

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA ÇEŞİTLİ VERNİK UYGULAMA
KOŞULLARINA AİT YAPIŞMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Mehmet Alper MERCAN

ŞUBAT 2012

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA ÇEŞİTLİ VERNİK UYGULAMA
KOŞULLARINA AİT YAPIŞMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

Orman Endüstri Mühendisi Mehmet Alper MERCAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.01.2012
Tezin Savunma Tarihi : 07.02.2012

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Trabzon 2012

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Mehmet Alper MERCAN tarafından hazırlanan

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA ÇEŞİTLİ VERNİK UYGULAMA
KOŞULLARINA AİT YAPIŞMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 17 / 01 / 2012 gün ve 1438 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI

Üye : Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU

Üye : Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Bazı ağaç türü odunlarında çeşitli vernik uygulama koşullarına ait yapışma direncinin araştırılması” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarım süresince benden hiçbir yardımını ve desteğini esirgemeyen, çalışmalarım sırasında bana yön veren Sayın Hocam Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU’ na, tezin hazırlanmasında yardımlarını ve deneyimlerini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hüseyin KIRCI’ ya ve Sayın Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR’ e çok teşekkür ederim. Gerek özel hayatımda gerekse yüksek lisansım boyunca yanımda olup bana destek veren canım arkadaşım Esra ÖZBEK’ e çok teşekkür ederim.

Bugüne kadar bana olan güvenini, desteğini ve inancını hiç kaybetmeyen; her anımda yanımda olan babam Yunus MERCAN’ a, annem Canan MERCAN’ a ve kardeşim Serkan Selçuk MERCAN’ a sonsuz teşekkür ederim.

Mehmet Alper MERCAN

Trabzon 2012

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı Ağaç Türü Odunlarında Çeşitli Vernik Uygulama Koşullarına Ait Yapışma Direncinin Araştırılması ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU‘ nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 17/01/2012

Mehmet Alper MERCAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı.....	2
1.3. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları	2
1.4. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması	3
1.5. Yüzey İşlemlerinin Amaçları	4
1.5.1. Koruma Amaçları	4
1.5.2. Estetik Amaçları	5
1.5.3. Hijyenik Amaçları	5
1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler	6
1.6.1. Bina İçi Kullanım Koşulları	6
1.6.2. Bina Dışı Kullanım Koşulları.....	6
1.7. Yüzey İşlemlerinde Ağaç Malzeme Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar	7
1.7.1. Ağaç Malzeme Kalitesi	8
1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı.....	8
1.7.3. Yoğunluk.....	9
1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite)	10
1.7.4.1. İğne Yapraklı Ağaçlarda Permeabilite	10
1.7.4.2. Yapraklı Ağaçlarda Permeabilite	11
1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti.....	11
1.7.6. Yüzey Özellikleri	11

1.7.7.	Ekstraktif Maddeler	12
1.7.8.	Renk.....	13
1.8.	Ağaç Malzemenin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması	14
1.8.1.	Onarma İşlemi	14
1.8.2.	Islatma İşlemi.....	15
1.8.3.	Lekelerin Temizlenmesi	15
1.8.4	Renk Açma (Ağartma) İşlemleri	17
1.8.5.	Zımparalama İşlemleri	17
1.9.	Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri	19
1.9.1.	Bağlayıcı Maddeler.....	19
1.9.1.1.	Termoplastlar	20
1.9.1.2.	Elastomerler	20
1.9.1.3.	Duroplastlar	20
1.9.2.	Eritici İnceltici Maddeler	20
1.9.3.	Katkı (Dolgu) Maddeleri	21
1.9.4.	Pigmentler ve Renk Maddeleri	21
1.10.	Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri.....	21
1.10.1	Yüzey İşlem Sistemlerinde Kusurlar ve Önlemleri	22
1.10.1.1.	Ön Hazırlık İşlemleri ile Oluşan Kusurlar.....	22
1.10.1.2.	Yüzey İşlemi Uygulanacak Ağaç Malzeme ile İlgili Kusurlar.....	23
1.10.1.2.1.	Katmanın Pulpul Dökülmesi ve Çatlamaı	23
1.10.1.2.2.	Bağlanma (Tutunma) Kusurları.....	23
1.10.1.3.	Yüzey İşlem Maddelerinde Görünen Kusurlar.....	23
1.10.1.3.1.	Koyulaşma	23
1.10.1.3.2.	Kabuk Oluşumu.....	24
1.10.1.3.3.	Kumlama	24
1.10.1.4.	Yüzey İşlemi Uygulamasında Oluşan Kusurlar	24
1.10.1.4.1.	Akma ve Sarkma.	24
1.10.1.4.2.	Hava Kabarcığı Oluşumu	24
1.10.1.4.3.	Krater Oluşumu	25
1.10.1.4.4.	Kuru (Kumlu) Püskürtme	25
1.10.1.4.5.	Zımparalama Güçlüğü.....	25
1.10.1.5.	Yüzey İşlemi Uygulamasından Sonra Oluşan Kusurlar	26

1.10.1.5.1.	Portakal Kabuğu Görünümü.....	26
1.10.1.5.2.	Kaynama.....	26
1.10.1.5.3.	Kabarma	26
1.10.1.5.4.	Tebeşirlenme	27
1.10.1.5.5.	Yeterli Parlaklığın Elde Edilememesi	27
1.10.1.5.6.	Zımpara Çizdiği Görüntüsü	27
1.10.1.5.7.	Sütlü Görüntü	28
1.10.1.5.8.	Çatlama.....	28
1.10.1.5.9.	Sararma.....	28
1.10.1.5.10.	Son Katın İnce Görünmesi	29
1.10.1.5.11.	Düşük Çizilme Direnci	29
1.11	Vernikler.....	29
1.11.1.	Vernik Çeşitleri	31
1.11.1.1.	Selülozik Verniğin Tanımı ve Yapısı.....	31
1.11.1.1.1	Kuruma Özellikleri.....	32
1.11.1.1.2.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları	32
1.11.1.2.	Poliüretan Verniğin Tanımı ve Yapısı	33
1.11.1.2.1.	Kuruma Özellikleri.....	34
1.11.1.2.2.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları.....	34
1.11.1.3.	Akrilik Verniğin Tanımı ve Yapısı	35
1.11.1.3.1.	Kuruma Özellikleri.....	35
1.11.1.3.2	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları.....	36
1.12.	Adhezyon Teorisi ve Odunda Adhezyon	36
1.12.1	Adhezyon Teorisi	36
1.12.1.1.	Mekanik Bağlantı Teorisi.....	37
1.12.1.2.	Islanma Teorisi	37
1.12.1.3.	Difüzyon Teorisi	37
1.12.1.4.	Elektrostatik Teori.....	38
1.12.1.5.	Kovalent Kimyasal Bağlanma Teorisi	38
1.12.2.	Odun – Reçine Bağ Oluşumu	39
1.12.3.	Odun Adhezyonu.....	39
1.13.	Ağaç Türleri	41
1.13.1.	Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.).....	41

1.13.2.	Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsk.)	43
1.14.	Literatür Özeti.....	46
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	54
2.1.	Deney Malzemeleri	54
2.1.1.	Ağaç Malzeme.....	54
2.1.2.	Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması	54
2.2.	Deney Yöntemleri	59
2.2.1	Yoğunluklar.....	59
2.2.2.	Kuru Film Kalınlığı.....	60
2.2.3.	Yapışma Direnci.....	61
2.3.	İstatiksel Analiz.....	62
3.	BULGULAR	63
3.1.	Yoğunluklar.....	63
3.2.	Kuru Film Kalınlıkları.....	64
3.2.1.	Ağaç Türleri, Zımpara Çeşidi ve Vernik Çeşitlerine Göre Kuru Film Kalınlıkları	64
3.2.2.	Ağaç Türleri, Zımpara Çeşidi ve Vernik Çeşitlerine ile Kuru Film Kalınlıkları İlişkisi.....	66
3.3.	Yapışma Direnci	67
3.3.1.	Ağaç Türleri, Zımpara Çeşidi ve Vernik Çeşitlerine Göre Yapışma Direnci	67
3.3.2.	Ağaç Türleri, Zımpara Çeşidi ve Vernik Çeşitlerine Göre Yapışma Direnci İlişkisi	70
4.	TARTIŞMA	72
4.1.	Yoğunluklar.....	72
4.2.	Kuru Film Kalınlığı	73
4.3.	Yapışma Direnci	75
5.	SONUÇLAR	77
5.1.	Yoğunluk	77
5.2.	Kuru Film Kalınlığı.....	77
5.3.	Yapışma Direnci.....	78
6.	ÖNERİLER	79
7.	KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA ÇEŞİTLİ VERNİK UYGULAMA
KOŞULLARINA AİT YAPIŞMA DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Alper MERCAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
2012, 85 Sayfa

Bu çalışmada, ülkemizde doğal olarak yetişmekte olan bazı ağaç türü odunlarına uygulanan çeşitli verniklerin yapışma dirençleri araştırılmıştır. Bu amaçla yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. (Link.)); yüzey işlem sistemlerinden poliüretan, selülozik ve akrilik vernik kullanılmıştır. Standart boyutlarda hazırlanan deney örneklerinde hava kurusu (% 12) yoğunlukları ile verniklerin kuru film kalınlıkları ve yapışma dirençleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak ağaç türüne göre film kalınlıkları en yüksek poliüretan vernikte elde edilmiş, onu biraz düşük değerlerle akrilik ve selülozik vernikler izlemiştir. Vernik çeşitlerine göre yapışma dirençleri ise; poliüretan vernikte $3,22 \text{ N/mm}^2$, akrilik vernikte $1,96 \text{ N/mm}^2$ ve selülozik vernikte $0,80 \text{ N/mm}^2$ çıkmıştır. Ağaç türlerine ait yapışma dirençlerinde Doğu Kayını daha yüksek değerler göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Poliüretan vernik, Akrilik vernik, Selülozik vernik, Yapışma Direnci, Kuru film kalınlığı, Doğu Kayını, Doğu Ladini

Master Thesis

SUMMARY

SOME WOOD SPECIES BELONGING TO THE WOOD IN THE ADHESION
RESISTANCE OF VARIOUS VARNISH APPLICATION CONDITIONS

Mehmet Alper MERCAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
The Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
2012, 85 Pages

In this study, adhesion resistance of varnish applied to some wood species naturally growing in Turkey were searched. For this purpose hardwood species (oriental beech), coniferous wood species (oriental spruce) and polyurethane in surface treatment systems, cellulosic and acrylic varnish were used. The standard sizes were measured air dry (12 %) density of prepared samples in standart sizes, dry film thickness and adhesion strength as applied surface treatment varnishes were investigated.

As a result, according to wood species the highest film thickness of polyurethane varnish was obtained. According to adhesion resistance of the varnish types; polyurethane varnish 3,22 N/mm², acrylic varnish 1,96 N/mm² and cellulosic varnish 0,80 N/mm² values were obtained. The adhesion resistance belonging to wood species of the showed higher values than oriental beech.

Key Words: Polyurethane varnish, Acrylic varnish, Cellulosic varnish, Adhesion strength, Dry film thickness, Oriental beech, Oriental spruce

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Ağaç malzeme yüzey işlemlerini etkileyen çeşitli faktörler.....	7
Şekil 2.	Yüzey işlem sistemi oluşumunun şematik görünüşü.....	19
Şekil 3.	Ağaç malzeme ile vernik veya boya katmanı arasında kurulan bağlar	22
Şekil 4.	İki maddenin yapışmasında geçerli olan adhezyon teorisi	38
Şekil 5.	Sıvı ile odun yüzey ilişkisi	40
Şekil 6.	Doğu ladini ağaç türünün yayılış alanı	41
Şekil 7.	Doğu ladini odununun mikroskobik yapısı	42
Şekil 8.	Doğu kayını odununun yayılış alanları.....	44
Şekil 9.	Doğu kayını odununun mikroskobik yapısı.....	45
Şekil 10.	Örneklerin iklimlendirme odasında istiflenmesi.	54
Şekil 11.	Titreşimli el zımparası	55
Şekil 12.	Zımparalanmış kayın örnekleri	55
Şekil 13.	Zımparalanmış ladin örnekleri	55
Şekil 14.	Alttan depolu vernik tabancası.	57
Şekil 15.	Poliüretan verniği uygulanmış kayın örnekleri	57
Şekil 16.	Poliüretan verniği uygulanmış ladin örnekleri	58
Şekil 17.	Selülozik vernik uygulanmış kayın örnekleri.....	58
Şekil 18.	Selülozik vernik uygulanmış ladin örnekleri.....	58
Şekil 19.	Akrilik vernik uygulanmış kayın örnekleri	59
Şekil 20.	Akrilik vernik uygulanmış ladin örnekleri	59
Şekil 21.	Yoğunluk ölçümü için hazırlanmış örnekler	60
Şekil 22.	Kuru film kalınlığı ölçme aleti	61
Şekil 23.	Yapışma direnci test aleti	62
Şekil 24.	Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri.....	63
Şekil 25.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıkları.....	65
Şekil 26.	Poliüretan verniğinin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı	65
Şekil 27.	Selülozik verniğinin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı.....	65
Şekil 28.	Akrilik verniğinin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı	66
Şekil 29.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait yapışma dirençleri.....	69

Şekil 30. Poliüretan verniğın yüzeyde oluşturmuş olduğu kopma	69
Şekil 31. Akrilik verniğın yüzeyde oluşturmuş olduğu kopma	70

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları.....	3
Tablo 2. Önemli lekeler ve giderilmesinde kullanılan kimyasal maddeler	16
Tablo 3. Doğu ladini ağacının fiziksel özellikleri	42
Tablo 4. Doğu ladini ağacının mekanik özellikleri	43
Tablo 5. Doğu kayını odununun fiziksel özellikleri	45
Tablo 6. Doğu kayını odununun mekanik özellikleri	46
Tablo 7. Vernik çeşitleri ve bazı ambalaj özellikleri.....	56
Tablo 8. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları.....	56
Tablo 9. Yoğunluk değerleri.....	63
Tablo 10. Kuru film kalınlıkları.	64
Tablo 11. Ağaç türü, zımpara çeşidi ve vernik çeşidinin kuru film kalınlığı üzerine etkisini araştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları	66
Tablo 12. Kuru film kalınlıkları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan Testi Sonuçları.	67
Tablo 13. Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri.....	68
Tablo 14. Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci etkisine ait varyans analizi sonuçları.	70
Tablo 15. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan Testi sonuçları ..	71
Tablo 16. Yoğunluk değerleri	72
Tablo 17. Kuru film kalınlıkları	73
Tablo 18. Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri.....	75
Tablo19. Kuru film kalınlıkları	77
Tablo 20. Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri	78

SEMBOLLER DİZİNİ

ASTM : American Society for Testing and Materials

LDN : Lif Doygunluğu Noktası

1. GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Günümüzde odun hammaddesi oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu da odunun gerek hammadde, gerekse yarı mamül olarak taşıdığı değeri oldukça artırmaktadır. Özellikle çok büyük bir tüketici kitlesi olan mobilya endüstrisinde, ahşap veya masif ürünlere uygulanan yüzey işlemleri önemli yer tutmaktadır.

Kurallara uygun olarak yapılmış üst yüzey işlemleri sonucunda ağaç malzemelerden hazırlanan ürünlerin teknik, estetik ve ekonomik değeri artar. Bu değerlendirme birbirini tamamlayan iç içe bir yapıda olup, birlikte değerlendirilmelidir. Örneğin, kurallara uygun bir şekilde verniklenmiş ve boyanmış herhangi bir ahşap ürün, estetik açıdan güzel bir görünümde, dış etkilere karşı dayanıklı yapıda ve artan ekonomik değerdedir [1].

Ağaç malzemenin havanın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak çalışması, mantaretkisi ile çürümesi, böcekler tarafından tahrip edilmesi; fiziksel, mekanik ve kimyasaletkiler ile ateşe karşı sınırlı dayanımı vb. çeşitli kullanım yerlerinde arzu edilmeyen vesakıncalı sayılabilecek bazı olumsuz özellikleri bulunmaktadır [2].

Odunun önemli karakteristiklerinden biri boyanabilme ve verniklene bilme özelliğidir. Yüzey işlemlerinde kullanılacak olan ağaç malzeme, boya – vernik v.b. malzemelerin hangi amaç için nerede ve nasıl kullanılacağı hakkında iyi bir bilgi edinilmelidir.

Kullanım yerlerinde, ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerinin giderilmesi, ağaç malzemenin, kullanım koşullarında kendinden beklenen en uzun yararlanılması süreli sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında; çoğu zaman kullanım yerinde ağaç malzemenin kendinden beklenen performansı göstermemesi sonucunda, yenisi ile değiştirme için harcanan zaman ve işçilik masrafları artmaktadır. Bu da ağaç malzemenin kullanım yerlerinde istenmeyen bazı olumsuz özelliklerini iyileştirici işlemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır [3].

Genel bir kural olarak odunda mikrobiyolojik bozunuma diğer koşullar uygunsa, odun rutubetinin % 20' nin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemedede meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara

göre korunması ve estetiğinin artırılması (yüzey işlemleri) önem kazanmaktadır. Kullanılacağı yerde ulaşacağı denge rutubetine kadar kurutulan ağaç malzemenin boyutlarında önemli bir değişme olmamaktadır [4].

Ağaç malzeme için en sakıncalı olan etken açık hava koşullarıdır. Sıcaklık, nem, gün ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu bunların mevsimlere göre günün belli saatlerinde değişmesi, ahşap malzeme üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Ahşap malzemenin bu olumsuz etkilerden kısmen de olsa korunabilmesi için, boyalar, vernikler ve renklendiriciler ile işleme tabi tutulmalıdır [5].

Bu çalışmada; Türkiye’ de mobilya ve doğrama endüstrisinde yaygın kullanım alanına sahip ağaç türleri seçilmiştir. Bu amaçla; yapraklı ağaç türünden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), iğne yapraklı ağaç türünden ise Doğu Ladini (*Piceae orientalis*) seçilmiştir.

Çalışmanın amacı; ağaç türleri odunlarında çeşitli verniklerin katman kalınlıkları ve yapışma dirençlerinin belirlenmesidir. Böylece ağaç türü ve vernik etkileşimleri ile uygulamadaki çeşitli ortamlar için bu malzemelerin uygun ortaya konulmasına katkıda bulunmaktadır.

1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı

Üst yüzey işlemleri; ağaç ve ağaç malzemelerden üretilen mobilya ve dekorasyon ürünlerini korumak ve estetik değerini artırmak için yapılan vernikleme, boyama ve renklendirme işlemleridir [2].

1.3. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları

Yüzey işlemleri bina içi, bina dışı ve diğer kullanım yerlerinde mobilya ve yapı elemanlarının korunması ve güzelleştirilmesi için kullanılmaktadır. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir [6].

Tablo 1. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları [6, 7].

Üst Yüzey İşlemlerinin Kullanım Alanları		
1 – Bina Dışı	2 – Bina İçi	Diğer Kullanım Alanları
<u>A. Korunumlu</u> Rüzgar, yağmur, güneş ve kar etkilerine karşı korunumlu Sıcaklık ve bağıl neme karşı korunumsuz <u>B. Kısmen korunumlu</u> Pencere ve dış kapılar <u>C. Korunumsuz</u> Balkon ve dış kapılar ve ahşap yapılar	A. Mobilya B. Parke C. Duvar ve tavan kaplaması	A. Bahçe mobilyası B. Çeşitli alet, araç ve gereçler

Yüzey işlemlerinin seçiminde göz önünde tutulacak önemli noktalar ise [6]:

1. Yüzey işlemi görece malzemenin kullanım amacı,
2. Yüzey işlemi uygulanacak ağaç malzemenin çevre etkileri altında dayanma süresi,
3. Yüzey işlemi uygulanmış malzeme üzerinde yüzey işleminin beklenen etki ve zorlamalar altında eskime ve dayanma durumu,
4. Ağaç malzeme konstrüksiyonları üstünde yüzey işlemlerindeki olumsuz reaksiyonları
5. Yüzey işlemi görece eşyanın kullanım koşulları,
6. Yüzey işlemi için sağlanabilen teçhizat,
7. Yüzey işlem maddelerinin sağlanabilme olanakları,
8. Yüzey işleri uygulamasının gerçekleştirilebileceği koşullar,
9. Yüzey işlemi uygulayacak kişinin kabiliyetidir.

1.4. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması

Yüzey işlemi metotlarının sayısı oldukça fazla olup, özellikleri de birbirinden çokfarklıdır. Yüzey işlemlerinin sınıflandırılması REFA [8]' ve diğer bir yayına [6] göre aşağıdaki gibi belirtilmektedir:

A. Mekanik (Strüktürel) Yüzey İşlemleri

1. Yakma,
2. Fırçalama,
3. Kum püskürtme,

B. Ağaç Malzemenin Rengini Değiştiren Yüzey İşlemleri

1. Ağartma,
2. Renklendirme,

C. Koruyucu Üst Yüzey işlemleri

1. Yağlı koruyucu işlemler,
2. Ağaç malzemenin strüktürünün görüldüğü saydam yüzey işlemleri,
3. Ağaç malzeme strüktürünü örten yüzey işlemleri,

D. Ağaç Malzeme Strüktürünü Değiştiren Yüzey İşlemleri

1. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile doğrudan ağaç malzemenin doğal yapısı üstüne baskı yüzey işlemleri,
2. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile astarlanmış ağaç malzeme üstüne baskı yüzey işlemleri,
3. Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla baskı yüzey işlemleri.

1.5. Yüzey İşlemlerinin Amaçları

Yüzey işlemlerinin; koruma, estetiklik ve hijyeniklik olmak üzere üç amacı bulunmaktadır [6, 7].

1.5.1. Koruma Amaçları

Ağaç malzemelerden hazırlanan ürünler; fiziksel olarak ortamın rutubeti ve havanın bozucu etkilerinde (yağmur, çiy v.b.), iç veya dış koşullardaki çeşitli kimyasal maddeler veya çevre kirliliği v.b. etkiler (lekelenme, yapısal özelliğini kaybetme v.b.) ile mekanik etkilerden (vurma, sürtünme, aşınma, çarpma v.b.) yıkılmaktadır. Ayrıca toz ve kirlenmeler de eşyaların ömrünü kısaltır. Mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar (bitkisel veya hayvansal zararlılar) yaşamlarını sürdürmek için odunu yıkımlamaktadır [9].

Ağaç, değeri oldukça fazla olan bir üründür. İşlenmesi ürün haline getirilmesi gerekli işçilikte katılınca ülke ekonomisindeki payı artar. Bunu korumak ve olabileceği kadar uzun süre yararlanabilecek durumda kalmasını sağlamak gerekmektedir. Koruyucu örtü gereçleri ağaç malzemeyi yıkımlayan, değerini düşüren etkileri engeller. Değişen rutubetin etkisini azaltarak ağaç malzemenin çalışmasını ve aynı zamanda da çatlamasını önler [10].

1.5.2. Estetik Amaçlar

Her ağacın kendine özgü bir rengi vardır. Pigment adı verilen ve ağaca rengini veren boyar maddeler, yaşayan ağaçta kabuk tarafından korunmaktadır. Kesilerek işlenen ağaç malzeme bu özelliğini zamanla kaybeder [9].

Ağaç malzemenin rengi zamanla değişir. Bazıları koyulaşır, bazıları açılır. Üst yüzey işlemleri bu değişmeyi az veya çok engeller. Boya, cila, vernik gibi üst yüzey işlemleri ağacın doğal güzelliğini, renk ve tekstürünü belirgin hale getirir. Belirginleşen ve canlanan görüntünün uzun süre korunmasını sağlar [11].

Uygun olamayan dengesiz ve kusurlu renk farklılıkları, boyama işlemleri ile oldukça azaltılabilir. Renklendirme ile düşük kalitedeki malzemelerin değerleri artırılabilir. Aynı mobilyada kullanılan farklı türdeki ağaçlardan elde edilen masif ve kaplamalarının oluşturduğu renk farklılıkları giderilebilir. Mobilya ve iç mimari donatıları arasında uyumun sağlanabilmesi, ayrıca ürünler günün modasına uygun olarak istenilen renk veya parlaklığın verilmesi de estetiklik amaçları arasındadır [9].

1.5.3. Hijyenik Amaçlar

Yüzey işlemleri; mobilya v.b. ürünlerin yüzeylerinde toz, kir, v.b. malzemelerin tutunmasını engelleyici yapıdadır. Mobilyaların temizlenebilmesini kolaylaştırır. Isıyı az iletmeleri, yani ısınmayı önlemesi çeşitli mikrop v.b. oluşumları engeller. Bu da ürünlere hijyeniklik etkisi kazandırır. Özellikle oyuncak sanayi, gıda taşıyıcı ambalajlar, soğuk hava araçlarında hem kirlenmeyi hem de ısınmayı önleyici amaçlarla kullanılmaktadır [2, 12].

1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler

Mobilya ve ahşap yapıların farklı amaçlar için çeşitli yerlerde kullanılması yüzey işlemleri ortam koşullarından doğrudan etkilenmektedir. Bu koşullar bina içi ve bina dışı olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır.

1.6.1. Bina İçi Kullanım Koşulları

Bina içerisindeki kullanımlarda, zorlamaların az olması nedeniyle yüzey işlemlerinde daha çok estetiklik ön plana çıkmaktadır. Ancak; rutubeti yüksek ve ıslak mekanlar gibi özel kullanım yerleri için uygun yüzey işleminin seçimine özen gösterilmelidir [9].

Bina içerisinde hava rutubetinin artması ve soğuk havalarda odaların pençelerinde rutubet yoğunlaşması da bir rutubet kaynağı oluşturabilmektedir. Özellikle bu şekilde meydana gelen rutubet; doğrama ek yerleri ve cam macunlarına nüfuz ederek yıkımlayıcı etki gösterebilmektedir. Bu bakımdan doğramada çift cam uygulaması olumsuz etkileri azaltabilmektedir [13, 14, 15].

1.6.2. Bina Dışı Kullanım Koşulları

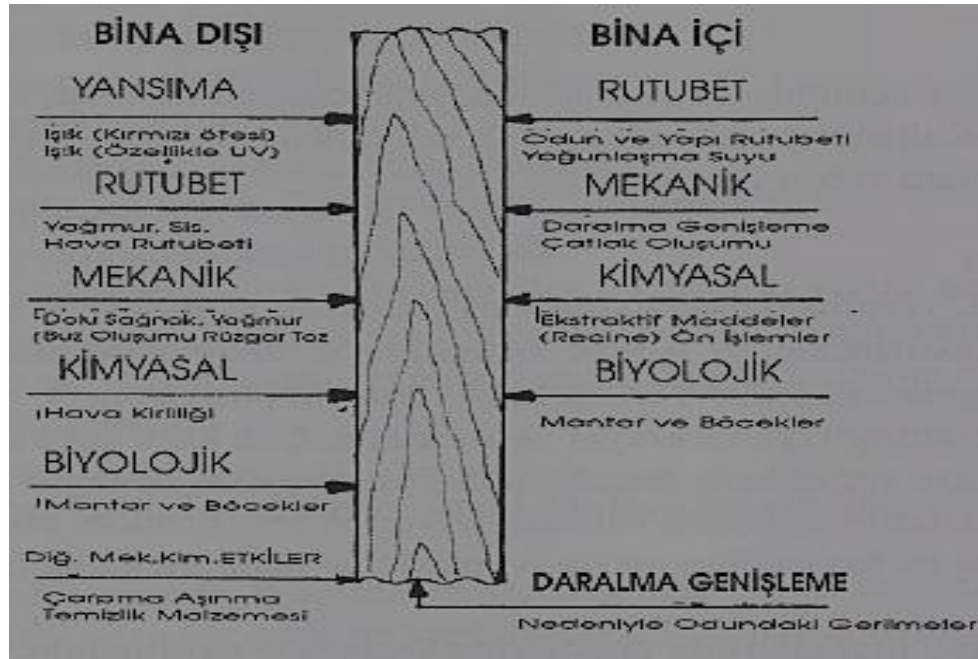
Dış hava koşulları etkisindeki mobilya, doğrama ve yapı elemanları için, yüzey işlemlerinin seçiminde özellikle yağmur, dolu ve güneş ışınlarına dayanıklılık göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca binanın yönü, yüksekliği ve diğer koruma önlemleri (çatı yapısı vs.) de dikkate alınmalıdır [6, 7].

Bina dış iklim faktörlerinin en önemlilerinden olan ışık, hem yüzey işlemlerinde bağlayıcı madde olarak kullanılan sentetik reçine üzerine, hem de ağaç malzeme üzerine doğrudan etki yapmaktadır. Özellikle kısa dalga boylarındaki ışınlar ağaç malzemenin makro moleküllerinde sentetik reçine bağlayıcı maddelerini yavaş yavaş parçalamakta ve parçalanan moleküller mekanik ve rutubet etkisiyle daha dayanıksız bir yapı göstermektedir [10].

Ağaç malzeme dış ortamlarda kullanıldığında; rutubet, yağmur, çiğ v.b. diğer etkilerde kalmaktadır [13, 14, 15]. Ağaç malzeme ve yüzey işlemleri etkisinde kaldığı kısa dalga boyundaki UV ışınlarından uzak tutularak olumsuzlukları engellenmelidir. Bu işlem

ise ağaç malzemenin yüzeyini ışığı geçirmeyen pigment veya katkı maddelerini içeren bağlayıcı maddeler ile sağlanabilmektedir.

Hava hareketleri ile ortamda kolayca yayılabilen mantar sporları ağaç malzeme rutubetinin % 22' nin üzerinde olması durumunda çoğalarak hem çürümeyi hem de malzeme yüzeyine yağlı boya katmanında küf mantarlarının oluşumunu kolaylaştırmaktadır [6, 7, 13].



Şekil 1. Ağaç malzeme yüzey işlemlerini etkileyen çeşitli faktörler [6]

1.7. Yüzey İşlemlerinde Ağaç Malzeme Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Yüzey işlemleri performansı üzerinde önemli etkilere sahip olan ağaç malzeme odununun göz önünde bulundurulacak hususları doğal ve üretim karakteristikleri olarak iki ana kısımda incelenebilir. Bunlardan; ağaç malzeme kalitesi, kesiş şekli, rutubet miktarı ve yüzey özellikleri üretim karakteristiklerini; yıllık halka, budak v.b benzer oluşumlar, geçirgenlik (permeabilite), yabancı maddeler (ekstraktfiler) ve renk ise doğal karakteristikler olarak ortaya konulmaktadır [6, 7].

Son yıllarda Dünyada hızlı büyüyen ağaçların yetiştirilmesi; bunların geniş yıllık halka ve yüksek miktarda budak içermesi yanında, büyük çaplı tomruk üretimi ile fazla

genç odun oluşumları göstermesi doğal karakteristiklerde bazı değişikliklere neden olmakta ve yüzey işlemi yönünde üzerine daha çok durulmaktadır [6, 7, 13, 15].

1.7.1. Ağaç Malzemenin Kalitesi

Yüzey işlemlerinde boyanacak ve saydam renklendirilecek ağaç malzeme sağlıklı ve düzgün olmalıdır. Reaksiyon odunu, eğri büyüme, lif kıvrıklığı gibi kusurlara sahip ağaç malzeme yüzey işleminden sonra değişen hava koşullarında kullanıldığında yüzey işlemini olumsuz etkilemektedir. Uygun olmayan koşullarda bekletilen ağaç malzemedede, önce lekelenmeler daha sonra ise çürüme ve ardaklanmalar ortaya çıkmaktadır. Lekeli, çürük ve ardaklanmış kısımlar boya ve verniği dengeli şekilde alamamaktadır. Mantar tahribatı sonucu ortaya çıkan renk kusurları, çürükler ve ardaklar yüzey işlemi ile tamamen giderilmediğinden biçme sırasında uzaklaştırılmalarında yarar bulunmaktadır [6, 16].

Katman oluşturan yüzey işlem sistemlerinde ağaç malzemenin direnç özellikleri de önemli bulunmaktadır. Boya – vernik katmanları yapısal olarak ne kadar sert ve katı ise (özellikle kimyasal kuruyan poliüretan, polyester v.b. verniklerde) ağaç malzemelerinde direnç özellikleri de artmaktadır. Bunun yanında, özellikle sertliği düşük ağaç malzemelerde reçine miktarının artırılması ve sert katman oluşturan boya – verniklerin uygulanması ile bu sakınca oldukça iyileştirebilmektedir [13, 15].

1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı

Ağaç malzemenin yapısını oluşturan yıllık halkalar içerisinde ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki değişik tabaka halinde bulunmaktadır. Ağaç malzemenin boya sürülecek yüzeyleri ise radyal ya da teğet biçilmiş olabilir. Radyal kesitlerde ilkbahar ve yaz odunu tabakaları dar şeritler halinde bulunurken, teğet kesitlerde ilkbahar ve yaz odunu tabakaları geniş alanlar kapsamaktadırlar. Bu kısımlar, yüzey işlemini tutma bakımından farklı özellikler gösterirler. Çünkü bu yapı yüzey işleminin nüfuzu bakımından farklılıklar yaratmakta ve yaz odunu üzerindeki yüzey işlemi tabakası yağmur ve güneşten daha fazla etkilenerek çabuk dökülmektedir. Bu bakımdan dış koşullarda çalışma özelliği az olan radyal kesitli, iç koşullarda estetiklik özelliği fazla ve çalışması kontrol altına alınabilen teğet kesitli parçalar kullanılmalıdır. Ayrıca; dış

koşullarda yuvarlak kesitler yüksek, kare ve dikdörtgen kesitler ise düşük yüzey işlem direnci gösterirler. Özellikle dış koşullardaki ahşap yapıların üretiminde bu durum oldukça önemlidir. Yapraklı ağaçların bazılarında var olan traheler büyük çaptadırlar ve bunlar sıvı taşınmasında önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar daha iyi boya tutmaktadırlar [7] .

Ağaç malzeme odunun işlenmesi sonucu elde edilen kesitlerin görünüm özelliklerine etkisi oldukça fazladır. Özellikler ağaç yapısındaki geniş öz ışınları, yüzeylerde çatlamalara ve lekeli bir görünümlere yol açmaktadır. Aynı şekilde; mobilyada dar ve direnç gerektiren elemanlar radyal kesitli olmalıdır [17].

Sert odunların bazılarında koyu renkli öz odunu açık renkli diri oduna göre daha belirgin farklılık göstermekte, mobilya ve doğrama üretiminde tercih edilmektedir. Yumuşak odunlarda ise koyu renkli öz oduna oranla açık renkli diri odun daha değerli görülmektedir. Bazı türlerde ise öz ve diri odun farklılıkları az veya hiç bulunmamaktadır [17].

1.7.3. Yoğunluk

Ağaç türü odunları farklı odunların yanında aynı türlerde de önemli yoğunluk farklılıkları göstermektedir. En ağır ağaç pelesenk, en hafif olanı ise balsa ağacıdır. Bu değişik ağaç türlerinde yoğunluk farklılaşmasının en önemli nedeni, odunun porlu (gözenekli) yapısıdır. Hücre lümenleri, hücre çeperi içerisindeki boşluklar ve kuru odundaki hücreler arası boşlukların toplamına boşluk hacmi (iç yüzey alanı) denir. Bu hacim bazı ağaç türlerinde oldukça fazladır. Ağaç türlerinde ise hücre çeperinin katı ve ya odun maddesinden oluşan kısmı “Hücre Çeperi Odun Maddesi” oldukça farklılıklar gösterir. Ağaç türlerine göre yoğunluğun farklılığının nedeni bu boşluk ve çeperden oluşan iki hacimin oransal miktarıdır [2].

Yoğunluk ağaç türü odunu seçiminde önemli bir yer tutmaktadır. Bilindiği gibi yoğunluğu yüksek ağaç türü odunları fazla, düşük odunlar ise az çalışmaktadır. Buna dayanarak iç ortamlarda daha yoğun dış ortamlarda ise yoğunluğu düşük odunlar seçilerek yüzey işlem katmanlarının performansı artırılabilir [6, 7].

1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite)

Ağaç malzemedeki sıvıların iç kısımlara veya dışa doğru hareketini sağlayan özelliğe geçirgenlik denilmektedir. Bu özelliği yüksek olan ağaç türleri odunlarında sadece rutubet hareketi değil, aynı zamanda ağaç malzemeye emprenye ve yüzey işleme maddelerinin uygulanışı da kolaylaşmaktadır. Ağaç malzemedeki geçirgenlik, kapiler boruların (trahelerin) büyüklüğüne, hücre çeperindeki geçitlerle hücreler arasındaki iletişime ve reçine içerip içermemesine bağlıdır. Su, hücre boşluklarının yanı sıra hücre çeperine de girebildiği halde, yağlı boya gibi hidrokarbon esaslı sıvılar hücre boşluklarına girmekte, hücre çeperine nüfuz edememektedir. Düşük viskoziteli sıvıların nüfuz hızı ve derinliği daha fazladır. Buna göre geçirgenliği iyi olan odunlarda boya ve vernik viskozitesinin yüksek, iyi olmayan odunlar da ise düşük tutulması gerekir. Ayrıca odunun enine kesitlerinde sıvıların nüfuz kabiliyeti yan yüzeylerdekinden yüksektir. Öz odundaki geçirgenlik diri odundan farklı olup genellikle düşüktür. Bu da yüzey işleme katmanlarını etkilemektedir [6, 7, 15].

Geçirgenlik ağaç malzeme yanında yüzey işleminde kullanılan ve katman yapan sistemler içinde önemlidir. Genellikle yüzey işlem sistemlerinin geçirgenliği farklı olup, iç koşullarda genel kullanımlarda geçirgenliği düşük, iç koşullarda rutubetli ortamlar (mutfak, banyo, v.b.) ile dış koşullarda ise geçirgenliği yüksek sistemler kullanılmaktadır [6, 7].

1.7.4.1 İğne Yapraklı Ağaçlarda Permeabilite

İğne yapraklı ağaçların yaz odunu traheidlerinde geçitler kalın çeperli oldukları için, ilkbahar odunundaki geçitler kadar kolay kapanmamakta ve yaz odunundaki geçitler, ilkbahar odunundakilerden yaklaşık 100 kat daha geçirgen olmaktadır. Daha az önemli bir geçiş yolu ise, paranzim hücrelerinden oluşan öz ışınlarıdır ve basit geçitler yardımıyla radyal yönde akışı sağlamaktadır [18].

1.7.4.2. Yapraklı Ağaçlarda Permeabilite

Yapraklı ağaçlarda sıvıların esas geçiş yolu trahelerdir. Traheler içerisindeki sıvı madde, kolay ve devamlı geçiş yolu olan geçit açıklıklarından öz ışınlarına, daha sonra boyuna paranzim hücrelerine ve liflere veya diğer trahelere doğru geçmektedir. Büyük trahe çapları (0,05 – 0,5 mm), çok küçük olan geçit açıklıkları (0,004 – 0,03 mm) ile karşılaştırıldığında liflere ve boyuna paranzimlere olan akışın önemsiz olduğu görülmektedir [18].

1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti

Rutubet ağaç malzeme içerisinde hücre çeperinde ve hücre boşluklarında bulunmaktadır. Odunda % 25 – 30' den daha fazla su bulunduğunda çeperle birlikte hücre boşluklarında da rutubet var demektir. Lif Doygunluk Noktası (LDN) denilen % 25 – 30 rutubetin altındaki ağaç malzemedeki çalışma adı verilen daralma ve genişleme meydana gelmekte, bu da çatlamalara, çarpımalara v.b. kusurlara neden olmakta ve yüzey işlemi sistemi kısa sürede yıkımlanarak dökülmektedir. Bundan dolayı yüzey işlemi uygulanacak malzemenin kullanım yeri koşullarına uygun rutubete (DRM) kadar kurutulmuş olması gerekmektedir. Böylece dış ortamlar için kullanılacak ağaç malzemenin rutubetinin 15 – 18, iç ortamlar için kullanılacak malzemenin kaloriferli yerlerde % 8 - % 10 sobalı yerlerde ise % 10 – 12 rutubette olması uygun görülmektedir [6, 7].

Ağaç malzeme higroskopik bir madde olduğundan havadaki rutubeti bünyesinde alabilmekte ve havaya rutubet verebilmektedir. Bu nedenle iklim şartlarında bağlı olarak odun rutubeti her zaman değişebilmekte ve belli iklim şartlarında, belli rutubet miktarlarında bulunmaktadır. Örneğin; % 100 bağıl nemde lif doygunluk noktasına (LDN) erişilmektedir. LDN ağaç türleri ile ilgili olarak % 20 - % 35 arasında değiştiğinden ortalama % 28 olarak kabul edilmektedir [18].

1.7.6. Yüzey Özellikleri

Ağaç malzemedeki yüzey özellikleri genellikle odun yapısı ve işleme koşullarına bağlıdır. Bunlardan odun yapısına bağlı olan dalgalı liflilik, renklendirme işleminde daha

çok boya çekerek koyulaştığı için yüzey işlemleri bakımından önemli bir kusur oluşturmaktadır. Bu nedenle dalgalı lifli masif malzeme veya kaplamalar kullanılırken bu durum göz önünde bulundurulmalı ve ön hazırlıklarda ıslatma işlemleri önlemleri alınmalıdır. Özellikle ahşap kaplamaların yüzey özelliklerinden olan ve kaplanmış yüzeylerde görülen kılcal çatlaklar pres sıcaklığının veya kaplama rutubetinin fazla olmasından kaynaklanabilir. Presleme öncesi kaplama rutubetinin % 8 olması gerekmektedir. Bu şekilde kılcal çatlakları gösteren kaplamalı yüzeylerde polyester vernik uygulaması önerilmektedir. Ayrıca kaplama kalınlığı artışı çatlama riskini artırır [6, 7, 9].

İyi bir yüzey işlemleri uygulaması için ağaç malzeme yüzeyinin düzgün olması şarttır. Bundan dolayı malzemenin planyalanmış ve zımparalanmış olması gerekmektedir. Ancak rendeleme iyi yapılmazsa ve kaba yüzeyler kalırsa boyama güçleşir. Zımparalama ile hücre boşlukları tıkanır. Bu ise boya nüfusunu azaltır ve daha az yeknesak bir boya tabakası oluşumuna neden olur. Ancak zımparalama esnasında aşırı basınç uygulanırsa odun hücreleri ezilme v.b. yıkımlara uğrar ve iyi bir yüzey işlemleri sağlamaz. Yapraklı ağaçlardan büyük traheli odunlar küçük traheli odunlar kadar zımparalanmadan olumsuz etkilenmez, boya veya vernik nüfuzu bu türlerdeki uygulamalarda fazla sorun oluşturmaz [6, 7, 9].

1.7.7. Ekstraktif Maddeler

Odun hücre çeperinde, temel bileşenlerin yanı sıra çok çeşitli bileşikler yer almaktadır. Bu bileşikler “Odun Ekstraktif Maddeleri” olarak adlandırılmaktadır. Odunda çok az bulunmalarına karşın; odunun özellikleri ve kalitesi üzerinde önemli etkide bulunmaktadırlar. Bu bileşenler çok farklı kimyasal yapıdaki bileşikleri içerdiği için sınıflandırılmaları oldukça güçtür. Basit bir sınıflandırma ile organik ve anorganik bileşikler olarak ayrılabilirler. Organik bileşikler ekstraktifler olarak adlandırılır iken anorganik kısım kül olarak elde edilir [6, 7, 19].

Yüksek oranda reçine içeren kızılçam, karaçam, melez gibi ibrelili ağaç türlerinde reçine, sıcaklığın etkisiyle yüzeye çıkarak lekeli bir görünüm ortaya çıkarmaktadır. Reçine üst yüzey işlemlerini olumsuz etkilemektedir. Reçine içeren ladin odunu ile reçine içermeyen göknar odununu, verniklemede birbirine uymayan dengesiz renklerin ortaya çıkması için birlikte kullanılmamasına özellikle dikkat gösterilmelidir. Çam ve melez

dışında yerli ibreli ağaç türlerimize yüzey işlemleri uygulanmasında reçine bakımından yüzeyde problem yoktur. Göknar hariç diğer ibreli ağaç türlerinde bulunan reçine keseleri yüzey işlemleri için uygun bulunmamakta, uzaklaştırılması veya yamanması gerekmektedir [6, 7, 9].

Egzotik ağaç türlerinde ise yağ esaslı ekstraktif maddeler polyester vernikte katmanın sertleşmesini önlemekte, yavaşlatmakta veya zeminle bağlantısını azaltmaktadır. Bu durum katmanın yüzeyden kopmasına veya renk maddesinin difüzyonuna neden olmaktadır [6, 7, 9].

Meşe, kestane, maun gibi ağaç türlerinin odunları tanen içermektedir. Tanenli odunlar; metal aksesuarlar veya metal zımpara bantları ile zımparalandıklarında, yüzeye temas eden metal iyonlarının etkisiyle koyu renkli bir yapı göstermektedir [6, 7, 20].

1.7.8. Renk

Ağaç malzemenin estetik ve dekoratif değeri bakımından önemli bir özelliktir. Renk, sadece değişik ağaç türlerinde değil aynı türe ait ağaç odunlarında da farklılaşabilir, hatta aynı ağaç gövdesinin değişik bölgelerinden alınmış odunların renginde bile farklılıklar görülmektedir. Renk farklılaşmasında, ağaç malzemenin rengini belirleyen ve hücre çeperine yerleşen boyalı maddelerin miktarının yanı sıra ağaç malzemedeki yoğunluk farkları ve tesktür nedeniyle ışığın farklı şekillerde yansıtılması etkili olmaktadır [2, 6, 7].

Ağaç malzemenin doğal rengi genellikle üst yüzey işlemleri sonucunda değişir. Renk değişimi, meşede sararma, kayında pembeleşme, cevizde koyulaşma, maunda kırmızılaşma şeklindedir. Bu tür odun yüzeyleri su ile ıslatıldığında bile renk değişimi görmek mümkündür. Vernik veya üstyüzey materyali olarak kullanılan diğer kimyasallar ahşap yüzeylerine sürüldüğünde odun dokusundaki renk pigmenti ile kimyasalın etkileşimi farklı derecelerde olabilmektedir. Özellikle renklendirme işlemlerinde ağaç malzemenin hücre çeperindeki renk pigmentli ile ağaç boyasında kullanılan renk pigmentinin etkileşimi sonucu hiç arzu edilemeyen sonuçlar ile karşılaşılabilir. Örneğin; meşede renk pigmenti sararma eğilimindedir ve meşe odunu yüzeyine fiziksel renklenme yapan mavi bir ağaç boyası sürüldüğü zaman ortaya renk yeşil ya da zeytunidir [2, 6, 7].

1.8. Ağaç Malzemenin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması

Ağaç malzeme yüzeylerinin üst yüzey işlemlerine uygun ve kusursuz olarak hazırlanması, ön hazırlık olarak adlandırılmakta ve yüzey işlemleri için büyük önem taşımaktadır. [6, 7, 21].

Üst yüzey işlemleri hazırlıkları oldukça fazla olmakla birlikte genellikle beş grupta toplanabilir [6, 7, 21];

1. Onarma işlemleri
2. İlk ve son ıslatma
3. Lekelerin temizlenmesi
4. Renk açma
5. Zımparalama İşlemi

1.8.1. Onarma İşlemi

Ağaç malzeme yüzeylerinde genellikle onarılması gereken kusurlu kısımlar bulunmaktadır. Bunlar, küçük ve büyük kusurlar olarak iki kısımda incelenebilir. Küçük kusurların giderilmesinde onarma macunları yeterli olmakta, büyük kusurlar ise odundan yama işlemini gerektirmektedir [6, 7, 9].

Ağaç malzeme üzerindeki küçük kusurların giderilmesi genellikle onarma macunları ile yapılmaktadır. Kusurların giderilmesinde kullanılan en iyi macun bile ağaç malzemedен farklı bir yapı ve özellik göstermektedir. Bu bakımdan kaliteli bir üründe macun kullanımı uygun görülmemektedir. Macunun sertliği, rengi, rutubet alış verişi ağaç malzemedен farklıdır. Bu nedenden dolayı büyük kusurlar onarma macunu ile onarılamamaktadır. Büyük kusurların onarılmasında uygun desen ve renkte ağaç malzeme, masif veya ahşap kaplama kullanılmaktadır.

Büyük kusurlar; daha çok düşen budaklarda görülür. Ayrıca makine işlemlerinde büyük parçacıklar halinde kopmalarda büyük kusurdur. Budaklarla ilgili kusurların onarılmasında budak matkaplarından yararlanılır. Bunlar; takım halinde olup, genellikle 10 – 50 mm çaplarındadırlar. Yama yapılacak yer için budak ve yama matkaplarından oluşan uygun çaptaki budak matkap takımı seçilir. Yama matkabı ile kusurlu budak parçanın iki tarafından ve parça kalınlığının 1/2' sine kadar boşaltılır. Düşen budağın komple değil de

tek tek iki parça halinde çıkartılması; hem büyük hacimli yama işlemini gerektirmeyecek hem de bu onarım yerindeki direnci olumsuz etkilemeyecektir [7, 22, 20, 23].

1.8.2. İslatma İşlemleri

Mobilya üretiminde geleneksel olarak ilk ve son ıslatma olarak bilinen bu işlem, günümüzde daha çok son ıslatma şeklinde uygulanmaktadır [9]. İslatma ile odunun rutubeti bir miktar arttırılmakta böylece ezilen liflerin kabarak eski yapısına gelmesi sağlanmakta ve ayrıca fazla absorbe özelliğindeki kesitlerde de yüzey işlem sistemlerinin nüfuzuna bir miktar engellenerek tüm üründe renk homojenliği sağlanmaktadır.

İlk ıslatma işlemleri; alet veya makinelerle yapılan işlemlerde (kesicilerin ve sevk veya başka silindirlerin basınçları, pres v.b. gibi) veya montaj işlemlerinde (çarpma, istifleme v.b.) kusurlu çalışma sonucu ağaç malzemenin lifleri ezilmesi şeklinde görülürler. İlk ıslatmanın amacı, mekanik etkilerle ezilen ağaç liflerini doğal ölçüsüne getirebilmektir [6, 7, 9].

Günümüzde seri mobilya üretimlerindeki teknolojik gelişmeler makinelerden veya diğer çalışmalardan ileri gelen kusurları en aza indirmiş ve böylece geleneksel bir yöntem olan ilk ıslatma uygulamasını ortadan kaldırmıştır [9].

Son ıslatma işlemi ise; ağaç malzemedeki zımparalama sonucunda oluşan (özellikle hücre lümenleri etrafındaki lif kıvrılması veya çökmeleri v.b.) kusurların giderilmesi için uygulanan bir işlemdir. Boya veya verniklerle işlem gören yüzeylerde oluşan lif kabarıklıklarını bu işlemler bitirildikten sonra gidermek olanaksızdır [2, 22].

1.8.3. Lekelerin Temizlenmesi

Mobilya üretiminde yapılan birçok işlemlerden sonra lekelenme meydana gelmektedir. Bu lekelenmeler; tutkal lekeleri, reçine lekeleri, pas lekeleri ve alkali lekeleridir. Atölye tipi üretim yapan yerlerde bant izi lekelerine de rastlamak mümkündür [6, 7].

Mobilya üretiminde değişik amaçlarla farklı yapılardaki tutkallar kullanılır. Bututkallar çeşitli sebeplerle iş parçalarının yüzeylerinde lekelenmeye yolaçabilir. Ağaç malzeme ile üst yüzey malzemesi arasında kalan tutkallekesi, boya çözeltilisini kendisi

emmediği gibi ağaç malzemenin emmesinide engeller. Bu kısımlar ya hiç yada yeterince renklendirilmediği için renkaçık tonda oluşur. Vernikleme işleminde ise, iç yüzey alanını kapatarak mekanik bağ oluşumunu engellediği gibi, yüzeyde tabaka oluşturduğu içinde reaksiyonunu ahşap yüzeyde tamamlayan verniklerin kimyasal bağ kurmasını engeller [24].

Tutkallar kuruma özelliklerine göre üç gruba ayrılırlar. Bunlar; fiziksel, yarı fiziksel ve kimyasal kuruyan tutkallardır. Fiziksel veya yarı fiziksel kuruyan tutkallar genellikle masif mobilya, doğrama ve ahşap yapılarda kullanılmakta olup, kimyasal kuruyan tutkallar ise ahşap kaplama, laminant v.b. dekoratif levhaları yapıştırma işleminde kullanılmaktadır.

Fiziksel veya yarı fiziksel kuruyan tutkallarla yapılan işlemlerde, tutkalın birleştirme yerlerinde dışarı taşmamasına dikkat edilmelidir. Eğer birleştirme sırasında tutkal dışarı taşırsa hemen ılık suda ıslatılmış bez kullanılarak temizlenmesi gerekmektedir.

Kimyasal yolla kuruyarak oluşan tutkal lekeleri ise, parça yüzeylerine zarar vermeden sistire veya diğer kazıma aletleri ile temizlenmelidir. Fakat bu işlemi; tutkallama sonrasında değil, tutkal reaksiyonunun tamamlanmasından sonra yapılmalıdır [6, 7].

Tablo 2. Önemli lekeler ve giderilmesinde kullanılan kimyasal maddeler [6, 7]

Leke Adları	Kullanılan Kimyasal Maddeler	Açıklama
<u>A. Tutkal Lekeleri</u> - Glutin (sıcak) tutkal - Kazein tutkal - Polivinilasetat tutkalı - Kondenzasyon tutkallar (üre, melamin, fenol, resorsin formaldehit)	Su Oksalik asit, potasyum hidrojen, oksalat amonyaklı su, aseton Hidroklorik asit Su Aseton Oksalik asit	Taze halde ılık su Tutkaldaki bazı özel sertleştiriciler kullanıldığında Taze halde ılık su Kurumuş durumda
<u>B. Yapıştırıcı Lekeleri</u> - Kontakt yapıştırıcılar (derby, kauçuk, neopran v.b.) - Poliüretan yapıştırıcı	Amonyaklı su Aseton – amonyak karışımı	Kuruduktan sonra kimyasal yolla Kuruduktan sonra mekanik yöntemle
<u>C. Reçine Lekeleri</u>	Arap sabunu, sodyum karbonat (soda), potasyum karbonat, amonyak Aseton, etil glikol, triklor etilen	Alkali çözücüler Organik çözücüler
<u>D. Metal (oksidasyon) Lekeleri (Metal oksit veya pas lekeleri)</u>	Hidroklorik asit (tuz ruhu) Oksalik asit Hidrojen peroksit (amonyak ve su ilaveli)	Oksalik asit tanenli odunlara ağartıcı etki yapar
<u>E. Diğer Lekeler – Alkali Lekeleri (Kireç, çimento, alçı v.b.)</u>	Seyreltilmiş hidroklorik asit Sirke asidi	

1.8.4. Renk Açma (Ağartma) İşlemleri

Renk açma (ağartma), oduna doğal rengini veren boyar maddelerinin çeşitli oksidasyon ve redüksiyon maddeleri yardımıyla uzaklaştırılması olarak tanımlanmaktadır. Ağaç malzemedeki renk farklılaşmasının sebebi sadece ağaç türü değildir. Aynı ağaç türüne ait odunlarda bile, hatta aynı tomruğun farkı yerlerinden alınmış ağaç malzemedeki renk farklılıkları görülmektedir. Bu farklılığın sebebi ise, oduna doğal rengini veren boyar madde miktarlarından kaynaklanmaktadır. Dış etkilere karşı korumasız kalan açık renk ağaç odunlarında (dişbudak, akağaç gibi) ise sararma, tanenli yapıya sahip ağaç odunlarında (meşe, kestane gibi) ise koyulaşma görülmektedir. Vernik katmanları UV ışınlarını emme yeteneğine sahip değil ise, renk bozulmalarına uzun süre koruyucu etki gösterememektedir [6, 7].

Renk açma işleminin birçok amaçları vardır. Bunlar;

1. Ağaç malzemedeki istenmeyen doğal rengini değiştirilmesi
2. Seri üretimdeki tekdüze rengin (yeknesaklığın) sağlanması,
3. İstenilen tonlarda renklendirilemeyen ağaç malzemelerin renginin açılması
4. Ağaç malzemelerdeki lekelerin (çizgi veya bölgesel durumda) giderilmesi,
5. Öz veya diri odun arasındaki istenmeyen renk farklılıklarını giderilmesi olarak belirtilebilir [2, 7, 25].

1.8.5. Zımparalama İşlemleri

Üst yüzey işlemlerinde en önemli aşama zımparalamadır. Zımparalama yüzeyin düzgün ve pürüzsüz olması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle çok değişik zımparalarla aşamalı olarak işlem tamamlanmaktadır [6, 7, 10].

Zımparalama, mobilya endüstrisinde yüzey işlemlerinin temel işlemi olarak nitelendirilmektedir. Yapılan ürünlerin yüzey kalitesi ve görünümü zımparalama işlemi ile ağaç malzemelerden ortaya çıkarılabilmektedir. Bu işlemde en önemli husus ağaç türlerine göre en uygun materyal ve yöntemlerin sabır ve titizlikle uygulanmasıdır. Uygun olmayan işlemler sonucunda en küçük işleme v.b. kusurlar yüzey işlem sonrası belirgin olarak ortaya çıkabilmektedir [2, 6, 7].

Zımparanın odunda yaptığı işlem; gerçekte daire testere, planya makinesi v.b. alet veya makine kesicisinin yaptığından farklı değildir. Bunların hepsi, odunu kesmek için keskin uçlara veya kenarlara sahiptir. Zımparalamada kesme; odun yüzeyinden küçük boyutlarda yonga, toz v.b. gibi parçacıkları uzaklaştırılarak gerçekleşir [6, 7, 17].

Zımparalamada işlem sırası, ağaç malzeme yüzeyini düzgün ve kusursuz bir şekilde elde edebilmek için 2 veya 3 aşamada gerçekleştirilen ilk, ara ve son zımparalama işlem sırası yapılmaktadır.

İlk zımparalama işlemi; ağaç malzeme yüzeyinde ön hazırlıktan ve makine işlemleri sonucu oluşan kusurların giderilmesi için yapılmaktadır. Ön hazırlıktan oluşan kusurlar; onarma işlemleri yapılırken yüzeye sürülen macunlama yamama ile renk açma, ıslatma ve lekelerin giderilmesinde yüzeyde meydana gelen lif kalkıklıklarıdır. Makine işlem sırasında meydana gelen kusurlar ise; kesicilerin yüzeyde bırakmış olduğu dalgalar, işleme sırasındaki lif kalkıklıkları ve lif kopmalarıdır. Bu kusurların giderilmesinde 60, 80 ve 100 no' lu zımpara kullanılmaktadır [6, 7].

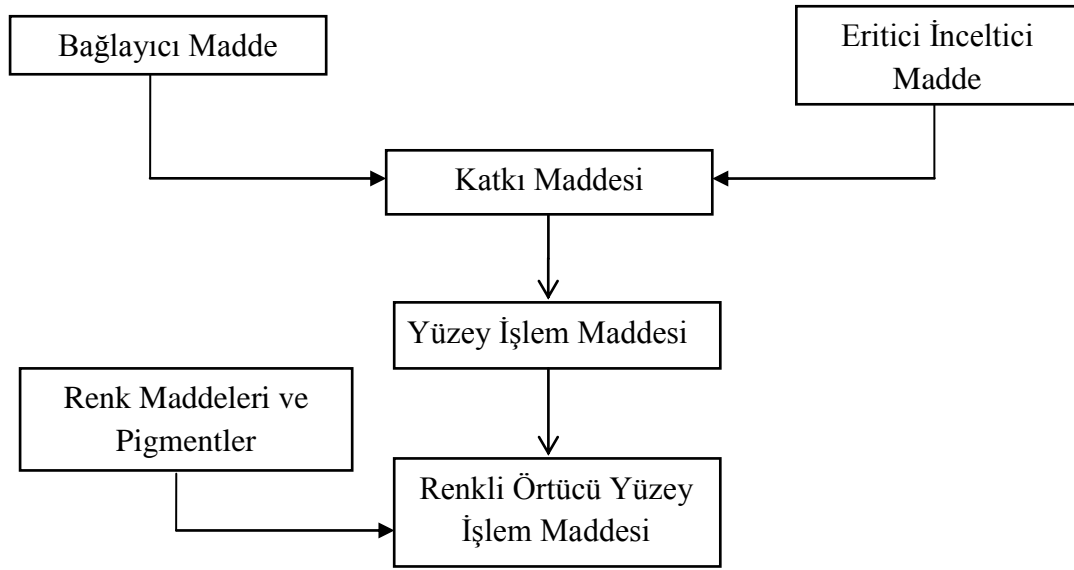
Ara zımparalama işlemi; Ağaç malzemenin ilk zımparalama işleminden sonra üst yüzey işlemlerine uygun bir şekilde pürüzsüz duruma getirilmesi için yapılmaktadır. Bu işlemde genellikle 120, 150 ve 180 no' lu zımparalar kullanılmaktadır [6, 7].

Son zımparalama işlemi; Zımparalama işleminin son aşaması olarak yapılan bu aşama renklendirme, astar ve dolgu amaçlı ilk veya ara yüzey işlem katları yapıldıktan sonra yapılmaktadır. Bu aşamada renklendirmeden meydana gelen lif kalkıkları, astar veya dolgu amaçlı yüzey işlem malzemelerinden dolayı oluşan kabartılar, katman kalınlık farklılıkları ile kuruma işlemi gerçekleşinceye kadar vernikli yüzeylerde oluşan toz v.b. kusurlar giderilmektedir. Son zımparalama işlemi uygulandıktan sonra yüzeye uygulanan yüzey işlem malzemeleri ile daha iyi ve düzgün yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadır. Bu işlemde, 220 – 600 no' lu zımparalar kullanılmaktadır.

Zımparalama; her ne kadar uzun süre gerektirse de, genellikle büyük no' lu zımparaların kullanılması önerilmektedir. Böylece, büyük no' lu zımparalarla daha düzgün veya pürüzsüz olan ağaç malzeme yüzeyleri daha az yüzey işlem malzemesi uygulanması ile ekonomiklik yanında estetik görünümlere yol açabilmektedir [6, 7].

1.9. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri

Üst yüzey işlemlerinde kullanılmakta olan boya ve verniklerin yapısını oluşturan maddeler, bağlayıcı maddeler, renk maddeleri ve pigmentler, katkı maddeleri (dolgu maddeleri, kurutucu maddeler v.b.) ile eritici inceltici maddeler olmak üzere dört grupta toplanmaktadır [6, 7, 9].



Şekil 2. Yüzey işlem sistemi oluşumunun şematik görünüşü

1.9.1. Bağlayıcı Maddeler

Ağaç malzemelerin üzerine uygulanan, cilalar, boyalar ve vernikler olup kuruma sonucu yüzeyde katman veya film oluşturmaktadırlar. Bağlayıcılar, koruyuculuk ve estetik değeri artırmak için kullanılan doğal ve yapay kökenli olarak üretilirler. Doğal kökenli olanlar, iğne yapraklı ağaç odunlarından elde edile kolofan, Afrika kökenli ağaç türlerinden elde edilen Sandarak, Güney Doğu Asya türlerinden Dammar ile Meksika kökenli ağaç türlerinden Kopal reçineler olarak bilinmektedir. Ayrıca; gomlak, balmumu ve diğer mum çeşitleri ile kuruyan yağlarda doğal bağlayıcı maddelerdendir [6, 7, 9].

Ağaç malzeme için üretilen boya ve verniklerde, yapay bağlayıcı olarak genellikle yüksek molekül ağırlığındaki organik maddelerden yararlanılmakta olup, bunlar ise yalnız

bazı durumlarda kullanılmaktadırlar. Bu bağlayıcılar yapılarına göre 3 grupta toplanmaktadır [6, 7, 25].

1.9.1.1. Termoplastlar

Yüksek sıcaklıkta yumuşayan fakat sıcaklığın etkisi geçtiğinde tekrar sertleşebilen maddelerdir. Bu grubu; poliviniliklorür (PVC), polietilenler (PE), polistiroller (PS), polivinilasetatlar (PÜR) gibi bağlayıcı maddeler oluşturmaktadır.

1.9.1.2. Elastomerler

Molekül zincirleri birbirlerine çapraz bağlarla bağlanmış olup, yüksek sıcaklıkta elastik özellik taşımaktadırlar. Bu grubu; neopren (NK), poliüretan (PÜR) ve silikon (Sİ) gibi önemli elastomerler oluşturmaktadır.

1.9.1.3. Duroplastlar

Yüksek sıcaklık etkisinde kaldıklarında cam gibi sert ve kırılğan yapıdadırlar. Bunlar iki elemanlı reçineler, doymamış polyester (UP), fenol formaldehit (FF), üre formaldehit (UF), melamin formaldehit (MF) ve resorsin formaldehit (RF) reçinelerden oluşmaktadır.

1.9.2. Eritici İnceltici Maddeler

İncelticiler; çözücü özellikte olmayan ve akışkanlığı artıran maddelerdir. Çözücüler ise; yüzeye uygulanan boya ve vernik sistemlerinde yüzeyde katman yapan bağlayıcı maddelerin kimyasal yapısını değiştirmeden çözen sıvı maddelerdir.

Çözücü ve inceltici sıvıların birçok işlevi vardır. Bunların önemlileri aşağıdaki gibi belirtilebilir [6, 7, 9].

1. Katman yapan reçineleri çözerek kullanım koşullarına uygun akışkanlığa getirmek,
2. Uygulama yöntemlerine bağlı olarak yüzey işleme sistemi viskozitesini düzenleme,

3. Boyalar ve verniklerde ıslanabilirlik, dispersiyon oluşturma, akıcılık, yapıştırma ve parlaklık derecesini artırmak,
4. Boyalar ve verniklerin kuruma süresini azaltmak,
5. Elektrostatik püskürtmede elektriksel özellikleri kazandırmaktır.

1.9.3. Katkı (Dolgu) Maddeleri

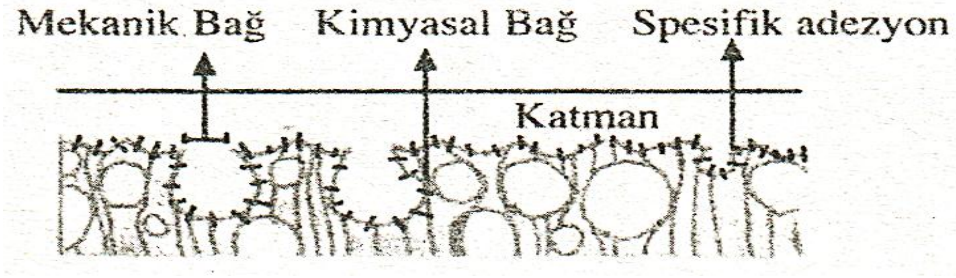
Yüzey işlemleri maddelerinin üretiminde, işlenmesinde ve kullanımında çeşitli beklentiler; bazı teknik özellikleri gerektirir. Bu özelliklere çok sayıdaki katkı maddeleri ile ulaşılabilmektedir. Kimyasal reaksiyona girmeksizin, belirli özellikleri iyileştirmekte veya istenmeyen özelliklere engel olmaktadır. Katkı maddesi olarak; sikatifler, biozidler, bağlantı kuvvetlendiriciler, aşındırıcı maddeler, akmayı (thixotrop önleyici) maddeler, matlaştırıcı, ışık karşı koruyucu, akışkanlığı sağlayıcı ve yumuşatıcı maddeler olarak oldukça farklı yapıdadır [6, 7, 26, 27].

1.9.4. Pigmentler ve Renk Maddeleri

Pigmentler, çeşitli renklerde doğal ve yapay maddelerden elde edilen, küçük boyutlarda, katı, toz halinde ve kimyasal sıvılarda erimeyen maddelerdir. Renk maddeleri ise sıvılarda çözünmektedir. Pigmentler daha çok renkli ve örtücü yüzey işlemlerinde kullanılmaktadır. Boya veya verniklere üstün örtücü özellik ile ışığa dayanıklılık, dengeli ve yüksek düzeyde renk tonu bu maddelerle verilmektedir [6, 7].

1.10. Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri

Mobilya ve dekorasyon ürünlerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler, açık hava koşulları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacı ile katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılmaktadır [2]. Bu amaçla en çok kullanılan maddeler boyalar ve verniklerdir [6, 7].



Şekil 3. Ağaç malzeme ile vernik veya boya vernik katmanı arasında oluşan bağlar [2].

1.10.1. Yüzey İşlem Sistemlerinde Kusurlar ve Önlemleri

Yüzey işlemlerinde birçok kusurla karşılaşmaktadır. Bunlar; ağaç malzemeler ve ön hazırlıkları, yüzey işlem sistemlerinin uygulanması, uygulama sonrası ve kullanım aşamaları olmak üzere 5 grupta toplanmaktadır [6, 7].

1. Ön hazırlık işlemleri ile oluşan kusurlar,
2. Yüzey işlemi uygulanacak ağaç malzeme ile ilgili kusurlar,
3. Yüzey işleme maddelerinde görünen kusurlar,
4. Yüzey işlemi uygulamasında oluşan kusurlar,
5. Yüzey işlemi uygulamasından sonra oluşan kusurlar

Özellikle yüzey işlem sistemi uygulaması ve kurutma aşamalarında önemli kusurlarla karşılaşmaktadır. Bunların oluşum nedenleri ve önlemleri aşağıda belirtilmiştir [6, 7].

1.10.1.1. Ön Hazırlık İşlemleri ile Oluşan Kusurlar

Ön hazırlık işlemleri; ilk ve son ıslatma, rendeleme ve sistireleme, zımparalama, ağaç malzeme üzerindeki hatalı kısımların yok edilmesi, yüzeylerin kir, yağ, oksidasyon lekeleri, reçine ve tutkal artıklarından temizlenmesi, tozların uzaklaştırılması, kontrast artırıcı ve azaltıcı işlemler, hatalı yüzeylerin onarılması gibi işlemler yapılmaktadır. Bu işlemlerin yanlış yapılması sonucu ağaç malzeme yüzeyinde kusurlar oluşmaktadır.

1.10.1.2. Yüzey İşlemi Uygulanacak Ağaç Malzeme ile İlgili Kusurlar

1.10.1.2.1. Katmanın Pul – pul Dökülmek ve Çatlama

Yüzey işleme katmanının pul – pul dökülmesi, çatlama, ince çiziklerin ve kabarcıkların oluşması rutubetin etkisiyle olmaktadır. Bu hataların nedeni;

1. Yüzey işleme sırasında ağaç malzeme rutubetinin yüksek olması,
2. Ağaç malzemenin birleşme yerlerinden, hatalı macunlanmış kısımlarından rutubet alması,
3. Bina içinden bina dışına doğru çıkan su baharının yoğunlaşması sonucu oluşan kusurlar.

1.10.1.2.2. Bağlanma (Tutunma) Kusurları

Ağaç malzemedeki bağlanma kusurları çok yüksek rutubete miktarına, astarlama işleme yapılmamasına, yüzey işleminin çok düzgün bir yüzey üzerine yapılması ve zemine yağ, mum, toz veya terleyen reçine gibi engelleyici bir tabakanın olmasından kaynaklanabilir.

1.10.1.3. Yüzey İşleme Maddelerinde Görülen Kusurlar

1.10.1.3.1. Koyulaşma

Oluşum nedenleri;

1. Çözücü ve inceltici içeren yüzey işleme maddelerinde çözücünün uçması,
2. Oksidasyon yolu ile kuruyan yüzey işleme sıvılarının hava alması nedeniyle sonradan koyulaşma ve kabuk oluşturma,
3. Bağlayıcı madde ve pigment arasındaki etkileşim nedeniyle koyulaşması,

1.10.1.3.2. Kabuk Oluşumu

Kabuk oluşumu oksidasyon yoluyla kuruyan yüzey işleme sıvılarında ve macunlarda olmaktadır. Bu maddeler, hava ile temas ettiklerinde yüzeyde sertleşmekte ve kabuk oluşumu meydana gelmektedir.

1.10.1.3.3. Kumlama

Depolamada yüzey işleme maddesinin irmik gibi küçük topaklanmalar halinde olmasıdır.

1.10.1.4. Yüzey İşlemi Uygulamasında Oluşan Kusurlar

1.10.1.4.1. Akma ve Sarkma

Dikey veya eğik konumlardaki yüzeylere uygulanan boya – verniğin akması veya boya – vernik yığıntılarının oluşmasıdır. Kusur oluşumun nedenleri şunlardır:

1. Boya veya verniğin çok kalın uygulanması,
2. Büyük çaplı püskürtme başlığı kullanımı veya düşük viskozite,
3. Tiner kullanımının miktarının fazla olması,
4. Geç buharlaşan çözücü kullanılmasıdır.

1.10.1.4.2. Hava Kabarcığı Oluşumu

Yüzeyde oluşan katmanın derinliklerinde hava kabarcıkları oluşumlarıdır.

Sebepleri:

1. Hazırlanan boya veya verniğin çok hızlı karıştırılması ile oluşan hava kabarcıklarının dağılmasını beklemeden uygulama yapılması,
2. Kurutma ortamının sıcaklığının fazla olması,
3. Kullanılan çözücünün hızlı buharlaşması,
4. Boya veya vernik viskozitesinin az olması,
5. Ahşap yüzeyinin çok gözenekli bir yapıda olmasıdır.

1.10.1.4.3. Krater Oluşumu

Uygulama yüzeyinin su, silikon, yağ v.b. adezyonu azaltacak maddeler ile kirletilmesi ya da kompresörden gelen havaya yağ ve suyun karışması ile boya – verniğin uygulama özelliklerinin bozulması sonucu oluşmaktadır. Bu kusur; uygulama yapılan yüzeylerin temizlenmesi ve hava filtresindeki biriken su – yağ karışımının boşaltılması ile önlenmektedir.

1.10.1.4.4. Kuru (Kumlu) Püskürtme

Boya veya verniğin yüzeye toz şeklinde ulaşması sonucu kırılğan, kumlu katman oluşmaktadır. Bunun nedenleri ise:

1. Püskürtme tabancası ile iş parçasını arasındaki uzaklığın çok olması,
2. Uygulamada püskürtme tabancasının hareket hızının normalden fazla olması,
3. Uygun tiner kullanılmaması,
4. Boya – vernik viskozitesinin çok yüksek olması,
5. Püskürtme tabancasının püskürtme başlığı ile tabanca uç açıklığının uyumlu olmamasından kaynaklanmaktadır

1.10.1.4.5. Zımparalama Güçlüğü

Boya veya verniğin toz hale geçememesi sonucu zımpara yüzeyine yapışmasıdır. Bunun nedenleri ise:

1. Farklı firmaların boya – vernik ve sertleştiricilerin birlikte kullanılması,
2. İki bileşenli boya veya verniklerde sertleştirici miktarının az katılması sonucu polimerizasyon yönünün ve şiddetinin değişmesi,
3. Boya veya vernik katmanının zımparalama kuruluşuna gelme süresinin uzaması veya katmanın yeterli sertliğe gelmesini beklemeden zımparalama işleminin yapılmasından kaynaklanmaktadır.

1.10.1.5. Yüzey İşlemi Uygulamasından Sonra Oluşan Kusurlar

1.10.1.5.1. Portakal Kabuğu Görünümü

Yüzey işlemede boya veya verniğin yanlış uygulanması sonucu yüzeyde oluşan katmanda portakal kabuğu şeklindeki pürüzlü oluşumlardır. Yüzeydeki katmanda bu oluşumun nedenleri şunlardır:

1. İş parçası yüzeyine püskürtme tabancasının çok yakın veya çok uzak tutulması,
2. Akışkan özelliği az boya ve vernik ile çalışma,
3. Gereğinden fazla boya ve vernik uygulanması ve düzgün bir yüzey katmanı oluşturmaması,
4. Hızlı buharlaşan çözücü kullanımı ile boya ve verniğin düzgün bir katman oluşturmadan kuruması,
5. Uygulamada püskürtme hava basıncının düşük boya ve verniğin ayarının fazla olması sonucu sıvının içindeki reçine parçacıklarının yüzeylerde oluşturduğu girintiler,
6. Uygulamada büyük çaplı püskürtme tabancası kullanımı,
7. Astar ve dolgu katının çok gözenekli veya emici bir yapıda olmasıdır.

1.10.1.5.2. Kaynama

Ağaç malzeme yüzeyine boya veya vernik uygulaması yapıldığında yüzeyde oluşan katmanın kuruma sonrasında görülen kabarcıklanmalardır. Oluşum sebepleri:

1. Sıcaklığın çok fazla olduğu ortamlarda boya veya verniğin fazla kalın sürülmesi,
2. Birden fazla kat uygulamasında katlar arasında gereken sürenin beklenmemesidir.

1.10.1.5.3. Kabarma

Boya veya vernik uygulamasından sonra katman yüzeyinde meydana gelen kırışıklıktır. Bunun sebebi, sentetik boya – vernik katmanlarının üzerine sonradan selülozik boya – verniğin uygulanmasıdır. Böylece; yüksek çözme etkinliğindeki selülozik tinerin dönüşümsüzlük özelliği gösteren sentetik boya – vernik katmanını çözmemesi ile amorf bölgelerde genleşme yapısı göstermesine neden olmasıdır.

1.10.1.5.4. Tebeşirlenme

Genellikle opak boya katmanlarında ve zaman zaman dış cephe verniklerinde görülen bir kusurdur. Boya veya vernik katmanlarında eskimeden kaynaklanan tebeşir tozuna benzer tozlanma oluşmasıdır.

Oluşum nedenleri:

1. Üretim aşamasında bileşime katılan pigment miktarının fazla olması,
2. Boya veya verniğin uygulama aşamasında çok fazla inceltilmiş olması,
3. Katmanın çok eskimiş olması.

1.10.1.5.5. Yeterli Parlaklığın Elde Edilememesi

Boya – vernik katmanlarında beklenen parlaklığın elde edilememesinin nedenleri şunlardır:

1. Boya veya verniğin gerekli uygulama viskozitesinin fazla miktarda veya uygun olmayan tiner kullanılması ile sağlanamaması,
2. Ağaç malzemenin özellikleri dikkate alınmadan uygun olmayan kalınlıkta ve yeterli miktarda dolgu katı hazırlanmaması,
3. Dolgu katının kurummasını beklemeden son kat uygulanmanın yapılmasıdır.

1.10.1.5.6. Zımpara Çiziği Görüntüsü

Zımparalama işlemi yapıldıktan sonra dolgu katında meydana gelen zımpara izlerinin son kat uygulaması yapıldıktan sonra kaybolmamasından kaynaklanmaktadır. Özellikle iki elemanlı yüzey işlem sistemlerinde karşılaşılan bir kusurdur. Uygun zımpara no' ları seçilmesi ile önemli miktarda giderilebilir.

Oluşum nedenleri:

1. Dolgu veya astar katının düzeltilmesinde kullanılan zımparanın aşındırıcı taneciklerinin çok büyük olması,
2. Boya veya verniğin son kat yayılmasının çok iyi olmaması,
3. Son katın dolgu yapısının zayıf olması.

1.10.1.5.7. Sütlü Görüntü

Yzeyeye sürülen boya veya verniğın uygulamasından sonra yüzeyde mat, donuk, buğulu ve kirli beyaz renk Şeklinde görünümü vardır. Oluşum nedenleri:

1. Boya veya vernik bileŐimindeki çözücülerin çk hızlı buharlaşması sonucu yüzeyin hemen soğuması ve uygulama alanındaki havada bulunan nemin katman yüzeyine yoğunlaşması,

2. Uygulama ortamında sıcaklığın çk düşük olması,

3. Viskozite için uygun olmayan tiner kullanımı,

4. Soğukta depolanan iş parçaları ya da boya veya vernik ve tinerin yeterince bekletilmeden hemen kullanılmasıdır.

1.10.1.5.8. Çatlama

Boya veya vernik katmanlarında çatlakların oluŐma sebebi:

1. Boya veya vernik katmanlarının kalın olması,

2. Boya veya verniklere fazla sertleştirici katılması,

3. Boya veya vernik katmanlarının uzun süre fazla rutubet etkisinde kalması,

4. Boya veya vernik uygulanmış parçaların çk yüksek sıcaklıklarda kurutulması,

5. Kalınlığı fazla olan katmanların üst üste uygulanmaları.

1.10.1.5.9. Sararma

Boya veya vernik katmanlarında sararma oluŐmasının nedenleri:

1. Üretimde boya ve vernik yapısındaki kuruyan yağ ve yağ alkali oranının yüksek olması,

2. Poliüretan sistemlerde kullanılan ikinci elemanın sararma eğiliminin fazla oluŐu,

3. Boya veya vernik yapısında yüksek oranlarda nitroselüloz kullanılması olarak belirtilebilir.

1.10.1.5.10. Son Katın İnce Görünmesi

Boya veya vernik katmanlarında son kat işleminin ince görünmesinin nedenleri:

1. Son kat uygulanan boya veya vernik çözücüsünün dolgu katını çözerek ağaç malzemenin boşluklarını doldurması,
2. Dolgu katı uygulandıktan sonra, yeterli süre beklemeden son kat uygulamasının yapılması,
3. Kaba tekstürlü ağaç malzemeye yetersiz kalınlıkta dolgu ve son kat uygulaması yapılması,
4. Son kat işleminde uygulanan boya veya verniğin dolgu yapısının düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

1.10.1.5.11. Düşük Çizilme Direnci

Yüzeyde oluşan katmanın tamamen kurmasına rağmen kolayca çizilmesidir. Bu izler koyu renkli opak boyanın oluşturduğu katmanda belirgin bir şekilde görülürken, renksiz saydam vernik katmanlarında fark edilmezler ya da çok az görülürler.

1.11. Vernikler

Vernikler uygulandıkları yüzeyler üzerindeki görünümü değiştirmeden ve yüzeyde kurduktan sonra saydam ve sert katmanlar oluşturan sistemlerdir. Vernikleme işlemindeki amaç, ağaç malzemeyi dış etkilere karşı korumak ve güzel göstermektir.

Vernik çeşitli reçinelerin uygun çözücü ve incelticisi sıvılardaki karışımlarıdır. Bu bakımdan genellikle reçine veya çözücü türüne göre adlandırılmaktadır. Çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır [6, 7, 9]:

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 bileşikli (1 veya 2 elemanlı) vernikler.

Sertleşme tiplerine göre vernikler 3 grupta toplanmaktadır.

1. Fiziksel kuruyan vernikler

- Gomlak (Şellak) verniği
- Alkol esaslı vernik
- Selülozik vernik
- Sentetik vernik

2. Kimyasal kuruyan vernikler

- Alkid verniği
- Poliester vernik
- Poliüretan vernik

3. Fiziksel ve kimyasal kuruyan vernikler

- Su esaslı vernik
- Yağlı vernik

Fiziksel kuruyan verniklerde kuruma eritici sıvıların buharlaşması sonucu olmakta ve incelticiler sayesinde tekrar yumuşatılabilmektedir. Bu özellikteki vernikler hızlı kuruyabilmekte, onarımları kolay olup, üst üste katlar halinde uygulanabilmektedir. Üst üste uygulanan katlar birbirini etkilememektedir. Bu yüzden fırça ile yapılan uygulamalarda güçlük çıkarmaktadır. Kimyasal kuruma yapan vernikler ise dönüşümsüz katman yaparlar ve dış koşullara karşı fiziksel verniklerden oldukça fazla dayanıklıdır [6, 7].

Yarı fiziksel kuruma yağ esaslı verniklerde görülmektedir. Verniğin kuruması sırasında çözücü sıvı buharlaşmasında yağ oksitlenerek katman yarı kimyasal özellik göstermektedir [6, 7].

1.11.1. Vernik Çeşitleri

1.11.1.1. Selülozik Verniğin Tanımı ve Yapısı

Boya veya vernik uygulamalarında yakın zamana kadar yaygın olarak kullanılan önemli vernik sistemlerinden birisidir. İlk uygulamaları 1920 yıllarında olmuştur. Günümüzde yapısal olarak daha geliştirilmiş yapılar ile diğer verniklerin uygulamalarda öncelik kazanması kullanım alanlarını oldukça azaltmıştır. Birçok endüstriyel uygulamada hala yer aldığından günümüzde kullanılan verniklere önemli bilgi kaynağı oluşturduğu için özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir [7, 26, 27, 28].

Nitroselüloz; selülozik sistemde ana bağlayıcı (esas reçine) olarak kullanılır. Reçine, kirlili beyaz renkte, yanıcı - patlayıcı özellikte, kristalize, sert ve katı, kırılabilir, yanma derecesi düşük ve oluşumunu tamamlamış bir polimerdir. Tek başına kullanıldığında katı maddesi düşük olduğu için ince film oluşturur. Katman yapma oranını yükseltmek için üretim aşamasında vernik bileşimine modifiye elemanları katılır [29].

Modifiye elemanı olarak kullanılan doğal ve yapay reçineler verniğin sertlik, parlaklık ve adezyonu yanında ısı, ışık, su ve nem, asit ve alkalilere karşı direncini ve katman yapıcılığını artırıcı, maliyeti azaltıcı etkide bulunurlar. Plastifiyanlar ise vernik katmanı esnekliğini artırıcı bir yapı sağlayarak çatlamasını engeller. Böylece ağaç malzemenin sınırlı ölçülerdeki hacim değişikliklerine (çalışması) uyum sağlamasına yardımcı olurlar [9].

Dolgu maddesi olarak kullanılan alüminyum, magnezyum, çinko gibi metallerin tuzları ile kaolin, talk vb. dolgu verniği, opak boya ve macunlardan katman yapma özelliğini iyileştirmesinin yanı sıra, ağaç malzemedeki trahe boşlukları kolayca doldurulmasında yardımcı olmaktadır.

Çözücü sıvı olarak, nitroselüloz ve diğer katman yapıcıları çözme ve seyreltme yeteneğindeki aktif ve yardımcı çözücüler ile seyrelticilerin en uygun karışımları hazırlanır.

1.11.1.1.1. Kuruma Özellikleri

Nitroselüloz vernik üretimin öncesi katı ve oluşumunu tamamlamış bir polimerdir. Bu sebeple reaksiyon kabiliyeti yoktur. Diğer film bileşenleri de aynı yapıda olduğundan, bu malzemeler çözücü etkisi ile kolayca çözündürülür. Sıvı halde ağaç malzeme yüzeyine sürüldükten sonra tekrar katı hale geçmesi için bileşiminde bulunan çözücüler buharlaşmalıdır. Bu yönüyle selülozik vernikler çözücü buharlaşması ile sertleşir ve fiziksel kuruma yapar. Katman oluşumunda herhangi bir reaksiyon söz konusu değildir. Kuruma süresini çözücülerin buharlaşma hızı belirler [28].

1.11.1.1.2. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları

Selülozik verniklerde kuruma fiziksel olduğu için, kuruyarak sert katman oluşturan vernik, çözücü ilavesi ile yumuşar ve çözülür. Bu tür koruyucu katmanlar aseton v.b. çözücü etkilerine dayanıklı değildir [9].

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 esmerleşmesi suretiyle elde edilmektedir. Normal koşullarda nitroselüloz uzun molekül bağları oluşturmaktadır. Nitroselülozun molekül bağını azaltmak 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 kısamolekül bağlı nitroselülozdan üretilen parlak vernik ise % 25-30 oranında katman oluşturmaktadır [6, 7].

Nitroselüloz ve diğer reçineler su itici özellikte sahip olmadığı için selülozik vernik katmanının suya karşı dayanıklılığı sınırlıdır. Özellikle kuruma sırasında katmandan gözle görülemeyen çok küçük delikçikler oluşması nedeniyle uzun süreli su etkisinde kaldığında su veya su buharı bu delikçiklerden geçerek ağaç malzeme yüzeyine ulaşabilir.

Bu durumda önce katman – ağaç malzeme ara kesitinde beyazlaşma daha sonra katmanda çatlama ve pul pul dökülme görülür. Bu neden ile bu tip verniklerin su ve nem etkisindeki ortamlarda kullanılmaması gerekmektedir.

Katman zayıf asit ve alkaliler ile ev içi kimyasallara (limon suyu, sirke asidi, deterjan, çay, kahve, meyve suyu v.b.) karşı yeterli derecede dayanıklıdır.

Selülozik vernikler; iç mekanlarda, yemek odası, yatak odası (tuvalet masası üst tablası hariç), oturma odası mobilyası v.b. yerlerdeki kullanımlar için önerilmektedir [6, 7, 26, 27, 28].

1.11.1.2. Poliüretan Verniğin Tanımı ve Yapısı

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 [26, 27, 28].

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 [9].

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 opak boyalar 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.

1.11.1.2.1 Kuruma Özellikleri

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 kurumanın ilk aşamalarını hızlandırır, fakat polimerizasyonda karşılıklı çapraz bağların oluşması belli bir süreyi gerektirdiği için çok fazla etkili olmamaktadır.

1.11.1.2.2. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları

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 [6, 7].

Suya dayanıklı olmasına rağmen, devamlı su etkisinde maruz kaldığında ağaç malzeme yüzeylerinin tamamının verniklenerek su ve nem girişi engellenmelidir. Su yalıtımı yeterli olmayan yapılarda 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 [6, 7, 26, 27, 28].

1.11.1.3. Akrilik Verniğin Yapısı ve Tanımı

Akrilik reçine, akrilik ve metakrillik asitlerin alkoller ile reaksiyonu sonucunda elde edilen bir polimerdir. En önemli üstünlükleri renksiz, saydam katmanlar yapması ve zamanla sararmamasıdır. Kopolimer akrilikler uygun çözücülerde doğrudan çözüldürülürler. Bu amaçla ester ve ketonların yanı sıra tuluol, kısılol gibi aromatik hidrokarbonlar kullanılır. Katman termoplastik yapıdadır. Kuruma reaksiyonlarında katalizör kullanılmaz ve tek bileşenlidir [7, 29].

İki bileşenli akrilik verniklerin I. bileşiği termoset yapıları akrilik reçinedir. Tek bileşikli termoplastik özellikli akrilik verniklere göre katmanlarının sertlik ve katılık değerleri daha yüksektir. Kuru ve ıslak sıcaklık ile çözücü etkilerine dayanıklıdır. Ayrıca, hafif ve küçük molekül bağları oluşturduğu için düşük viskozite ile uygulanmasına rağmen uygulama sonrasında yüzeyde yeterli kalınlıkta katman yaparlar [7, 29].

Termoset akrilik reçine monomerlerinin çapraz bağlanmasında birçok malzeme kullanılabilir. Ancak bunlar içerisinde en fazla kullanılanları azotlu reçineler, epoksiler ve izosiyanatlardır. Asit işlevli olarak hazırlanan akrilikler genellikle epoksilerle, asit veya hidroksil işlevli olanlar amino reçineler (üre / melamin formaldehit) ile reaksiyona girebilecek özelliktedir. İzosiyanat ile reaksiyona giren türleri akrilik – ürean olarak isimlendirilir. Bu reaksiyonlar sonucu elde edilen akrilik vernik katmalarının her biri değişik yapısal özellikler gösterirler [26, 27, 28].

1.11.1.3.1. Kuruma Özellikleri

Akrilik vernikler; tek bileşikli, iki bileşikli ve su çözücülü olmak üzere 3 çeşittir.

Tek bileşikli olanlarda kuruma şekli fiziksel olup, çözücülerin buharlaşma hızı kuruma süresini belirler. Bu verniklerde kullanılan çözücülerin buharlaşma hızı yüksek olduğu için kuruma süreleri kısadır. Sıcak mevsimlerde ve çok sıcak ortamlarda kullanıldığında buharlaşma hızını yavaşlatmak için solvent ilavesi gerekmektedir.

İki bileşikli olanlarda, sertleştirici katılması ile tepkime başlamaktadır. Kurumanın ilk evreleri çözücü buharlaşması ile olurken, ileri aşamaları polimerizasyon tepkimesi ile tamamlanmaktadır.

Akrilik verniklerde ilk kuruma aşamaları yavaş gelişmektedir. Örneğin; 20 °C’ deki toz tutmazlık kuruması 1 – 2 saat, dokunma kuruması 3-4 saat, zımparalana bilirlilik kuruması 24 saattir. Tam kuruma 2-3 haftada tamamlanmaktadır. Ortam sıcaklığı artırılarak kuruma süresi kısaltılabilir. Sertleştirici olarak kullanılan isosiyanatın türü kurumada etkilidir. Aromatik isosiyanatların kurumadaki etkinliği alifatiklerden daha fazladır.

1.11.1.3.2. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları

Akrilik verniklerin en önemli özelliği, renksiz, saydam katmanlar yapması ve zamanla içerisinde yaşlanma sonucu katmanda sararma olmamasıdır. Uygulandıkları doğal ya da renklendirilmiş ağaç malzeme yüzeylerinde çok fazla renk değiştirici etkileri yoktur.

Tek bileşikli akrilik vernikler çözücü buharlaşması ile kuruduklarından dolayı, dönüşümsüz yapılı katman dönüşümlü özellik gösterir. Bu nedenle çözücü etkilerine dayanıklı değildir. İki bileşikli olanlar termoset yapıda ve dönüşümsüz katmana sahip olduğu için kuvvetli çözücülere dirençlidir. II. bileşikli olanların sertliği daha fazladır. Elastiklik değerleri polyester ve poliüretan boya veya verniklerden daha fazladır. Bu nedenle katmanda çatlama, kırılma vb. kusur oluşumu daha azdır. Termoplastik katman yapan tek bileşenli akrilik boya veya vernik katmanlarının ısı dayanımı çift bileşiklilere göre daha azdır [7, 27, 28].

Akrilik verniklerde modifiye elemanı olarak kullanılan polimerler katman özelliklerinde etkilidir. Akrilik reçinenin hazırlanışındaki kimyasal işlemler ve vernik üretiminde kullanılan modifiye reçineler katman özelliklerini belirleyicidir [27, 28].

1.12. Adhezyon Teorisi ve Odunda Adhezyon

1.12.1. Adhezyon Teorisi

Adhezyon, çeşitli bilim dallarında birçok araştırmacının ilgisini çeken önemli bir fizikokimyasal olaydır [30]. Yapışma ile ilgili olarak “iki molekül arasındaki kuvvetlerin, birbirine dokununcaya kadar aralarındaki uzaklık azaldıkça artması ile universal bir çekim oluşması olarak” belirtilmektedir [31, 32].

Adhezyon; “ benzer olmayan iki yüzeyin birbiri ile temas ettiği ve ara yüz kuvvetleri ile bir arada tutulduğu durum” olarak tanımlanmış ve bu ara yüz kuvvetlerinin, valans kuvvetlerinden veya birbiri ile olan bağlanma kuvvetinden oluşabileceğini açıklanmaktadır [33].

Bir bağlantı sisteminde adhezyon mekanizmaları için beş temel teori mevcuttur [34];

1. Mekanik bağlantı teorisi,
2. Islanma teorisi (adsorpsiyon teorisi veya spesifik adhezyon),
3. Difüzyon teorisi,
4. Elektrostatik teori,
5. Kovalent kimyasal bağlanma teorisi.

1.12.1.1. Mekanik Bağlantı Teorisi

Mekanik kenetlenme olarak da adlandırılan bu teori, sıvı haldeki bir yapıştırıcının uygulanan malzemenin geçirgen yüzeyine veya boşluklarına girmesi ve burada katılaşması ile mekanik bağ oluşturarak iki yüzeyin bir arada tutulması anlamına gelmektedir [35].

1.12.1.2. Islanma Teorisi

İki yüzeyin çok yakın bir şekilde birbirine bağlanması adsorpsiyon veya spesifik adhezyon olarak açıklanabilir. Adhezyonun temeli, bağlanma bölgesi boyunca meydana gelen ikincil kimyasal etkileşim olarak açıklanır. Polimerlerin doğal polihidroksil ve polarlık etkisi nedeniyle oduna reçinenin bağlanmasında bu teori daha etkin bir mekanizma olarak düşünülmektedir [9].

1.12.1.3. Difüzyon Teorisi

Moleküler düzeyde sıvı içindeki uzun zincirli moleküllerinin uygulanacak madde içine kısmen veya tamamen nüfuz etmesi esasına dayanmaktadır. Sıvı moleküllerinin uygulanacak madde içine difüzyon derecesi, yüzeyine uygulanacak olan maddenin serbest hacmine ve moleküler uygunluğuna; moleküler uygunluk ise, sıvı ve madde içindeki farklı polimerlerde bulunan işlevsel gruplar arasındaki çekime bağlıdır [31].

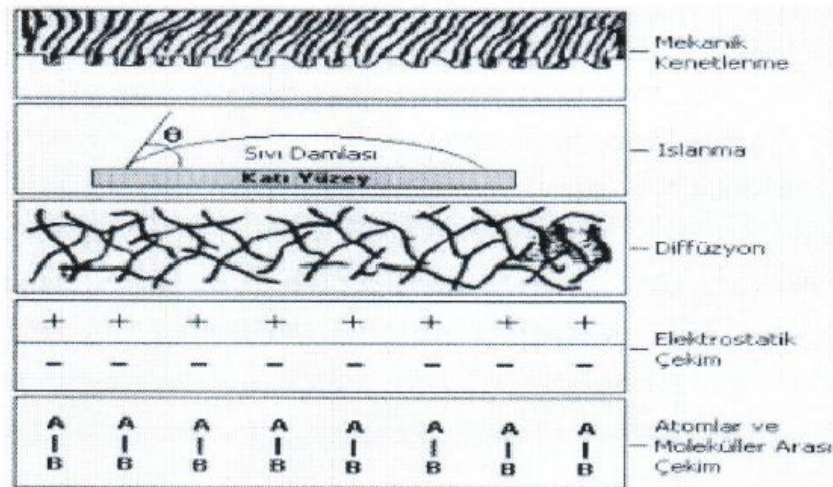
1.12.1.4. Elektrostatik Teori

Elektronik bant yapıları benzer olmayan iki malzemenin birbiri ile temas etmesi durumunda, ara yüzeyde adezyonu sağlayan iki katlı bir elektrostatik yük oluşacağını belirtilmektedir. Bu teorinin odunun adezyonu için bir katkısının var olduğunu açıklayan deneysel bir kanıt bulunamamıştır [36].

1.12.1.5. Kovalent Kimyasal Bağlanma Teorisi

Kovalent bağlanma teorisi, odun ile sıvı arasındaki kovalent bağ oluşumu sonucunda meydana gelen adezyonu belirtmektedir. Kovalent bağların oluşması durumunda, çok güçlü ve sağlam bağlantıların oluşacağına inanılmaktadır. Odun yüzeyi çok sayıda fonksiyonel gruplara sahip olduğu için; kovalent yapışma, odun için diğer malzemelerden daha uygundur. Kovalent kimyasal bağlanma, izosiyanat içeren sıvılar ile lignindeki hidroksil grupları arasındaki reaksiyon ile oluşur [34].

Kovalent kimyasal bağlar, hidrojen ile bağ yapan elemanların atomlarının moleküller oluşturmak üzere elektronlarını paylaşarak etkileşime girmeleri sonucunda oluşur. İki hidrojen atomunun hidrojeni oluşturmak üzere elektronlarını paylaşmasıdır. Bu kovalent bağlar en güçlü kimyasal bağlar olup, hidrojen bağına göre 11 kat daha fazla dirençlidir [31].



Şekil 4. İki maddenin yapışmasında geçerli olan adhezyon teorisi [36]

1.12.2. Odun – Reçine Bağ Oluşumu

Güçlü bir reçine oluşumu 4 ölçütü tanımlanmaktadır [30, 37].

1. Zayıf bağ tabakasının uzaklaştırılması,
2. Reçine sıvısının uygulandığı sıvının iyi ıslatılabilirliği,
3. Reçine sıvısının katılaşması,
4. Bağlanma oluşumunda elastik gerilmelerin etkisini azaltmak için reçine sıvısının şeklini değiştirebilmesi.

1.12.3. Odun Adezyonu

Adhezyon iki değişik açıdan tanımlanabilmektedir. Birincisi, fizikokimyasal açıdan, bir sıvı ve bir katı yüzey arasındaki atomik veya moleküler etkileşim, ikincisi ise teknolojik açıdan birleşen malzemelerin ayrılması için gerekli mekanik direnç bu aynı zamanda teknolojik adhezyon olarak da tanımlanmaktadır.

İki malzeme (sıvı ve katı) birbirleriyle birleştirildiklerinde bir etkileşim bölgesi oluşur. Yukarıdaki tanımlamadan da bilindiği gibi, malzemelerin ayrılmasındaki gerekli direnç yeteneği adhezyon olarak isimlendirilir ve bunların etkileşiminin bir sonucudur. Bu tanımlama ilk olarak Young tarafında yapılmıştır. Termodinamik yaklaşımla, malzemelerin yüzey gerilimi (veya yüzeydeki serbest enerji) aşağıdaki Young eşitliğiyle ilişkilidir [30, 37, 38].

$$\sigma_{sv} = \sigma_{sl} + \sigma_{lv} \cos \theta$$

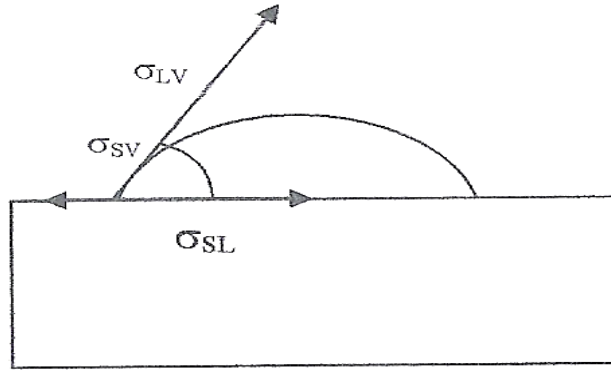
Burada;

σ_{sv} : Katının yüzey serbest enerjisi

σ_{sl} : Sıvı ve katı etkileşiminin yüzey serbest enerjisi

σ_{lv} : Sıvının yüzey serbest enerjisi

$\cos \theta$: Sıvı ve katı arasında oluşan temas açısı



Şekil 5. Sıvı ile odun yüzeyi ilişkisi

Katıların yüzey serbest enerjisi kimyasal etkileşimin direnci ve tipiyle ilişkilidir. Dupre adhezyon çalışmasının iki yüzeyde oluşan şekillerinde enerji miktarlarının tanımını yapmıştır.

$$W_a = \sigma_{SV} + \sigma_{LV} - \sigma_{SL}$$

Burada W_a adhezyon çalışmasıdır. Bu eşitlikler kullanılarak Young – Dupre eşitliğine dönüştürülürse: $W_a = \sigma_{LV} (1 + \cos\theta)$

Young – Dupre eşitliği; daha kullanışlı olup, yüzeylerdeki sıvının açısı ve sıvının yüzey geriliminin bilinmesi yeterli olacaktır.

Moleküler düzeyde yakın ilişkili olan malzemeler arasında iyi bir adhezyon istenir. Bu ıslanabilirlik ve ayrılma olayının dönüşülmesine neden olur. Eğer temas açısı sıfır ise sıvı kendiliğinden katı yüzeyi ıslatır. Genelde, katının serbest yüzey enerjisi sıvının serbest yüzey enerjisinden büyükse sıvı kendiliğinden katı yüzeyi ıslatır. Sıvının ıslanabilirliğine ek olarak, güçlü bir bağlanma sağlamak için düzgün bir yüzey gereklidir. Ayrılma katsayısı aşağıdaki eşitlikte belirtilmiştir.

$$S = \sigma_{SV} - \sigma_{LV} + \sigma_{SL}$$

Eğer ayrılma katsayısı $S > 0$ ise, sıvı katı yüzeyden ayrılır [30, 37, 38].

1.13. Ağaç Türleri

1.13.1. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)

Kuzeydoğu Anadolu'nun sahil kesimleri ile Kafkasya'da doğal olarak yayılmaktadır. Ülkemizde Türkiye-Gürcistan sınırından başlar ve batıda Ordu ili yakınlarında Melet Irmağı ile son bulmaktadır. Bu kesimde dağların çoğunlukla denize dönük kuzey yamaçlarında görülür. Harşit ve Çoruh vadileri gibi deniz ikliminin etkilerini iç kesimlere kadar ulaştırabilen büyük vadiler boyunca yine kuzey yamaçlarda güzel meşcerelerine rastlamak olasıdır. Doğu Ladini ülkemizde genel olarak 150.000 hektarlık bir alanda bazen saf, çoğu kez de *Pinus sylvestris*, *Abies nordmanniana* ve *Fagus orientalis* gibi ağaç türleri ile karışık orman alanları oluşturur. Çoğunlukla 900 – 1500 metre arasında karışık; 1500 – 2200 metre, bazen de 2400 metre aralarında saf ormanlar kurar. Ancak, Doğu Ladini ormanları gündün güne aşırı kullanımlar, düzensiz yararlanmalar, böcek ve mantar tahripleri ile sürekli olarak azalmaktadır [39, 40].



Şekil 6. Doğu Ladini ağaç türünün yayılış alanı

Makroskopik yapısı, diri odunu ve öz odunu arasında renk farkı yoktur. Odunu sarımsı beyazdır ve olgun odun özelliği göstermektedir. Yıllak halka sınırı belirgindir. İlkbahar – yaz odunu geçişi yavaştır. Reçine kanalı yaz odununda açık renkli noktacıklar halinde görülmektedir [39, 41].

Mikroskopik yapısı, traheid çapı 20 – 40 μm , uzunluğu 1300 – 4300 μm dir. Reçine kanalı çevresinde epital hücreleri kalın çeperlidir. Öz ışınları tek sıralı olup heterojen yapıdadır. Enine reçine kanalı genellikle iğimsi öz ışınlarının ortasında yer almaktadır.



Şekil 7. Doğu Ladini odunun mikroskopik yapısı

Doğu Ladini odunu, genellikle iğne yapraklı türlerde karşılaştırıldığında düşük yoğunluk ve dirençli olup, önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Tablo 5 ve 6) da belirtilmiştir.

Fiziksel özellikleri;

Tablo 3. Doğu Ladini ağacının fiziksel özellikleri [39].

Tam kuru yoğunluk (gr/cm^3)		0,416
Hava kurusu yoğunluk (gr/cm^3)		0,451
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm^3)		0,366
Daralma Yüzdeleri	Liflere // yön (%)	0,182
	Radyal yön (%)	3,878
	Teğete yön (%)	7,4
	Hacmen (%)	11,5

Mekanik özellikleri;

Tablo 4. Doğu Ladini ağacının mekanik özellikleri [39].

Basınç direnci (N/mm ²)		31
Eğilme direnci (N/mm ²)		69
Elastikiyet modülü (N/mm ²)		10528
Çekme direnci		88
Makaslama direnci		6
Dinamik eğilme direnci (kN/cm)		0,4
Yarılma direnci (N/mm ²)	Radyal yön	0,39
	Teğet yön	0,461
Brinell sertlik değeri (N/mm ²)	Liflere Paralel	37
	Liflere Dik	14,1

Kullanım yerleri; selüloz ve kâğıt endüstrisi yanında yapı malzemesi, kontrplak, kaplama, mobilya, lambri, her türlü ambalaj, sandık, kutu, sepet, kibrit çöpü ve kurşun kalem yapımı olarak belirtilmektedir.

1.13.2 Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsk.)

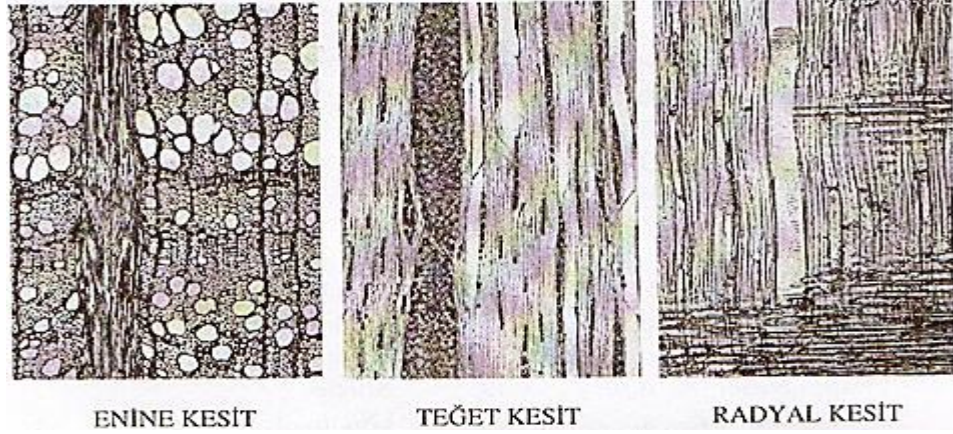
Trakya'nın kuzey kenar dağları ile İstanbul üzerinden Kocaeli yarımadasına geçerek Marmara'nın güneyinden, Karadeniz sıra dağları boyunca Kafkasya ve Kırım'a kadar uzanmaktadır. Bu ana yayılıştan ayrı olarak İskenderun körfezinin kuzeydoğusunda Hatay ve Maraş'ta ormanlarının yüksek mıntıklarında 1500 metre üzerinde izole yayılış göstermektedir. 30 – 40 metreye kadar boylanabilen kayının en belirgin özelliği, açık gri veya koyu gri renkli kabuklarının ağaçların hayatı boyunca çatlamadan düz ve pürüzsüz olarak kalmalarıdır [35, 40, 42].



Şekil 8. Doğu Kayını odunun yayılış alanları

Makroskobik yapısı, diri odun ile öz odun arasında renk farkı yoktur. Odunu kırmızımsı beyazdır ve olgun odun özelliği göstermektedir. 80 yaşın üzerindeki bazı ağaçlarda orta kısım daha kırmızımsı kahverenginde koyu şeritli bir öz odun oluşturmaktadır. Tekstür ince ve yeknesak, düzgün lifli, ince iğne çizikli az dekoratif yapıdadır. Radyal ve teğet kesitte öz ışınları çıplak gözle görülebilmektedir [41, 42].

Mikroskobik yapısı, dağınık traheli, traheler tek tek ve küçük gruplar halinde oval, yuvarlak ve çok köşeli olup, enine kesitlerde yaz odununa gidildikçe, trahelerin sayıları ve büyüklükleri azalmaktadır. Trahe çapları $60 - 80 \mu$, mm^2 $80 - 180$ adet, perforasyon tablası basit, yaz odunu trahelerinde 20 bölmeye kadar merdivenimsi yapıdadır. Boyuna paranzim apactraheal, dağınık ve şeritli, şeritler yıllık halka sınırına doğru daha belirgin olup, oranı % 5,2' dir. Öz ışınları, homojen, iki değişik genişlikte, geniş olanlar 4 mm kadar yükseklikte, 2 - 25 hücre genişlikte, dar olanlar 15 - 100 hücre yükseklikten 1mm' ye kadar yükseklikte ve bir hücre genişliğindedir. Milimetrede geniş öz ışınları 2 - 5, dar öz ışınları ise 2 - 9 adet olup oranı % 15,7' dir. Lifler, libriform liflerinden ve az miktarda lif traheidlerinden oluşur. Uzunlukları 600 -1300 μ olup, oranı % 39,6' dır [35].



Şekil 9. Doğu Kayını odunun mikroskobik yapısı

Doğu Kayını odunu, genellikle orta yoğunluk ve yüksek dirençli olup, çalışması fazladır. Bu türün önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 7 ve Tablo 8’ de belirtilmiştir.

Fiziksel özellikleri;

Tablo 5. Doğu Kayını odununun fiziksel özellikleri [35].

Tam kuru yoğunluk (gr/cm^3)		0,68
Hava kuru yoğunluk (gr/cm^3)		0,72
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm^3)		0,531
Daralma	Liflere // yön (%)	0,5
	Radyal yön (%)	5,8
Yüzdeleri	Teğete yön (%)	11,8
	Hacmen (%)	17,9

Mekanik özellikleri;

Tablo 6. Doğu Kayını odunun mekanik özellikleri [35].

Basınç direnci (N/mm ²)	62	
Eğilme direnci (N/mm ²)	120	
Elastikiyet modülü (N/mm ²)	15700	
Çekme direnci (N/mm ²)	135	
Makaslama direnci (N/mm ²)	8	
Dinamik eğilme direnci (kN/cm)	0,98	
Brinell sertlik değeri (N/mm ²)	Liflere Paralel	72
	Liflere Dik	34

Kullanım yerleri; masif mobilya, parke, lambiri, spor aletleri, oyuncak, alet sapları, tornacılıkta, müzik aletleri yapımında, kontrplak, dekoratif kaplama levha, fiçı sanayinde, lif ve kağıt odunu olarak, karoser yapımı, odun kömürü, odun katranı, asetik asit eldesin de ve emprenye edilmesi durumunda travers yapımında kullanılmaktadır.

1.14. Literatür Özeti

Özdemir [9] “Türkiye’ de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerini araştırılması” konulu çalışmasında; 5 farklı ağaç türü Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* L.), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata* (C.A.Mey.) Yalt.), Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.(Link.)) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* 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 ultramikroskopik 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/mm², akrilik vernikte 3,06 N/mm², selülozik vernikte 1,86 N/mm², Doğu Ladini’ nde; poliüretan vernikte 2,40 N/mm², akrilik vernikte 2,86 N/mm², selülozik vernikte 1,67 N/mm²

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.

Kazayawoko [30] yaptığı doktora çalışmasında; odun lif – polipropilen kompozitlerinin adhezyon mekanizmasını ve yüzey karakteristiklerini incelemiştir. Odun ve yüzey işlem maddesi etkileşimini ortaya koymuş, temas açısı ve pull – off test yöntemi ile adhezyon değerlerini belirlemiştir.

Kaygın [35] “Ahşap yüzeylerde kullanılan opak boyaların dayanım özellikleri” konulu 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 kullanılmış, 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.

Ahmad Shakri [43] Malezya’ya ait üç ağaç türünün yüzey işlem özelliklerini incelemiştir. Çalışmada bu türlere ait örnekler üzerine asit sertleştiricili, selülozik, poliüretan vernik ile parlak boya uygulamış, bunların sertlik, aşınma, çizilme ve adhezyon dirençlerini ölçmüştür. Sonuç olarak; adhezyon değerlerinin en yüksek poliüretan vernikte en düşük ise parlak boyada olduğunu ve yüzey işlem özelliklerinin ağaç türlerine göre değiştiğini belirtmiştir.

Ahola [44], ağaç malzeme ve boya arasındaki adhezyon üzerindeki çalışmasında adhezyon üzerine ön işlemlerin ve dış hava koşullarının etkisini incelemiştir. Bunun için yorma (torgue) testini kullanmıştır. Ağaç koruyucularla işleme tabi tutulmuş ve tutulmamış

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.

Akgün [45] “Ahşap yüzeylerde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin diğer vernik sistemleriyle karşılaştırılması” konulu çalışmasında; ağaç türü olarak Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Saplı Meşe (*Quercus robur* L.), vernik çeşidi ise selülozik, poliüretan, poliester, sentetik, nanolacke ultraviyole vernikler kullanılmıştır. Yapışma dirençleri Doğu Kayını’nda; selülozik, poliüretan ve nanolacke UV vernikte 5A (Kesim kenarı tamamıyla düzgün kafes seklinde kesilmiş, karelerde kopma yok), sentetik vernikte 3A (Kesim kenarı boyunca ve kesişme yerlerinde pul – pul kopmalar olabilir ve karelerdeki kopmalar %5 ile %15 arasında), poliester vernikte 2B (Kesim yerleri boyunca her iki taraftaki pürüzlülük ve çentiklenme 3,2 mm’den fazla ise) olarak değerlendirilmiştir. Vernik türüne göre kuru film kalınlıkları selülozikte 90 µm, nanolacke UV’de 100 µm, sentetikte 100 µm, poliüretanda 120 µm ve polyester vernikte 210 µm olarak bulunmuştur. Vernik katman sağlamlığının söz konusu olduğu kullanım yerleri için en uygun vernik çeşitleri nanolacke UV, poliüretan, selülozik ve sentetik vernik olduğunu, poliester verniğin en düşük yapışma direnci gösterdiğini belirlemiştir.

Akhtrarkhavari [46] doktora tezinde; polietilenle emprenye edilmiş odun liflerinin lateks boya uygulanması sonucu adhezyon ve dayanıklılıklarını araştırmıştır. Çalışmada % 50 oranında polietilenle güçlendirmiş odunda mikroskobik incelemeler yapılmış ve dış hava koşullarına dayanıklılıkları belirlenmiştir. Ayrıca; emprenyeli örnekler üzerine uygulanan boyanın temas açıları ve serbest yüzey enerjileri ölçülmüş; işlem görmüş ve görmemiş örneklerde soyma yöntemi ile adhezyon dirençleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; polietilenle güçlendirilmiş ve yüzey işlemi yapılmış örneklerin adhezyon performansının ve dış hava koşullarına dayanımının arttığını açıklamıştır.

Budakçı [47], yüksek lisans çalışmasında; ağaç malzeme verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, yüzeye yapışma mukavemeti ölçümlerinde ağaç türünde; en yüksek

meşede, en düşük çam ve kayında, vernik türünde ise en yüksek akrilik en düşük sentetik vernikte belirlenmiştir.

Budakçı [48], doktora tezinde; pnomatik adhezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesini araştırmıştır. Çalışmada; koruyucu katmanların yüzeye yapışma direncini ölçmek için pnömomatik sistemle çalışan adhezyon deney cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmiş, örnek bir çalışma yapmak üzere Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Gökmar (*Abies* sp.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sapsız Meşe (*Quercus Petraea* 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 ağaçlarda ise düşük çıktığını ve en yüksek yapışma direncinin, polimerizasyonunu malzeme yüzeyinde tamamlayan poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiğini açıklamıştır.

Budakçı ve Sönmez [49] “Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi” konulu çalışmasında; Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ Gökmarı (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinin yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü ve katman kalınlığının verniklerin yapışma direncine etkisi ASTM-D 4541’e göre çekme testi (pull – off test) ile belirlenmiştir. Yapışma dirençleri Doğu Kayını’ nda; selülozik vernikte 1 kat (dolgu + 1 kat son kat) 1,949 MPa, 2 kat (dolgu + 2 kat son kat) 2,490 MPa, poliüretan vernikte 1 kat 4,003 MPa, 2 kat 4,856 MPa, akrilik vernikte 1 kat 4,420 MPa, 2 kat 4,066 MPa ve su bazlı vernikte 1 kat 3,891 MPa, 2 kat 3,398 MPa olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olduğunu göstermiştir. Çalışmada yapraklı ağaç odunlarında daha yüksek, iğne yapraklı ağaç odunlarında daha düşük yapışma direnci değerleri elde edildiği, vernik çeşidi düzeyinde en yüksek yapışma direncinin poliüretan ve akrilik verniklerde belirlemleridir. Ayrıca; katmanlar arası yapışma direncinin incelenmesinde, ağaç malzeme – dolgu verniği ara kesitinde en düşük yapışma direnci

olduğu ve dolgu katı üzerine oluşturulmuş olan son kat vernik katmanlarının yapışma direnci üzerinde etkisinin olmadığını açıklamışlardır.

Bagner [50], kayın odunu üzerinde adezyonun etkisini belirlemek için çalışmalar yapmış, bu amaçla örnekleri planyalama ve zımparalama işlemlerine tabi tutarak denemiş, serbest yüzey enerjisinin odunun yüzey düzgünlüğüne, maksimum adezyonun sıvının yüzey gerilimi odunun serbest yüzey enerjisine bağlı olduğunu belirlemiştir.

Jaic ve Zivanovic [51], Moezya Kayını (*Fagus moesiaca*) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea*) ağaç türü odunlarından hazırlanan örneklerde % 7,3, % 10,3 ve % 13 olmak üzere 3 farklı rutubet miktarında farklı oranlardaki polyol ve izosiyanattan oluşturulan poliüretan verniklerde bileşim farklılığının yüzey işlem özellikleri üzerine etkisi incelenmişlerdir. Verniklerin uygulama viskoziteleri 16 sn (DIN Cup 4' e göre) seçilmiş ve kuru film kalınlığı ise yaklaşık 60 µm olarak ölçülmüştür. Adhezyon direncinin belirlenmesinde ise pull – off yönteminden yararlanılmıştır. Sonuç olarak en iyi adhezyon değerinin % 10,3 rutubet deki örneklerden elde edildiği, kayın odununun adhezyon direncinin meşeden daha yüksek çıktığını, polyol miktarının izosiyanat miktarına oranının 2 olarak elde edilen karışımın en iyi sonucu verdiğini belirlemiştir.

Lii ve arkadaşları [52]; lamine edilmiş bambu levhaların üst yüzey işlem uygunluklarını incelemiş, son kat verniğin iki kat olması halinde yüzeydeki direnç özelliklerinin, dolgu ve zımparalama işlemi ile görünüş özelliğinin daha iyi olacağını belirtmişlerdir.

Liptakova ve arkadaşları [53]; kayın ve Sarıçam ağaç odunlarında polistirenin adhezyonunu incelemişlerdir. % 8 rutubet miktarındaki örnekler üzerine polistiren lake boyayı 4 farklı viskozitede uygulamışlardır. Uygulamada kuru film kalınlığı 150 µm olarak belirlenmiş ve örneklerin yüzey serbest enerjileri ve pull – off yöntemi ile adhezyon direnci değerleri belirlenmişlerdir. Sonuç olarak; kayın odununun adhezyon direncinin çam odunundan yüksek olduğunu uygulama viskozitelerindeki değişikliğin adezyonu etkilemediğini, ayrıca adezyona dispersiyon güçlerinin % 60 ve polar güçlerinin % 40 oranında neden olduğunu açıklamışlardır.

Mahlberg [54], odun malzemenin boya adezyonu üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla çam ve ladin odunlarının ilkbahar odunu ile yaz odunu, öz odun ve diri odununda alkid ve poliüretan boyalarının adezyonunu belirlemiştir.

Meijer [55], düşük organik çözücü içeren kaplamalar ile çam ve ladin odunları arasındaki etkileşimini inceleyerek, 3 temel görüş açısından belirlemeye çalışmıştır.

Bunlardan birincisi; özellikle su esaslı yüzey işlem sistemleri gibi düşük organik çözücü içerenlerin ıslanabilirliği ve penetrasyonu, ikincisi; adhezyon mekanizması, üçüncüsü; yüzey işlemiş yapılmış odunda boyutsal stabilizasyon ve rutubet alımı olarak belirtilmiştir.

Meijer ve arkadaşları [56], düşük emisyonlu yüzey işlem maddelerinin adezyonu üzerinde çalışmışlardır. Yüzey işlemlerinde kullanılan maddelerin adezyonun önemli bir kriter olduğunu, ancak adhezyon mekanizmasının yeterince anlaşılmadığını, bu bakımdan yüzey işlem maddelerinin adezyonunun incelenerek sayısal olarak ortaya konulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla; ladin ve sarıçam odunlarında altı değişik yüzey işlem maddesi kullanmışlardır. Bunlara ait adezyonu soyma yöntemiyle belirlemişler ve ayrıca yeni bir teknikte eşitlikten yararlanarak sayısallaştırma ölçümleri kullanmışlardır. Sonuç olarak; daha iyi nüfuz etkisi olan ilkbahar odunu adezyonunun yaz odunundan belirgin şekilde yüksek olduğunu; alkid verniklerde akrilik verniklere göre daha yüksek adhezyon değerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Matuana ve arkadaşları [57]; PVC ve odun liflerinden oluşturulan kompozitlerde yüzey işlemlerinin adhezyon etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla ahşap kaplamaları önce çeşitli kimyasal maddelerle yüzey modifikasyonuna tabi tutmuşlar ve X – ışınli elektron spektroskopisi ile ölçümler yapmışlardır. Modifikasyona uğramış ve uğramamış örneklerde temas açılarını ve PVC filmi ile kaplanan ahşap kaplamaların adezyonunu çekmede makaslama direnci ile belirlemişlerdir. Sonuç olarak; aminosilen ile kimyasal modifikasyona tabi tutulan örneklerin adezyonu belirgin bir şekilde daha iyi sonuç verdiği, plastik ve odun liflerinin etkileşiminin mekanik özellikleri önemli olarak etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

Nussbaum [58]; odunun işlenmesi sonrasında tutkallama ve boya uygulama süresini belirtmek için ıslanabilirlik ölçümü yapmıştır. Bu çalışma sonucunda odun yüzeylerinin en iyi tutkallama ve boyanma zamanının işlemeden sonraki 2 – 3 gün içinde olduğunu açıklamıştır.

Özen ve Sönmez [59]; 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.

Poprzycki ve Liptakova [60]; dolgu ve son kat selülozik vernik sistemlerinde, katlar arası bağlanma ve adhezyon etkileşimini incelemişlerdir. Çalışmada kayın odunundan hazırlanan örnekler üzerine farklı serbest yüzey enerjisine sahip selülozik dolgu ve son kat

vernükler uygulanmıştır. Katların etkileşiminde önemli bir gösterge olan adhezyon çalışması, pull – off yöntemi ile adhezyon direnci ve çizilme direnci testleri yapılmıştır. Sonuç olarak; katların bağlantısı için adhezyon değerinin 80 mJ/m² den büyük olmasının yeterli olacağını belirtmişlerdir.

Sönmez [61] “Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan vernüklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları” konulu çalışmasında; Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Meşe (Quercus) ağaç türlerini, vernük çeşidi ise poliüretan, selülozik, sentetik ve poliester vernükler kullanılmıştır. Farklı türdeki ağaç malzemenin ve ağaç kaplamanın yüzeyine uygulanan farklı türdeki vernüklerin sertlik, parlaklık, yapışma, çizilme, ev içi kimyasallara karşı dayanımları ve sigara ateşine karşı dayanımları araştırılmıştır. Sonuç olarak; vernüklerin kuru film kalınlıkları poliester vernükte 210 µm, poliüretan vernükte 120 µm, sentetik vernükte 100 µm ve selülozik vernükte 90 µm olarak belirlenmiştir. Yapışma dirençleri Doğu Kayını’ nda; selülozik parlak, selülozik mat ve poliüretan parlat vernükte 5A (kesim kenarları tamamıyla düzgün kafes şeklinde kesilmiş karelerde kopma yok), selülozik dolgu, poliüretan doldu, poliüretan mat, poliüretan ipek mat vernüklerde 4A (kesim kenarlarında düşük miktarda pul – pul kopmalar olabilir ve kesişime yerlerindeki kopmalar % 5’ den az olduğu), sentetik vernükte 2A (kesim kenarları boyunca ve kesişime yerlerinde pul – pul kopmalar olabilir, karelerdeki kopmalar %15 - % 35 arasında olabilir), poliester vernükte ise 2B (Kesim yerleri boyunca her iki taraftaki pürüzlülük ve çentiklenme 3,2 mm’den fazla ise). Vernük katmanlarının sertliklerinde ağaç cinsinin etkili olmadığını asıl etkinin vernük türüne ait olduğunu açıklamış çapraz kesimle yüzeye yapışma mukavemeti tayininde, poliüretan verniğin ağaç yüzeyi ile bağlantısının diğer vernüklere göre daha iyi olduğunu, en kötü sonucu ise sentetik vernük katmanının verdiğini belirlemiştir. Sigara ateşinin araştırmada kullanılan vernük katmanlarının hepsinde etkili olduğu ve yüzeylerde bozulma veya yıkımlara neden olduğunu açıklamıştır.

Pelit [62] “Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernük katman özelliklerine etkisi” konulu çalışmasında; Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ağacından elde edilen deney örnekleri % 8, % 10, % 12 rutubet miktarına getirilerek, su bazlı vernükler uygulanmış, ağaç türünün ve rutubet miktarının vernüklerin sertlik, parlaklık ve renk değerleri ile yüzeye yapışma direncine etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak; kuru film kalınlıkları 3 kat A verniğinde 85 µm ve 1 kat B₁ (astar) + 2 kat B₂ (dolgu) + 3 kat B₃ (son kat) vernükte 120 µm olarak belirlenmiştir. Doğu Kayını’ nda elde

edilen yapışma direnci değerleri; A (tek bileşenli) verniğinde % 8 rutubette 2,936 MPa, % 10 rutubette 3,261 MPa, % 12 rutubette 3,338 MPa; B (iki bileşenli) vernikte % 8 rutubette 2,681 MPa, % 10 rutubette 2,571 MPa, % 12 rutubette 2,994 MPa çıkmıştır. Ağaç türlerinden Doğu Kayını' nda yapışma direnci yüksek çıkmıştır. Ağaç türü ve rutubet miktarının, A ve B verniklerin yüzeye yapışma direnci değerleri üzerinde etkili olmadığı, asıl etkinin uygulanan vernik çeşidinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Keskin ve Tekin [63] ahşap malzemede kullanılan bazı verniklerin aşınma dirençlerini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada Sarıçam, Doğu Kayını, Meşe, Karakavak, Ihlamur ve Siyah ceviz, vernik çeşidi olarak sentetik, selülozik, poliüretan, su bazlı ve asit sertleştiricili vernik kullanmışlardır. Doğu Ladini' nde kuru film kalınlığı 3 kat uygulanan sentetikte 135,9 µm, poliüretanda 131,5 µm, su bazlıda 125,9 µm, asit sertleştiricide 146,5 µm, selülozikte 129,2 µm, 2 kat uygulanmış sentetikte 116,2 µm, poliüretanda 124,7 µm, su bazlıda 114,9 µm, asit sertleştiricide 138,8 µm, selülozikte 124,5, 1 kat uygulana sentetikte 93,6, poliüretanda 93,1, su bazlıda 96,1, asit sertleştiricide 94,8 µm, selülozik vernikte 94,4 µm olarak belirlenmiştir. Vernik çeşidinde kuru film kalınlığı ile en yüksek değerden en düşük değer doğru sıraladığında asit sertleştiricili, sentetik, poliüretan, su bazlı vernik ve selülozik vernik olarak belirtmişlerdir. Ağaç türünde ise en yüksek kuru film kalınlığı 3 kat asit sertleştirici uygulanmış siyah ceviz ve Doğu Kayını' nda, en düşük değer ise tek kat asit sertleştirici vernik uygulanmış karakavak türünde elde etmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deney Malzemeleri

Çalışmada, deney malzemeleri olarak 2 ağaç türü ve 3 vernik çeşidi kullanılmıştır.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Çalışmada ülkemizde yetişmekte olan ve ticari olarak da önemi olan, iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. (Link.)) ve yapraklı ağaç türlerinden ise Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odunları kullanılmıştır.

Bu amaçla deneylerin uygulanacağı ağaç türlerinin doğal yayılış gösterdiği Doğu Karadeniz bölgesi seçilmiştir. Yararlanılan ağaçların kusursuz gövde yapısına sahip, düzgün ve sağlam ağaçlardan olmasına dikkat edilmiştir.

2.1.2 Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması

Deney örnekleri için hazırlanan parçalar daire testere ve kalınlık makinalarında işlenerek 950x100x20 mm ölçülerine getirilmiştir. Bu parçalar iklimlendirme odasında 20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem koşullarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık % 12 olması sağlanmıştır.



Şekil 10. Örneklerin iklimlendirme odasında istiflenmesi

Daha sonra bu parçalar gruplara ayrılarak 120 ve 150 no' lu zımpara kağıtları kullanılarak titreşimli el zımpara makinası ile zımparalama işlemine tabi tutulmuştur. Zımparalanan parçalar daire testere makinasında kesilerek her bir parçadan 3' er adet olmak üzere 250x100x20 mm boyutlarında deney örnekleri elde edilmiştir.



Şekil 11. Titreşimli el zımparası



Şekil 12. Zımparalanmış Doğu Kayını örnekleri



Şekil 13. Zımparalanmış Doğu Ladini örnekleri

Araştırmada; mobilya ve doğrama endüstrisinde yaygın olarak kullanılan selülozik, poliüretan ve akrilik esaslı olmak üzere üç farklı vernik çeşidi kullanılmıştır. Üretici firmadan takım halinde alınan bu verniklere ait ambalaj özellikleri Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7. Vernik çeşitleri ve bazı ambalaj özellikleri [64]

Vernik Çeşidi	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite DIN/CUP4 (sn)	Toz kuruması (dk)	Dokunma kuruması (dk)	Zımpara kuruması (saat)	Katı madde miktarı (%)
1	0,94 – 0,98	80 – 100	3 – 5	10	2 - 4	30 - 35
2	0,9 – 1,0	60 – 80	3 – 5	10	2 – 4	34 – 38
3	0,96 – 1,0	65- 75	10 – 15	30	4 – 6	43,5 – 47,5
4	0,98 – 1,02	65 – 75	15 – 20	60	24	58 – 62
5	0,90 – 0,96	40 – 50	15 – 20	30 - 40	2	23 – 27
6	0,91 – 0,97	35 – 45	15 - 20	40	1 - 2	30 - 35

1. Selülozik (Dolgu) Vernik 2. Selülozik (Son kat mat) Vernik 3. Poliüretan (Dolgu) Vernik 4. Poliüretan (Süper parlak) Vernik 5. Akrilik (Dolgu) Vernik 6. Akrilik (Son kat mat) Vernik

Deneyleerde kullanılacak verniklerin uygulama koşulları ve karışım miktarları üretici firma önerilerine göre yapılmıştır. Bu amaçla; vernik çeşitlerinin viskoziteleri (DIN Cup/4mm/20 °C göre) 16 sn ve karışım miktarları Tablo 8’ deki gibi seçilmiştir.

Tablo 8. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları [64]

Vernik Çeşitleri	Vernik (Kısım)	Sertleştirici (Kısım)	İnceltici (Kısım)
Selülozik (dolgu)	100	-	60
Selülozik (son kat mat)	100	-	60
Poliüretan (dolgu)	100	50	15
Poliüretan (süper parlak)	100	100	-
Akrilik (dolgu)	100	50	10
Akrilik (son kat mat)	100	50	10

Örneklere verniklerin uygulanmasında iğne ucu çapı 1,8 mm olan alttan depolu püskürtme tabancası kullanılmış ve hava basıncı 3 atm olarak seçilmiştir. Uygulamada;

püskürtme tabancası örneklerin yüzeylerine dik tutularak 25 – 30 cm uzaklıkta ve paralel hareket ettirilerek vernik kalınlıklarının eşit olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 14. Alttan depolu vernik tabancası [65]

Örnek parçaların verniklenmesi birim alana $120 \pm 5 \text{ g/m}^2$ olacak şekilde 2 kat dolgu vernikleme ve 1 kat son kat vernikleme olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki dolgu vernikleme uygulaması sonrası örnekler kurutulmuş ve zımparalama işlemleri el ile yapılmıştır. Bu amaçla, 120 no' lu zımpara kağıdı ile zımparalanan yüzeylere uygulanan I. kat dolgudan ve II. kat dolgudan sonra 280 no' lu, 150 no' lu kağıt zımpara ile zımparalanan yüzeylere uygulanan I. kat dolgudan ve II. kat dolgudan sonra 320 no' lu kağıt zımparalar kullanılmıştır.



Şekil 15. Poliüretan verniği uygulanmış Doğu Kayını örnekleri



Şekil 16. Poliüretan verniği uygulanmış Doğu Ladini örnekleri



Şekil 17. Selülozik vernik uygulanmış Doğu Kayını örnekleri



Şekil 18. Selülozik vernik uygulanmış Doğu Ladini örnekleri



Şekil 19. Akrilik vernik uygulanmış Doğu Kayını örnekleri



Şekil 20. Akrilik vernik uygulanmış Doğu Ladini örnekleri

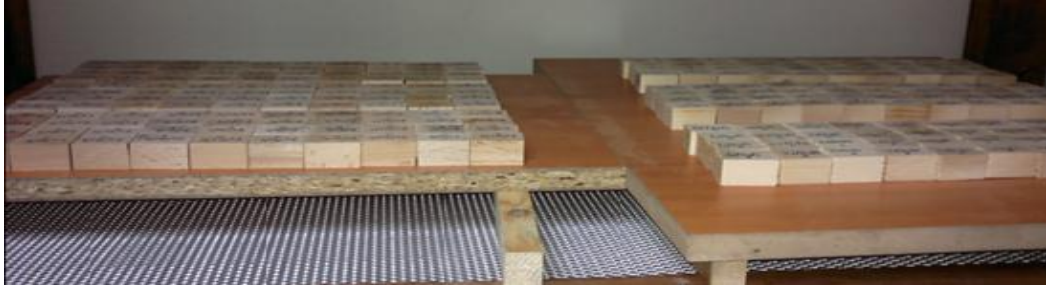
Vernik uygulaması sonrası örnekler 24 saat süre ile 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ °C bağıl nem koşullarında iklimlendirme odasında kurumaya bırakılmıştır. Uygulamalar atölye ortamında gerçekleştirildiğinden ortamın tozsuz olmasına özen gösterilmiş, aşırı hava akımı, sıcaklı ve bağıl nemden kaçınılmıştır.

2.2. Deney Yöntemleri

2.2.1. Yoğunluklar

Her ağaç türüne ait 950x100x20 mm boyutlarındaki 60' ar adet parçadan yararlanılmış ve bunların hava kurusu ($r = \% 12$) yoğunlukları TS 2472 [66] esaslarına

uygun olarak belirlenmiştir. Parçaların her birinin uç kısımlarından 30 mm uzunluğunda enine dar parçalar kesilmiş ve bunlardan da 20x20x30 mm boyutlarında 4' er adet örnek alınmıştır.



Şekil 21. Yoğunluk ölçümü için hazırlanmış örnekler

Örneklerin ağırlıkları 0,01 gr, boyutları ise $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçülerek aşağıdaki eşitlikten yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Burada;

$$\rho = \text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)}$$

$$m = \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

$$v = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

2.2.2. Kuru Film Kalınlığı

Kuru film kalınlığının belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 250x100x20 mm boyutlarında 60' ar örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4138 [67] esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla kuru film kalınlığı ölçme aleti (Erichsen P. I. G. 455) kullanılmış ve ölçümler ± 5 μm duyarlılıkta yapılmıştır (Şekil 22).



Şekil 22. Kuru film kalınlığı ölçme aleti

2.2.3. Yapışma Direnci

Yapışma direncinin belirlenebilmesi için her bir vernik çeşidine ait 250x100x20 mm boyutlarında 60' ar örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4541 [68] esaslarına uygun bir şekilde yapılmıştır.

Bu amaçla örneklerin yüzeylerine 20 mm çapındaki çelik silindirler epoksi reçineli vernik katmanları üzerinde çözücü etkisi olmayan yüksek yapışma gücüne sahip “ 404 Çelik Yapıştırıcı “ ile yapıştırılmıştır. Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları 2 saat beklenip temizlendikten sonra, yapıştırıcının tam kuruması için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 \pm 5 bağıl nem koşullarında 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra, örnekler yapışma direnci ölçme aleti (Erichsen Adhesionmaster 525 MC) çekme silindiri altına yerleştirilerek çelik silindirlerin bağlantısı yapılmış ve 0,5 N/s hızda deneyler gerçekleştirilmiştir (Şekil 23). Örneklerin yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\rho_a = \frac{F}{A}$$

Burada;

ρ_a : Yapışma Direnci (N/mm²)

F: Kopma anındaki kuvvet (N)

A: Uygulama alanı (mm²)



Şekil 23. Yapışma direnci test aleti

2.3. İstatistik Analizler

Özelliklere ait aritmetik ortalama (X), standart sapma (S) ve varyasyon katsayısı yüzdesi (V) hesaplanmıştır.

Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitleri karşılaştırılmasında farklılık olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi ile elde edilen farklılıkların anlamlı bulunması durumunda durumun da Duncan – Testi yapılarak homojenlik grupları belirlenmiştir. Varyans analizinde, F_{hesap} değerlerinin % 5’ den büyük olması durumunda (Ö.D), % 5 - % 1 arasında (*), % 1 - % 0,1 arasında (**) ve % 0,1’ den küçük olması durumunda (***) işaretleri ile açıklanmıştır. İstatistik analizlerin gerçekleştirilmesinde, Statgraphics Plus 5.1 for Windows [69] istatistik paket programından yararlanılmıştır.

3. BULGULAR

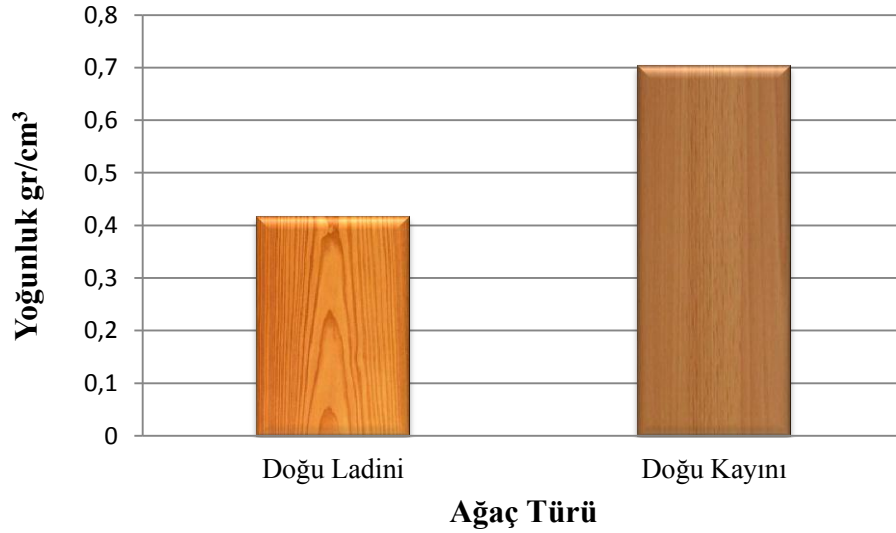
3.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait örneklerden elde edilen hava kurusu (r = % 12) ortalama yoğunluk değerleri Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Yoğunluk Değerleri (g/cm³)

Ağaç Türleri	n	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Ladini	120	0,417	0,056	0,0013
Doğu Kayını	120	0,704	0,744	0,0010

Buna göre; Doğu Kayını ağaç türünün yoğunluğu 0,704 g/cm³ ile yüksek, Doğu Ladini ağaç türünün ise 0,417 g/cm³ ile düşük yoğunluk değerleri elde edilmiştir. Ağaç türlerine ait hava kurusu yoğunluk değerleri grafiği Şekil 24’ de verilmiştir.



Şekil 24. Ağaç türlerine ait yoğunluk değerleri

3.2. Kuru Film Kalınlıkları

3.2.1. Ağaç Türleri, Zımpara Numaraları ve Vernik Çeşitlerine Göre Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türleri, zımpara numaraları ve vernik çeşitlerine göre ortalama kuru film kalınlıkları belirlenerek Tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10. Kuru film kalınlıkları (μm)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Kayını	120	254,66	25,59	10,05	185,33	9,15	4,93	113,33	14,47	12,77
	150	250,66	23,74	9,47	174,66	14,07	8,05	117,33	16,67	14,21
Doğu Ladini	120	276,66	22,50	8,31	210,66	14,86	7,05	181,33	11,87	6,54
	150	274,66	25,59	9,31	210,66	10,32	4,9	178,66	15,97	8,9

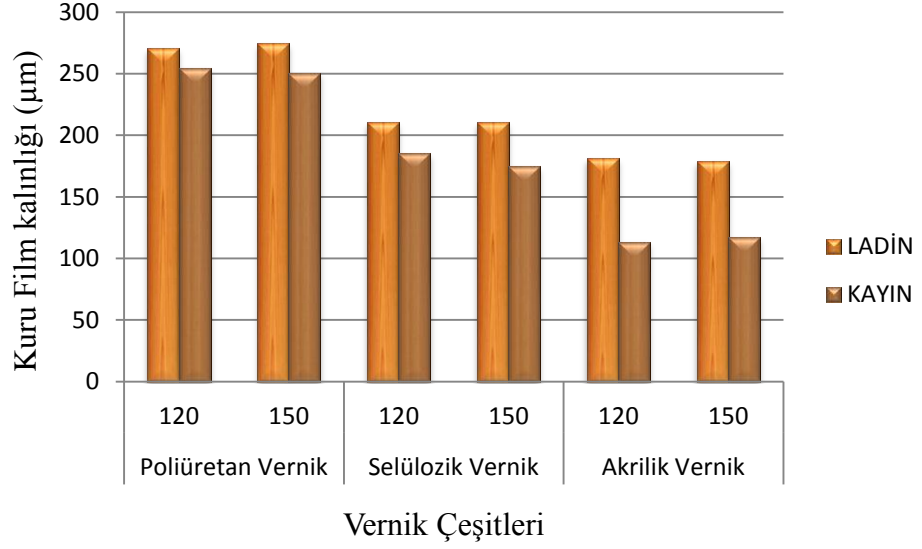
Ağaç türü ve vernik çeşidine ait kuru film kalınlıklarına göre, en yüksek kuru film kalınlığı Doğu Ladini' nde poliüretan vernikte 276,66 μm , en düşük ise Doğu Kayını' nda akrilik vernikte 113,33 μm çıkmıştır. Vernik çeşidine ait kuru film kalınlığına göre ise; en yüksek değer 276,66 μm poliüretan vernikte, 210,66 μm ile orta değerlerde selülozik vernikte izlemiş ve 113,33 μm ile en düşük değer akrilik vernikte elde edilmiştir.

Ağaç türlerine uygulanan zımpara numaralarına ait kuru film kalınlıklarına göre; en yüksek değeri Doğu Ladini' nde 120 no' lu zımpara kağıdında 276,66 μm , en düşük değer ise Doğu Kayını' nda 120 no' lu zımpara kağıdında 113,33 μm çıkmıştır.

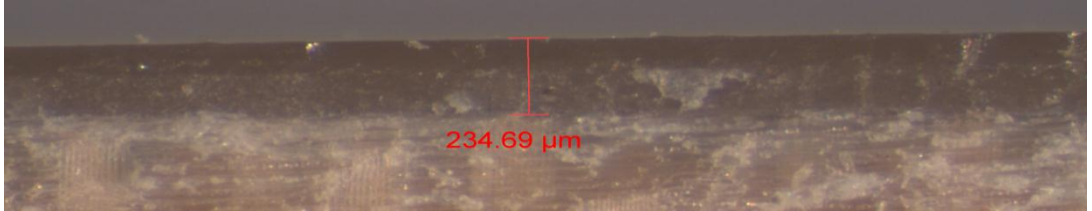
Doğu Kayınına uygulanan zımpara numaralarına ve vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıklarına göre en yüksek değer 120 no' lu zımpara kağıdında poliüretan vernikte 254,66 μm , orta değerlerde selülozik vernikte 185,33 μm , en düşük değer ise akrilik vernikte 113,33 μm çıkmıştır.

Doğu Ladinine uygulanan zımpara numaralarına ve vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıklarına göre ise; en yüksek değer 120 no' lu zımpara kağıdında poliüretan vernikte 276,66 μm , orta değerlerde selülozik vernikte 210,66 μm , en düşük değer ise akrilik vernikte 181,33 μm çıkmıştır. Ancak Doğu Ladini' nde 120 ve 150 no' lu zımpara kağıdı ile uygulananlarda selülozik vernikte 210,66 μm olarak eşit çıkmıştır.

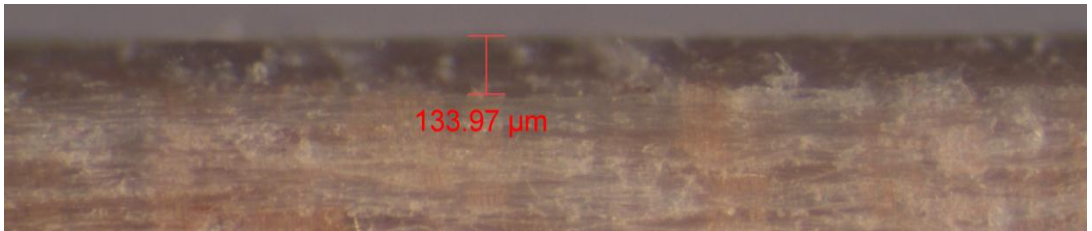
Ağaç türlerine uygulanan verniklerin oluşturdukları kuru film kalınlıkları Şekil 25’ de verilmiştir.



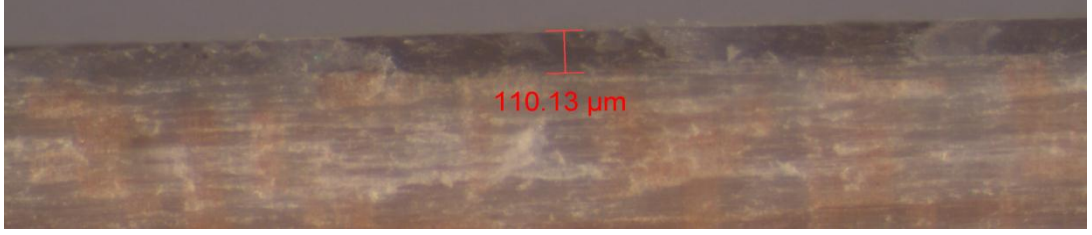
Şekil 25. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıkları



Şekil 26. Poliüretan verniğin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı



Şekil 27. Selülozik verniğin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı



Şekil 28. Akrilik verniğin yüzeyde oluşturduğu kuru film kalınlığı

Ağaç türlerine göre yapılan değerlendirmede ise; poliüretan vernik, selülozik vernik ve akrilik verniklerin yapmış oldukları kuru film kalınlıkları en fazla Doğu Ladini' nde çıkmıştır.

3.2.2. Ağaç Türleri, Zımpara Numaraları ve Vernik Çeşidi ile Kuru Film Kalınlıkları İlişkisi

Ağaç türleri, zımpara numaraları ve vernik çeşitlerinin kuru film kalınlığı üzerine etkisini araştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 11' de verilmiştir.

Tablo 11. Ağaç türleri, zımpara numaraları ve vernik çeşitlerinin kuru film kalınlığı üzerine etkisini araştırmak için yapılan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A: Ağac Türü	133018,0	1	133018,0	426,72	***
B: Zımpara No	217,778	1	217,778	0,70	*
C: Vernik Çeşidi	801236,0	2	400618,0	1285,17	***
Etkileşim AB	360,0	1	360,0	1,15	*
Etkileşim AC	32648,9	2	16324,4	52,37	***
Etkileşim BC	648,889	2	324,444	1,04	*
Etkileşim ABC	1306,67	2	653,333	2,10	*
Hata	108480,0	348	311,724		
Toplam	1,07792E6	359			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; zımpara numarasının kuru film kalınlıkları üzerinde % 5, ağaç türü ve vernik çeşidinin ise % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Karşılıklı etkileşimleri incelendiğinde; kuru film kalınlıkları üzerinde ağaç türü ve zımpara numarasının % 5, zımpara numarasın ve vernik çeşidinin % 5, ağaç türü, zımpara

çeşidi ve vernik çeşidinin % 5, ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu bulunmuştur.

Ağaç türü, zımpara numarası ve vernik çeşidinin kuru film kalınlığı arasında homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 12’ de verilmiştir.

Tablo 12. Kuru film kalınlıkları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan Testi sonuçları ($P \leq 0,05$)

Varyans Kaynağı	N	Kuru Film Kalınlığı (μm)	
Ağaç Türü			
Kayın	180	182,667	a
Ladin	180	221,111	b
Zımpara No			
120	180	202,667	a
150	180	201,111	a
Vernik Çeşidi			
Poliüretan Vernik	120	262,667	a
Selülozik Vernik	120	195,333	b
Akrilik Vernik	120	147,667	c

Duncan Testi sonuçlarına göre; ağaç türleri ve vernik çeşitleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmuş, zımpara numaraları arasında % 5 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmamaktadır. Ağaç türleri arasın 2, vernik çeşitleri arasında 3 homojenlik grubu oluşturduğu, zımpara numaralarında ise tek homojenlik grubu oluşturduğu görülmektedir.

3.3. Yapışma Direnci

3.3.1. Ağaç Türleri, Zımpara Numaraları ve Vernik Çeşitlerine Göre Yapışma Dirençleri

Ağaç türleri, zımpara numarası ve vernik çeşitlerine göre yapışma dirençleri belirlenerek Tablo 13’ de verilmiştir.

Tablo 13. Ağaç türleri, zımpara numarası ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Kayını	120	3,65	0,46	12,83	0,90	0,39	43,24	2,13	0,50	23,52
	150	3,48	0,74	21,23	0,97	0,25	25,72	2,14	0,63	29,38
Doğu Ladini	120	2,69	0,49	18,52	0,64	0,32	46,88	1,62	0,4	25,89
	150	3,07	0,52	16,93	0,69	0,23	33,62	1,95	0,36	24,76

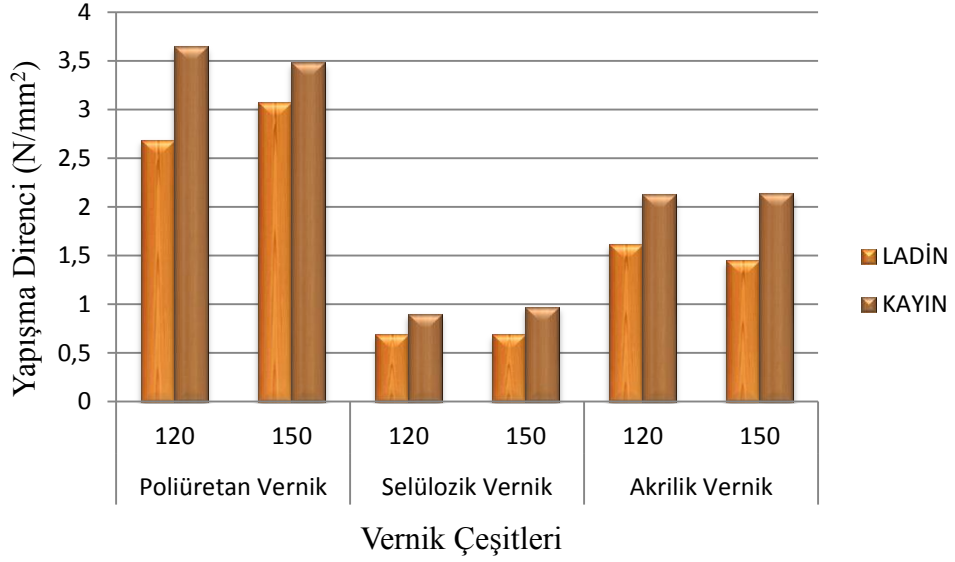
Ağaç türü ve vernik çeşidine ait yapışma dirençleri incelendiğinde, en yüksek değer Doğu Kayını' ndaki poliüretan vernikte 3,65 N/mm², en düşük değer ise Doğu Ladinindeki selülozik vernikte 0,64 N/mm² çıkmıştır. Vernik çeşidine ait yapışma dirençlerinde ise; en yüksek değer poliüretan vernikte 3,65 N/mm², orta değerlerde akrilik vernik 2,14 N/mm² ve en düşük değer ise selülozik vernikte 0,64 N/mm² olarak çıkmıştır.

Ağaç türlerine uygulanan zımpara numaralarına ait yapışma dirençlerine göre en yüksek değer Doğu Kayını' nda 120 no' lu zımpara kağıdında 3,65 N/mm², en düşük değer ise Doğu Ladini' nde 120 no' lu zımpara kağıdında 0,64 N/mm² çıkmıştır.

Doğu Kayını' nda zımpara numaralarına ve vernik çeşitlerine ait yapışma dirençlerine göre en yüksek değer 120 no' lu zımpara kağıdında poliüretan vernikte 3,65 N/mm², orta değerlerde 150 no' lu zımpara kağıdında akrilik vernikte 2,14 N/mm² ve en düşük değer ise 120 no' lu zımpara kağıdında selülozik vernikte 0,90 N/mm² çıkmıştır.

Doğu Ladinine uygulanan zımpara numaralarına ve vernik çeşitlerine ait yapışma dirençlerinde; en yüksek değer 150 no' lu zımpara kağıdında; poliüretan vernikte 3,07 N/mm², orta değerlerde akrilik vernikte 1,95 N/mm² ve en düşük değer ise 120 no' lu zımpara kağıdında selülozik vernikte 0,64 N/mm² çıkmıştır.

Ağaç türlerine ait vernik çeşitlerinin yapışma direnci değerleri Şekil 29' da verilmiştir.



Şekil 29. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait yapışma dirençleri

Ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin yapışma dirençlerinde Doğu Kayını Doğu Ladini' nden daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Adhezyon direnç deneylerinde genellikle poliüretan ve akrilik vernik uygulanan Doğu Ladini ağaç türünde kopmalar meydana gelmiştir. Bu kopmalar vernik ile ağaç yüzeyi arasında gerçekleşmiştir.



Şekil 30. Poliüretan vernik uygulanmış ve adhezyon deney sonrası yüzey görünümü



Şekil 31. Akrilik vernik uygulanmış ve adhezyon kuvvet deney sonrası yüzey görünümü

3.3.2. Ağaç Türleri, Zımpara Numarası ve Vernik Çeşidi Yapışma Direnci İlişkisi

Ağaç türleri, zımpara numarası ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirtmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve Tablo 14’ de varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 14. Ağaç türleri, zımpara numarası ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A: Ağac Türü	23,3988	1	23,3988	106,89	***
B: Zımpara No	0,0376178	1	0,0376178	0,17	Ö.D
C: Vernik Çeşidi	351,036	2	175,518	801,8	***
Etkileşim AB	0,23104	1	0,23104	1,06	*
Etkileşim AC	3,33707	2	1,66853	7,62	***
Etkileşim BC	0,478367	2	0,239184	1,09	*
Etkileşim ABC	2,30005	2	1,15003	5,25	**
Hata	76,1759	348	0,218896		
Toplam	456,995	359			

Varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve vernik çeşidinin yapışma direnci üzerine etkisinin % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu, zımpara çeşidinin ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Karşılıklı etkileşimleri yapışma direnci üzerine etkisi incelendiğinde; ağaç türü ve zımpara çeşidinin % 5, zımpara çeşidi ve vernik çeşidinin % 5 ve ağaç türü, zımpara numarası ve vernik çeşidinin % 1, ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu bulunmuştur.

Ağaç türleri, zımpara çeşidi ve vernik çeşitleri ile yapışma dirençleri değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 15' de verilmiştir.

Tablo 15. Yapışma direnci üzerine etkiler araştırılan grupların Duncan Testi sonuçları ($P \leq 0,05$)

Varyans Kaynağı	N	Yapışma Direnci (N/mm ²)	
Ağaç Türü			
Kayın	180	2,21656	a
Ladin	180	1,70667	b
Zımpara No			
120	180	1,95139	a
150	180	1,97183	a
Vernik Çeşidi			
Poliüretan Vernik	120	3,22683	a
Akrilik Vernik	120	1,84092	c
Selülozik Vernik	120	0,81708	b

Duncan Testi sonuçlarına göre; ağaç türleri ve vernik çeşitleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmuş, zımpara numaraları arasında % 5 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmamaktadır. Ağaç türleri arasın 2, vernik çeşitleri arasında 3 homojenlik grubu oluşturduğu, zımpara numaralarında ise tek homojenlik grubu oluşturduğu görülmektedir.

4. TARTIŞMA

4.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait belirlenen hava kuru (r = % 12) yoğunluk değerleri Tablo 16' da verilmiştir.

Tablo 16. Yoğunluk Değerleri (g/cm³)

Ağaç Türleri	Hava Kuru Yoğunluk		
	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Ladini	0,417	0,056	0,0013
Doğu Kayını	0,704	0,744	0,0010

Tabloda; Doğu Kayını' nın yoğunluk değeri 0,704 g/cm³, Doğu Ladini' nin yoğunluk değeri ise 0,417 g/cm³ çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda hava kuru yoğunluk değerleri; Doğu Kayını' nda 0,669 g/cm³ [42], 0,663 gr/cm³ [70] ve 0,701 gr/cm³ [71]; Doğu Ladini' nde ise 0,436 g/cm³ [70], 0,451 g/cm³ [39], 0,451 gr/cm³ [72], 0,466 gr/cm³ [73], 0,417 g/cm³ [71] olarak belirtilmektedir.

Çalışmada elde edilen yoğunluk değerleri bunlarla karşılaştırıldığında Doğu Kayını' nda [42, 70] den yüksek çıkmış, Doğu Ladini' nde ise [70, 71] den düşük değerler elde edilmiştir.

Ağaç türleri odunlarının işleme özelliklerinde, genellikle yoğunluğu yüksek türlerin daha iyi sonuçlar gösterdiği belirtilmektedir [74, 75, 76, 77, 78, 79].

Buna göre çalışmada; Doğu Ladini odununun yoğunluğunun düşük olması yüzey kalitesini azaltacağından yapışma direncini olumsuz; Doğu Kayını odununda ise yoğunluğun yüksek olması yüzey kalitesini arttıracığından yapışma direncini olumlu olarak etkileyeceği söylenebilir. Ayrıca; düzgün yüzeylerde odun hücreleri belirginliği artacağından daha boşluklu hücreler oluşacaktır. Bu da yüzey işlem sistemlerinin katman kalınlığını olumsuz, yapışma direncini ise olumlu yönde etkileyebileceği ortaya konulabilir.

4.2. Kuru Film Kalınlığı

Ağaç türlerine uygulanan verniklerin oluşturdukları kuru film kalınlıkları Tablo 17’ de verilmiştir.

Tablo 17. Kuru film kalınlıkları (μm)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Kayını	120	254,66	25,59	10,05	185,33	9,15	4,93	113,33	14,47	12,77
	150	250,66	23,74	9,47	174,66	14,07	8,05	117,33	16,67	14,21
Doğu Ladini	120	276,66	22,50	8,31	210,66	14,86	7,05	181,33	11,87	6,54
	150	274,66	25,59	9,31	210,66	10,32	4,9	178,66	15,97	8,9

Tablo 17’ de ki kuru film kalınlıkları incelendiğinde; vernik çeşitlerine göre en yüksek değerler poliüretan vernikte çıkmış, onu daha düşük değerlerle akrilik ve selülozik vernik izlemiştir. Katman kalınlıkları ağaç türlerine göre incelendiğinde Doğu Ladini Doğu Kayını’ ndan daha yüksek değerler göstermiştir. Bunların yanında zımpara no’ larına göre ise; katman kalınlıklarında yaklaşık eşit değerler elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, kuru film kalınlıkları üzerinde ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 ile zımpara no’ sunun ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Karşılıklı etkileşimlerine göre ise; kuru film kalınlıklarında ağaç türü ve zımpara numarasının % 5, ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1, zımpara numarası ve vernik çeşidinin % 5 ile ağaç türü, zımpara çeşidi ve vernik çeşitleri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda vernik çeşitlerine göre katman kalınlıkları; poliüretan vernikte 120 μm , selülozik vernikte 90 μm , nanolacke UV ve sentetik vernikte 100 μm [45]; selülozik vernikte 95 μm , akrilik vernikte 100 μm ve sentetik boyada 210 μm [52]; poliüretan vernikte 60 μm [51] ve 100 μm [43]; selülozik vernikte 90 μm ve poliüretan vernikte 120 μm [61] olarak belirtilmektedir.

Ağaç türlerine göre katman kalınlıkları; Doğu Kayını ve Doğu Ladini’ nde sırası ile poliüretan vernikte 116,33 μm ve 116,33 μm , akrilik vernikte 114,66 μm ve 114,66 μm , selülozik vernikte 85 μm ve 87 μm olarak belirtilmektedir.

Aynı şekilde vernik katman kalınlıklarında ağaç türleri arasında anlamlı bir fark olmadığı, vernik çeşidinde ise farklılığın anlamlı olduğu belirtilmektedir [7]. Diğer bir

çalışmada Sarıçam, Doğu Kayını, Meşe, Karakavak, İhlamur ve Siyah ceviz ağaç tür ve cinslerinde sentetik, selülozik, poliüretan, su bazlı ve asit sertleştiricili verniklerde, en yüksek değerden düşük değere doğru asit sertleştiricili ve sentetik, poliüretan, su bazlı ve selülozik vernik olarak sıralandığı; kuru film kalınlığında en yüksek 3 kat asit sertleştirici Siyah ceviz ve Doğu Kayını' nda, en düşük ise tek kat asit sertleştiricili Karakavak türünde elde edildiği açıklanmaktadır [63].

Bunlara göre; yapılan çalışmada elde edilen kuru film kalınlığı değerleri bunlarla karşılaştırıldığında genellikle daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu farklılıklar ağaç türleri, üretici firma formülasyonları ile uygulama koşulları olan viskozite, zımparalama no' ları yanında daha çok katman sayısına bağlanabilir.

Özellikle; yüzey işlem sistemlerinin katman yapma miktarları fiziksel kuruma yapan selülozik, alkol esaslı ve sentetik verniklerde az ve % 20 – 25' lerde, kimyasal kuruma yapan poliüretan ve alkid verniklerde ise fazla ve % 45 – 50 ile poliester verniklerde % 95 miktarlarındadır. Ayrıca, yarı fiziksel veya kimyasal kuruma yapan yağlı ve su esaslı verniklerdeki katman yapma miktarı fiziksel ve kimyasal kuruma yapan yüzey işlem sistemleri aralığında olup orta düzeydedir [6, 7].

Ağaç türleri bakımından katman kalınlıkları yoğunluğu fazla odunlarda daha yüksek, yoğunlukları az olan odunlarda ise düşük değerler gösterdiği belirtilmektedir [6, 7]. Poröz veya boşluk miktarı fazla ağaç türü odunları yüzey işlem sistemlerinin nüfuzunu arttıracığından az, bunun yanında ekstraktif maddece zengin ağaç türü odunları ise nüfuzu azaltacağından fazla katman kalınlıkları oluşumları göstermektedir [6, 7].

Aynı şekilde odunun işlenmesinde düzgün yüzey oluşumları hücre çeperleri boşluklarını belirginleştireceğinden uygulanan yüzey işlem sisteminin tüm boşluklara nüfuz ederek dolduracağından katman kalınlığını olumsuz olarak etkileyebileceği ortaya konulmaktadır [6, 7].

Çalışmada genellikle zımpara no' larına göre katman kalınlıkları anlamlı farklılık olmamakla birlikte, 150 no' lu zımparalamada 120 no' lu zımparalamaya göre az da olsa düşük değerler elde edilmesi, 150 no' lu zımparanın daha düzgün yüzeyler oluşturmaya bağlanabilir.

Yüzey işlemlerinde özellikle dış koşullarda güneş ışını etkisindeki konumlarda katman kalınlığının fazla olması dayanım süresini artırdığı belirtilmektedir [6, 7, 20]. Bu gibi uygulamalarda dış koşullara uygun yapıdaki yüzey işlem sistemlerinden özellikle fazla katman yapanların seçilmesi ve gerekirse katman sayısının fazla uygulanması önerilebilir.

4.3. Yapışma Direnci

Ağaç türlerine ait vernik çeşitlerinin yapışma direnci değerleri Şekil 18’ de verilmiştir.

Tablo 18. Ağaç türleri, zımpara numaraları ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm^2)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Kayını	120	3,65	0,46	12,83	0,90	0,39	43,24	2,13	0,50	23,52
	150	3,48	0,74	21,23	0,97	0,25	25,72	2,14	0,63	29,38
Doğu Ladini	120	2,69	0,49	18,52	0,64	0,32	46,88	1,62	0,4	25,89
	150	3,07	0,52	16,93	0,69	0,23	33,62	1,95	0,36	24,76

Ağaç türlerine göre yapışma dirençleri; Doğu Kayını’ nda yüksek, Doğu Ladini’ nde ise düşük çıkmıştır. Vernik çeşitlerine göre ise, poliüretan vernikte en yüksek, akrilik vernikte normal ve selülozik vernikte en düşük değerler elde edilmiştir. Bunların yanında zımpara no’ larına göre yapışma dirençleri; poliüretan ve selülozik vernikte 150 no’ lu zımparalamada 120 no’ lu zımparalamadan büyük, akrilik vernikte ise 150 no’ lu zımparalama 120 no’ lu zımparalamaya göre bir miktar düşük çıkmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerinde ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu, zımpara no’ sunun ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı belirlenmiştir. Karşılıklı etkileşimlerine göre ise; yapışma direncinin ağaç türü ve zımpara numarasının % 5, ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1, zımpara numarası ve vernik çeşidinin % 5 ile ağaç türü, zımpara çeşidi ve vernik çeşitleri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı çıkmıştır.

Literatürde ağaç türleri ile ilgili yapışma direnci araştırmalarında; Doğu Kayını poliüretan, akrilik ve selülozik vernikte sırasıyla $2,52 N/mm^2$, $3,06 N/mm^2$ ve $1,86 N/mm^2$ ile aynı şekilde Doğu Ladini’ nde $2,40 N/mm^2$, $2,86 N/mm^2$ ve $1,67 N/mm^2$ olarak en yüksek yapışma direnci akrilik vernikte en düşük ise selülozik vernikte belirlenmiştir. Ayrıca, yapışma direncinde vernik çeşitleri farklılıkların anlamlı olduğu açıklanmıştır [9]. Diğer bir çalışmada; Doğu Kayını’ nda selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı verniklerde 1 kat dolgu ve son kat ile 2 kat dolgu ve son kat uygulamalarda yapışma dirençleri sırası ile, 1,949 MPa, 2,490 MPa, 4,003 MPa ve 4,856 Mpa, 4,420 MPa, 4,066 MPa, 3,891 MPa

ve 3,398 MPa olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre yapışma direncine ağaç türü ve vernik çeşidinin etkili, katman kalınlığının ise etkisiz olduğu; ayrıca yapraklı ağaç türü odunlarında iğne yapraklı ağaç odunlarına aynı şekilde poliüretan ve akrilik verniklerde selülozik ve su bazlı verniklere göre daha yüksek yapışma dirençleri elde edildiği belirtilmektedir [49].

Zımpara no' larında her iki ağaç türünde poliüretan, akrilik ve selülozik verniklerde Doğu Ladini' nde, 120 no' lu zımparalamada 150 no' lu zımparadan bir miktar yüksek, Doğu Kayını' nda ise bir miktar düşük değerler elde edilmiştir.

Bunlara göre; çeşitli yüzey işlem sistemlerinin genel olarak yoğunluğu yüksek ağaç türü odunlarında ve bunların düzgün veya az pürüzlü yüzeyleri ile kimyasal kuruma yapan sistemlerin daha iyi adhezyon yapısı gösterdikleri ortaya konulabilir.

Yapışma direnci rutubet etkisinde; Sarıçam ve Doğu Kayını ağaç türü odunlarında % 8, % 10 ve %12 rutubet miktarlarında en iyi sonuçların % 10 rutubet miktarında elde edildiği [62]; aynı şekilde Melez Kayını (*Fagus moesiaca*) ve Sapsız Meşe ağaç türü odunlarında % 13, % 10,3 ve % 7,3 rutubet miktarlarındaki poliüretan vernik yapışma direncinin % 10.3 miktarında en yüksek sonuçları gösterdiği [51]; yine dış hava koşullarında boya uygulanmış ağaç malzemenin yapışma direncinin yüksek rutubette düşük yapışma değerler gösterdiği belirtilmiştir [44].

Ağaç malzemenin rutubet miktarlarının yüzey işlem sistemleri yapışma direncine etkili olduğu ve genellikle düşük rutubet miktarlarının daha iyi sonuçlar gösterdiği belirtilmektedir. Bunun nedeni olarak, çeşitli ağaç türü odunlarında rutubetin yüzey işlem sistemlerinin nüfuzunu olumsuz yönde etkileyebileceği ve yapışma direncini azaltabileceği ortaya konulabilir.

5. SONUÇLAR

5.1. Yoğunluk

Denemelerde kullanılan ağaç türlerinin yoğunluklarının ortalama değerleri; yaklaşık % 12 rutubet miktarında Doğu Kayını' nında $0,704 \text{ g/cm}^3$, Doğu Ladini' nde ise $0,417 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Bu değerler literatür değerlerinden yüksek çıkmıştır.

5.2. Kuru Film Kalınlığı

Ağaç türleri, vernik çeşitleri ve zımpara no' larına göre kuru film kalınlıkları Tablo 19' da verilmiştir.

Tablo 19. Kuru film kalınlıkları (μm)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu Kayını	120	254,66	25,59	10,05	185,33	9,15	4,93	113,33	14,47	12,77
	150	250,66	23,74	9,47	174,66	14,07	8,05	117,33	16,67	14,21
Doğu Ladini	120	276,66	22,50	8,31	210,66	14,86	7,05	181,33	11,87	6,54
	150	274,66	25,59	9,31	210,66	10,32	4,9	178,66	15,97	8,9

Tablo 19' daki kuru film kalınlıkları incelendiğinde; vernik çeşitlerine göre en yüksek değerler poliüretan vernikte çıkmış, onu daha düşük değerlerle akrilik ve selülozik vernik izlemiştir. Katman kalınlıkları ağaç türlerine göre incelendiğinde Doğu Ladini Doğu Kayını' ndan daha yüksek değerler göstermiştir. Bunların yanında zımpara no' larına göre ise; katman kalınlıklarında yaklaşık eşit değerler elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, kuru film kalınlıkları üzerinde ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 ile zımpara no' sunun ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Film kalınlıklarında vernik çeşidi ve ağaç türünün oldukça etkili, zımpara no' sunun ise daha az etkili olduğu belirlenmiştir.

5.3. Yapışma Direnci

Ağaç türleri ve zımpara numaralarına göre verniklerin yapışma direnci değerleri Şekil 20' de verilmiştir.

Tablo 20. Ağaç türleri, zımpara numaraları ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç Türleri	Zımpara No	Poliüretan vernik			Selülozik vernik			Akrilik vernik		
		\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)	\bar{X}	S	V (%)
Doğu	120	3,65	0,46	12,83	0,90	0,39	43,24	2,13	0,50	23,52
Kayını	150	3,48	0,74	21,23	0,97	0,25	25,72	2,14	0,63	29,38
Doğu	120	2,69	0,49	18,52	0,64	0,32	46,88	1,62	0,4	25,89
Ladini	150	3,07	0,52	16,93	0,69	0,23	33,62	1,95	0,36	24,76

Ağaç türlerine göre yapışma dirençleri; Doğu Kayını' nda yüksek, Doğu Ladini' nde ise düşük çıkmıştır. Vernik çeşitlerine göre ise, poliüretan vernikte en yüksek, akrilik vernikte normal ve selülozik vernikte en düşük değerler elde edilmiştir. Bunların yanında zımpara no' larına göre yapışma dirençleri; poliüretan ve selülozik vernikte 150 no' lu zımparalamada 120 no' lu zımparalamadan büyük, akrilik vernikte ise 150 no' lu zımparalama 120 no' lu zımparalamaya göre bir miktar düşük çıkmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerinde ağaç türü ve vernik çeşidinin % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu, zımpara no' sunun ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı belirlenmiştir.

Yapışma dirençlerinde; ağaç türü ve vernik çeşidinin oldukça etkili olduğu, bunların yanında zımpara no' unun ise etkili olmadığı ortaya konulmuştur.

6. ÖNERİLER

İnsanların ekonomik ve kültürel düzeylerinin artışına paralel olarak ağaç malzemelerin kullanımlarının giderek artacağını düşünüldüğünde, ağaç malzeme ve yüzey işlem malzemeleri ile etkileşimlerinin önemli bir yer tutacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Yüzey işlemlerinin performansında etkili olması bakımından ağaç türleri odunlarının fiziksel – mekanik özellikleri ve işlenme koşulları yüzey işleme sistemlerinin çeşitleri ve bunların uygulama koşulları üzerinde önemle durulmalıdır. Ayrıca, çeşitli ağaç malzemelere uygulanacak yüzey işlem sistemlerinin formüllerine bağlı yapıları ile fiyatları da değerlendirilmelidir.

Ağaç türleri odunları ve yüzey işlem sistemleri bakımından iç ve dış ortamlara uygun seçimler yapılmalıdır. Buna göre; genel olarak iç ortamlarda yoğunluğu yüksek ve dekoratif yapılı yapraklı ağaç odunları ile fiziksel kuruyan saydam veya yarı saydam yüzey işlem sistemleri, dış ortamlarda ise yoğunluğu düşük ve ekstraktif maddece zengin az çalışan iğne yapraklı ağaç türü odunları ile kimyasal kuruyan saydam olmayan (örtücü) yüzey işlem sistemleri uygun seçimler olabilir.

Yüzey işlem performansını artırması bakımından ağaç malzeme yüzeylerinin en az pürüzlü olması yanında, katman kalınlıklarının da özellikle dış koşullarda daha fazla ve iç koşullarda ise daha az kalınlıkta olmasına özen gösterilmelidir.

Bunların yanında, yüzey işlemlerinde kullanılan çeşitli yüzey kaplama malzemelerinin içermiş olduğu maddeler göz önünde bulundurularak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyecek yerlerde uygun yüzey malzemesi kullanımına dikkat edilmelidir.

Ayrıca; Türkiye’ de yetişen veya satın alınarak kullanılan ağaç türü odunlarının, ağaç malzemenin heterojen yapısı, işleme koşulları ve rutubet miktarları, yüzey işlem sistemlerinin çeşitliliği ve bunlara uygun zımpara no’ ları ve uygulama koşulları dikkate alınarak, yapışma direnci ve kuru film kalınlığına bağlı ekonomiklik veya verimliliğin göz önünde bulundurulduğu çalışmaların yapılmasında yarar görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Şanıvar, N., Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 1978.
2. Sönmez, A., Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2000.
3. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi II. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1745, O.F. Yayın No: 183, İstanbul, 1972.
4. Yalınkılıç, M.K., Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilitate Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odunda Yıkanabilirlikleri, Doçentlik Tezi, K.T.Ü. Orman Fak., Trabzon, 1993.
5. Özen, R. ve Sönmez, A., Ahşap Verniklerin Harici Etkilere Karşı Dayanıklılığına İlişkin Araştırmalar, Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara, 1996.
6. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler, Cilt I, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul, 2000.
7. Malkoçoğlu, A., Yüzey İşlem Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2002.
8. REFA, Holz-und Kunststoffverarbeitung, Refa-Mappe, Refa-Fachausshuss Holz und Kunststoffverarbeitung, Darmstadt, 1983.
9. Özdemir, T., Türkiye’ de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
10. Baysal, E., Çeşitli Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Hızlandırılmış Yaşlandırma (Accelerated – Weathering) Metoduyla Fiziksel ve Biyolojik Performanslarının Belirlenmesi ve Performans Özelliklerinin İyileştirilmesi, Araştırma Projesi, Muğla Üniveristesi, 2007.
11. Baykan, İ., Rendelenmiş ve Zımparalanmış Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüklerine İlişkin Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1996.
12. Wheeler, E., Wood Struvture and Properties, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
13. Ones, D., Flat Line Finishing With Wet Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.

14. Julian, D., Flat Line Finishing With Dry Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
15. Currier, G., Furniture Finishing Processes and Systems, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
16. Cassens, D. L. and Feist, Wood Finishing, North Central Region Extension Publication, Cooperative Extension Service, 1980.
17. Malkoçoğlu, A., Mobilya Üretim Teknikleri Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2007.
18. Bozkurt, A., Göker, Y. ve Erdin, N., Emprenye Tekniği, İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 3779 O.F. Yayın No: 425, İstanbul, 1993.
19. Fengel, D. and Wegener, G., Wood chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin/New York, 1984.
20. Anonym, Chapter 16: Finishing of Wood, Wood Handbook, Wood As An Enginerring Material, USDA Service, Madison, 1983.
21. Sönmez, A., Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlık, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları, Ankara, 1997.
22. Martin, E., The Importance of Finishing, Furniture Finishing Textbook, Furniture Production, Tennessee, 1979.
23. Atkinson, S., Furniture Finishing, Sunset Book and Magazine, USA, 1994.
24. Şener, N., Mobilyada Kullanılan Ahşap Malzeme, Yüzey, Üst Yüzey İşlemler ve Koruma, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
25. Anonym, Daly' s Wood Finishing Class Nptes, Dalys Inc, WA, 1990.
26. Wicks, Z., Jones, F. and Pappas, S., Organic Coating Science and Technology, Wiley Interscience Publication, USA, 1989.
27. Beatty, L. and Penboss, L., Surface Coating Raw Materials and Their Usage, Chapman and Hall Publications, London, 1983.
28. Sönmez, A., Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri Ders Notları, II. Cilt, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2003.
29. Sönmez A. ve Budakçı M., "Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri II", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara 2006.

30. Kazayawoko, M., Surface Characterisation and Mechanisms of Adhesion in Wood Fiber – Polypropylene Compozites, Doctora Thesis, Graduate Department of Forestry, University of Toronto, 1996.
31. Aydın, İ., Çolakoğlu, G. ve Akbulut, T., Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Adezyon Teorisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51 (2001) 91-99.
32. Debye, P.J.V., Intertomic and Intermoleculer Forces in Adhesion and Cohesion, Edited by Philips Weiss, Elsevier Publishing Co, (1926) 1-17.
33. Carpenter, M.V., Characterizing The Chemistry of Yellow-Poplar Surfaces Exposed to Different Surface Energy Environments Using DCA, DSC and XPS, (Master Thesis), West Virginia Universty, 1999.
34. Pizzi, A., Brief Nonmathematical Review of Adhesion Theories as Applicable to Wood, Advanced Wood Adhesive Technology, (1994) V 1.
35. Kaygın, B., Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Opak Boyaların Dayanım Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 1997.
36. Aydın, İ., Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Sartlarının Etkileri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004.
37. Schmid, R., Aspects of Wood Adhesion: Applications of C CP/MAS NMR and Fracture Testing, Doctora Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institue and State University, 1988.
38. Çolakoğlu, G. Ağaç Malzeme Yapıştırıcıları ve Ders Uygulama Teknikleri (Basılmamış Ders Notları), K.T.Ü Orman Fakültesi, Trabzon, 2002.
39. Akyüz , M., Doğu Ladini (*Picea Orientalis* (L) Link.) Odunun Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri, Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DKOY Yayın No: 3, Trabzon, 1997.
40. Anşin, R. ve Özkan Z, C., Tohumlu Bitkiler – Odunsu Taksonlar, K.T.Ü Orman Fakültesi, Yayın No 167/119, Trabzon, 1993.
41. Saatçi, F., Silvikültür, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No 22 İstanbul, 1976.
42. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
43. Shakri, A., Finishing Properties of Acacia Mangium, Paraserianthes Falcataria and Gmelina Arborea Timbers: Some Impartant Parameters, Journal of Tropical Foret Producys, 1 (1995) 83 – 89.

44. Ahola, P., Adhesion Between Points and Wooden Substrates. Effect of Pretreatments and Weathering of Wood, Materials and Structures, 28 (1995) 350 – 356.
45. Akgün, E., Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Nanoteknolojik Verniklerin Dayanım Özellikleri ve Diğer Vernik Sistemleriyle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 2008.
46. Akhirarkhavari, A., Adhesion and durabilitt of Latex Paint on wood Fiber Reinforced Polyethlene, Doctora Thesis, Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, University of Toronto, 2000.
47. Budakçı, M., Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1997.
48. Budakçı, M., Pnomatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
49. Budakçı, M. ve Sönmez, A., Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesini, Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fak. Dergisi, 25, 1 (2010), 111 – 118.
50. Bagner, A., Work of adhesion as A Criterior for Determination of Optium Surface Tension in Adhesives, Druna Indstrija, 46, 4 (1995) 187 – 194.
51. Jaic, M. and Zivanovic, R., The Influence of the Ratio of the Polyurethane Coating Components on The Quality of Finishes Wood Surface, Holz als Roh – und Wekstoff, 55 (1997) 319 – 322.
52. Liu, C.T. Lii, W.J. and Wang, C.K., Laminated Bamboo for High Value Added Products: Study on the Finishing Properties of Bamboo, Forest Products Industries, 13, 4 (1994) 528 – 543.
53. Liptotova, E., Kudela, J. and Popryzki, O., The Adhesion of Polystyrene of Wood, Holz als Roh und Werkstoff, 49, 1 (1981) 31 – 37.
54. Mahlberg, R., Adhesion of Paint on Wood Substrate. Part 1. Effect of Substrate Factors, Technical Research Centre of Finland, 476 (1987) 1 – 55.
55. Meijer, M., Bibliographic Cition, Wagenin Agricultural University, 1999.
56. Meijer, M. and Militz, H., Wet Adhesion of Low – VOC Coating on Wood: A quantative Analysis, Progress in Organic Coatings, 38 (2000) 223 – 240.
57. Matuana, L., Balatinecz, J. and Park, C., Effect of Surface Properties on The Adhesion Between PVC and Wood Veneer Laminates, Polymer Engineering and Science, 38, 5 (1998) 765 – 773.

58. Nussbaum, R.M., The Critical Time Limit to Avoid Nature Inactive of Spruce Surface (*Picea abies*) Intended for Painting A Gluting, Holz als Roh und Werkstoff, 54 (1996) 26 – 29.
59. Özen, R. ve Sönmez, A., Mobilya Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Yüzeve Yapışma Mukavemeti ve Sigara Ateşine Dayanıklılıkları, G. Ü. Tek. Egt. Fak. Dergisi, Ankara, 4 (1988) 5 – 12.
60. Poprzycki, O. and Liptakova, E., The Relation Between the Work of Adhesion and the Interlayer Adherence in Primer – Top Coat Sytems, Annals of Warsaw Agriculturel University; Forestry and Wood Technology, 45 (1994) 37 – 41.
61. 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, 1989.
62. Pelit, H., Ağaç Malzeme Rutubet Miktarının Su Bazlı Vernik Katman Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
63. Keskin, H. ve Tekin, A., Abrasion resistances of cellulosic, synthetic, polyurethane, waterborne and acidhardening varnishes used woods, Construction and Building Materials, 25 (2011) 638–643.
64. Anonim, Vernik Teknik Bilgi Formu, AkzoNobel Kemipol San.Tic. A.Ş., İzmir, 2011.
65. Anonim, Makine Teknolojisi Üst Yüzey İşlemleri, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara, 2006.
66. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlık Tayini, T.S.E., Ankara, I. Baskı, Kasım, 1976.
67. ASTM D 4138, Test Method for Measurement of Dry Film Tickness of Protective, ASTM, Philadelphia, 1971.
68. ASTM D 4541, Test Method for Pull – Off Strength of Coating Using Portable, ASTM, Philadelphia, 1978.
69. Statgraphics Plus 5.1, Statistical Graphics Corporation, Manugistics, Inc., USA, 2001.
70. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi I. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No: 147, İstanbul, 1970.
71. Ulusoy, H., Bazı Ağaç Türü Oduklarının Anatomik Yapıları Ve İşlenme Koşullarının Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.

72. Mayes, D. and Oksanen, O., "Thermowood handbook", Finnforest, Finland, (2002) 5-15.
73. Çalıova, Z., Kızılağaç ve Doğu Ladini Odunlarının Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2011
74. Stewart, H.A., Murmaris, L. and River, B.H., Surface and Subsurface Characteristics Related to Abrasive-Planing Conditions, Wood And Fiber Science, 18, 1 (1986) 107-117.
75. Stewart, H. and Crist,J.B., SEM Examination of Subsurface Damage of Wood After Abrasive And Knife Planing, Wood Science and Technology, 14,3 (1982) 106-109.
76. Malkoçoğlu, A. ve Özdemir, T., The Machining Properties of some Hardwoods and Softwoods Naturally Grown in Eastern Black Sea Region of Turkey, Journal of Materials Processing Technology, 173 (2006) 315-320.
77. Stewart, H. A., Knife Planing Across The Grain Can Be Applied To Hardwooda, Nort Central Forest Experiment of Agriculture, 1975, 4.
78. Mendoza, B. A., The Effect of Density and Some Machining Variables On Power Consumption and Planing Quality of Coconut (Cocos Nucifera L.) Lumber. Fprdi Journal, 17, 1 – 4, (1988) 37-66.
79. Hernandez R.E., Bustos C., Fortin Y. and Beaulieu J., Wood Machining Properties of White Spruce From Plantation Forests, Forests Products Journal, 51 6 (2001) 82-88

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Rize’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Rize ‘de tamamladı. 2001–2006 yılları arasında, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğrenimi gördü. 2008 yılında Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programına başlamıştır. Orta derecede İngilizce bilmektedir.