMELERİ.....	29

3.3. DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI.....	30
3.4. YOĞUNLUK VE RUTUBET MİKTARI TESPİTİ .....	31
3.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN TESPİTİ .....	32
3.6. VERNİK KATMAN KALINLIĞININ TESPİTİ.....	33
3.7. VERNİK YAPIŞMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ .....	34
3.8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	35
BÖLÜM 4 .....	36
BULGULAR .....	36
4.1. KULLANILAN AĞAÇ MALZEME YOĞUNLUK VE DENGE RUTUBET MİKTARI DEĞERLERİ .....	36
4.2. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ DEĞERLERİ .....	37
4.3. VERNİK KATMAN KALINLIĞI .....	38
4.4. VERNİK YAPIŞMA DİRENCİ .....	38
BÖLÜM 5 .....	47
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	47
KAYNAKLAR .....	51
ÖZGEÇMİŞ .....	57

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı .....	33
Şekil 3.2. Kuru film kalınlığı tayini. ....	34
Şekil 3.3. Vernik yapışma direnci ölçüm düzeneği.....	35
Şekil 4.1. Vernik yapışma direnci (N/mm <sup>2</sup> ).....	40

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 1.1. Ağaç türü ve kalitesi sınıfına göre ısıtılma süresi .....	4
Çizelge 3.1. Yüzey pürüzlülüğü test cihazına ilişkin teknik özellikler .....	33
Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk ve denge rutubet miktarı değerleri .....	36
Çizelge 4.2. Sarıçam, iroko ve dişbudak ağaç malzemelerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri .....	37
Çizelge 4.3. Vernik katman kalınlıkları .....	38
Çizelge 4.4. İşlem, yüzey işlem ve vernik türüne göre vernik yapışma direnci .....	49
Çizelge 4.5. Ağaç malzeme, ısıtılma ve vernik türüne göre yüzey işlem faktörünün vernik yapışma direncine etkisi .....	40
Çizelge 4.6. Sarıçam ağaç malzemedeki ısıtılma, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	41
Çizelge 4.7. Sarıçam ağaç malzemedeki vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları .....	42
Çizelge 4.8. İroko ağaç malzemedeki ısıtılma, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	42
Çizelge 4.9. İroko ağaç malzemedeki vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları .....	43
Çizelge 4.10. Dişbudak ağaç malzemedeki ısıtılma, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları .....	44
Çizelge 4.11. Dişbudak ağaç malzemedeki vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları .....	44
Çizelge 4.12. Ağaç malzeme, yüzey işlem ve vernik türüne göre ısıtılma faktörünün vernik yapışma direncine etkisi .....	45

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

- $D_{12}$  : Hava kurusu Yoğunluk  
 $m_{12}$  : Hava kurusu ağırlık (g)  
 $V_{12}$  : Hava kurusu hacim ( $cm^3$ )  
 $r$  : Rutubet miktarı (%);  
 $m_r$  : Klimatize edilmiş durumdaki numune kütlesi (g),  
 $m_0$  : Tam kuru haldeki numune kütlesi (g)  
 $P_a$  : Yapışma direnci ( $N/mm^2$ )  
 $F$  : Kopma anındaki kuvvet (N)  
 $A$  : Uygulama alanı ( $mm^2$ )  
 $R_a$  : Ortalama yüzey pürüzlülüğü ( $\alpha=0,05$ )  
 $P$  : t testi önemlilik değeri  
 $X$  : Ortalama vernik yapışma direnci ( $N/mm^2$ )  
 $HD$  : Solventbazlı ahşap boyası  
 $HS$  : Su bazlı cila  
 $PÜ$  : Poliüretan vernik  
 $Sİ$  : Silikonlu ahşap verniği

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Ağaç malzeme, insanoğlunun ilk yıllarından bu yana pek çok alanda kullanılmaktadır. İlk yıllardan günümüze kadar yakacak, barınma, alet yapımı ve silah üretimi için hammadde ihtiyacını karşılayan ağaç malzeme, insanoğlunun teknolojik alanda yaptığı gelişmelerde önemli rol oynamıştır (Budakçı, 2003).

Ağaç malzeme, insanoğlunun ilk yıllarından bu yana pek çok alanda kullanılmaktadır. İlk yıllardan günümüze kadar yakacak, barınma, alet yapımı ve silah üretimi için hammadde ihtiyacını karşılayan ağaç malzeme, insanoğlunun teknolojik alanda yaptığı gelişmelerde önemli rol oynamıştır. Ağaç malzeme diğer hammaddelere göre hafif olmasına karşılık, yüksek direnç özelliğine sahiptir. Isı yalıtımı ve ses geçirgenliği konularında sentetik yollarla üretimi yapılmış birçok materyale nispetle yüksek özellikler gösteren ahşap; işlenme, çivi ve vida tutma gibi nitelikler bakımından da öncelikli tercih edilen materyal konumundadır. Ayrıca doğada hazır olarak bulunması ve hammadde ihtiyacı için ulaşımının kolay olması artı özellikleri arasındadır (Budakçı, 2003).

Orman alanlarının sürekli azalmasına karşılık, kişi başına düşen tüketimin artması, ağaç malzemenin faydalı kullanım süresinin daha uzun olmasını zorunlu hale getirmektedir. Olumsuz ortam koşullarına karşı ağaç malzemenin yüzeyinin daha uzun süre dayanıklı kalmasını sağlamak amacıyla, malzemenin çeşitli koruyucu üst yüzey katmanları ile kaplanması en yaygın yöntemdir (Highley and Kicle, 1990). Ağaç malzeme yüzeylerinin estetik ve ekonomik yönde kullanım süresini arttırmak amacıyla, koruyucu katman oluşturmada en çok tercih edilen maddeler boya ve verniklerdir (Kurtoğlu, 2000). Sönmez (2000) üst yüzey işlemlerini şöyle tanımlamaktadır.

*“Üst yüzey işlemleri, ağaç malzemeden elde edilen mobilya ve dekorasyon ürünlerini korumak ve estetik değerini geliştirmek amacıyla yapılan renklendirme, renk açma ve koruyucu katman oluşturma işlemleri şeklinde tanımlanabilir. Koruyucu katman; mobilya ve dekorasyon ürünlerini fiziksel, kimyasal ve mekanik etkiler, açık hava koşulları ve biyolojik zararlılar gibi unsurlara karşı korunumunu sağlamak amacı ile katman oluşturabilecek malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde hazırlanır ve uygulaması yapılır”.*

Ağaç malzemenin olumsuz örneklerinin sınırlandırılıp, olumlu örneklerinin daha fazla artırılması amacıyla yapılan araştırmaların sonuçlarına göre ortaya çıkan yöntemlere “Odun Modifikasyonu Yöntemleri” ismi verilmektedir. Ağaç malzemenin 100- 250 °C’ler arasında normal atmosfer, azot gazı veya herhangi bir inert gaz bulunan ortam koşullarına belirli bir süre maruz bırakılması, ısıl işlem olarak adlandırılmakta ve bir odun modifikasyon yöntemi olarak kabul edilmektedir. Ağaç malzemenin kimyasal maddelerle modifikasyonunda teknik kurutma, özel donanım ve farklı bir kalite kontrol uygulaması zorunlu iken, ısıl işlemde bütün bunlara gerek duyulmamakta ve kimyasal maddelerin çevreye zararlı etkileri olmamaktadır (Yıldız, 2002).

Ağaç malzemeye uygulanan ısıl işlem, malzemenin kimyasal yapısında dolayısıyla fiziksel yapısında ve yüzey özelliklerinde değişimlere neden olmaktadır. Bu nedenle geleneksel üst yüzey malzemelerinin ısıl işlem görmüş malzemedeki performansı farklı olacaktır. Bu konuda bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen; ısıl işlem görmüş ağaç malzemedeki vernik yapışma direnci değerlerine ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

## **1.1. ISIL İŞLEM TEKNOLOJİSİ**

Ağaç malzemenin bilimsel olarak ilk defa ısıl işleme tabii tutulma işlemi Almanya’da 1930’lu yıllarda, Stamm ve Hansen ikilisi tarafından uygulanmıştır. Bu konuda daha sonra yapılan araştırmalar ise 1940’lı yıllarda Amerika’da White ve 1950’li yıllarda Almanya’da Bavendam, Rundel ve Buro tarafından yapılmıştır. 1960’lı yıllarda ise Kollman ve Schnoider yayınladıkları çalışmalar ile bu konunun bilimsel yönden daha fazla kişiyle tartışılmasına neden olmuşlardır (Mayes and Oksanen 2002). Özellikle 1990’lı yıllardan sonra bu çalışmalar, Finlandiya, Fransa



ve Hollanda'da yoğunlaşmıştır. Çoğu önemli; teorik ve bilimsel çalışmalar Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi (VTT) tarafından yapılmıştır. Isıl işlem birkaç metotla (Hollanda–Plato yöntemi, Fransa–Retification ve LesBoisPerdure, Almanya–yağla ısıl işlem, Finlandiya– ThermoWood) yapılmasına rağmen, en çok tercih edilen ve ticari olarak en yaygın kullanım alanı bulan yöntem, “ThermoWood” olarak isimlendirilen ısıl işlem yöntemidir (Aydemir, 2007).

Isıl işlemin en önemli amacı ağaç malzemedeki boyutsal stabilizasyon sağlamak ve hiçbir koruyucu kimyasal madde kullanmaksızın odun dayanıklılığının artırılmasıdır. Yüksek sıcaklık etkisiyle odun hemiselüloz, lignin gibi komponentlerinde bozunmalar oluşur ve odunun yapısında değişimler meydana gelir (Kantay ve Kartal, 2007).

Endüstriyel anlamda kullanım alanı bulan Thermowood ısıl işlem yöntemi, VTT tarafından, Finlandiya ahşap endüstrisi işbirliği ile geliştirilmiştir ve Uluslararası ThermoWood Birliği ve bu birliğin üyeleri tarafından lisanslanmıştır. Bu yöntemde ağaç malzemeye uygulanan ısıl işlem, üç ana safhaya ayrılabilir:

Safha 1. Isı yükseltme ve yüksek ısıda kurutma: Isı kullanılarak fırın sıcaklığı hızlı bir şekilde 100°C ye çıkarılır. Sonra, ısı sürekli bir şekilde 130°C ye yükseltilir, bu süre içerisinde ağaç kurutulur ve rutubet sıfıra indirilir.

Safha 2. Isıl işlem: Ağaç malzeme içindeki sıcaklık su buharı ile 180°C (Thermo S) veya 212°C (Thermo D) ye çıkarılır. Hedef sıcaklığa ulaşıldığında, bu sıcaklık 2 – 3 saat uygulanır.

Safha 3. Soğutma ve kondisyonlama: Son bölümde, su spreyi sistemi kullanılarak ağaç malzemenin sıcaklığı 80°C -90°C ye düşürülür ve rutubeti % 4–6 ya ulaşmaya kadar devam edilir.

Thermowood ürünleri iki farklı ürün grubu altında kullanıma sunulmaktadır. İç mekân uygulamaları için daha uygun ısıl işlem sınıfı Thermo-S olarak isimlendirilir. Isıl işlem sıcaklığı 180°C'dir. Çoğunlukla çam, Dişbudak ve İroko türü kerestelere uygulanmaktadır. Dış mekân uygulamaları için tercih edilen ürün grubu Thermo-D olarak isimlendirilir. Isıl

işlem sıcaklığı 200 °C ila 212 °C arasında kullanılan ağaç malzeme özelliklerine göre değişkenlik gösterir. Çam, Dişbudak ve İroko ağaçlarına uygulanabilir. Çizelge 1.1’de ağaç türü ve kalitesine göre ısı işlem parametreleri verilmiştir.

Çizelge 1.1. Ağaç türü ve kalitesi sınıfına göre ısı işlem süresi.

Kalite Sınıfı		Yapraklı Ağaçlar	İğne Yapraklı Ağaçlar
Thermo-S	Sıcaklık - °C	185±3	190±3
	Zaman - saat	3-2	3-2
Thermo-D	Sıcaklık - °C	200±3	212±3
	Zaman - saat	3-2	3-2

### 1.1.1. ISIL İŞLEMİN MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Isıl işlem boyunca, odun içerisinde ve yüzeyinde oluşan çatlaklar ve yarılmalar, malzemenin dayanıklılığında problemlere neden olmakta, mekanik özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Mekanik özelliklerindeki bu düşüş, malzemenin yapı elemanı olarak kullanımını sınırlandırmaktadır. Özellikle yüksek sıcaklıklarda olduğu bilinen formik ve asetik asit, ilk olarak hemiselülozdan başlayarak birçok odun bileşenini tahribata uğratar ve bu nedenle kütlede azalmalara sebep olur. Kütlede meydana gelen azalmalar, diğer özgül kütleyle bağlı olan mekanik özellikleri de olumsuz etkilemektedir (Güler, 2010). Odunun dayanıklılığı sıcaklıkla birinci dereceden ilişkilidir. Dayanıklılıktaki lineer düşüşler 200 °C’den 160 °C’ye kadar değişen sıcaklık değişimlerinde daha belirgindir. Isının odun üzerindeki etkileri iki tipte toplanabilir. Bunlar; artan sıcaklıkla oluşabilecek ani etkiler ve odun polimerlerinin termal parçalanmasına sebep olabilecek kalıcı etkilerdir. Isı artışıyla oluşabilecek ani etkilerin düzeltilme olanağı vardır; ancak kalıcı etkilerin düzeltilme olanağı yoktur. Bu iki etkinin birleşmesi sonucu daha fazla zarar oluşabilmektedir. (Feist et al., 1973; Levan et al., 1991).

Isıl işlemde en çok etkilenen iki mekanik özellik, eğilme direnci ve şok direncidir. Değişim miktarı ağaç türü ve ısı işlem koşullarına göre değişmektedir. Eğilmede elastikiyet modülü (EM) düşük sıcaklık uygulamalarında az miktarda artış

gösterirken, yüksek sıcaklık ve sürede daha fazla düşmektedir (Esteves and Pereira, 2009).

Stamm et al. (1946) tarafından yapılan ilk çalışmada 160 °C – 280 °C sıcaklıklar arasında yapılan ısıl işlemde eğilme direncinde %20 azalış tespit edilmiştir (Esteves and Pereira, 2009).

Kitahara ve Chugenji (1951), 150 °C -200 °C arasında farklı sürelerde yaptığı ısıl işlem sonucu şok direncinde %50'ye varan azalışlar tespit etmiştir. Millet ve Gerhards (1972) 210 °C'de havasız ortamda ısıtılan iğne yapraklı ağaç malzemenin eğilme direncinde %2, sertliğinde %5 azalma olduğunu, 280 °C sıcaklıkta ise bu azalış değerlerinin eğilme direncinde %17, sertlikte %21'e ulaştığını; Rusche (1973) 100 °C- 200 °C sıcaklıklarda 9 saat ısıya maruz bırakılan çam ve kayın odunlarında, hava varlığında da yokluğunda da benzer olmak üzere elastikiyet modülünde %8-10'dan daha fazla azalış olduğunu belirtmişlerdir. Schneider (1973) 110 °C-180 °C sıcaklık aralığında yaptığı ısıl işlem sonucu, 20 mm kalınlıktaki çam odununun basınç direncinin azalmadığı ancak kayın odununda küçük bir artış olduğunu, 40 mm kalınlıktaki çam da ise arasında %5 azaldığını bildirmiştir. Rozsa ve Fortes (1989), 300 °C de su buharı varlığında ısıl işlem gören meşenin basınç direncinde, kontrol örneklerine oranla önemli bir düşüş olduğu, aynı sıcaklıkta hava ortamında ısıl işlem gören örneklerin basınç direncinde ise hafif bir artış olduğunu bildirmiştir (Güler, 2010).

Inoue et al. (1993), 8 saat süre ile 180 °C, 200 °C, 220 °C sıcaklıklarda ısıl işleme tutulan, japon sediri örneklerinin eğilme direncinde sırası ile, %20, %45 ve %80 azalış, elastikiyet modülünde ise 180 °C ve 200 °C işlemde hafifçe artış, 180 °C'de 20 saat, 200 °C'de 8 saat işlem gören örneklerde %10 azalış, 220 °C'de işlemde ise 7 saat sonunda %60 azalış tespit etmişlerdir. Kim et al. (1998) 120 °C, 150 °C, 180 °C sıcaklıkta 6-96 saat aralığında ısıl işlem yaptığı çam örneklerde, ısıl işlem şartları ile eğilme özellikleri arasında çok yakın bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Bengtsson et al. (2002) 220 °C'de işlem gören sarıçamın eğilme direncinde %47, ladinin eğilme direncinde %50 azalış, elastikiyet modülünde ise yalnızca %3,5 azalış tespit edildiğini bildirmişlerdir. Poncsak et al. (2006) özellikle 200 °C'nin üzerinde ısıl

işlem sıcaklığının artışı ile eğilme direncindeki azalışın da arttığını, sertlikte ise hafif bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Mayes and Oksanen (2002) 3 saat 220 °C'de ısıtılmış işlem uygulanan odunun şok direncinde %25 kadar azalma belirlemiştir. Shi et al. (2007) ThermoWood yöntemi ile ısıtılmış ladin, çam, göknar ve kavak odun türleri eğilme direncinde %0 - %49 arasında azalış, huş odununda ise %6 artış bildirmiştir. Mburu et al. (2008) ısıtılmış işlem gören *Grevillea robusta* odununun eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde sırasıyla % 65 ve % 28 azalış tespit etmişlerdir. Sailer et al. (2000) 180 °C, 200°C, 220 °C sıcaklıklarda hava ortamında ve yağ ile ısıtılmış işlem yaptıkları çalışmada, elastikiyet modülünde bir değişim bulunmadığını, ancak şok direncinde hava ortamında %37, yağ ile ısıtılmış işlemde %51 düşüş tespit edildiğini belirtmişlerdir. Kadem et al. (2002) Fransız methodu (Rectified wood) ile 200 °C-260 °C sıcaklıklarda ısıtılmış işlem uyguladığı ladin ve kayın odunlarının eğilme direncinde sırasıyla %8 ve %40, elastikiyet modülünde ise %11 ve %20 azalış tespit etmiştir.

Green, (1999)'e göre eğilme direncinde düşüş genelde 220 °C'den sonra başlamaktadır ve elde ettiği sonuçlar ısıtılmış işlemin odunun elastikiyet modülünün değişimi üzerinde öneminin olmadığını göstermiştir. ısıtılmış işlem görmüş olan odundaki eğilme direncindeki, az ya da çok %18 orandaki düşüşten dolayı ısıtılmış işlem görmüş odunun yapılarda kullanılması tavsiye edilmemektedir.

ısıtılmış işlemin mekanik özellikler üzerindeki bu etkilerinin nedenleri üzerine detaylı tartışma Boonstra et al. (2007) tarafından yapılmıştır. Özellikle eğilme direnci ve çekme direnci başta olmak üzere mekanik özelliklerdeki düşüşün ana nedeni olarak hemiselülozların bozunması gösterilmektedir. Aynı zamanda selülozun amorf bölgelerinin kristalleşmesindeki artışın da bu azaltıcı etkide önemli bir rolü olabileceği belirtilmiştir. Liflere paralel basınç direncindeki artışa rağmen liflere dik basınç direncindeki azalış ise kristal selülozun anizotropik yapısına dayandırılmaktadır. Denge rutubetindeki azalışın mekanik özelliklerde artışa neden olsa da, polimerlerdeki bozunmanın bu pozitif etkiyi bastıracağı belirtilmektedir.

### 1.1.2. ISIL İŞLEMİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERE ETKİ

Ağaç malzemenin ısıtılma tabii tutulması; uygulanan sıcaklık, yöntem ve süresine bağılı olarak odunun kütle ve hacminde, denge rutubet miktarında, daralma ve genişleme miktarında azalmaya neden olur.

Isıl işlem sonrası ağaç malzemede meydana gelen kütle kaybı, ısıtılmanın en önemli özelliklerinden biridir ve bir kalite göstergesi olarak değerlendirilir (Esteves et al., 2009). Bu kütle kaybına, mevcut hidroksil gruplarının azalması, ekstraktif maddelerin buharlaşması, başta hemiselüloz olmak üzere odun bileşenlerinin uçucu bileşiklere dönüşmesinin neden olduğu belirtilmektedir (Boonstra, 1998). Ağaç malzemenin polimerik yapısında yer alan bir bileşen olarak hemiselülozlar, diğer hücre çeperi bileşenleri olan lignin ve selülozu bağlayıcı bir ana işleve ve aynı zamanda birbirine komşu hücreler arasında yapıştırma etkisine sahiptir. Dolayısıyla, hemiselülozun termal bozunması yüzünden meydana gelen değişiklikler ve kayıplar odun özelliklerinde önemli bazı etkiler yapmaktadır (Feist and Sell, 1987).

Isıl işlem gören geniş yapraklı ağaçlarda genellikle iğne yapraklı ağaçlardan daha fazla kütle kaybı meydana gelir. Hemiselülozlar, selüloz ve ligninden daha kısa süre ve sıcaklıkta bozunurlar. Geniş yapraklı ağaçların hemiselüloz birimleri olan pentozlar, iğne yapraklı ağaç hemiselüloz birimleri olan heksozanlara göre bozunmaya karşı daha hassastır (Feist and Sell, 1987). Geniş yapraklı ağaçların daha fazla sayıda asetil gruplarına sahip olmalarının da bu farkta etkilerinin olduğu düşünülmektedir. (Hilis, 1975; Millett and Gerhards, 1972). Dolayısıyla, ağaç türleri üzerinde ısıtılmanın etkisi, hemiselülozların tipine ve miktarına bağılı olarak farklılık göstermektedir. Yapraklı ağaçlardan biri olan kayında ısıtılma sırasında meydana gelen reaksiyonlar, iğne yapraklı olan çamda daha yoğun; çamdaki reaksiyonlar da ladine göre daha fazla olmaktadır. Bu nedenle kütle kaybı ve boyutsal değişim oranları kayında, çam ve ladine göre biraz daha yüksek olmaktadır (Giebeler, 1983).

Zaman et al. (2000), 200 °C-230 °C arasında 4 ve 8 saat süre ile ısıtılma uyguladığı huşta, sarıçamdan daha yüksek kütle kaybı tespit etmiştir. Sarıçamda 230 °C'ta 4 saatte %11,1 kütle kaybı, huşta ise 220 °C'de 4 saatte %13,5 kütle kaybı

belirlemiştir. Alen et al. (2002), ladinde 180 °C'de 4 saat ısıtılma işlemde %1,5 kütle kaybı, 225 °C'de 6 saat ısıtılma işlemde ise % 12,5 kütle kaybı bildirmiştir. Esteves et al. (2007a) aynı şartlar altında ısıtılma işlem gören okaliptüs odununda çam odununa göre daha yüksek ağırlık kaybı belirlemiştir.

Isıtılma işleminin malzeme üzerindeki etkilerini belirleyen diğeri bir faktör de, ısıtılma işleminin yapıldığı ortam ve ısıtıcı maddedir. Mazela et al. (2003) su buharı ve hava ortamında 160 °C, 190 °C, 220 °C sıcaklıklarda, 6 ila 24 saat ısıtılma işlemine tabi tuttuğu sarıçamda, ağırlık kaybı açısından 6 saatlik işlemde su buharı ile hava ortamı arasında önemli bir fark olmadığını, ancak süre 24 saat olduğunda özellikle 190-220 °C sıcaklıkta ağırlık kaybının çok daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Isıtılma işleminin ağaç malzemesinde üzerindeki ana etkisi denge rutubet miktarını düşürmesidir. Yüksek sıcaklıklarda kurutma ile odunun denge rutubetinin düşürülebileceği ve dolayısıyla daralma ve genişlemesinin azaltılabileceği zaten daha önce 1920'de Tiemann tarafından bildirilmiştir. Bu durum tüm ısıtılma işlem uygulamalarının temelini oluşturmaktadır ve aynı kütle kaybında olduğu gibi denge rutubet miktarındaki değişimler de ağaç türü, sıcaklık, süre ve ısıtılma işlem yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Kollmann and Shneider (1963), Nikolo and Enceev (1967) ve D'Jakonov and Konopleva (1967) yaptıkları çalışmalar sonucunda odunun su adsorpsiyonundaki azalmanın 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda başladığını ve işlem süresi arttıkça da azalmanın devam ettiğini belirtmişlerse de; Kollmann and Fengel (1965) bunun odun türü ile ilgili olduğunu ve çamda bozunmanın 100 °C'de başlarken meşede ancak 130 °C-150 °C'de başladığını savunmuşlardır (Esteves et al., 2009).

Tjeerdsma et al. (1998b) düşük sıcaklıklarda ısıtılma işlem uyguladığı kayın ve sarıçamın %96 bağıl nemde kondisyonlanmış örneklerinde, denge rutubetinin %30'dan %18'e düştüğünü, daha yüksek sıcaklık ve sürelerde yapılan ısıtılma işlem ile de %10'a kadar düştüğünü belirtmiştir. Kadem et al. (2002) Fransız Rectification yöntemi ile 200 °C-260 °C arasında ısıtılma işlem uyguladığı kayın ve ladinde az miktarda denge rutubeti azalışı bulmuştur. %66 bağıl nemde kondisyonlanan ladinde denge rutubetinin %8'den %7'ye, kayında %21,8'den %12 düştüğünü belirtmiştir. Epmeier et al.

(2001) de Alman OHT yöntemi ile ısı işlem uyguladığı ladinde benzer sonuçlara ulaşmıştır. 160 °C'de ısı işlem gören ladinin %30 bağıl nemdeki denge rutubeti %8,7'den %7'ye, 190 °C'de ise %8,1'den %6,5'a düşmüştür. Esteves et al. (2007a, 2007b) odunun denge rutubetindeki gelişmenin sadece %4-%6 kütle kaybı noktasına kadar olduğunu, daha yüksek ağırlık kayıpları için de yaklaşık aynı değerlerde kaldığını belirtmiştir.

Bazı ısı işlemler kuru, bazıları ise taze haldeki odunlara uygulansa da, Bekhta and Niemz (2003), denge rutubetindeki azalışın işlem öncesi şartlara bağlı olmadığını belirtmektedir. Edvarsden and Sandland (1999) ısı işlem görmüş ve görmemiş odunların denge rutubetleri arasındaki farkın, ortam bağıl nemi değiştirildiğinde devam ettiğini göstermişlerdir. Militz (2002) ısı işlemin absopsiyon ve desopsiyon eğrileri üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında, önemli olmayan bir artışla beraber histerez etkisinin devam ettiğini belirtmiştir.

Isıl işlem gören odunda denge rutubetinin düşmesini Jamsa and Vitaniemi (2001), ısı işlem sırasında hidroksil gruplarındaki azalmaya neden olan kimyasal değişiklikler ile daha az su molekülünün absorbe edilebilmesi ile açıklamaktadırlar. Diğer bazı araştırmalarda ise selülozun kristallik derecesinin artmasının da ısı işlem görmüş odundaki denge rutubet miktarı azalışında önemli rolü olduğu belirtilmektedir (Wikberg and Maunu, 2004; Bhuiyan and Hirai, 2005; Boonstra and Tjeerdsma, 2006).

Isıl işlemin neden olduğu, odunda meydana gelen hacimce daralmanın, kütle kaybıyla arasında sıkı bir ilişki olduğu görülmüştür (Chang and Keith, 1978). Yapılan çalışmalar, kimyasal maddeler kullanmadan, yalnızca ısı kullanılarak da boyutsal stabilizasyon sağlanabileceğini göstermiştir (Yıldız and Gümüşkaya, 2007). Teorik olarak, ısı işlem ile hücre çeperinde bulunan en higroskopik polimerlerin yer aldığı hemiselülozların bozundurulması ile, suyla reaksiyona girebilecek serbest polar OH<sup>-</sup> grupları azalmakta ve dolayısıyla higroskopisite azaltılmakta ve bu yolla oduna boyutsal stabilizasyon kazandırılmaktadır (Inoue et al., 1993; Feist and Sell, 1987). Seborg et al. (1953) ısı işlem ile elde edilen boyutsal stabilizasyonu, odundaki suyun kaybedilmesi sonucu oluşan bir çapraz bağlanmaya

dayandırmaktadır. Sözü edilen çapraz bağlanma, komşu odun bileşenleri üzerindeki iki hidroksil grubu arasındaki suyun parçalanmasıyla oluşturulan eter bağı (oksijen bağı) ile sağlanmaktadır.

Tjeerdsma et al. (1998b), daralmanın ısıl işlem görmüş kayında %7,3'ten %5,7'ye, sarıçamda ise %4,7'den %2,8'e düştüğünü belirtmiştir. Yıldız (2002a) hava ortamında 130 °C-200 °C arasında 2-10 saat aralığında değişen şartlarda kayın odununa uyguladığı ısıl işlem sonucu, sıcaklık ve süre arttıkça artan ve %65'e varan bir genişlemeyi önleyici etki değeri belirlemiştir. Isıl işlemin boyutsal stabilizasyona etkisi odunun anatomik yönlerine göre de değişiklik göstermektedir. Militz (2002) aynı şartlar altında ısıl işlem uyguladığı kayın, sarıçam ve kızılçam örneklerinde sırası ile radyal yönde %10, %33 ve %35, teğet yönde ise %13, %41 ve %40 genişlemeyi önleyici etkinlik değeri tespit etmiştir. Tjeerdsma et al. (1998b) ısıl işlem uyguladığı farklı ağaç malzemelerde radyal yönde %10-%35, teğet yönde ise %13-%40 arasında genişlemeyi önleyici etki bildirmiştir. Sailer et al. (2000) de farklı sıcaklıklarda hava veya yağ ortamında ısıl işlem uyguladığı sarıçamda, teğet yönde radyal yönden daha fazla genişlemeyi azaltıcı etki tespit etmiştir.

Feist and Sell, (1987), Giebeler (1983), Burmester (1973), ve Vitaniemi (1997) gibi bir çok araştırmacı, farklı sıcaklık (100–230 °C) ve süre (2-48 saat) şartlarında değişik ağaç türlerine (gök nar, meşe, kayın, ladin, huş, okaliptüs, çam türleri gibi) uyguladıkları ısıl işlem sonrasında, malzemelerde meydana gelen boyutsal stabilizasyon değerlerini incelemiş ve çoğunlukla sıcaklık ve sürenin artışı ile birlikte artan ve %55-%90 aralığında değişen sonuçlar rapor etmişlerdir (Güler, 2010).

## **1.2. AĞAÇ MALZEMEDE ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ**

Üst yüzey işlemleri, ağaç malzemenin estetik değerini arttırmak, temizlik ve dış etkilere karşı korunmasını sağlamak için çok eskiden beri uygulanmaktadır. Koruyucu gerecin niteliği ve onun uygun şekilde kullanımı, mobilyanın ekonomik ömrünün uzun olmasını ve ondan azami derecede faydalanmayı sağlar (Sönmez, 1989). Mobilya üretiminde değişik ağaç türleri ve üst yüzey malzemeleri kullanılmaktadır. Üst yüzey malzemeleri arasındaki yapısal farklılıklar katman



özelliklerine de etki etmektedir. Sonuçta hem yapısal özelliklerinde, hem katman özelliklerinde bu farklılaşma üst yüzey sistemlerinin uygulama alanlarını, uygulama yerlerini belirleyen ve sınırlayan önemli bir etken haline gelmektedir. Değişik ağaç türleri üzerinde, farklı yapıdaki üst yüzey malzemelerinin değişik katman kalınlıkları oluşturacak şekilde kullanılmasının, katmanın sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etki edebileceği düşünülmektedir (Budakçı, 1997).

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan koruyucu örtü gereçleri, katman yapma özelliğindeki katı madde ve bu katı maddeyi çözen ve yüzeye sürülmesini sağlayan çözücü sıvılar olmak üzere iki temel elemandan meydana gelmektedir. Katman yapma özelliğindeki, katı veya jel kıvamındaki doğal ya da yapay reçinelerin uygun çözücülerle eritilmiş haline vernik, bunların renk pigmentleriyle renklendirilmiş haline de boya denir. Vernikler ve boyalar yapısal özellikleri göz önüne alındığında çok çeşitli hazırlanabilmektedir (Yakın, 2001).

Vernikler, çözücü ve katı olmak üzere, iki elemandan oluşan eriyiklerdir. Bunlar sürüldükleri yüzeyde kuruduktan ve sertleştikten sonra genellikle saydam bir katman oluştururlar. Vernikler çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki farklı şekillerde sınıflandırılırlar (Kurtoğlu, 2000):

1. Hammaddelerine göre; alkid verniği, selülozik verniği gibi.
2. Uygulama yöntemlerine göre; fırça, püskürtme, daldırma verniği.
3. Uygulama aşamasına göre; dolgu veya son kat vernik.
4. Yüzey etkisine göre; parlak, yarı parlak ve mat vernik.
5. Uygulandığı ürüne göre; mobilya verniği, yat verniği, parke verniği.
6. Kuruma (Sertleşme) tiplerine göre; fiziksel, fiziksel- kimyasal, kimyasal kuruyanlar.
7. Diğer etkenlere göre; geçirgen vernik, tek veya çift komponentli (1 veya 2 elemanlı) vernikler.

Kuruma tiplerine göre vernikler 3 grupta toplanmaktadır.

A. Fiziksel olarak kuruyan vernikler:

1. Gamlak (şellak) verniği,

2. Alkol esaslı vernik,
3. Selülozik vernik,
4. Sentetik vernik.

B. Kimyasal olarak kuruyan vernikler:

1. Alkid verniği,
2. Poliestervernik,
3. Poliüretan vernik.

C. Fiziksel- kimyasal kuruyan vernikler

1. Yağlı vernik,
2. Su esaslı vernik.

### 1.2.1. Selülozik Vernikler

Polimerik maddelerin uygun sıvılarda eritilmiş, katman yapma özelliği olan maddeleri, vernik diye tanımlanabilir. Selülozik verniklerin çözücüleri uçucu olup, film oluşumunda herhangi bir reaksiyona (oksidasyon, polimerizasyon vb.) ihtiyaç duyulmadan normal oda sıcaklığında çok kısa sürede kururlar. Bu sebeple selülozik vernik ve boyalar yapısal özellikleri değişmeyen, geri dönüşümlü katmanlar verirler. En çok kullanılan laklar, nitroselüloz, etil selüloz, selüloz asetat, bazı vinil kopolimerleri, klorlu kauçuk ve termoplastik akriliklerdir. İçlerinde en fazla ticari etkinliği olanı nitroselülozdur (Sönmez 1989).

Selülozik verniğin, yaklaşık %25-35'lik bölümü nitroselüloz (selüloz nitrat), reçine ve yumuşatıcılardan oluşup, sürüldüğü yüzeyde katman oluştururlar. Bu neden ile nitroselüloz vernik de denilmektedir. Geri kalan %65-75'lik bölümü ise ağaç malzemeye sürüldükten sonra vernikten buharlaşarak ayrılan eritici ve inceltici sıvılardır. Kuruması fiziksel olduğu için kurumuş bir selülozik vernik katmanı üzerine yeni sürülen vernik katmanı eskisini yumuşatmaktadır. Üst üste sürülen vernik katmanları arasında tam bir bütünleşme oluşmaktadır. Selülozik verniğin birkaç dakikada kuruyan türleri olduğu gibi, birkaç saatte kuruyan türleri de bulunmaktadır. Selülozik vernik filmi ısıya oldukça dayanıklıdır. Erime derecesi yüksek olup, kolay yumuşamamaktadır. Sürtünme ile gittikçe parlamakta ve sertleşmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Selülozik vernik katmanı, yumuşatıcılar katılarak kullanım amacına uygun esneklikte hazırlanabilmektedir. Ancak yumuşatıcıların fazla katılması vernik katmanının dayanımını azaltacaktır. Selülozik vernik katmanında en önemli maddesi nitroselülozdur. Nitroselüloz (selüloz nitrat) saf selülozun nitrik asit ve sülfürik asitle esterleşmesi suretiyle elde edilmektedir. Normal koşullarda nitroselüloz uzun molekül bağları oluşturmaktadır. Nitroselülozun molekül bağını kısaltmak için basınç altında pişirilerek eritici sıvılar ile uygun yoğunluğa getirilmesi gerekir. Molekül bağları kısa nitroselüloz daha kalın katman oluşturmaktadır. Bu nedenle akışkanlığı aynı iki vernik, üretiminde kullanılan nitroselülozun molekül bağlarının uzunluğuna göre, farklı oranda katman yapma özelliği gösterirler. Uzun molekül bağlı nitroselülozdan hazırlanan mat vernik %10–15, aynı akışkanlıkta olan, fakat kısa molekül bağlı nitroselülozdan üretilen parlak vernik ise %25–30 oranında katman oluşturmaktadır. Vernik sıvısının akıcılığı, yüzeyde oluşturacağı katmanın kalınlığını belirlemede kullanılamaz. Selülozik vernik üretiminde genellikle yapısındaki azot oranı %10 ile %12,5 olan nitroselülozdan yararlanılmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Vernik üretiminde katman oluşturmak amacı ile kullanılan diğer bir nitroselülozda kolodyum pamuğudur. Kolodyum pamuğu; doğal selülozdan farklı olarak aseton ve ester grubu sıvılarda da erimektedir. Sürüldüğü yüzeyde eritici ve inceltici sıvısı buharlaşınca, saydam ve oldukça sıkı bir katman oluşmaktadır. Selülozik verniğin katman yapan bölümünü oluşturan diğer önemli maddede reçinelerdir. Eskiden bu amaçla doğal gomalak reçinesi kullanılmaya karşın, günümüzde daha çok alkid yapay reçinesinden yararlanılmaktadır. Reçine, verniğin gözenek doldurma niteliğini iyileştirmekte ve ağaç malzemeye sıkıca bağlanmasını sağlamaktadır. Ayrıca vernik filminin esnekliğini, parlaklığını ve sertliğini de etkilemektedir. Aşınma ve çizilmeye dayanımını artmaktadır. Nitroselülozik verniklerde reçine oranı nitroselüloz oranını geçemez. Reçine oranı nitroselüloz oranını geçtiği takdirde Nitrokombinasyon vernikler elde edilebilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Nitroselüloz ve yapay reçinenin oluşturduğu katman kırılmandır. Filmi esnekleştirmek için, yumuşatıcılardan yararlanılmaktadır. Yumuşatıcılar vernik

katmanının sürekli ve dengeli bir esneklikte olmasını sağlamakta ve verniğin katman yapan bölümünü çoğaltmaktadır. Selülozik vernik üretiminde kullanılan iki grup yumuşatıcı bulunmaktadır. Birinci grup yumuşatıcılar (pentalasit-adipinasitesterleri), verniğin katman yapan diğer maddeleri ile kimyasal bir bağlantı kurarlar, yüksek ısı ve basınç altında terleme şeklinde yüzeye çıkmazlar. İkinci grup yumuşatıcılar (Beziryacı, hintyağı, rizinyacı) ise, vernik filminin molekülleri ile gevşek bir bağlantı kurarlar. Film ile kimyasal bir şekilde bağlanamazlar. Yüksek ısı ve basınç altındaki katmanda, terleme şeklinde yüzeye çıkabilirler. Vernik fabrikaları değişik yöntemler uygulayarak geç kuruyan, yarı kuruyan ve tam kuruyan yumuşatıcılar hazırlamaktadırlar. Selülozik verniklerde yumuşatıcı olarak çinkostearatda kullanılır. Çinkostearat sayesinde zımparalama ile çıkan vernik tozları birbirine yapışmaz. Zımpara bandı yüzeyindeki taneciklerinin arası dolmaz. Sertleşen ve kuruyan vernik filminin zımparalanma yeteneğini iyileştirir. Çinkostearatın fazlası ise vernik filminde dumanlı bir görüntü yaratmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Selülozik verniklerin, eritici ve inceltici sıvıları verniği sıvı halde tutmayı sağlamaktadır. Vernik üretiminde kullanılan nitroselülozun bütün türlerini eriten ester, keton, glikol, eter, metanol gibi sıvılara etkin eriticiler adı verilmektedir. İnceltici sıvılar (benzin, toluol) aslında nitroselülozu eritmemekte, ancak ucuz olması nedeni ile maliyeti düşürmek ve verniğin kuruma süresini ayarlamak için kullanılmaktadır. Eritici ve inceltici sıvıların karışımına ise tiner adı verilmektedir. Tiner selülozik vernikteki katman oluşturan bağlayıcı maddeleri eritebilmelidir. Selülozik verniklerle çalışırken kesinlikle aynı firmanın selülozik verniği ile selülozik tinerini birlikte kullanmak en doğru yoldur. Selülozik vernik eritici ve incelticilerinin buharları, yanıcı ve patlayıcıdır. Boya ve cila atölyelerinde, günlük olarak kullanılacak miktardan fazla vernik bulundurulmamalıdır. Stok vernik, fabrikanın dışında, serin, kapalı ve havalandırılmalı ayrı bir yerde saklanmalıdır. Vernik depolanan yerlerde sigara içmek ve açık alevle çalışmak yasaklanmalı ve yangın söndürme araç ve gereçleri de kullanılmaya hazır tutulmalıdır (Kurtoğlu, 2000).

Nitroselülozik vernik püskürtme, batırma, dökme ve silindirli sürme makineleri ile ağaç malzeme yüzeyine uygulanabilmektedir. Nitroselülozik vernikler makineler ile

sürülmeye çok uygun olup, astar veya yüzey katmanı olarak pratikte bütün ağaç türleri odunlarının yüzeyinde kullanılabilir. Tik, Tchitola, Wenge, Palisander, Mansonia gibi ekstraktif maddelerce zengin egzotik ağaç türlerinin önceden bir astar ile kaplanmasında yarar bulunmaktadır. Bu ağaç türü odunlarında aksi takdirde nitroselülozik vernik traheler üzerine iyi bağlanmamakta ve bu kısımlar daha sonra grileşmektedir. Nitroselülozik verniklerin kısa süreli su etkisine karşı direnci yüksek olup, alkole karşı ise oldukça iyi bir dirence sahip bulunmaktadır. Verniklemedeki kusurlar zımparalama ve tekrar vernikleme ile kolayca kaldırılabilir. Ayrıca hatalı vernikleme veya yüzey işleminin değiştirilmesinde vernik katmanı kolayca temizlenebilir (Kurtoğlu 2000).

Nitroselülozik vernik ayrıca yıkanabilmekte ve kolayca matlaştırılabilir. Yarım saatten daha fazla süren su, temizleme maddesi, kahve, yüksek dereceli alkol etkileri ile yüzeyde kabarcıklar, beyaz lekeler veya yüzey filminin malzeme yüzeyinden ayrılması ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle özellikle yukarıdaki etkilerin oldukça fazla olduğu lokanta masaları tablalarının nitroselülozik vernik ile işlem görmemesi gerekmektedir. Nitroselülozik vernik, fiziksel olarak kuruduğu için aseton gibi kimyasal maddelere karşıda çok hassastır. Dış hava koşullarında nitroselülozik vernik çok sınırlı dayanıklılığa sahip bulunmaktadır. Bu nedenle nitroselülozik vernik mobilya ve iç mimaride geçirgen yüzey işlemleri için uygundur (Kurtoğlu, 2000).

Selülozik vernik filminin kurumması için eritici ve inceltici sıvıların buharlaşması ve geride sadece katman yapan bağlayıcı maddelerin kalması gerekmektedir. Bu vernikler oldukça çabuk kurumakta, bu nedenle de seri üretimdeki vernikleme işlemleri için daha uygundur. Selülozik vernikler 20°C ve %65 bağıl nemli havada verniğin sürülüş kalınlığına göre 20–30 dakikada kurumaktadır. Bu kurulumdaki vernik filmi zımparalanabilmekte ve üzerine yeni bir kat daha vernik sürülebilmektedir. Astar ve dolgu selülozik vernikleri en çok 20 dakikada, kaliteli mat vernikler ve diskle parlatılacak selülozik vernikler ise 30–45 dakika arasında kurumaktadır. Verniğe katılan reçine, kuruma süresini uzatmakta, reçine oranı yükseldikçe vernik filminin zımparalanma yeteneği azalmakta, fakat dayanımı artmaktadır. Verniğin kalınlığı arttıkça kuruma süresi uzamaktadır. Ağaç malzemeye

sürülen vernik miktarı iki katına çıkarıldığında, kuruma süresi ise dört kat artmaktadır. Kalın vernik sürmek suretiyle işin çabuk bitirilmesi mümkün değildir. Sıcaklığın azalması ile kuruma süresi uzamakta, yükselmesi ile kısalmaktadır (Kurtoğlu 2000).

Sıcaklık azaldıkça, vernik katmanında grileşme tehlikesi oluşabilmektedir. Yeni verniklenmiş ağaç malzeme, bir süre yatay durumda bekletilip, akıntı yapmayacak kadar kuruduktan sonra düşey konumda kurutulmaya bırakılırsa kuruma süresi kısalmaktadır. Selülozik dolgu vernik ile verniklenen ağaç malzeme, normal sıcaklıkta 1 saat kuruduktan sonra, son kat mat veya parlak selülozik vernik püskürtülmüş ağaç malzeme ise 2,5–3 saat kurutulduktan sonra, üst üste ve birbiri ile yapışmadan istiflenebilmektedir.

### **1.2.2. Su Bazlı Vernikler**

Dünyada tüketilen boyaların büyük bir bölümü uzun yıllardır kullanılmaya alışılmış olan solventbazlı boyalar olmuştur. Ancak 1970 yılında ABD’de imzalanmış olan ‘CleanAirAct’ ile diğer ülkelerde benzerlikleri nedeni ile boya uygulamalarında ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin ‘Volatile Organic Component-VOC’ azaltılması ve önümüzdeki yıllarda öngörülen limit değerlerinin düşük tutulması gibi nedenlerle su bazlı vernik ve boyaların önemi artmıştır (Yakın, 2001).

Su çözücülü vernik, akrilik üretan reçinelerden elde edilen tamamen renksiz bir verniktir. Üretimdeki bağlayıcı, poliüretan ve akrilik reçineler, solvent olarak su ve ter glikol kullanılır. Parlak vernik üretiminde bileşime pigment katılmazken yarı mat olanlarda matlaştırıcı maddeler kullanılmıştır (Atar, 1999).

Su çözücülü sistemlerde esas çözücü su olmakla birlikte katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulur. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göre kurulu olup, su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılır. Kuruma aşamasında katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaştırılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin

özelliklerine bağılı olarak giderilebilir. Başlangıç kuruması da yine yardımcı solventler tarafından belirlenir ve genellikle kurumayı yavaşlatmak üzere yardımcı solvent olarak, glükol eter, dietilen glükol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol kullanılır. Uygulama ortamının bağılı nemi yüksek olduğunda, suyun buharlaşması zorlaştığı için yardımcı solventler daha önce ayrılır. Hâlbuki yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulur, film karakteristikleri zayıflar, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülebilir Bu sisteme ait boya/vernükler katman yapıcılarının özelliklerine bağılı olarak farklı kuruma, katman ve uygulama özelliklerine sahiptir (Sönmez ve Budakçı, 2001).

Su çözücülü vernükler, basit ve ucuz işlerde cila bezi, fırça, rulo, sünger vb. ile elle uygulanabilir. Katman kalitesi ve üretim hızı yüksek işlerde püskürtme tabancası, silindirli vernük sürme makinesi ve lak dökme makinesi kullanılmaktadır. Uygulamanın yapıldığı ortamdaki havanın sıcaklığı ve bağılı nemi önemli olup, sınırlar sıcaklıkta 20 °C, bağılı nemde ise maksimum % 70 olmalıdır. Su çözücülü boya/vernüklerin kuruma süreleri de solvent çözücülüler gibi kısa olduğu için, katman kalitesi uygulama ve kurutma ortamındaki tozdan olumsuz etkilenir. Bu yüzden su çözücülü boya/vernükler tozsuz ortamlarda uygulanmalıdır. Diğer taraftan kurutma ortamında sürekli olarak havaya karışan su buharı bir süre sonra havayı doymun hale getirir. Bağılı nemi artan ortamda kurutulmak istenen vernüğün kuruma süresi uzar. Bu yüzden sürme ve kurutma ortamının iyi havalandırılarak nem ile doymun hale gelmiş havanın taze hava ile yer değıştirmesi sağlanmalıdır. Taze havanın ortama ısıtıldıktan sonra verilmesi kurutma süresini kısaltır (Sönmez ve Budakçı, 2001).

### **1.2.3. Poliüretan Esaslı Vernükler**

Poliüretan sistemde ana bağlayıcı olarak kullanılan üretan reçineler farklı materyaller ve üretim teknikleri ile üretilmekte ve yapısal farklılıklar göstermektedir.

Bu da üretilen verniğin kuruma, katman yapma ve uygulama özelliklerini etkilemektedir (Wicks et al. 1989; Beatty et al. 1983; Sönmez, 2003).

Poliüretan sisteme ait verniklerin farklı yapısal özellikler göstermesinde en önemli etken reçineden kaynaklanmaktadır. Üretimi aşamasında hint yağı türevleri, yağ alkidleri, polyesterler, polyesterle gibi değişik özelliklerdeki malzemeler kullanılmakta ve reçinenin ana karakteristik özelliğini bunlar belirlemektedir. Örneğin; yağ alkidlerinde kuruma mekanizması oksidasyona dayalı iken, polyesterlerde sertleştirici kullanımı gerekmektedir (Özdemir, 2003).

Poliüretan dolgu ve mat verniklerin üretiminde vernik bileşimine çinko tuzları, pudra, talk vb. dolgu yapıcı malzemeler ile mat verniklerin üretiminde değişik boyut ve miktarlarda sentetik matlaştırma maddeleri katılmaktadır. Böylece mat, ipek mat ve matlaştırma maddesi katılmaksızın parlak son kat vernikler üretilmektedir. Örtücü koruyucu katman hazırlanmak üzere bileşime renk katılarak poliüretan opakboyalar üretilmektedir. Sistemde çözücü olarak, keton, ester, aromatik hidrokarbon v.b. aktif solventler kullanılmaktadır. Poliüretan verniğinin türü dikkate alınarak, yapısında kullanılan katman yapıcıları çözme ve seyreltme yeteneğinde tiner hazırlanır. Bundan dolayı aynı sistemde yer almasına rağmen bir vernik için üretilen tiner diğerleri için uygun olmayabilir. Bunun için ürünlerin takım halinde kullanılmasına dikkat edilmelidir (Mercan, 2012).

Poliüretan vernikte ilk kuruma çözücünün buharlaşmasıyla olmaktadır. Üretimde kullanılan çözücü hızla buharlaştığından, toz tutmazlık kuruması 5 – 10 dakika, dokunma kuruması 25 – 30 dakika, zımparalama kuruması 2 – 3 saatte tamamlanmaktadır. Tam kuruma polimerizasyonun yavaş gelişmesi nedeni ile 2 – 3 haftada gerçekleşmektedir. Ortam sıcaklığını ve hava dolaşımını artırmak kurumunun ilk aşamalarını hızlandırır, fakat polimerizasyonda karşılıklı çapraz bağların oluşması belli bir süreyi gerektirdiği için çok fazla etkili olmamaktadır (Mercan, 2012).

Poliüretan verniklerin yaygın kullanılmasında, geliştirilmiş üstün katman özellikleri etkili olmuştur. Sert, esnek, sağlam, aşınma direnci yüksek, suya, deterjana ve kimyasallara dirençli katmanlar vermektedir. Bu özellikleri dikkate alındığında



katman mekanik etkilere dirençli ve ağaç malzemenin çalışmasına uyum sağlayabilmektedir. Moleküler kohezyonu yüksek olduğu için katmanda çatlama meydana gelmez ve oluşumunu ağaç malzeme yüzeyinde tamamladığı için adezyonu yüksektir. Ayrıca bu yapısı ile kuvvetli çözücü etkilerine, ıslak ve kuru sıcaklık etkilerine dayanıklıdır (Kurtoğlu, 2000; Malkaçoğlu, 2002).

Suya dayanıklı olmasına rağmen, devamlı su etkisinde maruz kaldığında ağaç malzeme yüzeylerinin tamamının verniklenerek su ve nem girişi engellenmelidir. Su yalıtımı yeterli olmayan yapımlarda ağaç malzemeye herhangi bir şekilde rutubet alması, bunun verdirilmesi gibi ters durumlarda geçirgen olmayan katman ile taşıyıcı malzeme arasında kalarak katmanı yüzeyden ayırmaya çalışarak yüzeyde yıkımlara yol açmaktadır. Bu katman özellikleri dikkate alındığında poliüretan vernik, öncelikle mekanik etkilere, kimyasallara, ısı, ışık ve suya dayanıklı olması gereken iç ve dış ortamlardaki ahşap yüzeylerinde; iç dekorasyonda özellikle salon, oturma, yatma v.b. yerlerdeki mobilya ve dekorasyon elemanlarının verniklenmesinde ve tek bileşikli poliüretan parke verniği olarak üretilenleri de ahşap parkeler yanında ahşap taban, tavan ve duvar kaplamalarında kullanılabilir (Kurtoğlu, 2000; Malkaçoğlu, 2002; Wicks et al. 1989; Beatty et al. 1983; Sönmez, 2003).

#### **1.2.4. Sentetik Esaslı Vernikler**

Sentetik esaslı vernikler, ağaç malzeme yüzeylerini her türlü kötü hava koşullarına karşı koruyan renkli bir vernik sistemidir. İçindeki özel katkı maddeleri sayesinde, altındaki ağaç malzemeyi yıllarca solmadan, pullanıp dökülmeden, çatlamadan yüzey küfü ve lekelenmelere karşı korur. Mikro gözeneklidir, nefes alır, su geçirmez, içindeki nemi dışarı verir ve su tutmaz. Özel pigmentleri, ultraviyole ışınlarının ağaç malzeme üzerindeki zararlı etkilerini önler. Yarı şeffaf ve örtücü çeşitleri, sunduğu renk seçenekleriyle her türlü iç-dış doğrama, cephe kaplaması, bahçe mobilyası vb. için ideal kullanım imkânına sahiptir (Özpak, 2006).

Sentetik vernik, sentetik reçinelerin uygun sıvılarda eritilmesi yolu ile hazırlanır. Sentetik verniklerin kurumması, eritici, inceltici sıvıların buharlaşmasına bağlıdır.

Temel gereç olarak, polimerize yollarla üretilen sentetik reçinelerden faydalanılır (Sönmez, 1989).

Sentetik sistemde kullanılan boya ve verniklerin ana karakteristik özelliği, bileşiminde kuruyan yağ veya yağ alkidi (yağ asidi + alkol = yağ esteri). İlk zamanlar üretiminde saf halde kullanılan kuruyan yağlar günümüzde yerini büyük ölçüde yağ alkidlerine bırakmıştır. Katı bağlayıcının %40 ve daha yüksek oranlarda yağ içermesi durumunda uzun yağlı alkid olarak anılır. Yağ oranı azaldıkça orta ve kısa yağlı alkidler olarak isimlendirilir (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Sentetik vernikte kuruyan yağlar da kullanılmaktadır. Bunun amacı, esnek ve sağlam bir katman yapmanın yanı sıra kuruma süresini uzatmaktır. Bu maksatla en çok keten tohumu yağı kullanılır (Sönmez, 1989). Sentetik vernik, üretiminde kullanılan yağlardan dolayı diğer verniklere göre daha yumuşak ve esnek katmanlar verir. Su ve neme karşı dayanıklı olup diğer verniklere göre yüzeye yapışma mukavemeti zayıftır. Işık geçirgenliği olan katmanlarda ultraviyole (U.V.) ışınları ahşabın ısınmasına ve içerisindeki nemin buharlaşmasına neden olur. Böylece, oluşan buhar basıncı verniğin ağaç malzeme yüzeyi ile bağlantısını keserek pul pul kalkmasına ve dökülmesine sebep olur (Sönmez, 1995).

Sentetik vernik ve boya üretiminde kullanılan reçineler genellikle termoplastik özelliktedir. Ancak bazen termoset yapıdaki bazı alkidler ile modifiye edilebilir. Sentetik sistemde çözücü olarak terebentin gibi çözücülerin yanı sıra petrol ve diğer hidrokarbonlar geniş kullanım alanı bulur (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Püskürtme tabancası ile uygulamada sentetik vernik viskozitesi düşük, fırça ile uygulamada ise yüksek olmalıdır. Sürüldüğü yüzeyde parlak katman oluşturur. Havanın oksijeni ile reaksiyona girerek kurur ve sıcaklık arttıkça kuruma süresi kısalmır (Atar, 1999).

Sentetik vernik, yapı marangozluğunda, doğramacılıkta, bahçe ve mutfak mobilyalarının yanı sıra sandal ve yat endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip

olmasına karşın, son yıllarda özellikle mobilya sektöründe giderek azalan bir kullanım alanına sahiptir (Sönmez ve Budakçı, 2001).

### 1.3. ÇALIŞMANIN AMACI

Ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılmak üzere günümüzde üretilen vernik ve vernik türleri hakkında birçok araştırmalar yapılmıştır. Ancak son yılların popüler ürünlerinden olan ısıtım işlem görmüş ağaç malzemeler için de aynı üst yüzey malzemeleri kullanılmaktadır. Isıtım işlem malzemenin kimyasal yapısında dolayısıyla fiziksel yapısında ve yüzey özelliklerinde değişimlere neden olmaktadır. Bu nedenle geleneksel üst yüzey malzemelerinin ısıtım işlem görmüş malzemedeki performansı farklı olacaktır. Bu konuda bazı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen; ısıtım işlem görmüş ağaç malzemedeki vernik yapışma direnci değerlerine ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, ısıtım işlem görmüş ağaç malzemedeki, yüzey hazırlık işleminin ve vernik türünün, vernik yapışma direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Thermowood yöntemi ile ısıtım işlem görmüş üç odun türü [ Dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), Sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky) ve İroko (*Chlorophora excelsa*) ] örnekleri ve kontrol örneklerinin; zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerine; dört tür vernik (solvent bazlı vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik) uygulanmış ve vernik yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün ve vernik türünün vernik yapışma direncine etkileri ortaya konmuştur.

## BÖLÜM 2

### LİTERATÜR ÖZETİ

Üst yüzey işleme görmemiş mobilya yüzeyleri çabuk kirlenir, çizilir, aşınır, çatlaklar, çalır, rengi bozulur. Bu yüzden mobilyaların korunması ve doğal güzelliğinin belirgin hale getirilebilmesi için mobilya yüzeyleri koruyucu katmanlar ile kaplanmalıdır. Ahşap yüzeylerde kullanılan verniklerin üretiminde kullanılan kimyasalların farklılığından dolayı yapısal farklılıklar görülür (Sönmez, 1989).

Ağaç malzemenin geniş kullanım alanı bulması, anatomik yapısı ve kimyasal bileşenleri ile fiziksel ve mekanik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bir başka nedeni kesicilerle kolay işlenmesi yanında yenilenebilir doğal kaynaklardan olmasıdır. Ayrıca, higroskopik olması nedeniyle kullanıldığı ortamın sıcaklık ve bağıl nemine göre ulaşacağı denge rutubetinden farklı rutubete sahip olması halinde denge rutubetine ulaşmaya kadar ortam ile rutubet alışverişi sonucu boyutlarında değişimler olması gibi dezavantajları da vardır. Bunun yanında organik bir madde olması sebebiyle böcek ve mantarlar tarafından da tahrip edilebilmektedir (Budakçı, 2003).

Williams ve Feist 1993 yılında yaptıkları bir çalışmada, ağaç malzeme yüzeylerini doğal ve verniklenmiş halde harici etkilere maruz bırakarak vernik katmanlarının performansını belirlemişlerdir. Çalışmada koruyucu katman oluşturan vernikler ile inorganik emprenye maddelerini birlikte kullanarak, dış ortam tesiri sonucu ağaç malzeme yüzeylerindeki verniklerde bozulmayı önemli ölçüde azaltmayı başarmışlardır.

Budakçı (2003) koruyucu katmanların yüzeye yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmiş, örnek bir çalışma yapmak üzere sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) göknar (*Abies sp.*),

doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) ve sapsız meşe (*Quercus Petraeae L.*) odunları üzerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su çözücülü vernik uygulayarak, vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncini belirlemiştir. Farklı ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan, farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, deney cihazı ve katman kalınlığı farklılığının etkisinin önemsiz olduğunu, yapraklı ağaçlarda verniklerin yapışma direncinin yüksek, iğne yapraklı ağaçlar da ise düşük çıktığını ve en yüksek yapışma direncinin, polimerizasyonunu malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiğini tespit etmiştir. Aynı çalışmada, ağaç malzeme yüzeylerine koruyucu katman olarak uygulanan verniklerin yüzeye yapışma mukavemetinin ölçülebilir olduğunu ancak mutlak anlamda ölçülemediği belirtilerek, bu amaçla yapılan testlerin yapışmadaki fiziksel kuvveti tam olarak açıklayamadığı fakat göreceli yapışma performansının bir işareti olabileceği belirtilmektedir.

Yakın (2001), tarafından yapılan çalışma da değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su bazlı verniklerin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Budakçı (1997), ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkilerini araştırmış, 3. kat vernik uygulamalarının sertlik üzerinde etkili olmadığını ancak parlaklık artışına neden olduğunu ve polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığını arttırmanın yüzeye yapışma mukavemetini arttırdığını tespit etmiştir.

Özdemir (2009) çalışmasında; 5 farklı ağaç türü Doğu Kayını (*FagusorientalisL.*), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa L.*), Sakallı Kızılağaç (*Alnuz glutinosa subp. Barbata (C.A.Mey.) Yalt.*), Doğu Ladini (*Picea orientalis L.(Link.)*) ve Sarıçam (*Pinussylvestris L.*), 3 farklı vernik çeşidi poliüretan, akrilik ve selülozik vernik kullanmıştır. Hazırlanmış deney örneklerinde hava kurusu yoğunluk, pürüzlülük, kuru film kalınlığı, yapışma direnci, çizilme direnci, aşınma ağırlık kayıpları, parlaklık ve ultra mikroskobik incelemeler yapmıştır. Sonuç olarak kuru film kalınlıkları Doğu Ladini'nde poliüretan vernikte 116,33 µm, akrilik vernikte 114,66 µm, selülozik vernikte 87 µm, Doğu Kayını'nda poliüretan vernikte 116,33 µm,

akrilik vernikte 114,66 µm, selülozik vernikte 85 µm olarak bulunmuştur. Yapışma dirençleri Doğu Kayını'nda; poliüretan vernikte 2,52 N/mm<sup>2</sup>, akrilik vernikte 3,06 N/mm<sup>2</sup>, selülozik vernikte 1,86 N/mm<sup>2</sup>, Doğu Ladini'nde; poliüretan vernikte 2,40 N/mm<sup>2</sup>, akrilik vernikte 2,86 N/mm<sup>2</sup>, selülozik vernikte 1,67 N/mm<sup>2</sup> bulunmuştur. Ağaç türlerine göre kuru film kalınlıkları arasında anlamlı bir fark olmadığı, buna karşılık vernik çeşitlerinde kuru film kalınlıkları arasındaki farkın anlamlı olduğu, en yüksek kuru film kalınlığının poliüretan vernikte, en düşük kuru film kalınlığının selülozik vernikte olduğunu açıklamıştır. Yapışma direncinde ise vernik türlerinin yüzeye yapışma dirençleri arasında anlamlı fark olduğu, en yüksek yapışma direncinin akrilik vernikte, en düşük yapışma direncinin ise selülozik vernikte olduğunu belirlemiştir.

Kaygın (1997) çalışmasında; Karaçam (*Pinus nigra* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* L.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ağaç türleri ve selülozik, sentetik ve akrilik esaslı opak boyalar kullanmış, değişik renkteki opak boyaları, farklı türdeki ağaç malzeme yüzeyine uygulayarak sertlik, parlaklık, çizilme ve yüzeye yapışma direncini araştırmıştır. Sonuç olarak; kuru film kalınlıkları sentetik boyada 210 µm, akrilik boyada 100 µm ve selülozik boyada 95 µm olarak bulunmuştur. Yapışma direnci Doğu Kayını'nda sentetik boyada 5B (kesim yerlerinde pul pul kalkma görülmemiş ise), selülozik boyada 2A (kesim kenarları boyunca ve kesişme yerlerinde pul – pul kalkmalar varsa ve karelerdeki kopmalar % 15 - % 35 arasında) ve akrilik boyada 3A (kesim kenarları boyunca ve kesişme yerlerinde pul pul kalkmalar varsa ve karelerdeki kopmalar % 5 - % 15 arasında) olarak değerlendirilmiştir. Yüzeye yapışma direnci farklılaşmasında ağaç malzeme türünün etkili olmadığı asıl etkinin boya çeşidine ait olduğunu belirlemiş ve en iyi sonucun sentetik boyada elde edildiğini belirtmiştir.

Shakri (1995) Malezya'ya ait üç ağaç türünün yüzey işlem özelliklerini incelediği çalışmada, örnekler üzerine asit sertleştiricili, selülozik, poliüretan vernik ile parlak boya uygulamış, bunların sertlik, aşınma, çizilme ve adezyon dirençlerini ölçmüştür. Sonuç olarak; adezyon değerlerinin en yüksek poliüretan vernikte en düşük ise parlak boyada olduğunu ve yüzey işlem özelliklerinin ağaç türlerine göre değiştiğini belirtmiştir.

Ahola (1995), ağaç malzeme ve boya arasındaki adezyon üzerindeki çalışmada, adezyon üzerine ön işlemlerin ve dış hava koşullarının etkisini incelemiştir. Bunun için yorma (torgue) testini kullanmıştır. Ağaç koruyucularla işleme tabi tutulmuş ve tutulmamış 48 odun örnekleri kullanarak bunları boyadıktan sonra dış hava koşullarında bırakmıştır. Boyaların adezyonu iki farklı bağıl nemde belirlenmiştir. Ön işlemlerde emülsiyon boyalar kullanıldığında, işlem görmemiş ve pigment içeren koruyucularla yapılan işlemlerde adezyonun belirgin bir şekilde azaldığını, pigment içeren koruyucularla işleme tabi tutulmuş ve boyanmış örnekler de ise daha fazla bir dayanım elde edildiğini, yüksek rutubet miktarlarındaki odun örneklerinde emülsiyon boya adezyonun düşük olduğu açıklamıştır.

Özen ve Sönmez (1988), mobilya yüzeylerinde kullanılan verniklerin yüzeye yapışma direnci ve sigara ateşine dayanıklılığının araştırıldığı çalışmada, poliüretan vernikte adezyonun, polyester vernikte kohezyonun, sentetik vernikte ise esnekliğin en iyi sonucu verdiğini açıklamışlardır.

Ağaç malzemenin kullanım ömrünü artırmak için uygulanan ısı işlem yöntemi üzerinde bir çok araştırma yapılmıştır.

Isıl işlem görmüş ağaç malzeme genel olarak daha düşük bir yoğunluğa sahip olmaktadır. Buna esas olarak işlem sırasında odunun ağırlığında meydana gelen azalmalar yol açmaktadır. Yoğunluktaki ve odun komponentlerindeki değişimlere bağlı olarak ısı işlem görmüş ağaç malzemenin direnç değerlerinde de önemli azalmalar meydana gelmektedir. Buna rağmen ağırlık-direnç oranında ise pratik olarak değişimler az olmaktadır. Eğilme direncinde 230 °C sıcaklık ve 4 saat süre ile ısı işlem uygulanan ağaç malzemedeki %40'lara kadar ulaşan direnç kaybı meydana gelebilmektedir. Sıcaklık 190 °C' ye düşürüldüğünde ise azalmalar belirgin olarak düşmektedir. Vida tutma direncinde de yoğunluğa bağlı olarak azalmalar görülmekte fakat bu olumsuzluktan deliklerin önceden ve daha küçük açılması ile kaçınılabilmektedir (Jamsa and Viitaniemi, 2001; Yıldız, 2002).

Isıl işlemler odunun denge rutubet miktarının azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda (220 °C) uygulanan ısı işlemler sonucu denge rutubet miktarı normal

odunun hemen hemen yarısı kadar olabilmektedir. Isıl işlemler ayrıca çok belirgin olarak radyal ve teğetdaralma miktarını da azaltmaktadır (Anonymous, 2003).

Isıl işlemler sonucunda odun hidrofobik (su itici) malzeme haline gelmekte ve bu esas olarak meydana gelen kimyasal bozulmaların sonucu olarak kabul edilmektedir. Higroskopisitede azalış odundaki hidrofilik (su çekici) bölgelerin özellikle karbonhidratların OH gruplarındaki kimyasal bozunmalara bağlanmaktadır. Ligninin plastikleşmesi ve ligno selülozik polimerik yapıların reorganizasyonu da artan hidrofobik özelliğin nedenlerinden sayılmaktadır (Boonstra and Tjeerdsma, 2006; Kartal et al., 2007).

Özçifçi vd. (2009), 150 °C, 170 °C ve 190 °C sıcaklıkta 4 saat, 6 saat ve 8 saat süre ile ısıl işleme tabi sarıçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Sarıçam ağaç malzemenin rengi ısıl işlem sonrası koyulaşmış, hacimsel genişleme değeri ise yaklaşık %50 azalmıştır. Isıl işlemin sarıçamın elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerini düşürürken, basınç direnci değerini arttırdığını belirlemişlerdir. Eğilme direncinin ısıl işlemde en çok etkilenen mekanik özellik olduğunu belirtilmiştir. Isıl işlem sıcaklık ve süresinin artışı ile, tüm bu özelliklerdeki değişim miktarı da artmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında yüksek sıcaklıkta ve uzun süre ısıl işlem uygulanmış ağaç malzemenin, mekanik direncin önemli olduğu yük taşıyıcı yapı elemanlarında, kullanımının uygun olmayabileceği belirtilmiştir. Ancak herhangi bir kimyasal kullanılmadan hacimsel genişlemenin yaklaşık %50 düşürülebilmesi, ısıl işlem uygulanmış sarıçamın özellikle boyutsal kararlılığın önemli olduğu rutubetli ortamlarda kullanılma imkânını arttıracığı bildirilmiştir.

Güler (2010), normal atmosfer ortamında 150 °C ve 180 °C sıcaklıkta, 3 ve 6 saat süre ile ısıl işleme tabi tuttuğu Dişbudak, Anadolu kestanesi, Limba ve Iroko odunlarını poliüretan, selülozik, su-bazlı, ve sentetik vernik ile verniklemiş ve bu yüzeylerin, renk değişimi, parlaklık ve pürüzlülük özelliklerini incelemiştir. Isıl işlem görmüş örneklerdeki yüzey pürüzlülüğünün selülozik ve sentetik vernikte arttığı, poliüretan ve su-bazlı vernikte ise düştüğü belirtilmiştir. Ağaç malzeme türlerine ve vernik türlerine bağlı olarak, çeşitli renk değişimleri tespit edildiği



belirtmiştir. Tüm ağaç malzeme türlerinde ısıtım işlem sıcaklık ve süresine bağlı olarak, vernik parlaklığının azaldığı belirlenmiştir.

Pecina and Paprzycki (1988) 130 °C - 210 °C sıcaklıklar arasında ısıtım işlem görmüş ağaç malzemedede oluşan bozunma bileşikleri nedeni ile malzemenin ıslanma özelliğinin düştüğünü belirtmiştir.

Hakkou et al. (2003) 40 °C - 260 °C sıcaklıklarda 8 saat ısıtım işlem uyguladığı kavak, kayın, ladin ve sahil çamı odunlarının ıslatılma özelliklerini incelemiştir. ıslanma özelliğinin 135 °C'de başlayarak önemli şekilde düştüğünü, sıcaklığın artmasıyla çok az bir miktar arttığını belirtmişlerdir. ıslanma özelliğindeki düşüşle, kütle kaybı ve ekstraktif içeriği arasında önemli bir ilişki bulamamışlardır.

Kocaefe et al. (2008b) beyaz dişbudak (*Fraxinus americana*) ve kırmızı akçaağaç (*Acer rubrum*) dinamik ıslanma özelliğini inceledikleri çalışmalarında, ısıtım işlem sonucu temas açısının önemli derecede arttığını belirtmişlerdir.

Petric et al. (2007) bazı ticari su bazlı vernik sistemleri ile yağ ile ısıtım işlem görmüş sarıçamın ıslanabilirliğini incelemişler, odun yüzeyinin hidrofobik karakterinin artmasına rağmen, dış ortam için hazırlanan subazlı boyaların çok daha iyi ıslatabilme özelliği gösterdiğini belirlemişlerdir.

Jamsa et al. (2000) 5 yıl süre ile dış ortam koşullarına maruz bıraktığı ısıtım işlem görmüş malzemelerde işlem görmemişlerle aynı çatlamların oluştuğunu ancak asit sertleştiricili vernik ve akrilik verniklerin ısıtım işlem görmüş odunda daha iyi sonuç verdiğini, akrilik vernikteki çatlak yoğunluğunun daha az olduğunu belirlemişlerdir.

## BÖLÜM 3

### MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. AĞAÇ MALZEME

Yapılan çalışmada ağaç malzeme olarak Sarıçam (*Pinus Sylvestris Lipsky*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior L.*), ve İroko (*Chlorophora excelsa*) kullanılmıştır. Ağaç malzemeler Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.ş' nin Gerede de bulunan Thermowood Kereste Üretim Fabrikasından temin edilmiştir.

##### 3.1.1. Sarıçam (*Pinus Sylvestris Lipsky*)

Diri odunu yarıçapın üçte birini kaplayacak şekilde geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz, öz odunu ise açık kırmızımsı kahve renktedir. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Radyal ve teğet kesitleri parlak, sık ve geniş reçine kanalları barındıran ve islenmesi kolay olan bir ağaç türüdür (Örs ve Keskin, 2001).

Ortalama değerler bazında, tam kuru yoğunluğu ( $D_0$ )  $0,49 \text{ g/cm}^3$ , hava kurusu yoğunluğu ( $D_{12}$ )  $0,52 \text{ g/cm}^3$  tür. E-modülü  $11700 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci ( $\sigma_E$ )  $68 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel çekme direnci ( $\sigma_g$ )  $102 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel basınç direnci ( $\sigma_B$ )  $54 \text{ N/mm}^2$ dir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

Sarıçam, ahşap pencere doğraması olarak en yaygın kullanım alanı bulan iğne yapraklı ağaç türlerinden biridir. Kolay ve iyi işlenebilir olması, çivi ve vida tutma kabiliyetinin iyi olması, yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması, kolay temin edilebilmesi nedeniyle ahşap pencere doğraması üretiminde tercih edilmektedir. Yüksek rutubet derecelerinde oldukça fazla mavi renklenme görülmektedir. Öz odunu mantar zararlarına oldukça dayanıklıdır. Diri odun ise

mantar zararlarına dayanıksız olup buna karşılık kolay emprenye edilebilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

### **3.1.2. Dişbudak (*Fraxinus excelsior L.*)**

Diri odunu çok geniş, beyaz açık sarımsı renkte, öz odun diri odun rengine olup, bazı tomruklarda biraz daha koyu renkte öz odun oluşumu görülür. Öz odun gri kahverengindedir. Tam kuru yoğunluğu 0,65 g/cm<sup>3</sup>, hava kurusu yoğunluğu 0,69 g/cm<sup>3</sup>, eğilme direnci ise 117 N/mm<sup>2</sup>dir. Spor aletleri, bez bol sopası, kürek, alet sapları, küçük gemi, bükme ve masif mobilya ile üst yüzey kaplama levha yapımında kullanılır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

### **3.1.3. Iroko (*Chlorophora excelsa*)**

Diri odun 5-10 cm genişlikte, sarımsı beyaz ile gri renkte, öz odun başlangıçta gri sarı ile açık kahverengi olup daha sonra altın sarısı ile kahverengine dönüşür. Tekstür; orta ile kaba fakat yeknasak yapıda, kaba iğne çizikli, lif yapısı grift, bazen düzensiz, yer yer kalsiyum karbonat birikimleri vardır ve dekoratiftir. Yıllık halka sınırları, traheler ve boyuna paranşimler çıplak gözle, öz ışınları ise lup altında görülebilir (Bozkurt ve Erdin, 1998).

## **3.2. ÜST YÜZEY MALZEMELERİ**

Sarıçam, dişbudak ve iroko odunlarından elde edilen numuneler dış ortam koşulları için üretilmiş 4 vernik ile verniklenmiştir. Çalışmada Hemel firmasından temin edilen solventbazlı ahşap boyası (HD); su bazlı cila (HS); Favori boya firmasından temin edilen poliüretan vernik (PÜ) ve Filli Boya firmasından temin edilen silikonlu ahşap verniği (Sİ) kullanılmıştır.

Solvent bazlı ahşap boyası (HD) 1,04 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda dış hava koşullarına ve güneş (UV) ışınlarına dayanıklı, nefes alan, uzun ömürlü ahşap boyasıdır. Fırça ile iki kat olarak uygulanır ve kuruma süresi 24 saattir (Hemel, 2011).

Su bazlı ahşap renk ve cilası (HS) tüm dış cephe ahşapları, balkonlar, pergolalar, doğramalar ve çatılar için özel olarak geliştirilmiş dış hava koşullarına ve ultraviyole ışınlarına dayanıklı dokuları canlandıran su bazlı renk ve cila sistemidir. Su bazlı renk 1018 g/l yoğunluğunda, fırça ile uygulanır ve kuruması 6-8 saattir. Su bazlı cila ise 1045 g/l yoğunluğunda, fırça ile uygulanır ve kuruma süresi 24 saattir (Hemel, 2010).

Poliüretan vernik (PÜ), üretan alkid reçine kombinasyon esaslı, yüksek parlaklıkta, UV dayanımlı bir verniktir. 0,88-0,94 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğundaki PÜ vernik fırça ile veya inceltilerek püskürtme ile de uygulanabilir. Dokunma kuruması 2 saat, toz tutma kuruması 1,5 saat ve sertleşme kuruması 3-4 saattir (Fawori Boya, 2012).

Silikonlu ahşap verniği (Sİ) ahşap yüzeyler için geliştirilmiş alkid bağlayıcı esaslı, şeffaf yapıda parlak görünümlü dekoratif ve koruyucu amaçlı kullanılan bir son kat ahşap verniğidir. 0,87-0,91 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğundaki silikonlu ahşap koruyucu, UV ışınlarına ve aşınmaya karşı dirençlidir (Filli Boya, 2009) .

### **3.3. DENEY ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI**

Çalışmada kullanılacak ağaç malzeme lif kıvrıklığı, çatlak, budak, kurt yeniği, çürüklük vb. gibi odun kusurları bulunmayan kerestelerden seçilmiş ve her keresteden ısıtılma işlem öncesi kontrol numuneleri ayrılmıştır. Kerestelerin diğer yarısı odun türüne göre uygun ısıtılma şartlarında Thermowood yöntemine ile Dişbudak 210 °C 2 saat, Çam 212 °C 1 saat, İroko 190 °C 1,5 saat ısıtılma tabii tutulmuştur.

Isıtılma işlem görmüş ve kontrol grubu kerestelerden 540x100x22 mm ölçülerinde örnekler kesilmiş, daha sonra bu parçalar kalınlık makinesinde net olarak 20 mm kalınlıkta olacak şekilde iki yönlü rendelenmiştir. Her bir ağaç türü için ısıtılma işlem görmüş ve kontrol numuneleri ikiye ayrılmış ve yarısı rendelenmiş yüzey, yarısı zımparalanmış yüzey (200'lük zımpara ile zımparalanmış) olacak şekilde gruplandırılmıştır. Rendelenmiş grup olduğu gibi bırakılırken diğer grup 200'lük zımpara ile zımparalanmıştır. Her bir ağaç türünde, her bir yüzey için, her vernik türü için 2'şer adet örnek hazırlanmıştır. Böylece toplam 48 adetlik bir örnek havuzu

oluşmuştur. Bu işlemin ardından örnekler iklimlendirme dolabına alınarak  $20 \pm 2$  °C ve bağıl nemi %  $65 \pm 2$  olan ortamda değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü tespit edildikten sonra, hazırlanan örneklere üretici firma tavsiyesi göz önünde bulundurularak vernikler uygulanmıştır. Poliüretan vernik fırça ile tek yüzeye % 10 tiner ile inceltilerek  $150 \text{ g/m}^2$  3 kat uygulanmış, katlar arası kuruma süresi 24 saat ve katlar arası 200'lük zımpara olacak şekilde ayarlanmıştır. Su bazlı vernik fırça ile tek yüzeye  $140 \text{ g/m}^2$  2 kat uygulanmış, katlar arası kuruma süresi 24 saat ve katlar arası 200'lük zımpara olacak şekilde ayarlanmıştır. Silikonlu vernik de fırça ile tek yüzeye  $140 \text{ g/m}^2$  2 kat uygulanmış, katlar arası kuruma süresi 24 saat ve katlar arası 200'lük zımpara olacak şekilde ayarlanmıştır. Solvent bazlı (HD) vernik için tek yüzeye  $145 \text{ g/m}^2$  fırça ile 2 kat uygulanmış, katlar arası kuruma süresi 24 saat ve katlar arası 200'lük zımpara yapılarak verniklenmiştir.

Örnekler vernikleme işleminden sonra tekrar iklimlendirme dolabına alınarak  $20 \pm 2$  °C ve bağıl nemi %  $65 \pm 2$  olan bir ortamda değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir.

### 3.4. YOĞUNLUK VE RUTUBET MİKTARI TESPİTİ

Çalışmada kullanılan ısı işlem görmüş ve görmemiş ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunlukları TS 2472 (1976) esasları dikkate alınarak belirlenmiştir.  $20 \times 20 \times 30$  mm ölçülerindeki deney örnekleri  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve bağıl nemi %  $65 \pm 5$  olan klima dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Denge rutubetine gelen örnekler  $\pm 0,01$  g duyarlıkta terazi ile tartılmış, boyutları ise  $0,01$  mm duyarlıkta dijital kumpas ile tespit edilmiştir. Değerler Eş. 3.1'de yerine konarak numunelerin hava kurusu yoğunlukları hesaplanmıştır.

$$D_{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (3.1)$$

$D_{12}$ : Hava kurusu Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ )

$m_{12}$ : Hava kurusu kütle (g)

$V_{12}$ : Hava kusuru hacim ( $\text{cm}^3$ )

Kullanılan ağaç malzemelerin rutubet miktarı TS2471 (1976) standardı esaslarına uygun olarak tespit edilmiştir. 20x20x30 mm ölçülerindeki deney örnekleri,  $\pm 0,01$  g duyarlıkta terazi ile tartılmış, etüve konulmuş ve  $103 \pm 2$  °C’ de değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuştur. 6 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki tartım arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlelerinin 0,005’inden fazla olmaması durumunda bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Daha sonra numuneler 0,01 g duyarlılıkta terazi ile tartılmıştır. Değerler Eş. 3.2’de yerine konarak numunelerin rutubet miktarları bulunmuştur.

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \times 100 \quad (3.2)$$

r : rutubet miktarı (%);

$m_r$  : klimatize edilmiş durumdaki numune kütlesi (g),

$m_0$ : tam kuru haldeki numune kütlesi (g)

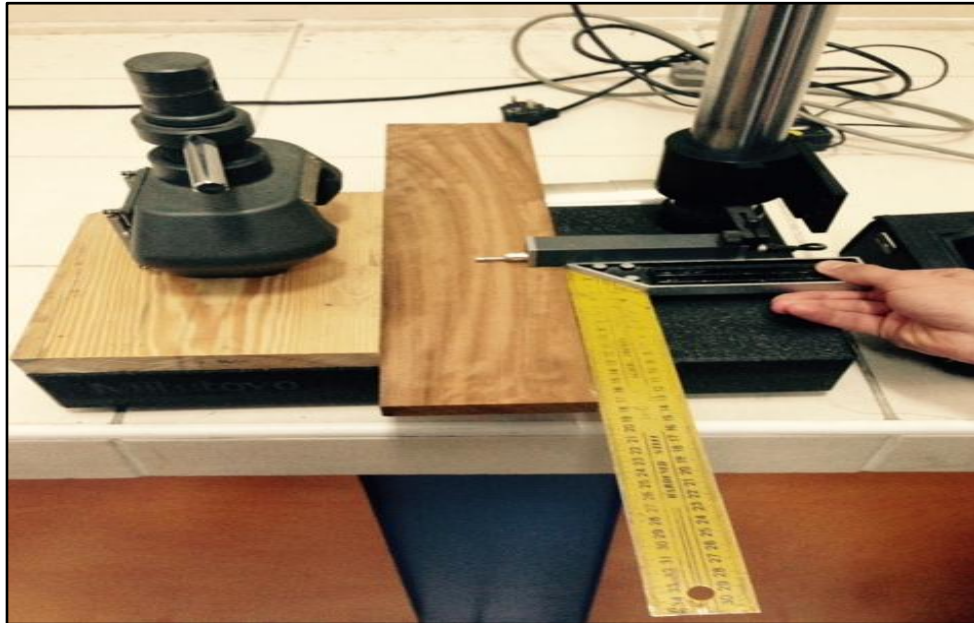
### 3.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN TESPİTİ

Yüzey pürüzlülüğü, TS6956 EN ISO 4287 ve TS 971 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Ölçümler, ardışık profil değişimini ölçebilen Mitutoyo SJ301 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülüğü test cihazı ile yapılmıştır. Cihaza ait teknik özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Ölçümler, liflere dik yönde yapılmıştır. Cihaz, 2,5 mm ölçme adımı ve 3 ölçme sayısına (cut-off) ayarlandıktan sonra ölçme kolu, aralığı 20 mm olan iki çizgi arasına yerleştirilmiştir. Örneğin ve cihazın yer düzlemine paralellik durumu kontrol edildikten sonra ölçüm başlatılmıştır. Sonuç, cihazın LCD ekranından okunarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra)  $\mu\text{m}$  cinsinden kaydedilmiştir (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. Yüzey pürüzlülüğü test cihazına ilişkin teknik özellikler.

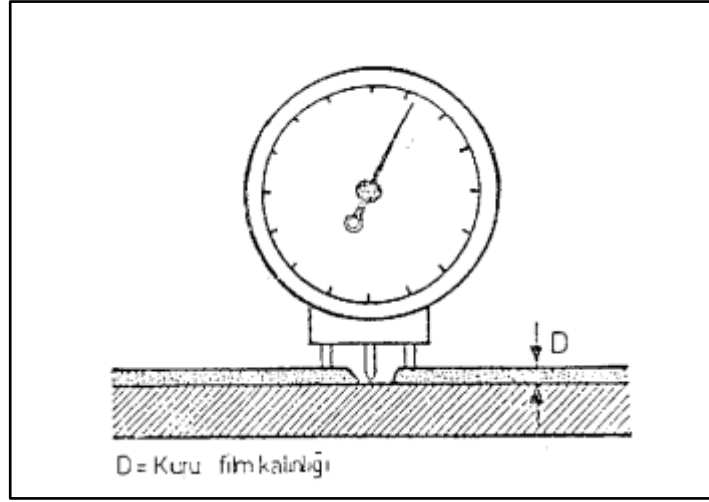
Mitutoyo SJ301	
Ölçme Parametreleri	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmaks, Rm, R3z, S, Sm, Sk, tp
Ölçme Hassasiyeti	0,01–0,04 µm
Ölçme Standardı	ISO 4287, DIN 4768, JIS B601, ANSI B46.1
Enerji Kaynağı	Lithium-ion şarj edilebilir batarya
Ölçme Boyu	Otomatik, 0,25 mm, 0,8 mm, 2,5 mm
Ölçüm Sayısı	1–5 Adet (ayarlanabilir)
Uygun Çalışma Sıcaklık ve Nemi	0–40 °C ve <%90 Bağıl nem
Boyutlar ve Ağırlık	140*52*48 mm ve 500 g
Sonuç Alma	LCD Ekran, yazıcı veya PC'ye aktarma



Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı.

### 3.6. VERNİK KATMAN KALINLIĞININ TESPİTİ

Isıl işlem görmüş ve kontrol numuneleri üzerindeki vernik katman kalınlıkları ASTM-D1005 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Karşılaştırmalı testlerde film kalınlıkları önemli bir etkindir. Bu sebeple deneylerden önce, numunelere sürülüp tam kuruması gerçekleşen vernik katmanlarının kuru film kalınlıkları, Şekil 3.2' de gösterilen ve 10 µm (mikron) hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatörle ASTM. D-1005 esaslarına uyularak belirlenmiştir.



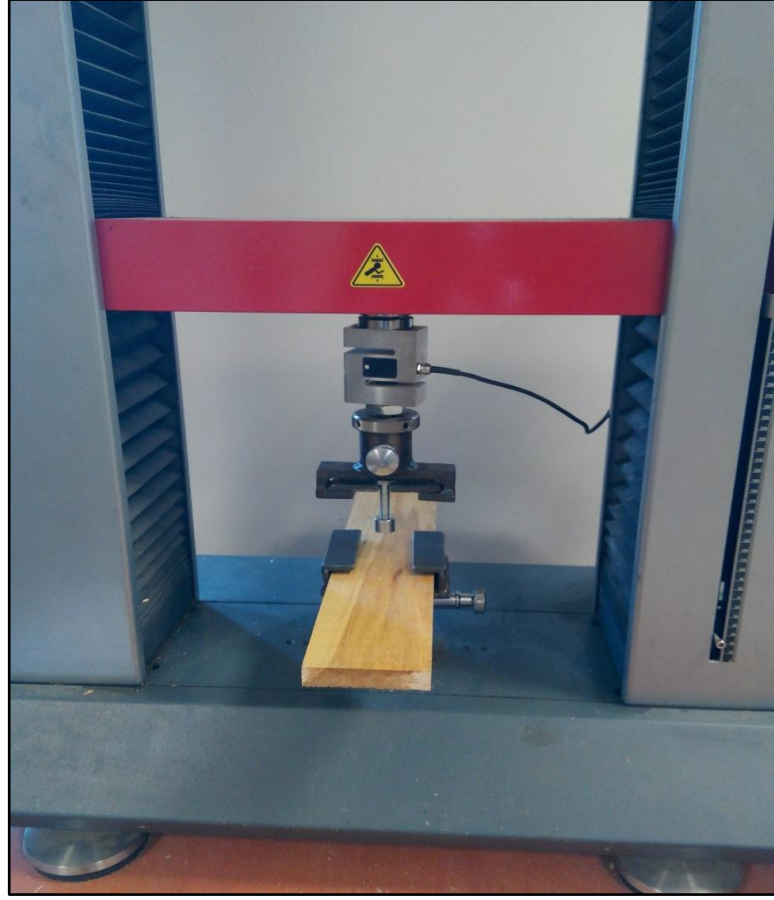
Şekil 3.2. Kuru film kalınlığı tayini (Budakçı, 1997).

Ölçümlerden önce komparator göstergesi sıfır olacak şekilde kalibre edilmiştir. Vernik katmanı, göstergesinin girebileceği büyüklükte, örneğin değişik bölgelerden ağaç yüzeyine kadar kaldırılmıştır. Ayaklar, vernikli yüzeyde ve alet dik konumda iken açılan kertiklerde ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okunmuştur. Farklı yerlerden yapılan ölçümlerin ortalamaları alınarak, kuru film kalınlığı hesaplanmıştır.

### 3.7. VERNİK YAPIŞMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

Yapışma direncinin belirlenmesi için vernik türüne ait 500x100x20 mm boyutlarındaki 48 adet örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4541 esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Her gruptan 5 ölçüm yapılmıştır. Bu amaçla örneklerin ortasına 20 mm çapındaki çelik silindireler epoksi tutkalı ile yapıştırılmış, tutkalın tam kuruması için  $20 \pm 2$  °C derece sıcaklık ve  $\%65 \pm 5$  bağıl nem koşullarında 7 gün bekletilmiştir. Kopmanın tam vernik katmanından olmasını sağlamak amacıyla silindirlerin etrafındaki vernik katmanını bu iş için özel yapılmış aparat ile kesilmiştir. Daha sonra, Zwick/Roel Universal test cihazı kullanılarak örneklerin vernik yapışma direnci belirlenmiştir. Test 5 mm/dk hızda gerçekleştirilmiştir. Kopma anındaki kuvvet değeri  $\pm 0.01$  N duyarlılıkla ölçülmüş ve örneklerin yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.





Şekil 3.3. Vernik yapışma direnci ölçüm düzeneği.

$$P_a = F/A \quad (3.3)$$

Burada;

$P_a$  : Yapışma direnci ( $N/mm^2$ )

$F$  : Kopma anındaki kuvvet (N)

$A$  : Uygulama alanı ( $mm^2$ )

### 3.8. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Vernik yapışma direncine; ağaç türü, ısı işlem, yüzey işlem yöntemi ve vernik çeşidi faktörlerinin etkisini belirlemek için çoklu varyans analizi kullanılmış ve gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Yüzey işlem yönteminin yüzey pürüzlülüğüne ve vernik yapışma direncine etkisini belirlemek için t testi kullanılmıştır.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR

Yapılan çalışmada ağaç malzeme olarak seçilen sarıçam, dişbudak ve iroko odunlarının ısıtılma işlem görmüş ve görmemiş kontrol örneklerinin yoğunlukları, rutubet miktarları, yüzey pürüzlülükleri ve kullanılan 4 çeşit verniğin katman kalınlıkları ile vernik yapışma dirençleri belirlenmiştir.

#### 4.1. KULLANILAN AĞAÇ MALZEME YOĞUNLUK VE DENGE RUTUBET MİKTARI DEĞERLERİ

Sarıçam, iroko ve dişbudak ağaç malzemelerin kontrol ve ısıtılma işlem görmüş örneklerinin hava kurusu yoğunluk ve denge rutubet miktarı değerleri çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk ve denge rutubet miktarı değerleri.

Malzeme Adı	Hava Kurusu Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )		Denge Rutubet Miktarı (%)	
	Kontrol	Isıl işlem	Kontrol	Isıl işlem
Sarıçam	0,496	0,422	11,3	6,2
Iroko	0,588	0,576	11,8	8,3
Dişbudak	0,634	0,589	12,1	7,1

Çalışmada kullanılan ağaç malzemelerde en yüksek hava kurusu yoğunluk, 0,634 g/cm<sup>3</sup> ile Dişbudak kontrol örneklerde; en düşük yoğunluk ise 0,422 g/cm<sup>3</sup> ile Sarıçam ısıtılma işlem görmüş örneklerde bulunmuştur.

Kullanılan ağaç malzemelerin ısıtılma işlem görmemiş kontrol grubu denge rutubet miktarı % 12,1 ile %11,3 arasında iken; ısıtılma işlem görmüş örneklerin denge rutubet

miktarı da % 6,2 ile % 8,3 arasında değişmektedir. Isıl işlem sonrası denge rutubet miktarları düşmektedir.

#### 4.2. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ DEĞERLERİ

Yapılan deneyler sonucunda Sarıçam, İroko ve Dişbudak ağaç malzemelerinin ısıtılma işlem görmüş ve görmemiş örneklerinin, rendelenmiş ve zımparalanmış yüzeylerinin ortalama pürüzlülük değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ayrıca her bir grup örnekte zımparalanmış yüzey ile rendelenmiş yüzeylerin arasındaki yüzey pürüzlülüğü değerine ilişkin t testi sonuçları da Çizelge 4.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Sarıçam, iroko ve dişbudak ağaç malzemelerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri.

Ağaç Mlz	Isıl İşlem	Yüzey	Ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra)		P ( $\alpha=0,05$ )
			X ( $\mu\text{m}$ )	SS	
Sarıçam	Isıl işlem	Rende	3,90	1,21	0,001
		Zımpara	2,11	,75	
	Kontrol	Rende	2,89	,47	0,002
		Zımpara	2,04	,44	
Dişbudak	Isıl işlem	Rende	3,28	,67	0,006
		Zımpara	2,37	,51	
	Kontrol	Rende	3,36	1,08	0,001
		Zımpara	1,54	,52	
İroko	Isıl işlem	Rende	2,72	,48	0,013
		Zımpara	2,09	,48	
	Kontrol	Rende	3,68	,62	0,000
		Zımpara	1,79	,37	

X: Ortalama değer, SS: Standart sapma, P: t testi önemlilik değeri

Çizelge 4.2. incelendiğinde, ısıtılma işlem görmüş ve görmemiş tüm işlem gruplarında, rendeleme ve zımparalama yüzey işleminin ortalama yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Zımparalanan yüzeylerin ortalama pürüzlülüğü daha düşüktür. En yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü sarıçam ağaç malzemenin ısıtılma işlem görmüş rendelenmiş yüzeyinde

(3,90  $\mu\text{m}$ ); en düşük değer ise dişbudak ağaç malzemenin kontrol grubu zımparalanmış yüzeyinde (1,54  $\mu\text{m}$ ) tespit edilmiştir.

#### 4.3. VERNİK KATMAN KALINLIğI

Çalışmada kullanılan solvent bazlı, su bazlı, poliüretan ve silikonlu verniklerin katman kalınlıkları tespit edilmiş ve sonuçları izelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Vernik katman kalınlıkları( $\mu\text{m}$ ).

Ağaç Malzeme	İşlem Türü	Vernik katman kalınlığı (mikron)			
		Solvent bazlı	Su Bazlı	Poliüretan	Silikonlu
İroko	Kontrol	60	52	110	61
	Isıl işlem	62	54	115	64
Sarıçam	Kontrol	55	50	97	60
	Isıl işlem	63	53	102	63
Dişbudak	Kontrol	60	51	108	62
	Isıl işlem	64	52	112	65

En yüksek vernik katman kalınlığı poliüretan vernikte (110  $\mu\text{m}$ ) tespit edilmiştir. En düşük katman kalınlığı ise su bazlı vernikte (50  $\mu\text{m}$ ) ollmştr. Solvent bazlı ve silikonlu verniklerin katman kalınlığının birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Ağaç türleri ve ısıl işlem vernik katman kalınlığında etkili olmamıştır.

#### 4.4. VERNİK YAPIşMA DİRENCİ

Isıl işlem, yüzey işlem ve vernik türüne göre vernik yapışma direnci değerleri ağaç malzeme türleri için ayrı ayrı izelge 4.4.'de verilmiştir.

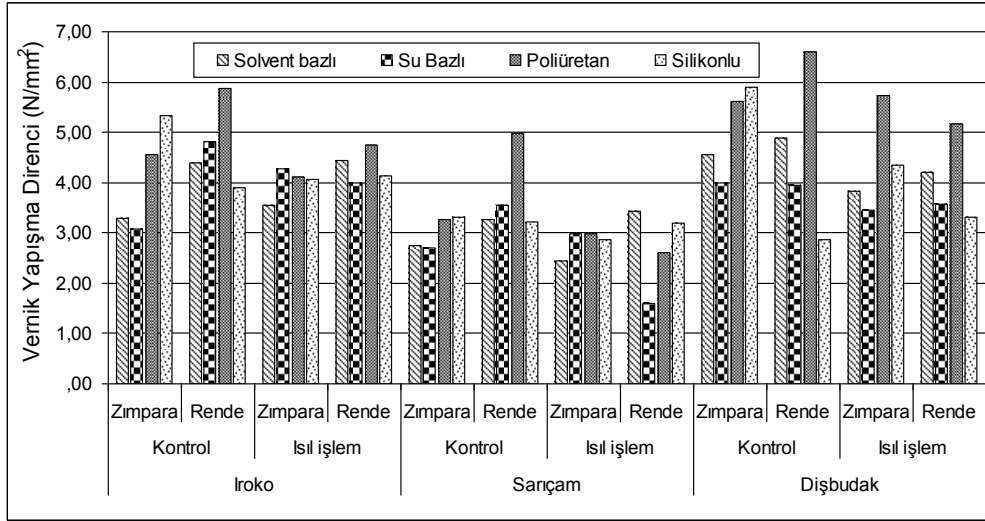
İroko ağaç malzemedede en yüksek vernik yapışma direnci, ısıl işlem görmemiş kontrol grubunda, rendelenmiş yüzeyde, poliüretan vernikte (5,88  $\text{N}/\text{mm}^2$ ); en düşük değer ise kontrol grubu zımparalanmış yüzeydeki su bazlı vernikte (3,08  $\text{N}/\text{mm}^2$ ) tespit edilmiştir. Sarıçam ağaç malzemedede en yüksek vernik yapışma direnci kontrol grubu rendelenmiş yüzeyde, poliüretan vernikte (4,98  $\text{N}/\text{mm}^2$ ); en düşük değer ise ısıl işlem görmüş rendelenmiş yüzeydeki su bazlı vernikte (1,59  $\text{N}/\text{mm}^2$ ) tespit edilmiştir. Dişbudak odununda da en yüksek değer kontrol grubu rendelenmiş yüzey

poliüretan vernikte (6,61 N/mm<sup>2</sup>), en düşük kontrol grubu zımparalı yüzey silikonlu vernikte (2,86 N/mm<sup>2</sup>) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. İşlem, yüzey işlemi ve vernik türüne göre vernik yapışma direnci.

Vernik yapışma direnci (N/mm <sup>2</sup> )								
Ağaç Malzeme Türü			Iroko		Sarıçam		Dişbudak	
İşlem	Yüzey işlem	Vernik Türü	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS
Kontrol	Zımpara	Solvent Bazlı	3,29	,476	2,74	,163	4,56	,433
		Su Bazlı	3,08	,444	2,71	,247	4,00	,308
		Poliüretan	4,55	,709	3,27	,211	5,60	,353
		Silikonlu	5,33	,558	3,31	,294	5,90	,325
	Rende	Solvent Bazlı	4,38	,328	3,25	,193	4,89	,180
		Su Bazlı	4,82	,254	3,55	,470	3,94	,590
		Poliüretan	5,88	,216	4,98	,472	6,61	,805
		Silikonlu	3,90	,551	3,22	,112	2,86	,535
Isıl İşlem	Zımpara	Solvent Bazlı	3,54	,572	2,45	,141	3,83	,158
		Su Bazlı	4,29	,880	2,98	,205	3,46	,438
		Poliüretan	4,12	,439	2,99	,218	5,74	,274
		Silikonlu	4,06	,326	2,86	,364	4,35	,197
	Rende	Solvent Bazlı	4,43	,406	3,42	,339	4,20	,283
		Su Bazlı	3,99	,171	1,59	,232	3,57	,275
		Poliüretan	4,75	,536	2,61	,223	5,17	,720
		Silikonlu	4,13	,179	3,19	,182	3,31	,404

Isıl işlem görmüş örneklerde vernik yapışma direnci genellikle daha düşük olarak tespit edilmiştir. Isıl işlem görmüş dişbudak ve sarıçam grupları dışında rendelenmiş yüzeylerde zımparalanmış yüzeylere oranla daha yüksek vernik yapışma direncideğerleri tespit edilmiştir. Şekil 4.1’de vernik yapışma direncinin ağaç malzeme türü, ısıl işlem ve yüzey işlem faktörlerine göre değişimi verilmiştir.



Şekil 4.1. Vernik yapışma direnci ( $N/mm^2$ ).

Yüzey işlem faktörünün vernik yapışma direnci üzerindeki etkisini belirlemek için zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerdeki vernik yapışma direnci t testi ile karşılaştırılmış ve sonuçları Çizelge 4.5’ te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağaç malzeme, ısıl işlem ve vernik türüne göre yüzey işlem faktörünün vernik yapışma direncine etkisi.

Ağaç Malzeme	İşlem	Yüzey İşlem	Solvent Bazlı		Su Bazlı		Poliüretan		Silikonlu	
			X	P	X	P	X	P	X	P
Iroko	Kontrol	Zımpara	3,29	<u>0,009</u>	3,08	<u>0,009</u>	4,55	<u>0,009</u>	5,33	<u>0,009</u>
		Rende	4,38		4,82		5,88		3,90	
	Isıl işlem	Zımpara	3,54	<u>0,016</u>	4,29	0,117	4,12	0,094	4,06	0,53
		Rende	4,43		3,99		4,75		4,13	
Sarıçam	Kontrol	Zımpara	2,74	<u>0,009</u>	2,71	<u>0,009</u>	3,27	<u>0,009</u>	3,31	0,465
		Rende	3,25		3,55		4,98		3,22	
	Isıl işlem	Zımpara	2,45	<u>0,009</u>	2,98	<u>0,009</u>	2,99	<u>0,036</u>	2,86	0,076
		Rende	3,42		1,59		2,61		3,19	
Dişbudak	Kontrol	Zımpara	4,56	0,117	4,00	0,834	5,60	<u>0,047</u>	5,90	<u>0,009</u>
		Rende	4,89		3,94		6,61		2,86	
	Isıl işlem	Zımpara	3,83	<u>0,028</u>	3,46	0,465	5,74	0,117	4,35	<u>0,009</u>
		Rende	4,20		3,57		5,17		3,31	

X:Ortalama vernik yapışma direnci ( $N/mm^2$ ) P: t testi önemlilik değeri ( $\alpha=0,05$ )

Çizelge 4.5’te rendelenmiş ve zımparalanmış yüzeylerin vernik yapışma direnci arasında istatistiksel olarak fark olan gruplar altı çizilerek işaretlenmiştir. Solvent bazlı vernikte dişbudak kontrol grubu dışındaki gruplarda istatistiksel fark tespit

edilmiştir. Kontrol gruplarında zımparalama işleminin daha etkili olduğu söylenebilir.

Sarıçam ağaç malzemedede ısıl işlem, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sarıçam ağaç malzemedede ısıl işlem, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Düzeltilmiş model	36,28	15	2,41	32,12	,000
Sabit terim	754,54	1	754,54	10018,68	,000
İşlem	7,63	1	7,63	101,34	,000
Yüzey İşlem	1,99	1	1,99	26,47	,000
Vernik Türü	6,02	3	2,00	26,65	,000
İşlem –Yüzey İşlem	3,72	1	3,72	49,38	,000
İşlem –Vernik Türü	4,96	3	1,65	21,98	,000
Yüzey İşlem -Vernik Türü	3,41	3	1,14	15,13	,000
İşlem-Yüzey İşlem - Vernik Türü	8,53	3	2,84	37,77	,000
Hata	4,82	64	,075		
Toplam	795,65	80			
Düzeltilmiş toplam	41,10	79			

Sarıçam ağaç malzemedede vernik yapışma direncini etkileyen faktörlerin ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimleri, vernik yapışma direnci üzerinde istatistiksel anlamda önemli derecede etkilidir.

Vernik türüne göre Sarıçam ağaç malzemedede vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sarıçam ağaç malzemede vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları.

Vernik Türü	N	Sarıçam Gruplar ( $\alpha=0,05$ )			
		1	2	3	4
Su Bazlı	20	2,70			
Solvent bazlı	20		2,96		
Silikonlu	20			3,14	
Poliüretan	20				3,46
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00

Sarıçam ağaç malzemenin vernik çeşidine göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçlarına göre tüm vernikler arasında istatistiksel anlamda önemli fark bulunmuştur. En yüksek vernik yapışma direnci poliüretan vernikte tespit edilmiştir. En düşük vernik yapışma direnci ise su bazlı vernikte tespit edilmiştir.

İroko ağaç malzemede ısıtma işlemi, yüzey işlemi ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. İroko ağaç malzemede ısıtma işlemi, yüzey işlemi ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Düzeltilmiş model	37,83	15	2,52	10,99	,000
Sabit terim	1468,12	1	1468,12	6397,86	,000
İşlem	1,16	1	1,16	5,09	,027
Yüzey İşlem	5,06	1	5,06	22,07	,000
Vernik Türü	9,87	3	3,29	14,34	,000
İşlem –Yüzey İşlem	,635	1	,63	2,76	,101
İşlem –Vernik Türü	3,53	3	1,17	5,13	,003
Yüzey İşlem -Vernik Türü	9,50	3	3,16	13,81	,000
İşlem-Yüzey İşlem - Vernik Türü	8,05	3	2,68	11,69	,000
Hata	14,68	64	,229		
Toplam	1520,64	80			
Düzeltilmiş toplam	52,51	79			



İroko ağaç malzemede vernik yapışma direncini etkileyen faktörler ve bu faktörlerin; ikili ve üçlü etkileşimleri, vernik yapışma direnci üzerinde istatistiksel olarak önemlidir. Yalnızca İşlem ile yüzey işlem ikili etkileşiminin vernik yapışma direnci üzerinde etkisi gözükmemektedir.

Vernik türüne göre iroko odununda vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. İroko ağaç malzemede vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları.

Vernik_Türü	N	İroko Gruplar ( $\alpha=0,05$ )		
		1	2	3
Solvent bazlı	20	3,91		
Su Bazlı	20	4,04		
Silikonlu	20		4,35	
Poliüretan	20			4,82
Sig.		,39	1,00	1,00

İroko ağaç malzemede vernik çeşidine göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçlarına göre poliüretan ve silikonlu vernik ile diğerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken, solvent bazlı vernik ile su bazlı vernik arasında önemli bir fark tespit edilememiştir. En yüksek vernik yapışma direnci poliüretan vernikte bulunmuştur.

Dişbudak ağaç malzemede ısı işlem, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Dişbudak ağaç malzemede ısıl işlem, yüzey işlem ve vernik türü faktörlerinin vernik yapışma direncine etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	P
Düzeltilmiş model	84,70	15	5,64	30,15	,00
Sabit terim	1620,45	1	1620,45	8651,42	,00
İşlem	7,03	1	7,03	37,58	,00
Yüzey İşlem	2,62	1	2,62	14,01	,00
Vernik Türü	47,61	3	15,87	84,74	,00
İşlem –Yüzey İşlem	,12	1	,12	,65	,42
İşlem –Vernik Türü	,19	3	,064	,34	,79
Yüzey İşlem –Vernik Türü	19,06	3	6,35	33,92	,000
İşlem-Yüzey İşlem - Vernik Türü	8,05	3	2,68	14,328	,00
Hata	11,98	64	,18		
Toplam	1717,14	80			
Düzeltilmiş toplam	96,69	79			

Dişbudak ağaç malzemede vernik yapışma direncini etkileyen faktörlerin etkisi istatistiksel olarak önemlidir. İşlem ile yüzey işlem ikili etkileşimi ve işlem ile vernik türü ikili etkileşiminin vernik yapışma direnci üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Vernik türüne göre dişbudak odununda vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Dişbudak ağaç malzemede vernik türüne göre vernik yapışma direnci ikili karşılaştırma sonuçları.

Vernik_Türü	N	Dişbudak Gruplar ( $\alpha=0,05$ )		
		1	2	3
Su Bazlı	20	3,74		
Silikonlu	20		4,10	
Solvent bazlı	20		4,36	
Poliüretan	20			5,78
Sig.		1,00	,06	1,00

Dişbudak ağaç malzemedeki vernik türüne göre poliüretan vernik ve su bazlı vernik ile diğer verniklerin vernik yapışma direnci arasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken, silikonlu vernik ile solvent bazlı vernik arasında önemli bir fark yoktur.

Ağaç malzeme türü ve yüzey işlem türünden bağımsız olarak, yalnızca ısıtma işlemi vernik yapışma direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan, eşleştirilmiş örneklem t testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Ağaç malzeme, yüzey işlem ve vernik türüne göre ısıtma işlem faktörünün vernik yapışma direncine etkisi.

Ağaç Mlz.	İşlem Yüzey	İşlem	Solvent Bazlı		Su Bazlı		Poliüretan		Silikonlu	
			X	P	X	P	X	P	X	P
Iroko	Zımpara	Kontrol	3,29	0,55	3,08	0,077	4,55	0,277	5,33	0,006*
		Isıl işlem	3,54		4,29		4,12		4,06	
	Rende	Kontrol	4,38	0,497	4,82	0,007*	5,88	0,016*	3,90	0,47
		Isıl işlem	4,43		3,99		4,75		4,13	
Sarıçam	Zımpara	Kontrol	2,74	0,003*	2,71	0,211	3,27	0,12	3,31	0,098
		Isıl işlem	2,45		2,98		2,99		2,86	
	Rende	Kontrol	3,25	0,488	3,55	0,001*	4,98	0,001*	3,22	0,757
		Isıl işlem	3,42		1,59		2,61		3,19	
Dişbudak	Zımpara	Kontrol	4,56	0,011*	4,00	0,125	5,60	0,535	5,90	0,001*
		Isıl işlem	3,83		3,46		5,74		4,35	
	Rende	Kontrol	4,89	0,019*	3,94	0,234	6,61	0,012*	2,86	0,184
		Isıl işlem	4,20		3,57		5,17		3,31	

X:Ortalama vernik yapışma direnci (N/mm<sup>2</sup>) P: t testi önemlilik değeri ( $\alpha=0,05$ )

Isıtma işleminin diğer faktörlerden bağımsız olarak vernik yapışma direnci üzerindeki etkisi, ağaç türü, yüzey işlem ve vernik türüne göre farklılık göstermektedir. Isıtma işlemi görmüş yüzeylerdeki vernik yapışma direnci genellikle daha düşük olmasına rağmen, istatistiksel anlamda önemli farklar yalnızca bazı gruplarda tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.12, \* ile işaretli olan gruplar). Isıtma işlemi solvent bazlı verniğin

yapışma direncini, dişbudakta her iki yüzeyde de ve sarıçam zımparalanmış yüzeyde önemli derecede etkilerken, rendeli yüzeyindekini ve irokoda her iki yüzeyde de etkilememiştir. Su bazlı verniğin yapışma direnci üzerinde ısı işlem, yalnızca iroko ve sarıçamın rendeli yüzeylerinde etkili olmuştur. Poliüretan verniğin yapışma direnci, ısı işlemden her üç ağaç malzemenin de rendeli yüzeylerinde önemli derecede etkilenirken, zımparalı yüzeylerinde etkilenmemiştir. Isıl işlem silikonlu vernikte yalnızca iroko ve dişbudak zımparalı yüzeylerde önemli farka neden olmuştur.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Isıl işlem görmüş ağaç malzemede, yüzey hazırlık işleminin ve vernik türünün, vernik yapışma direnci üzerine etkilerini belirlemek amacı ile Thermowood yöntemi ile ısıl işlem görmüş dişbudak, sarıçam ve iroko örnekleri ve kontrol örneklerinin; zımparalanmış ve rendelenmiş yüzeylerine; dört tür vernik (solvent bazlı vernik, silikonlu vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik) uygulanmış ve vernik yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün ve vernik türünün vernik yapışma direncine etkileri ortaya konmuştur.

Isıl işlem görmüş ve görmemiş ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk ve denge rutubeti değerleri belirlenmiş ve ısıl işlemin, malzemenin hem yoğunluğunu hem de rutubet miktarını düşürdüğü tespit edilmiştir. Yapılan bir çok çalışmada da bu sonuç nedenleri ile belirtilmiştir.

Ağaç malzemede yüzey işleme metodunun vernik yapışma direncine etkisini belirlemek üzere, rendelenmiş ve zımparalanmış ağaç malzemenin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) belirlenmiştir. Her üç ağaç malzeme türünde de, hem ısıl işlem görmüş, hem de görmemiş örneklerde, zımparalanmış yüzey ile rendelenmiş yüzey ortalama pürüzlülüğünün önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. 200 numaralı zımpara ile zımparalanan yüzeylerin ortalama pürüzlülüğü daha düşük çıkmıştır. Kılıç vd (2006) de çalışmalarında zımparalanmış yüzeylerde planyalanmış yüzeylerden daha düşük pürüzlülük değeri elde ettiklerini belirtmişlerdir. İlter vd. (2002) zımparalama işlemlerinde aşındırıcı madde boyutunun küçülmesi ve zımpara baskı kuvvetinin artırılması ile daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini bildirmiştir.

Güler (2010) ısıtım işlem görmüş örneklerin verniklenmiş yüzeylerinin yüzey pürüzlülüğünü incelemiştir; yüzey pürüzlülüğünün ısıtım işlem, sıcaklık ve süresine bağılı olarak selülozik ve sentetik verniklerde arttığını; poliüretan ve su-bazlı verniklerde ise, yüzey pürüzlülüğünün ısıtım işlem sıcaklık ve süresine bağılı olarak tüm ağaç türlerinde azaldığını bildirmiştir.

Isıtım işlem görmüş ve kontrol örneklerinde kullanılan solvent bazlı, su bazlı ve silikonlu verniklerin vernik katman kalınlığı değerleri birbirine çok yakındır. Poliüretan verniğın katman kalınlığı ise belirgin derecede daha fazladır. Isıtım işlem vernik katman kalınlığını önemli derecede etkilememiştir. Bu sonuçlar ışığında vernik katman kalınlığını etkileyen en önemli faktörün, verniğın kimyasal yapısı olduğu söylenebilir.

Isıtım işlem görmüş örneklerde vernik yapışma direnci genellikle daha düşük olarak tespit edilmiştir. Isıtım işlem görmüş dişbudak ve sarıçam grupları dışında rendelenmiş yüzeylerde zımparalanmış yüzeylere oranla daha yüksek vernik yapışma direnci değerleri tespit edilmiştir.

Yüzey işlem faktörü dikkate alındığında, yüzey pürüzlülüğü tüm gruplarda farklı olmasına rağmen, vernik yapışma direncinde ağaç türü ve vernik türüne göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün vernik yapışma direncini sarıçamda daha fazla etkilediği görülse de, vernik türü veya ısıtım işlem grupları için genelleme yapılabilecek sonuçlar görülmemiştir.

Sarıçam ağaç malzemedeki vernik türü, vernik yapışma direncini önemli derecede etkilemiştir. Her dört vernik türünün de yapışma direnci istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. En yüksek vernik yapışma direnci poliüretan vernikte iken, diğer verniklerin vernik yapışma direnci silikonlu, solvent bazlı ve su bazlı vernik sırasına göre azalmaktadır. Bu sıralama aynı zamanda vernik katman kalınlığı sıralamasına da uymaktadır.

İroko ağaç malzemedede de vernik türü, vernik yapışma direnci üzerinde etkilidir. İrokoda da poliüretan vernik en yüksek yapışma direncine sahip iken, su bazlı ve silikonlu verniklerin yapışma direnci farklı değildir.

Dişbudak ağaç malzeme vernik yapışma direnci değerlerinde de iroko ağaç malzemeye paralel sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek vernik yapışma direnci poliüretan vernikte iken, solvent bazlı ve silikonlu vernikler arasında fark yoktur. En düşük değer su bazlı verniktedir.

Vernik yapışma direnci değerleri incelendiğinde, her üç ağaç malzeme için de poliüretan verniğin en yüksek değerlere sahip olduğu ve diğerlerine oranla belirgin şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir. Tutgun (2013) da yüzey pürüzlülüğünün vernik yapışma direncine etkisine ilişkin çalışmasında, kullandığı vernikler arasında en yüksek yapışma direncinin poliüretan vernikte, en düşük su bazlı vernikte olduğunu belirtmiştir. Poliüretan verniğin katman kalınlığı da belirgin şekilde diğer verniklerinkinden daha yüksektir. Vernik katman kalınlığının artmasının vernik yapışma direncini arttırdığı düşünülebilir. Budakçı (1997) da farklı yapıdaki vernikler ile, farklı katman kalınlıkları oluşturacak şekilde değişik ağaç türleri üzerinde yaptığı çalışmasında polimerik esaslı verniklerde katman kalınlığı artışının vernik yapışma direnci değerini arttırıcı etki yaptığını belirtmiştir. Kaygın (1997) da değişik özellikteki opak boyaları, farklı türdeki ağaç malzeme yüzeylerine uyguladığı çalışmasında, yüzeye yapışma direnci farklılaşmasında, ağaç malzemenin etkili olmadığını asıl etkinin boya çeşidine ait olduğunu belirlemiştir.

Isıl işlem görmüş ve görmemiş ağaç malzemedede farklı verniklerin, vernik yapışma direnci benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Vernik yapışma direncinin daha çok verniğin yapısına ve katman kalınlığına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında vernik yapışma direnci açısından en iyi sonucu veren poliüretan verniğin kullanılması önerilir. Özellikle zemin döşeme, kent mobilyaları gibi mekanik etkilere maruz kalacak ürünlerde poliüretan verniğin kullanılması daha uygun olacaktır.

Isıl işlem görmüş ağaç malzeme için en uygun üst yüzey malzemelerinin seçimi için, doğal veya hızlı açık hava testlerinin yapılması ve sonuçlarının vernik yapışma

dirençleri ile ilişkisi araştırılabilir. Böylelikle vernik yapışma direnci ölçülerek, malzemenin hizmet ömrü konusunda fikir sahibi olunabilir.



## KAYNAKLAR

Ahola, P., “Adhesion between points and wooden substracts. effects of pretreatments and weathering of wood”, *Materials And Structures*, 28: 350-356 (1995).

Atar, M., “Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemede üst yüzey işlemlerine etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara,15-17 (1999).

Aydemir, D., “Göknar (*Abies Born mülleriana* Mattf.) ve Gürgen (*Carpinus Betulus* L.) odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine ısı işleminin etkisi”, Yüksek Lisans Tezi , *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, 175 s (2007).

Banks W. B., and Miller E.R., “Chemical aspects of wood techology sweden”, *Forest Products Journal*, 11 (4): 57-64 (1982).

Beatty, L. and Penboss, L., “Surface Coating Raw Materials and Their Usage”, *Chapman and Hall Publications*, London, (1983).

Boonstra, M. J. and Tjeerdsma, B., “ Chemical analysis of heat-treated soft woods”. *Holz als Roh und Werkstoff*, 64 (3): 204-211 (2006).

Bozkurt, Y. ve Erdin, N., “Ağaç Teknolojisi” , *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Cilt 3998: 237-345 (1997).

Bozkurt, Y. ve Erdin, N., “Odun Anatomisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, No:466, İstanbul (2000).

Budakçı, M., “Ahşap verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1997).

Burmester, A., “The Dimensional Stabilization of Wood”, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 2 (2): 112–119 (1975).

Boonstra, M. J And Tjeerdsma, B. F. and Groeneveld H. A. C., “Thermal Modification of Non-durable Wood Species”, 1. The Plato Technology; *Thermal Modification of Wood*, IRG/WP 98-40123 (1998).

Davis, W. H. and Thompson, W. S., “Influence of thermal treatments of short duration on the toughness and chemical composition of wood”, *Forest Products Journal*, 14 (8): 350-366 (1964).

Feist, W. C. and Sell, J., “Weathering behaviour of dimensionally stabilized wood by heating under pressure of nitrogen gas”, *Wood and Fiber Science*, 19 (2): 183–195 (1987).

Finnish Thermowood Association, “Thermowood Handbook” *Finnish Thermowood Association*, Helsinki, Finland (2003).

Giebel, E., “Dimensional stabilization of wood by moisture-heat-pressure treatment”, *Holz Roh-u Werkstoff*, 41: 87-94(1983).

Green, D. W., “Adjusting modulus of elasticity of lumber for changes in temperature”, *Forest Products Journal*, 49 (10): 82–94 (1999).

Güler, F. D., “Bazı ağaç türlerinde ısı işlem uygulamasının vernik katman özellikleri üzerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Düzce (2010).

Highley, T. L. and Kicle, T. K., “Biological Degradation of Wood”, *Phytopathology*, 69: 1151-1157 (1990).

Hillis, W. E., “The role of wood characteristics in high temperature drying”, *J. Inst. Wood Sci.*, 7 (2): 60-67 (1975).

Hillis, W. E. and Rozsa, A. N., “The softening temperatures of wood”, *Holzforschung*, 32 (2): 68-73 (1978).

Inoue, M., Norimoto, M., Tanahashi, M. and Rowell, R. M., “Steam or heat fixation of compressed wood”, *Wood and Fiber Science*, 25(3):224-235(1993).

İnternet: Fawori Boya, “Güvenlik Bilgi Formu”, Fawori Marin Yat Vernik, [www.faworiboya.com.tr](http://www.faworiboya.com.tr). (2012).

İnternet: Filli Boya, “Güvenlik Bilgi Formu”, Caparol Holzschutzlasur Silikonlu Vernikli Ahşap Koruyucu, Filli Boya, [http:// www.filliboya.com/ Upload/Product Orjinal/139/CAPAROL\\_HOLZSCHUTZLASUR\\_MSDS\\_TR.pdf](http://www.filliboya.com/Upload/ProductOrjinal/139/CAPAROL_HOLZSCHUTZLASUR_MSDS_TR.pdf) (2009).

İnternet: Hemel, “Güvenlik Bilgi Formu”, Form No:SDS/002, [www.hemel.com.tr](http://www.hemel.com.tr) (2011).

İnternet: Hemel, “Material Data Sheet”, **HF2044/00**, [www.hemel.com.tr/.../MSDS-HF-2044.pdf](http://www.hemel.com.tr/.../MSDS-HF-2044.pdf) (2010).

İnternet: ASTM International, "ASTM D 1005 - Standard Test Method for Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers", <http://www.astm.org/Standards/D1005.htm> (2013).

İnternet: ASTM International “ASTM D 4541 - Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers”, [www.astm.org/Standards/D4541.htm](http://www.astm.org/Standards/D4541.htm) (2009).

- Jamsa, S. and Viitaniemi, P., “Heattreatment of wood – Better durability with out chemicals”, In: Review on heat treatments of wood, *COST Action E22, EUR 19885*, 17-22. (2001).
- Kantay R. ve Kartal N; “Isıl İşlem Uygulamaları ve Isıl İşlem Görmüş Ağaç Malzemenin Özellikleri”, *Ahşap Dergisi* Sayı: 33 (2007).
- Kartal, S. N., Hwang, W.J., Imamura, Y., “Water absorption of boron-treated and heat modified wood”, *Journal of Wood Science* 53(5):454-457 (2007).
- Kaygın, B., “Ahşap Yüzeylerde kullanılan opak boyaların dayanım özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bartın (1997).
- Kıtahara, K. and Chugenji, M., “Effects of Heat Treatment on the Mechanical Properties of Wood”, *Journal Japan Forest Society*, 33: 414-419 (1951).
- Klauditz, W. and Stegman, G., “Fundamental Chemical and Physical Process in the Heat Treatment of Wood-Fiber Boards”, *Holzforschung*, 5(39):68-74 (1951).
- Kollmann, F. and Schneider, A., “The sorption behavior of heat-treated wood”, *Holz Roh-u Werkstoff*, 21 (3): 77-85 (1963).
- Levan, S. M. and Ross, R. J. and Winandy, J. E., “Effects of fire retardant chemicals on the bending properties of wood at elevated temperatures”, *USDA Research Paper FPL-RP-498*, Madison, WI. (1991).
- Levan, S. M. and Evans, J. W., “Mechanical properties of fire-retardant treated plywood after cyclic temperature exposure”, *Forest Products Journal*, 46 (5): 64–71 (1996).
- Mayes D. and Oksanen O., “Thermo Wood Handbook”, *Finnforest*, Finland (2002).
- Mercan M. A., “Bazı ağaç türü odunlarında çeşitli vernik uygulama koşullarına ait yapışma direncinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi , *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon (2012).
- Nikolov, S. and Encev, E., “Effect of heat treatment on the sorption dynamics of beech wood, nauc.trud”, *Lesoteh. Inst.*, Sofija, 14: 71-77 (1967).
- Özdemir, T., “Türkiye’ de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması”, Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon (2003).

Örs, Y. ve H. Keskin. “Ağaç Malzeme Bilgisi”, Cilt 101, İstanbul: *Atlas Yayın Dağıtım*, 157. cilt, (2001).

Özen, R. ve Sönmez, A., “Mobilya Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Yüzeğe Yapışma Mukavemeti ve Sigara Ateşine Dayanıklılıkları”, *Gazi Üniversitesi Tek. Egt. Fak. Dergisi*, Ankara, 4 (1988) 5 – 12.

Panaiotov, P. and Mateeva, G., “The effect of non-flame treatment on the bending and compression strength of modified beech wood, Nauchni Trudove, Vissh Leso tekhnicheski Institut”, *Mekhanichna Teknologiya-na-Drvesinata*, Sofiya No.27-28:55-60 (1984).

Rozsa, M.E. and Fortes, M.A., “Effects of Water Vapour Heating on Structure and Properties of Corc”, *Wood Science Technology*, 23:27-34 (1989).

Rusche, H., “Thermal Degradation of Wood at Temperatures up to 200°C–Part–I: Strength Properties of Dried Wood after Heat Treatment”, *Holz Roh-u Werkstoff*, 31: 273–281 (1973).

Seborg, R.M., Tarkow, H. and Stamm, A.J., “Effect of Heat upon the Dimensional Stabilization of Wood”, *Forest Products Journal*, 3(3):59(1953).

Shakri, A., “Finishing Properties of Acacia Mangium, Paraserianthes Falcataria and Gmelina Arborea Timbers: Some Important Parameters”, *Journal of Tropical Forest Products*, 1 83 – 89 (1995).

Sönmez, A., “Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 85-89 (1989).

Sönmez, A., “Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri Ders Notları”, II. Cilt, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara (2003).

Sönmez, A. ve Budakçı, M., “Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Ankara, 14 (2): 305- 314 (2001).

Sönmez, A., “Üst yüzey işlemleri ders notu”, *G. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü*, Ankara 12-13 (1995).

Sönmez, A. ve Budakçı, M., “Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri, koruyucu katman ve boya/vernik sistemleri”, Doktora Tezi , *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 18-19 (2004).

Stamm, A.J. and Hansen, L.A., “Minimizing Wood Shrinkage and Swelling: Effect of Heating in Various Gases”, *Ind. Eng. Chem.* 29(7):831-833(1937).

Schneider, A., “Investigations on the Influence of Heat Treatment in the Temperature Range 100-200°C on Modulus of Elasticity”, *Holz Roh-u Werkstoff*, 29(11): 431-440 (1971).

Schneider, A. and Rusche, H., “Sorption Behaviour of Beech and Spruce Wood after Heat Treatment in Air and in Vacuum”, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 31(8): 313–319 (1973).

Schneider, A., “Investigation on the Convection Drying of Lumber at Extremely High Temperatures”, *Holz Roh-u Werkstoff*, 31: 198–206 (1973).

Şanıvar N., “*Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri*”, Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul (2001).

Tomek, A., “Heat Treatment of Wood Chips, a New Process for Making Particle Board Water-Repellent”, *Holztechnol*, 3:157-160(1966).

Tutgun. R., “Ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma direncine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara. (2013).

Türk Standardları Enstitüsü, “TS6956 EN ISO 4287 - Geometrik mamul özellikleri (gmö) - Yüzey yapısı: Profil metodu - Terimler, tarifler ve yüzey yapısı parametreleri” *TSE TS6956 EN ISO 4287, Ankara* (2004).

Türk Standardları Enstitüsü, “TS 971 - Yüzey pürüzlülüğü-parametreler ve pürüzlülük tespiti kuralları, *TSE TS 971, Ankara* (1988).

Türk Standardları Enstitüsü, “TS 2471 - Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini” *TSE, TS 2471, Ankara* (1976).

Türk Standardları Enstitüsü, “TS 2472 - Odunda, fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini” *TSE, TS 2472, Ankara* (1976).

Vıtanıemı, P., “Decay-Resistant Wood Created in a Heating Process”, *Industrial Horizons*, 23: 77-85 (1997).

Voss, K., “Heat Treatment of Hard boards”, *Holz Roh-und Werkstoff*, 10(8):299-305 (1952).

Wicks, Z., Jones, F. And Pappas, S., “Organic Coating Science and Technology, *Wiley Inter science Publication*”, USA (1989).

Williams, R. And Feist, W.C., “Durability of paint or solid color stain applied to preweathered wood”, *Forest Products Journal*, 43: 1–5 (1993).

Vital, B. R. and Lucia, M. D., “Effect of heating on some properties of eucalyptus saligna wood”, *Revista-Arvore*, 7 (2): 136-146 (1983).

Yakın, M., “Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (2001).

Yıldız, S., “Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 240-249 (2002).

Yıldız, S. and Gümüşkaya, E., “The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood”, **Building and Environment**, 42 (1): 62-67 (2007).

## **ÖZGEÇMİŞ**

Musa ESMER, 1985 yılında Kayseri merkez’de doğdu. İlkokulu Ş. Halim Altay İlköğretim Okulu’nda, liseyi Y.mahalle Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi’nde tamamladı. 2007 yılında Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü’ne kayıt yaptırdı. 2011 yılında bu bölümden mezun oldu. 2011 yılında Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı yüksek lisans programına başladı.

## **ADRES BİLGİLERİ**

Adres: Şentepe Pamuklar Mahallesi Azim Sokak 29/8  
Yenimahalle / ANKARA

Tel:(555) 8446176

E-posta: musaesmer06@gmail.com