

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA AĞAÇ MALZEME VE İŞLEME  
ÖZELLİKLERİNİN VERNİKLERİN YAPIŞMA DİRENCİ ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mutlu KOCAPINAR**

**HAZİRAN 2014**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA AĞAÇ MALZEME VE İŞLEME  
ÖZELLİKLERİNİN VERNİKLERİN YAPIŞMA DİRENCİ ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Mutlu KOCAPINAR**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“YÜKSEK LİSANS (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.05.2014  
Tezin Savunma Tarihi : 24.06.2014**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR**

**Trabzon 2014**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Mutlu KOCAPINAR tarafından hazırlanan**

**BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA AĞAÇ MALZEME VE İŞLEME**  
**ÖZELLİKLERİNİN VERNİKLERİN YAPIŞMA DİRENCİ ÜZERİNE**  
**ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 03/06/2014 gün ve 1556/03 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınav sonunda

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA** .....

**Üye : Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR** .....

**Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

‘Bazı ağaç türü odunlarında ağaç malzeme ve işleme özelliklerinin verniklerin yapışma direnci üzerine etkilerinin araştırılması’ adlı bu çalışma K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliği programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans danışmanlığımı üstlenerek çalışma konusunun belirlenmesi, araştırma planlaması ve yürütülmesinde her türlü yardımı esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR’e, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tez izleme komitesi üyelerim Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim YILDIRIM’a ve eşim Evşen Beray KOCAPINAR’a teşekkür etmeyi bir borç bilirim

Ayrıca çalışmamda yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma ve Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü akademik ve idari personeline teşekkür ederim.

Mutlu KOCAPINAR  
Trabzon 2014

## **TEZ BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı ağaç türü odunlarında ağaç malzeme ve işleme özelliklerinin verniklerin yapışma direnci üzerine etkilerinin araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR'in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 24/06/2014

Mutlu KOCAPINAR

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
ÖZET .....	X
SUMMARY .....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı .....	2
1.3. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması.....	2
1.3.1. Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre Yüzey İşlemleri .....	2
1.3.2. Mekanik Olarak Yapılan Yüzey İşlemleri .....	2
1.3.3. Sıvı Yüzey İşlemleri .....	3
1.4. Yüzey İşlemlerinin Amaçları.....	3
1.4.1. Koruma Amacı.....	3
1.4.2. Estetik Amaçlar.....	4
1.4.3. Hijyenik Amaçlar.....	4
1.5. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları .....	5
1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler .....	5
1.7. Yüzey İşlemlerinde Ağaç Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler.....	6
1.7.1. Ağaç Malzemenin Kalitesi.....	7
1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı .....	7
1.7.3. Yoğunluk.....	8
1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite).....	8
1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti .....	9
1.7.6. Yüzey Özellikleri .....	9
1.7.7. Ekstraktif Maddeler .....	10

1.7.8.	Renk .....	11
1.8.	Ağaç Malzemelerin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması .....	11
1.8.1.	Onarma İşlemleri .....	11
1.8.2.	Lekeler ve Giderilmesi .....	12
1.8.3.	Islatma İşlemleri.....	13
1.8.4.	Renk Açma (Ağartma) İşlemleri.....	13
1.8.5.	Zımparalama İşlemleri .....	14
1.9.	Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri .....	19
1.9.1.	Bağlayıcı Maddeler .....	16
1.9.1.1.	Termoplastlar .....	17
1.9.1.2.	Elastomerler .....	17
1.9.1.3.	Duroplastlar.....	17
1.9.2.	Çözücü ve İnceltici Maddeler .....	18
1.9.3.	Katkı (Dolgu) Maddeleri.....	19
1.9.3.1.	Kurutucu Maddeler (Sikatifler).....	19
1.9.3.2.	Koruyucu Maddeler (Biozitler).....	19
1.9.3.3.	Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler .....	20
1.9.3.4.	Aşındırıcı Maddeler .....	20
1.9.3.5.	Tiksotropik Maddeler.....	20
1.9.3.6.	Matlaştırma Maddeleri .....	20
1.9.3.7.	Işığa Karşı Koruyucu Maddeler.....	21
1.9.3.8.	Akıcılığı Sağlayan Maddeler .....	21
1.9.3.9.	Yumuşatıcılar .....	21
1.9.4.	Pigmentler ve Renk Maddeleri .....	21
1.10.	Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri.....	22
1.10.1.	Gözenek Macunları veya Dolgu Maddeleri.....	22
1.10.2.	Vernikler .....	23
1.10.2.1.	Vernik Çeşitleri.....	24
1.10.2.1.1.	Selülozik Vernik .....	24
1.10.2.1.1.1.	Yapısı ve Tanımı.....	24
1.10.2.1.1.2.	Kuruma Özellikleri .....	25
1.10.2.1.1.3.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	25
1.10.2.1.2.	Poliüretan Vernik .....	26

1.10.2.1.2.1.	Yapı ve Tanımı .....	27
1.10.2.1.2.2.	Kuruma Özellikleri .....	28
1.10.2.1.2.3.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	28
1.10.2.1.3.	Akrilik Vernik.....	29
1.10.2.1.3.1.	Yapısı ve Tanımı.....	29
1.10.2.1.3.2.	Kuruma Özellikleri .....	30
1.10.2.1.3.3.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	31
1.10.3.	Önemli Bazı Vernikler ve Özellikleri .....	31
1.11.	Adhezyon Teorisi ve Odunda Adhezyon.....	32
1.11.1.	Adhezyon Teorisi.....	32
1.11.2.	Odun - Reçine Bağ Oluşumu .....	33
1.11.3.	Odun Adhezyonu .....	34
1.12.	Ağaç Türleri .....	35
1.12.1.	Doğu Kayını ( <i>Fagus orientalis Lipsk.</i> ).....	36
1.12.2.	Sakallı Kızılağaç ( <i>Alnus glutinosa subs. Barbata (C.A. Mey) Yalt.</i> ).....	36
1.12.3.	Doğu İladini ( <i>Picea orientalis (L.) Link.</i> ).....	37
1.12.4.	Doğu Karadeniz Göknaarı ( <i>Abies Nordmanniana (Stev)</i> ).....	37
1.13.	Literatür Özeti.....	38
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	44
2.1.	Deney Materyali .....	44
2.1.1.	Ağaç Malzeme .....	44
2.1.2.	Vernik Türü.....	44
2.2.	Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması.....	45
2.3.	Deney Yöntemleri .....	46
2.3.1.	Yoğunluklar .....	46
2.3.2.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	47
2.3.3.	Kuru Film Kalınlığı.....	48
2.3.4.	Yapışma Direnci .....	48
2.4.	İstatistik Yöntemler.....	49
3.	BULGULAR.....	50
3.1.	Yoğunluklar .....	50
3.2.	Kuru Film Kalınlıkları .....	50
3.3.	Yüzey Pürüzlülüğü.....	51



3.3.1.	Ağaç Türlerine Göre Yüzey Pürüzlülük Değerleri .....	51
3.3.1.1.	Kızılağaç Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri.....	51
3.3.1.1.1.	Kızılağaç Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi .....	52
3.3.1.2.	Kayın Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri.....	53
3.3.1.2.1.	Kayın Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi.....	55
3.3.1.3.	Ladin Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri.....	56
3.3.1.3.1.	Ladin Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun Durumunun ve Zımpara Farklılığının Etkisi.....	58
3.3.1.4.	Gökmar Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri.....	59
3.3.1.5.	Gökmar Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi .....	60
3.3.2.	Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Ağaç Türlerinin Etkisi .....	61
3.4.	Yapışma Direnci .....	63
3.4.1.	Ağaç Türlerine Göre Yapışma Direnci .....	63
3.4.1.1.	Kızılağaç Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri .....	63
3.4.1.1.1.	Kızılağaç Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi .....	63
3.4.1.2.	Kayın Odununun Kesit Şekli Ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri .....	64
3.4.1.2.1.	Kayın Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi.....	65
3.4.1.3.	Ladin Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri .....	66
3.4.1.3.1.	Ladin Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi .....	67
3.4.1.4.	Gökmar Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri .....	68
4.1.3.1.	Gökmar Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi .....	68
3.4.2.	Teget Kesitte Öz – Diri Odunun Yapışma Direncinde Ağaç Türüne Etkisi .....	70
4.	İRDELEME .....	72

4.1.	Yoğunluklar .....	72
4.2.	Kuru Film Kalınlıkları .....	72
4.3.	Pürüzlülük Değerleri .....	73
4.3.1.	Kızılağaç Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri.....	73
4.3.2.	Kayın Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri .....	74
4.3.3.	Ladin Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri.....	75
4.3.4.	Gök nar Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri .....	76
4.3.5	Ağaç Türü ve Zımparalama Farklılığının Pürüzlülüğe Etkisi.....	75
4.4.	Yapışma Direnci .....	79
4.4.1.	Kızılağaç Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi .....	79
4.4.2.	Kayın Odununun Zımpara Farklılığının ve kesit şeklinin Yapışma Direncine Etkisi .....	80
4.4.3.	Ladin Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi .....	81
4.4.4.	Gök nar Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi .....	82
4.4.5.	Teğet Kesitte Öz – Diri Odunun Adhezyon Direncinin Ağaç Türüne Etkisi .....	82
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	85
5.1.	Yoğunluk.....	85
5.2.	Kuru Film Kalınlığı.....	85
5.3.	Pürüzlülük.....	85
5.4.	Yüzeye Yapışma Direnci .....	87
6.	KAYNAKLAR .....	89
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans

BAZI AĞAÇ TÜRÜ ODUNLARINDA AĞAÇ MALZEME VE İŞLEME  
ÖZELLİKLERİNİN VERNİKLERİN YAPIŞMA DİRENCİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Mutlu KOCAPINAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR  
2014, 93 Sayfa

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan ağaç türleri odunlarının verniklenebilme özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 4 farklı ağaç türü; yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) ve Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp. Barbata* (C.A.Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea Orientalis* L. (Link.)) ve Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana subsp.*) ve selülozik vernik kullanılmıştır. Belirtilen boyutlarda deneme örnekleri hazırlanmış ve örnekler üzerinde yoğunluk, pürüzlülük, kuru film kalınlığı ve yapışma direnci hakkında incelemeler yapılmıştır. Ağaç türlerinde en iyi yapışma direnci Doğu Kayını odununda belirlenmiş, bunu sırasıyla Kızılağaç, Doğu Ladini ve Doğu Karadeniz Göknarı izlemiştir. Pürüzlülük değerlerinde zımparalama işleminin etkisinin olduğu ve en iyi yüzey pürüzlülüğünün 180 no'lu zımparalama sonucu olduğu belirlenmiştir. Radyal ve teğet kesitin, pürüzlülük ve yapışma dirençlerinin ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; Zımpara etkisine ve ağaç türlerinin işleniş şekillerine bağlı olarak pürüzlülük ve yapışma direnci değerleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü, Doğu Kayını, Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç ve Doğu Karadeniz Göknarı

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECT OF VARNISHES ON ADHESION STRENGTH OF WOOD MATERIAL  
AND PROCENING PROPERTIES IN SOME TREE SPECIES

Mutlu KOCAPINAR

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industry Engineering Graduate Program  
Supervisor: Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR  
2014, 93 Pages

In this study, the varnishability properties of some commercially important wood species were searched, therefore four different wood species (Beech and Alder As hardwoods, and Spruce and Fir as softwood) and one type of varnish (Cellulosic varnish) were used. In addition, in order to determine effect of sawn types and fiber directions, density, roughness, dry film thickness and adhesion strength values of samples were investigated. The best adhesion strength is observed in the Beech wood, followed by Alder, Spruce and the Eastern Nordmanniana respectively. It is proven that the sanding has an effect on roughness values and the best surface roughness was determined as a result of sanding with No. 180. According to the experiment results, it is concluded that radial and tangential cross-section, roughness and adhesion strength varies between different tree species. The result indicated that values of roughness and adhesion strength were determined that based on sanding effecting and wood species.

**Key Words:** Adhesion strength, surface roughness, Beech, Eastern Spruce, Alder and Abies Nordmanniana

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Yüzey işlem sistemi oluşumunun şematik görünüşü .....	16
Şekil 1. Sıvı ile odun yüzeyi ilişkisi .....	34
Şekil 2. İğne yapraklı pürüzlülük ölçme aleti .....	47
Şekil 3. Kuru film kalınlığı ölçme aleti .....	48
Şekil 4. Yapışma direnci test aleti .....	49
Şekil 5. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri .....	72
Şekil 6. Ağaç türlerinde selülozik verniğin kuru film kalınlıkları .....	73
Şekil 7. Kızılağaç odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri .....	74
Şekil 8. Kayın odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri ...	75
Şekil 9. Ladin odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri ....	76
Şekil 10. Gökmar odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri .	77
Şekil 11. Tüm ağaç türlerine ait zımpara farklılığının etkisini gösteren pürüzlülük değerleri .....	78
Şekil 12. Tüm ağaç türleri için pürüzlülük değerleri .....	78
Şekil 13. Kızılağaç odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin adhezyon direncine etkisi .....	79
Şekil 14. Kayın odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi .....	80
Şekil 15. Ladin odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi .....	81
Şekil 16. Gökmar odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi .....	82
Şekil 17. Teğet kesitte öz – diri odunun, zımpara farkının adhezyon direncinin ağaç türlerine etkisi .....	83

## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 1. Yüzey işlemlerinin kaplama malzemesi tiplerine göre sınıflandırılması.....	2
Tablo 2. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları .....	5
Tablo 3. Önemli bazı vernikler ve özellikleri.....	32
Tablo 4. Ağaç türlerine ait önemli bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler .....	38
Tablo 5. Selülozik vernik ve bazı ambalaj özellikleri .....	45
Tablo 6. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları .....	46
Tablo 7. Yoğunluk değerleri (g/cm <sup>3</sup> ).....	50
Tablo 8. Selülozik vernik kuru film kalınlıkları(µm).....	50
Tablo 9. Kızılağaç odununun pürüzlülük değerleri.....	51
Tablo 10. Kızılağaç odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 11. Kızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	53
Tablo 12. Kayın odununun pürüzlülük değerleri sonuçları.....	54
Tablo 13. Kayın odununda etkileri araştırılan grupların Varyans analizi sonuçları .....	55
Tablo 14. Kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları.....	56
Tablo 15. Ladin odununun pürüzlülük değerleri.....	57
Tablo 16. Ladin odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 17. Ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	58
Tablo 18. Gökmar odununun pürüzlülük değerleri .....	59
Tablo 19. Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	60
Tablo 20. Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	60
Tablo 21. Ağaç türleri için etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 22. Ağaç türlerinde zımpara etkisini bulmak yapılan Duncan testi sonuçları .....	62
Tablo 23. Ağaç türlerinde etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları .....	62
Tablo 24. Kızılağaç odununun yapışma direnci değerleri.....	63
Tablo 25. Kızılağaç odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	64
Tablo 26. Kızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	64
Tablo 27. Kızılağaç odununun adhezyon değerleri.....	64
Tablo 28. Kayın odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	65

Tablo 29. Kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları.....	66
Tablo 30. Ladin odununun yapışma direnci değerleri.....	66
Tablo 31. Ladin odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	67
Tablo 32. Ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	67
Tablo 33. Gökmar odununun yapışma direnci değerleri .....	68
Tablo 34. Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların Varyans analizi sonuçları .....	69
Tablo 35. Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	69
Tablo 36. Teget kesitte öz – diri odunda ağaç türlerinde etkisi araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	70
Tablo 37. Tüm ağaç türlerine ilişkin etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları .....	71
Tablo 38. Ağaç türleri için zımpara farkının yapışma direnciyle ilgili yapılan Duncan testi .....	71

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Günümüzde üst yüzey işlemleri için, çok sayıda yüzey işlem malzemesi kullanılması yanında, uygulamada da oldukça fazla yöntem geliştirilmiştir. Mobilya endüstrisinde kullanılan çeşitli ağaç türleri de göz önüne alınırsa, üst yüzey işlemlerinin ne kadar karmaşık ve güç olduğu kolayca anlaşılabilir.

Yüzey işlemlerinde malzemelerin (ağaç malzemeler, boya-vernik v.b.) hangi amaç için kullanılacağı bilinmelidir. Aksi durumda bunların seçimi olanaksız veya çok güç olacaktır. Tam açıklık kazanılmamış durumlarda, bu malzemelerin yanında vernik veya boyanın sağlandığı kaynaklardan bilgi alınması uygun olacaktır.

Odunun önemli karakteristiklerinden biri boyanabilme veya verniklenebilme özelliğidir. Bununla birlikte, ağaç türleri çeşitli alet veya makinelerle işlemlerde oldukça farklı davranışlar gösterirler. Bu nedenle çeşitli kullanım yerleri için birinci derecede önemli bir gösterge olan ağaç malzemenin yüzey karakteristiğinin uygunluğunu belirlemek gerekir. Belirlenen ağaç türlerine ait uygun yüzey işlem özelliklerinin yaygın kullanımları; kaliteli bir ürün için temel olan ve bunların gerektiği mobilya, marangozluk, doğrama veya diğer orman ürünleri gibi üretim alanlarını içerir

Çalışmada; Ülkemizde Orman endüstrisinde özellikle mobilya ve doğrama endüstrisinin ana hammaddelerinden olan türler seçilmiştir. Bu amaçla geniş yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını ( *Fagus orientalis* Lipsky. ) , Sakallı Kızılağaç ( *Alnus glutinosa* subsp. *Barbata* ( C.A.Mey) Yalt. ) ; iğne yapraklı ağaç türlerinden ise Doğu Ladini ( *Piceae orientalis* ) ve Doğu Karadeniz Gökmarı ( *Abies Nordmanniana* (Stev.)) odunlarının verniklenebilme özellikleri araştırılmıştır.

Ağaç türlerinin verniklenebilme özelliklerinin belirlenmesinin amacı; odun ile yüzey işlem maddeleri arasındaki etkileşimin belirlenmesi, odun özelliklerinin iyileştirilmesi ve çeşitli kullanım yerleri için uygunluklarının belirlenerek ortaya konulmasıdır. Ülkemizin kalkınmasında önemli bir yer tutan mobilya ve doğrama endüstrisinin ana kaynağını oluşturan ağaç malzemenin verniklenebilme özelliklerinin belirlenmesi ile bu alandaki önemli bir boşluğun doldurulacağını vurgulamak yerinde olacaktır.



## 1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı

Ağaç malzemelerden üretilen ürünler üzerine uygulanan renk açma, renklendirme, boyama, koruyucu katman ve baskı işlemlerinin tümüne yüzey işlemleri denir. Perdah (rendeleme, sistireleme ve zımparalama), ıslatma ve lekelerin temizlenmesi gibi hazırlık işlemleri de bu tanım kapsamına girmektedir.

Oldukça geniş bir çalışma alanını kapsar. Mobilya endüstrisinde en çok değişen ve kendini sürekli yenileyen bir konudur [1,2,3].

## 1.3. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması

Yüzey işlemleri; kaplama malzemesi tiplerine, mekanik ve sıvı yüzey işlemleri uygulanmalarına göre üç sınıfta toplanmaktadır [1, 2]

### 1.3.1. Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre Yüzey İşlemleri

Yüzey işlemleri kullanılan kaplama malzemesine göre katı, sıvı ve diğer kaplama malzemeleri olarak 3 grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlardan katı kaplamalar; doğal ve yapay kaplamalar (ahşap, kağıt, folyo, laminat, v.b.), sıvı kaplamalar (emprenye, macun, vernik, renklendirici, boya v.b.) ile diğer kaplamalar (ipek baskı, kadife kaplama v.v.) olarak belirtilebilir [Tablo 1], [3,4,5].

Tablo 1. Yüzey işlemlerinin kaplama malzemesi tiplerine göre sınıflandırılması

Yüzey İşlemleri		
Katı kaplama malzemeleri	Sıvı kaplama malzemeleri	Diğer kaplamalar
Ahşap kaplamalar, yapay kaplamalar (kağıt, folye, laminat v.b.)	Emprenye, renklendirici, boya, cila, vernik, macun, astar v.b.	İpek baskı, kadife kaplama v.b.

### 1.3.2. Mekanik Olarak Yapılan Yüzey İşlemleri

Mekanik yüzey işlemleri; odunun yapısından yararlanılarak ve daha çok estetik amaçla yakma, fırçalama ve kum püskürtme olarak 3 ayrı yöntemle yapılmaktadır.

Bu yöntemlerde ağaç malzeme yüzeyleri yakılarak, metal fırça ve kumla ovma veya kum püskürtme ile mekanik olarak aşındırılarak şekillendirilmektedir. Özellikle aşındırma işlemlerinde ağaç türlerine bağlı olarak yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunlarının özgül ağırlık farklılıklarından yararlanılmakta ve girintili çıkıntılı oldukça estetik yüzeyler elde edilmektedir [1, 2].

### **1.3.3. Sıvı Yüzey İşlemleri**

Sıvı yüzey işlemleri; üst yüzey işlemlerinin esasını oluşturmakta olup, aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir [2, 4].

A- Ağaç malzeme rengini değiştiren yüzey işlemleri

1- Renk açma (Ağartma)

2- Renklendirme

B- Koruyucu üst yüzey işlemleri

1- Ağaç malzemenin yapısının (strüktürünü) görüldüğü saydam yüzey işlemleri (matlaştırma, vernikleme, cilalama)

2- Ağaç malzeme yapısını örten yüzey işlemleri (lake boyama, renkli vernikleme)

C- Ağaç malzeme yapısını değiştiren (desen baskılı) yüzey işlemleri

1- Desen silindiri ve yüzey işleme filmi ile doğrudan ağaç malzemenin doğal yapısı üzerine baskılı yüzey işlemleri

2- Desen silindiri ve yüzey işleme filmi ile astarlanmış ağaç malzeme üstüne desen baskılı yüzey işlemleri

3- Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla desen baskılı yüzey işlemleri

## **1.4. Yüzey İşlemlerinin Amaçları**

### **1.4.1. Koruma Amacı**

Ağaç malzemelerden hazırlanan ürünler; fiziksel olarak ortamın rutubeti ve havanın bozucu etkilerinden (yağmur, çiy vb.), iç veya dış koşullardaki çeşitli kimyasal maddeler veya çevre kirliliği vb. etkiler (lekelenme, yapısal özelliğini kaybetme v.b. ) ile mekanik etkilerden (vurma, sürtünme, aşınma, çarpma v.b. gibi) yıkılmaktadır. Ayrıca toz ve

kirlenmeler de eşyaların ömrünü kısaltır. Mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar (bitkisel veya hayvansal zararlılar) yaşamlarını sürdürmek için odunu yıkımlamaktadırlar.

Odun değeri fazla olan bir malzemedir, işlenmesi ve ondan çeşitli ürünlerin yapılması ile ekonomik değeri daha da artar. Bu nedenle korunması ve uzun süre kullanımının sağlanması gerekmektedir [1, 2, 6].

### **1.4.2. 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.

Üst yüzey işlemleri, ağacın doğal güzelliği, renk ve desenini belirgin duruma getirir. Ayrıca güzelliği belirginleştirilen ve canlanan görüntünün devamlı olmasını da sağlar. Uygun olmayan 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. İç dekorasyonda mobilya ve iç mimari donatıları arasında uyumun sağlanabilmesi, ayrıca ürünler günün modasına uygun olarak istenilen renk veya parlaklığın verilmesi de estetiklik amaçları arasındadır.

Uygun yöntemlerle yapılan üst yüzey işlemleri ile ağaç malzemedен hazırlanan ürünlerin teknik, estetik ve ekonomik yönden değerleri artar [2, 7].

### **1.4.3. Hijyenik Amaçlar**

Yüzey işlemleri; mobilya v.b.. ürünlerin yüzeylerinde toz, kir, v.b. malzemelerin tutunmasını engelleyici yapıdadır. Mobilyaların temizlenebilmesini kolaylaştırırlar. Isıyı az iletmeleri, yani ısınmayı önlemesi çeşitli mikrop vb. oluşumlarını engeller. Bu da ürünlere hijyeniklik etkisi kazandırır. Özellikle oyuncak sanayi, gıda taşıyıcı ambalajlar, soğuk hava vagon veya araçlarında hem kirlenmeyi hem de ısınmayı önleyici amaçlarla kullanılmaktadırlar [7, 6].

### 1.5. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları

Üst yüzey işlemleri 3 temel amacı yerine getirmek için yapılır. Bunlar; ahşap eşyayı korumak, ahşap eşyanın estetik değerini yükseltmek ve yüzey işlemlerinin temizlik amaçlarıdır. Yüzey işlemleri; genellikle bina içi, bina dışı ile diğer kullanım yerlerinde mobilya, doğrama, iç dekorasyon ve yapı elemanlarının korunması ve güzelleştirilmesi için uygulanmaktadır [8][Tablo 2].

Tablo 2. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları [1, 2].

Üst yüzey işlemlerinin kullanım alanları		
1- Bina dışı	2- Bina içi	Diğer Kullanım Alanları
A. Korunumlu; Rüzgar, yağmur, güneş ve kar etkilerine karşı korunumlu; sıcaklık ve bağıl neme karşı korunumsuz. B. Kısmen korunumlu, Pencere ve dış kapılar C. Korunumsuz; 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

### 1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler

Çeşitli amaçlar için farklı yerlerde kullanılan mobilyaların veya ahşap yapıların yüzey işlemleri ortam koşullarından doğrudan etkilenir. Bunlar bina içi ve bina dışı faktörler olarak iki kısımda incelenmektedir [1, 7].

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

Dış hava şartları etkisinde kalacak 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 [1, 2].

Ağaç malzeme dış mekânlarda kullanıldığında; rutubet, yağmur, çiy v.b. etkilere maruz kalır. Bina içerisinde ise; hava rutubetinin artması ve soğuk havalarda odaların pencerelerinde rutubet yoğunlaşması da bir rutubet kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle bu şekilde meydana gelen rutubet; doğrama ek yerleri ve cam tutucu macunlara nüfuz ederek

yıkımlayıcı etki gösterebilmektedir. Bu bakımdan doğramada çift cam uygulaması zararlı etkileri azaltabilecektir [9, 10, 11].

Yüzey işlemi uygulanmış ağaç malzemeye rutubetin ve suyun giriş yolları değişiktir. Örneğin; bunlara yapılardaki malzemeye çatlaklar yanında pencere ve kapıların alt kısımlarından da girebilir. Cam veya boya macunu, ağaç malzemedeki macunlu yerler, kapılar ve dış duvar kaplamalarında kullanılan malzemelerin enine kesitleri rutubetin giriş yerleri olarak düşünülmelidir.

Bina dışı iklim etkenlerinin en önemlilerinden olan ışık; hem yüzey işlemlerinde bağlayıcı madde olarak kullanılan yapay reçineyi, hem de ağaç malzemeyi doğrudan etkilemektedir. Özellikle kısa dalga boylarındaki ışınlar, ağaç malzemenin makro moleküllerini ve sentetik reçine bağlayıcı maddelerini giderek parçalamakta ve parçalanmış moleküller mekanik faktörler ve rutubet etkisiyle daha dayanıksız hale gelmektedir.

Ağaç malzemenin ve yüzey işlemlerinin dayanıklılığını arttırmak için kısa dalga boyundaki UV ışınlarının etkisi engellenerek kısmen uzak tutulması gerekmektedir. Bu ise ağaç malzemenin yüzeyinin ışığı geçirmeyen pigment veya katkı maddelerini içeren bağlayıcı maddelerle işlem görmesi 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 [1, 2, 9].

### **1.7. Yüzey İşlemlerinde Ağaç Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler**

Mobilya, doğrama ve yapılarda kullanılan ağaç malzemelerin yüzey işlem performansı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu bakımdan ağaç malzemelerin seçiminde yüzey işlem malzemesi ile uygunluğu bakımından göz önünde bulundurulacak bir çok hususlar üzerinde durulmaktadır. Bunlar doğal ve üretim karakteristikleri olarak iki grupta toplanmaktadır. Bunlarda yıllık halka, budak v.b. oluşumlar, permeabilite, ekstraktifler ve renk doğal karakteristikler; ağaç malzeme kalitesi, kesiş şekli, rutubet miktarı ve yüzey özellikleri ise üretim karakteristikleri olarak açıklanmaktadır.

Son yıllarda dünyada hızlı büyüyen ağaçların yetiştirilmesi; bunların geniş yıllık halka yapması, yüksek miktarda budak içermesi yanında büyük çaplı tomruk üretimi ve bunlarında fazla genç odun oluşumları göstermesi doğal karakteristiklerde bazı

değişikliklere neden olmakta ve yüzey işlemi yönünden üzerinde daha çok durulmaktadır. [1, 2, 9, 11].

### **1.7.1. Ağaç Malzemenin Kalitesi**

Yüzey işlemlerinde; doğal veya yarı doğal bir yapı gösterecek yani renklendirilecek veya saydam verniklenecek ağaç malzeme kusursuz olmalıdır. Reaksiyon odunu, eğri büyüme, lif kıvrıklığı ve budak oluşumu gibi kusurlara sahip ağaç malzeme üst yüzey işlemi yapıldıktan sonra hava koşullarındaki farklılıklarla boyutsal değişiklikler göstermekte ve boya veya vernik katmanı bozulmaktadır.

Uygun olmayan koşullarda ve uzun süre bekletilen ağaç malzemede, önce lekelenmeler daha sonra ise çürüme ve ardaklanmalar ortaya çıkmaktadır. Lekeli, çürük ve ardaklanmış kısımlar boya ve verniği dengeli şekilde alamamaktadır. Bu bakımdan yüzey işlemi ile tamamen giderilemeyen bu gibi kusurlu kısımların biçme sırasındaki işlemlerle uzaklaştırılmalarında yarar bulunmaktadır.

Katman oluşturan yüzey işlemlerinde 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 malzemenin direnç özelliklerinin de yüksek olması gerekir. Bunun yanında düşük dirençli ağaç malzemede reçine miktarının artırılması ve sert katman oluşturan boya-verniklerin uygulaması ile bu sakınca oldukça giderilebilmektedir [9, 11].

### **1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı**

Odunda yıllık halkalar, ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki değişik tabaka oluşturmaktadır. Genellikle yüzey işlemi uygulanacak mobilya veya yapı elemanları radyal ya da teğet kesitte olmaktadır. Kesit şekillerinden radyal kesitte ilkbahar ve yaz odunu tabakaları dar şeritler şeklinde bir yapı gösterirken, teğet kesitte genellikle pramit şeklinde ve geniş alanlar oluşturmaktadır. Radyal kesitli daha az çalıştığından yüzey işlem maddesini daha iyi tutarlar. 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 daha az alan ve çalışma özellikleri

göstermeleri nedeniyle yuvarlak kesitler, zorunlu konstrüksiyonlarda ise kare ve dikdörtgen kesitler önerilmektedir [1, 9, 11].

### **1.7.3. Yoğunluk**

Ağaç malzemedede rutubet alış verişi sonucu meydana gelen daralma ve genişlemeler yoğunluk ile yakından ilgilidir. Odundaki yoğunluğun artışı ile daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır. Bu bakımdan özellikle dış koşullardaki konstrüksiyonlarda daha az çalışma gösteren düşük yoğunluktaki ağaç odunları kullanılmaktadır. Böylece; az çalışma vernik veya boya katmanlarının yıkılma sürecini arttıracak ve yüzey işleminin performansı yüksek olacaktır [2, 9, 11].

### **1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite)**

Ağaç malzemedede 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 işlemi maddelerinin uygulanışı da kolaylaşmaktadır. Ancak; yüzey işleminin türüne göre bir ölçüde olumsuz etki de yapmaktadır. Ağaç malzemedede 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 sadece hücre boşluklarına girmekte, hücre çeperine nüfuz edememektedir. Düşük viskoziteli sıvıların nüfuz hızı ve derinliği daha fazladır. Bu bakımdan genellikle geçirgenliği iyi olan ağaç odunlarında boya veya vernik viskozitesinin yüksek, iyi olmayan odunlar da ise düşük tutulması gerekir. Böylece yüzey işleminde hem ekonomiklik hem de yeterli dayanıklılık sağlanır. Ayrıca; odunun enine kesitlerinde sıvıların nüfuz kabiliyeti yan yüzeylerdekilere göre yüksektir. Öz odundaki geçirgenlik diri odundan farklı olup genellikle düşüktür. Bu da yüzey işlemi katmanlarını etkilemektedir [1, 2, 9, 11].

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 [1, 2].

### **1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti**

Rutubet ağaç malzemede hücre çeperinde ve hücre boşluklarında bulunmaktadır. Odunda % 25-30'den daha fazla su mevcut ise çeperle birlikte, hücre boşluklarında da rutubet bulunmaktadır. Lif Doygunluğu Noktasının (LDN, % 25-30) altında ağaç malzemede çalşıma (daralma ve genişlemeler) meydana gelmekte, bu da çatlamalara neden olmakta ve boya-vernük katmanı kısa sürede bozulmaktadır. Bu nedenle yüzey işlemleri uygulanacak malzemenin kullanım yeri koşullarına uygun rutubete (DRM) kadar kurutulmuş olması gerekmektedir. Buna göre; dış ortamlar için kullanılacak ağaç malzemenin rutubetinin %15-18, iç ortamlar için kullanılacak malzemenin ise %10-12 rutubete kadar kurutulması uygun görülmektedir.

Ortam DRM' ndan daha fazla kurutulmuş bir malzeme atmosferden rutubet alacağı için ölçülerinde genişleme olur. Bu da üzerindeki boya-vernük katmanında çekme gerilmeleri oluşturarak yırtılma şeklinde yıkımlanmalara yol açar. Bunun yanında; DRM' na göre yüksek rutubet miktarındaki bir malzeme ise rutubet vererek boyutlarında daralmalar gösterir, buda boya-vernük katmanının basınç gerilmeleri etkisinde kalarak kabarma şeklindeki yıkımlanmasına yol açar [1, 6].

### **1.7.6. Yüzey Özellikleri**

Ağaç malzemede yüzey özellikleri genellikle odun yapısı ve işleme koşullarına bağlıdır. Bunlarda 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 önlemleri alınmalıdır. Özellikle ahşap kaplamaların yüzey özelliklerinden olan ve kaplanmış yüzeylerde görülen kılcal çatlaklar pres sıcaklığının veya kaplama rutubetinin fazla olmasında kaynaklanabilir. Presleme öncesi kaplama rutubetinin % 8 olması gerekir. Bu şekilde kılcal çatlaklar gösteren kaplamalı yüzeylerde polyster vernük uygulanması önerilir. Ayrıca kaplama



kalınlığı artışı çatlama riskini arttırır. Çok ince kaplamalar ise sistire ve zımparalama yapılırca incelmekte veya tamamen aşınan kısımlarda tutkal görülebilmekte, bu da lekelenmelere yol açmaktadır.

Üretim yöntemlerine (kesme, soyma) göre elde edilen kaplamaların genellikle iç tarafında çatlaklar oluşur. Presleme aşamasında bu kısımların dış yüzeye getirilmesi çatlakları daha da arttıracığından tutkallı veya iç kısımlarda kullanılması gerekir.

Ağaç malzemenin kesiş yönü de önemli olup, teğet yönde kesilmiş parçalar yaz odunu tabakası zamanla gevşek lifliliğin ortaya çıkmasına neden olmakta ve bu da uygulanan boya-vernük katmanını çatlatmaktadır.

Yüzey işlemlerinin en iyi şekilde uygulanabilmesi için ağaç malzeme yüzeyinin düzgün olması gereklidir. Bu sebeple ağaç malzeme planyalama, frezeleme, tornalama v.b. işlemlerle uygun şekle getirildikten sonra zımparalanmaktadır. Zımparalama işlemi ile ağaç malzeme yüzeylerinin düzgün ve en az pürüzlü olması sağlanır. Böylece yüzey işlemleri ile daha kaliteli ve ekonomik çalışmalar yapılabilir [1, 2, 3].

### **1.7.7. Ekstraktif Maddeler**

Yüksek oranda reçine içeren kızılcam, karaçam, melez gibi ibreli ağaç türlerinde reçine sıcaklığın etkisiyle yüzeye sızarak lekeli bir görünüm ortaya çıkarmaktadır. Reçine verniklemeyle de olumsuz etkilemektedir. Verniklemede birbirine uymayan heterojen renklerin ortaya çıkmaması için reçineli ve reçinesiz ağaç türü odunlarının birlikte kullanılmamasına özellikle dikkat gösterilmelidir.

Reçine bakımından, çam ve melez dışında diğer yerli iğne yapraklı ağaç türleri yüzey işleminde reçine bakımından önemli bir sorun oluşturmazlar. Ekzotik ağaç türlerinde ise yağ esaslı ekstraktif maddeler Poliyester vernikte katmanın sertleşmesini önlemekte, yavaşlatmakta veya zeminle bağlantısını azaltmaktadır. Bu durum katmanın yüzeyden kopmasına veya renk maddesinin difüzyonuna neden olmaktadır.

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 gösterirler [1, 3].

### **1.7.8. Renk**

Ağaç malzeme yüzeyinin doğal renkte saydam bir tabaka ile kaplanması halinde kullanılan masif veya kaplama levhaları renk ve desen yönünden farklılık göstermemelidir. Özellikle farklı kaplamaların birlikte kullanımı sonucu ortaya çıkacak, renk ve desen farklılıklarının giderilmesi oldukça güçtür. Renk farklılığı renk açma veya renklendirme işlemiyle belli ölçüde dengelenebilmektedir.

Ağaç malzemenin rengi zamanla koyulaşmakta, bu değişim öz odunda diri oduna göre daha fazla olmaktadır. Meşe ve Melez gibi odunlarda diri odun uzun yıllar rengini koruduğu halde, öz odun çok kısa sürede koyulaşmaktadır. Bu ağaç türlerinin diri ve öz odunlarını ayrı ayrı kullanmak gerekir [1, 2, 3].

### **1.8. Ağaç Malzemelerin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması**

Ağaç malzeme yüzeylerinin üst yüzey işlemleri için uygun şekilde hazırlanması, ön hazırlıklar olarak bilinmekte ve büyük bir önem taşımaktadır. Kusurlar üst yüzey işlemlerinde arzulanan sonucu olumsuz şekilde etkilemektedir. Üst yüzey işlemleri öncesinde iş parçası yüzeyleri düzgün ve temiz olmalıdır. Yüzeylerde ve özellikle kenarlardaki pürüzler veya kabarıklıklar, rende, sistire ve zımpara ile düzeltilmelidir.

Ağaç malzeme ile hazırlanan mobilya ve dekorasyon elemanlarının üst yüzey işlemlerine hazırlanması aşamasında ve yüzey işlemlerinde zorunlu olarak aşağıda açıklanan işlemlerden bir veya birkaçının ard arda yapılmasını gerektirir. Bu ön hazırlık işlemleri; onarma, ıslatma, lekelerin giderilmesi, renk açma (ağartma) ve zımparalama olarak 5 grupta toplanmaktadır [12, 13].

#### **1.8.1. Onarma İşlemleri**

Ağaç malzeme yüzeylerinde genellikle onarılması gereken kusurlu kısımlar bulunmaktadır. Bunlar, küçük ve büyük kusurlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Küçük kusurların giderilmesinde onarma macunları yeterli olmakta, büyük kusurlar ise yama işlemini gerektirmektedir.

Onarma işlemleri ve onarma macunları genel olarak kaliteli çalışmalarda uygulanmaz. Ancak; özenle çalışılsa dahi, bir işin birleştirme yerlerinde, masif veya kaplama üzerinde bulunan çok küçük budaklarda, makinelerle yapılan işlemler sonucunda oluşan lif kopmaları v.b. ile çivi veya vida delikleri etrafında kusurlar oluşabilir. Bu şekildeki küçük kusurların giderilmesi veya en aza indirilmesi için onarma işlemleri uygulanır.

Küçük kusurların giderilmesindeki onarma işlemleri genellikle onarma macunları ile yapılır. Bu amaçla kullanılabilen en kaliteli macun bile ağaç malzemedan farklı bir yapı ve özellik gösterir. Rengi, sertliği, rutubet alış verişi ağaç malzemelerden farklıdır. Bu sebeple büyük kusurlar onarma macunları ile onarılamaz. Büyük kusurların onarımında uygun renk ve desende ağaç malzeme, masif veya ahşap kaplama kullanılır.

Büyük kusurlar; daha çok düşen budaklarda görülür. Ayrıca makine işlemlerinde büyük parçacıklar halindeki kopmalarda büyük kusurdur. Budaklarla ilgili kusurların onarılmasında budak matkaplarından yararlanır. Bunlar; takım halinde olup, genellikle 10 ile 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 1/3'üne 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 [2, 15, 16].

### **1.8.2. Lekeler ve Giderilmesi**

Mobilya ve doğrama üretimindeki işlemler sonucu birçok lekelenme oluşumu ile karşılaşılır. Bunlar; tutkal lekeleri, reçine lekeleri, pas lekeleri ve alkali lekeleridir. Bunlardan başka bant izi lekeleri de atölye tipi üretimlerde sık karşılaşılan bir kusurdur. Parçaların birleştirmesinde, birleştirme yerlerine veya yüzeylerine uygulanan tutkalın, birleştirme yerlerinin dışına taşması veya çıkması ile tutkal lekeleri oluşur. Bu lekeler vernik ve boyadan farklı yapıda oldukları için yüzeylerde belirgin halde kalırlar.

Tutkallar kuruma sistemlerine göre; fiziksel, yarı fiziksel ve kimyasal kuruyanlar olarak üç gruba ayrılırlar. Fiziksel veya yarı fiziksel kuruyan tutkallar daha çok masif mobilya, doğrama ve ahşap yapılarda; kimyasal kuruyanlar ise ahşap kaplama, laminat vb. dekoratif levhalarda yapıştırma işleminde kullanılmaktadır.

Fiziksel veya yarı fiziksel kuruyan tutkallarla yapılan uygulamalarda; tutkalın birleştirme yerleri dışına taşmamasına özen gösterilmelidir. Uygulanan tutkal birleşme yerleri dışına taşıdığı anda hemen temizlenmelidir. Bunun için ılık suda ıslatılmış bez kullanılması uygun olur.

Kimyasal yolla kuruyarak sertleşen tutkal lekeleri ise, genellikle mekaniksel olarak parça yüzeylerine zarar vermeden sistire veya diğer kazıma aletleri ile temizlenir. Ancak bu işlem; tutkallama sonrası değil, tutkal reaksiyonunun veya olgunlaşma zamanının tamamlanmasından sonra yapılmalıdır.

Mobilya üretiminde uygun olmayan kaplama bantları kullanımında bant lekeleri, reçineli ağaç kullanımında reçine lekeleri ve çivi vida gibi metallerin sebep olduğu pas lekeleri ile de karşılaşılabilir [1, 14, 15].

### **1.8.3. Islatma İşlemleri**

Mobilya üretiminde geleneksel olarak ilk ve son ıslatma olarak bilinen bu işlem, günümüzde daha çok son ıslatma şeklinde uygulanmaktadır.

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.

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.

Son ıslatma işlemleri ise; ağaç malzemedeki zımparalama sonucunda oluşan (özellikle hücre lümenleri etrafındaki lif kıvrılması veya çökmeleri vb.) kusurların giderilmesi için uygulanan bir işlemdir. Boya veya verniklerle işlem gören yüzeylerde oluşan lif kabarıklıklarını bu işlemler bitirildikten sonra gidermek olanaksızdır [7, 14].

### **1.8.4. Renk Açma (Ağartma) İşlemleri**

Renk açma, oduna doğal renk veren boyar maddelerin çeşitli oksidasyon ve redüksiyon maddeleri ile uzaklaştırılması olarak tanımlanmaktadır.

Ağartma ağaç malzeme masif veya ahşap kaplamaların doğal güzellik ve canlı görünüşünü az veya çok kaybettirdiği için zorunlu kalınmadıkça uygulanmaması gereken bir işlemdir. Son yıllarda daha fazla önem kazandığı belirtilmekte ve genellikle yapraklı ağaç cinslerine ( Meşe, Ceviz, Dişbudak , Huş v.b ) uygulanmaktadır.

Renk açma işleminin bir çok amaçları vardır. Bunlar;

- 1- Ağaç malzemedeki istenmeyen doğal rengini değiştirilmesi
- 2- Seri üretimdeki tekdüze rengin (yeknesaklığın) sağlanması,
- 3- İstenen 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, 6, 14].

### **1.8.5. Zımparalama İşlemleri**

Zımparalama, mobilya endüstrisinde yüzey işlemlerine hazırlıkta temel işlem olarak nitelendirilmektedir. Zımparalamanın amacı; rendeleme, sistireleme, planyalama, frezeleme, tornalama, lamba – zıvana açma ve delgi işlemleri sonrasında ve üst yüzey işlemleri arasında oluşabilecek kusurları gidermektir.

Zımparalamada işlem sayısı zımparalamanın elle veya makinalar ile yapılmasına göre değişmektedir. Düzgün ve kusursuz bir yüzey elde edebilmek için ağaç malzeme yüzeyinde 2 veya 3 aşamada gerçekleştirilen ilk, ara ve son zımparalama işlemlerinin yapılması gerekmektedir.

İlk zımparalamada, ağaç malzeme yüzeyinde makine işlemleri ve ön hazırlıklardan kaynaklanan kusurların giderilmesi amaçlanmaktadır. Makine işlemlerindeki kusurlar; kesicilerin yüzeyde bıraktığı dalgalar, işleme sırasındaki lif kopmaları, lif kalkıklıkları ve hassas olmayan parça boyutları olarak belirtilebilir. Ön hazırlıklardan doğan kusurlar ise; onarma işlemlerindeki macunlama veya yamama ile renk açma, ıslatma ve lekelerin giderilmesinde yüzeylerde oluşan lif kalkıkları, macun ve tutkal kalıntıları ile yama boyut farklılıklarıdır. Bu kusurların giderilmesinde genellikle küçük no'lu zımpara bantları (60, 80 ve 100) kullanılmaktadır.

Ara zımparalama; ilk zımparalama işleminden sonra yüzeylerin üst yüzey işlem malzemelerini hatasız kabul edecek şekilde pürüzsüz veya düzgün duruma getirilmesi için

yapılmaktadır. Genellikle büyük no'lu yani ince zımpara bantları (120, 150 ve 180) kullanılmaktadır.

Son zımparalama ise; renklendirme, astar ve dolgu amaçlı ilk veya ara yüzey işlem katlarından sonra yapılır. Bu aşamada renklendirmeden oluşan lif kalkıkları, astar veya dolgu amaçlı yüzey işlem malzemelerindeki kabartılar, katman kalınlık farklılıkları ile kuruyuncaya kadar vernikli yüzeylerde oluşan toz v.b. gibi kusurlar giderilmektedir. Bunun sonucunda; daha sonra uygulanan yüzey işlem malzemeleri ile daha düzgün ve iyi yüzeyler elde edilmesi yanında, katların birbirine tutunması da artırılarak yeterli dayanım sağlanmaktadır. İşlemlerde çok büyük no'lu veya çok ince zımpara bantları kullanılmakta olup, bunlar 220- 600 arasında değişmektedir.

Üç aşamalı işlemlerde; ilk zımparalamaya ağaç malzeme yüzeyi düzeltme zımparası, ara zımparalamaya yüzey temizleme zımparası, son zımparalamaya perdah zımparası adı da verilmektedir. Genellikle ilk ve ara zımparalama ağaç malzemelerin, son zımparalama ise macun astar veya dolgu gibi üst yüzey işlemleri yapılmış yüzeylerin düzeltilmesi için uygulanmaktadır.

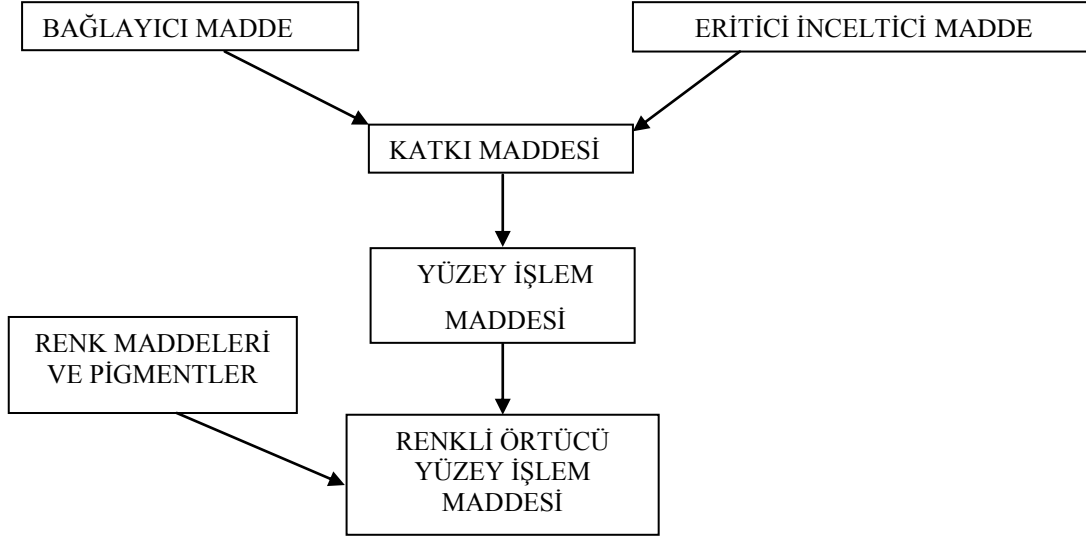
Zımparalama işlemlerinde çok çeşitli zımparalama alet veya makinaları kullanılmaktadır. Bunlar; dar ve uzun bantlı, profilli, diskli, hava yastıklı, lamelli, geniş bantlı zımparalama alet veya makinaları olarak belirtilebilir. Ayrıca bantın düz veya salınımlı (titreşimli) hareketine göre da adlandırılmaktadırlar. Uzun bantlı zımpara makinaları genellikle düşük kapasiteli işletmelerde yüzey ve kenarın zımparalama işlemlerinde kullanılmaktadır. Geniş bantlı zımpara makinaları ise hem masif ağaç malzeme hem de levha üretimlerinde düz ve geniş yüzeylerin zımparalanmasında kullanılmaktadır. Son yıllarda geniş ve eğmeçli yüzeylerin zımparalama işlemleri için makinalar geliştirilmiştir. Bunlar seri üretimde kapasite ve kalite düzeyinin artırılmasına önemli katkılar sağlamakta ve endüstride yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Zımparalama işlemlerini; zımpara bandının yapısı ve özellikleri, ürünü oluşturan parçaların şekli ve son ürün kalitesi, alet veya makinalar ile bunların tekniğine uygun çalıştırılması etkilemektedir [2, 7, 16].

### **1.9. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri**

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan boya ve verniklerin yapısını oluşturan maddeler dört grupta toplanabilir. Bunlar; bağlayıcı maddeler, renk maddeleri ve pigmentler, katkı

maddeleri (dolgu maddeleri, kurutucu maddeler v.b.) ile çözücü-inceltici maddelerdir. Bunların farklı kombinasyonu ile çeşitli boya veya vernik sistemleri üretilmektedir [Şekil 1].



Şekil 1. Yüzey işlem sistemi oluşumunun şematik görünüşü

### 1.9.1. Bağlayıcı Maddeler

Reçineler bağlayıcı madde olarak kullanılır. Bağlayıcılar, koruyuculuk ve estetik değeri arttırmak amacıyla kullanılırlar. Boya-vernüklerin uygulandıktan sonra kuruması veya sertleşmesi sonucu yüzeyde katman veya film oluştururlar. Bunlar; çözücü ve incelticiler ile çözüldürülerek kullanılabilir duruma getirilmektedir.

Bağlayıcı maddeler; doğal ve yapay kökenli olarak üretilirler. Doğal kökenli olanlar, iğne yapraklı ağaç odunlarından elde edilen kolofan, Afrika kökenli ağaç türlerinden elde edilen Sandarak, Güney Doğu Asya ağaç türlerinden Dammar ile Meksika kökenli ağaç türlerinden Kopal önemli bazı reçineler olarak bilinmektedir. Ayrıca; gomlak, balmumu ve diğer mum çeşitleri ile kuruyan yağlarda doğal bağlayıcı maddelerdendir.

Doğal reçineler; yapısal özelliklerinin yetersizliği yağ ve mumların kullanımı yanında uygulamada karşılaşılan sorunlar nedeniyle vernük üretimindeki kullanımları her geçen gün azalmaktadır. Bunlardan kimyasal yöntemlerle önemli bazı yapay bağlayıcı maddelerin üretiminde yararlanılmaktadır.

Ağaç malzeme için üretilen boya ve verniklerde, yapay bağlayıcı olarak genellikle yüksek molekül ağırlıklı organik maddelerden yararlanılmakta olup, anorganik maddeler ise yalnız gerekli bazı durumlarda kullanılmaktadır. Bu bağlayıcılar yapılarına göre 3 grupta toplanmaktadır [1, 3].

#### **1.9.1.1. Termoplastlar**

Sıcaklık etkisi ile yumuşayan ve bu etki kalktığıında sertleşen maddelerdir. Belirtilen bu sıcaklık değerleri arasında oldukça elastik bir yapı gösterirler. Bu grubu oluşturan bağlayıcı maddeler poliviniliklorür (PVC), polietilenler(PE), polistiroller (PS), polivinilasetatlar (PVA) olarak belirtilebilir.

#### **1.9.1.2. Elastomerler**

Molekül zincirleri çapraz bağlarla bağlanmış olup yüksek sıcaklıklarda elastiklik özelliği gösterirler. Bu grubun önemli elastomerlerini, neopren (NK), poliüretan (PÜR) ve silikon (Sİ) oluşturmaktadır.

#### **1.9.1.3. Duroplastlar**

Yüksek sıcaklıklarda cam gibi sert ve kırılındırlar. Sertleştikten sonra dönüşümsüz özellikte bir yapı gösterirler. Bu gruptaki duroplastları; 2 elemanlı reçineler, doymamış polyester (UP), fenol formaldehid (FF), üreformaldehit (UF), melaminformaldehit (MF) ve resorsin formaldehit (RF) oluşturmaktadır.

Ağaç malzeme yüzey işlemlerinde kullanılan doğal ye yapay bağlayıcı maddeler hakkında ayrıntılı bilgiler çeşitli boya veya vernik sistemlerinde verilecektir.

Boya-vernük işlemleri sistemleri kuruma veya sertleşme türüne göre üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

1- Fiziksel kuruyanlar; fiziksel kurumada çözücü madde buharlaşmakta ve bağlayıcı yüzeyde katman oluşturmaktadır. Örneğin; Selülozik vernük, gomlak, ispirtolu vernük ve sentetik vernükler bu gruba girmektedir.



2- Kimyasal kuruyanlar; Bu sistemde katman yapıcılar reaksiyon sonucu sertleşir. İki elemanlı sistemlerdir. İkinci eleman reaksiyon başlatıcıdır. Örneğin; polyester, poliüretan, akrilik ve yapay reçine vernikleri bu gruba girmektedir.

3- Oksidasyon sonucu kuruyanlar; bu sistemde katman yapıcı havadan veya bileşimine katılan metal oksitlerden oksijen alarak sertleşir. Kuruyan yağ içeren sentetik reçineli boyalar ve yağlı vernik bu grupta yer almaktadır [17, 18].

### 1.9.2. Çözücü ve İnceltici Maddeler

Çözücüler; boya-vernik sistemlerinde katman yapan bağlayıcı vb. maddelerin kimyasal yapısını bozmadan çözen sıvı maddelerdir. İncelticiler ise; çözücü özellikte olmayan ve akışkanlığı artıran maddelerdir. Çözücü ve inceltici sıvıların birçok görevleri vardır. Bunların önemlileri aşağıda belirtilmiştir.

1. Katman yapıcıları çözerek kullanım koşullarına uygun akışkanlığa getirmek,
2. Uygulama yöntemine bağlı olarak yüzey işlemi sistemi viskozitesini düzenleme,
3. Boya-verniklerde ıslanabilirlik, dispersiyon oluşturma, akıcılık, yapıştırma ve parlaklık derecesini arttırmak,
4. Boya-verniklerin kuruma süresini azaltmak,
5. Elektrostatik püskürtmede elektriksel özellikleri kazandırmaktır.

Vernik veya boyaların bağlayıcı maddesinin çözünebilirliği onun molekül ağırlığına bağlı olup, çözücü tipine göre de çözünürlükleri farklılaşmaktadır. Bazı uygulama yöntemlerinde (püskürtme yönteminde) düşük vernik veya boya viskozitesi istenirken, yüksek buharlaşma sayısı gerekmektedir. Buharlaşma sayısına bağlı olarak katman kuruduktan sonra, yüzeyde kalan film veya katman miktarı “ Katı Madde Miktarı (%) “ (KMM) olarak belirtilmekte ve aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır. Her ne kadar boya-vernik sistemlerinde katman oluşumuna birçok farklı madde etki etse de daha çok bağlayıcı madde göz önünde bulundurulmakta ve katı madde miktarı “ Bağlayıcı madde miktarı “ olarak da bilinmektedir.

$$KMM = \frac{\text{Islak ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Islak ağırlık}} \times 100 \quad (1)$$

Katman yapan boya veya verniklerdeki katı madde miktarı oldukça farklı olup; selülozik vernikte % 25, poliüretanda % 50, reaktif çözücülerin (stirol) kullanılması nedeniyle polyester vernikte % 90-95' e yakın bulunmaktadır [1, 2, 17, 18].

### **1.9.3. Katkı (Dolgu) Maddeleri**

Yüzey işlemi maddelerinin üretimi, işlenmesi ve kullanımında çok çeşitli beklentiler, belirli teknik özellikleri gerektirmektedir. Bu özelliklere oldukça fazla sayıdaki katkı maddeleri ile ulaşılabilmektedir.

Kimyasal katkı maddeleri yüzey işlem malzemesi için genellikle düşük miktarlarda kullanılmaktadır. Kimyasal reaksiyona girmeksizin belirli özellikleri iyileştirmekte veya istenmeyen özelliklere engel olmaktadır. Kimyasal katkı maddelerinden sadece yumuşatıcılar fazla miktarda kullanılmaktadır.

Katkı (dolgu) maddeleri sikatifler, biozitler, bağlanmayı kuvvetlendiriciler, aşındırıcı maddeler, diizotrop maddeleri, matlaştırma, ışığa karşı koruyucu maddeler. akıcılığı sağlayan maddeler ve yumuşatıcılar olarak 9 grupta toplanmaktadır [1, 17, 18].

#### **1.9.3.1. Kurutucu Maddeler (Sikatifler)**

Sikatifler: kurşun, kobalt, manganez gibi metal oksit ve metal tuzlarının çözeltileri olup, özellikle yağlı maddelerin (beziryağı) veya alkid reçinesinin çabuk kurumasını sağlarlar. Yağa ortalama olarak % 2-4 oranında katılması halinde çok çabuk oksijen almayı sağlamaktadırlar. Sikatifler gereğinden fazla katılırsa, istenilen etkinin tersi ortaya çıkabilmektedir. Uzun süre yapışkanlık ve kötü kuruma, daha sonra ise filmin çatlaması şeklinde sakıncaları görülebilir. Sağlığa zararlı olup olmadığı konusu belirgin olmayıp, özellikle piyasada bulunan beziryağı kökenli bioverniklerde bu özellik göz önünde tutulmalıdır [1, 17].

#### **1.9.3.2. Koruyucu Maddeler (Biozitler)**

Koruyucu maddeler rutubeti yüksek veya ıslak hacimlerde mantar ve bakterilerin gelişmesine engel olmak için kullanılmaktadır. Biozitlerin insan sağlığına zarar verici

etkisi nedeniyle kullanımının resmi kuruluşlarca izin verilen standartlarda olması gerekmektedir. İç mekanlardaki mobilya yüzeylerindeki kullanımından kaçınılmalı, dış kullanımlarda ise uygun yapısal önlemler ilk planda göz önünde tutulmalıdır [2, 18].

### **1.9.3.3. Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler**

Bu maddeler, boya-vernük sistemlerine ıslanma yeteneğini artırmak için katılır, böylece sıvının yüzey gerilimi düşer. Bu tip maddeler boya veya vernük sıvısı içindeki pigment ve dolgu maddelerini de stabilize etmekte veya dengelemektedir [1, 2].

### **1.9.3.4. Aşındırıcı Maddeler**

Bu maddeler astar ve dolgu amaçlı üst yüzey işlemlerinde ısıyı iyi iletme özelliğine bağlı olarak zımparalanabilme yeteneğini arttırmaktadır Buna karşın astar boya veya dolgu vernüklerinin direnç özelliğinde azaltıcı etki göstermektedir [17, 18].

### **1.9.3.5. Tikotropik Maddeler**

Bu maddeler, dikey durumdaki iş parçalarına sürülen vernüğün akmasını engellemek için kullanılmaktadır [1, 17, 18].

### **1.9.3.6. Matlaştırma Maddeleri**

Bunlar, silikatlar veya mum içeren organik maddelerdir. Bu maddeler yüzeylerden ışığı dağınık olarak yansıtmakta ve yüzeyin mat görünmesini sağlamaktadır. Matlaştırma maddeleri katmanın aşınma direncini azaltmaktadır. Özellikle bazı boya ve vernüklerde matlaştırma maddeleri ile geniş matlık dereceleri elde edilebilmektedir. Selülozik veya poliyester esaslı sistemlerde parlaklık derecesi zor düzenlenmektedir [17].

### **1.9.3.7. Işığa Karşı Koruyucu Maddeler**

Bu maddeler ağaç malzeme veya uygulanan boya veya vernik katmanına gelen ışığın renk değiştirici etkisini engellemekte veya azaltmaktadır. Koruyucu etki, kullanılan malzeme türü ve miktarına bağlıdır. Işığa karşı koruyucu maddeler genellikle UV-ışınının etkisini ısıya çevirmektedir. Işığa karşı koruyucu maddelerin etki mekanizması açıklanamamaktadır. Işık tutucu veya yansıtıcı maddenin etkisi zamanla azalmakta, daha sonra odunda tekrar renk değişmesi görülmektedir [1].

### **1.9.3.8. Akıcılığı Sağlayan Maddeler**

Boya-vernik uygulanmasından hemen sonra görülen çözücü ayrılması süre olarak zeminin düzgünlüğü yanında, uygulama yöntemine bağlı olarak farklı olabilmektedir.

Akıcılığı sağlayan maddeler (çabuk buharlaşan incelticiler ve yumuşak reçineler) daha çok ince boya veya vernik katmanlarındaki akışı düzenlemektedir. UV kuruma sistemli boya-vernik ve macunlar silindirle ince katlar halinde uygulandığı için, akıcılığı sağlayan madde katılımı yoktur [1, 2].

### **1.9.3.9. Yumuşatıcılar**

Vernik- boya katmanlarını elastik hale getiren çok az veya hiç uçucu yapı göstermeyen maddelerdir. Yumuşatıcının buharlaşma veya yer değiştirme suretiyle uzaklaşması vernik veya boya filmini gevrekleştirmektedir. Bu durum katmanda bozulmalara neden olmaktadır.

Yukarda belirtilen katkı ve dolgu maddeleri dışında vernik veya boya üretiminde havalandırma (nefes alma), kayganlık, kalınlaşma, köpükleşmenin önlenmesi ve yanmaya karşı koruyucu amaçlı katkı maddeleri de kullanılmaktadır [1, 2].

### **1.9.4. Pigmentler ve Renk Maddeleri**

Pigmentler; çeşitli renklerde doğal veya 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-verniklere üstün örtücü özellik ile ışığa dayanıklılık, dengeli ve yüksek düzeyde renk tonu vermektedir [1, 2].

### **1.10. Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri**

Üretilen mobilyanın zararlı dış etkenlerden korunması gerekir. Doğal halde bırakılan ağaç eşyanın dayanımı sınırlıdır. Kullanma koşulları ve çevresel etkenler, ağaç malzemelerden üretilen ürünleri etkiler, bozar. Bunlar, kirlenme, çizilme, aşınma, rutubet değişikliklerinden kaynaklanan malzeme çabımları, güneş ışınlarından ileri gelen renk bozuklukları ve kimyasal sıvılardan lekelenme vb. olarak belirtilebilir.

Boya-vernik sistemleri; ağaç malzemenin fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilerden korunması, dayanıklılık kazandırılması, doğal görüntünün belirginleştirilmesi, farklı ve arzu edilen görüntüler sağlanması için uygulandıkları yüzeylerde renksiz veya renkli bir katman oluşturan gereçlerdir.

Kuruyan yağlar (beziryığı), mumlar (balmumu), gomlak cilası, vernikler ve örtücü boyalar (lake ve desen baskılı boyama) bu tanımlama kapsamına gire [1, 2].

#### **1.10.1. Gözenek Macunları veya Dolgu Maddeleri**

Gözenek macunları veya dolgu maddeleri verniklenecek veya boyanacak ağaç malzemenin boşluklarının doldurulması için kullanılırlar. Ayrıca sert yüzeyler oluşturarak daha sonraki işlemler için oldukça iyi bir uygulama sağlarlar. Kısaca verniklerle birkaç uygulamada elde edilen yüzeyler bu macunlarla tek uygulamada elde edilir. Böylece hem malzemedem hem de işçilikten tasarruf edilir.

Gözenek macunları dolgu ve bağlayıcı olmak üzere iki kısımdan oluşur. Dolgu maddesi olarak; odun tozları, tebeşir, alçı taşı, kil talk v.s., bağlayıcı olarak da yağlı veya alkidli vernikler kullanılır. Genellikle fabrika yapımlıdır. Açık ve koyu renkli odunları (meşe, maun v.b. gibi) gibi çeşitli odun türlerinin renk tonları dâhilinde piyasada hazır halde bulunurlar. Koyu renk veren siyah dolgu maddeleri de vardır. Ayrıca açık renk elde etmek için terebentinle inceltilmiş pigmentli odun dolgu maddeleri de vardır [1, 2, 7].

### 1.10.2. Vernikler

Uygulandıkları yüzeylerde kuruduktan sonra genellikle saydam sert katmanlar oluşturan sistemlerdir. En Önemli vernik türleri bugün sentetik reçinelerden veya doğal çam reçineli sentetik reçine kombinasyonlarından yapılıdır. Vernikler çoğunlukla saydam katman yaparlar, ancak saydam olmayan katman yapan renkli vernikler de mevcuttur. Vernikler ağaç malzemeyi korumak ve güzelleştirmek amacı ile kullanılır.

Vernik çeşitli reçinelerin uygun çözücü ve inceltici sıvılardaki karışımlarıdır. Bu bakımdan genellikle reçine veya çözücü türüne göre adlandırılmaktadırlar. Çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

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

Kuruma tiplerine göre vernikler 3 grupta toplanmaktadır.

A. Fiziksel olarak kuruyan vernikler:

1. Gomlak (şellak) verniği,
2. Alkol esaslı vernik,
3. Selülozik vernik,
4. Sentetik vernik.

B. Kimyasal olarak kuruyan vernikler:

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

C. Fiziksel- kimyasal kuruyan vernikler

1. Yağlı vernik,
2. Su esaslı vernik.

Fiziksel kuruma; eritici sıvıların buharlaşması ile olmakta ve tekrar çözücü veya incelticilerle yumuşatılabilmektedirler. Bu tür vernikler hızlı kurumakta, onarımları kolay olup, üst üste katlar halinde uygulanabilmektedirler. Katlar birbirini etkilemektedir. Bu bakımdan fırça ile uygulamada güçlük çıkartırlar. Kimyasal kuruma yapan vernikler dönüşümsüz katman yaparlar ve dış koşullara oldukça dayanıklıdırlar.

Yarı fiziksel kuruma ise özellikle yağ esaslı verniklerde görülür. Verniğin kuruma aşamasında çözücü sıvı buharlaşırken yağ oksitlenir böylece katman yarı kimyasal bir özellik gösterir. Bu tür verniklerde de katlar birbirini etkilemez yani çözünerek yumuşamaz [1, 2, 13, 19].

### **1.10.2.1. Vernik Çeşitleri**

#### **1.10.2.1.1. Selülozik Vernik**

Selülozik sistem vernikleri dolgu verniği, mat vernik ve parlak vernik olmak üzere 3 çeşittir. Boya-vernik uygulamalarında yakın zamana kadar yaygın olarak kullanılan önemli vernik sistemlerinden birisidir. İlk uygulamaları 1920 yıllarında olmuştur. Günümüzde yapısal olarak daha geliştirilmiş diğer verniklerin uygulamalarda öncelik kazanması nedeni ile kullanım alanı oldukça daralmıştır. Birçok endüstriyel uygulamada hala yer aldığı ve günümüzde kullanılan verniklere önemli bilgi kaynağı oluşturduğu için özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir [3, 17, 18, 20].

##### **1.10.2.1.1.1. Yapısı ve Tanımı**

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

Modifiye elemanı olarak kullanılan doğal ve yapay reçineler verniğin sertlik, parlaklık ve adhezyonu yanında ısı, ışık, su ve nem, asit ve alkalilere karşı direncini ve katman yapıcılığını artırıcı, maliyeti azaltıcı etkide bulunurlar. Plastifiyanlar ise vernik katmanı

esnekliğini arttırıcı bir yapı sağlayarak çatlamasını engeller, böylece ağaç malzemenin sınırlı ölçülerdeki hacim değişikliklerine (çalışması) uyum sağlamasına yardımcı olurlar.

Dolgu gereci olarak kullanılan alüminyum, magnezyum, çinko gibi metallerin tuzları ile kaolin v.b. dolgu verniği, opak boya ve macunlarda katman yapma özelliğini artırmanın yanı sıra, ağaç malzemedeki boşlukların ve gözeneklerin (trahe boşlukları) kolayca doldurulmasına imkân sağlarlar. Mat verniklerde kullanılan sentetik matlaştırma gereçleri de bu sınıfa girer.

Çözücü sıvı olarak, nitroselüloz ve diğer katman yapıcıları çözme ve seyreltme yeteneğindeki aktif ve yardımcı çözücüler ile seyrelticilerin en uygun kompozisyonu hazırlanır. Literatüre nitrolu sıvılar olarak giren bu bileşim uygulamada " Selülozik Tiner" olarak bilinmektedir.

Bu açıklamalar doğrultusunda selülozik verniğin tanımı, " Nitroselüloz ve modifiye elemanı olarak kullanılan reçineler ile plastifiyanların nitrolu sıvılardaki çözeltisidir " şeklinde yapılabilir [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.1.2. Kuruma Özellikleri**

Bir vernik sisteminin kuruma özelliklerini açıklayabilmek için, yapısındaki elemanların özelliklerinin ve kuruma mekanizmasının bilinmesi gerekir.

Nitroselüloz, vernik üretimi öncesinde katı ve oluşumunu tamamlamış bir polimerdir. Bu sebeple reaksiyon kabiliyeti yoktur. Diğer film bileşenleri de aynı yapıda olduğu için, bu materyaller çözücü etkisi ile kolayca çözündürülür. Sıvı halde ağaç malzeme yüzeyine sürüldükten sonra tekrar katı hale geçmesi için bileşiminde bulunan çözücülerin buharlaşması gerekir. Bu yönüyle selülozik vernikler çözücü buharlaşması ile sertleşir ve fiziksel kuruma yapar. Katman oluşumunda her hangi bir reaksiyon söz konusu değildir. Kuruma süresini çözücülerin buharlaşma hızı belirler. Kuruma hemen aniden gerçekleşmeyip evreler halinde gelişir [20].

#### **1.10.2.1.1.3. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları**

Selülozik verniklerde kullanılan katman yapıcılar oluşumunu tamamlamış polimerler olup, kuruma fiziksel olarak gerçekleşir. 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.

Selülozik vernikler bileşiminde yer alan materyallerden dolayı sert ve esnek katmanlar verir. Nitroselüloz sert bir yapıda olmakla birlikte modifiye elemanı olarak kullanılan reçineler sertliği daha da arttırıcı katkı sağlar. Plastifiyanlar ise; katmana yeterli esnekliği verirler. Bu sebeple katman, mekanik etkilere yeterli direnci gösterirken, aynı zamanda ağaç malzemenin sınırlı ölçülerdeki hacim değişikliklerinden zarar görmez.

Nitroselüloz ve diğer reçinelerin su itici özelliği olmadığı için selülozik verniklerin suya dayanımı sınırlıdır. Özellikle kuruma aşamasında katmanda oluşan gözle görülemeyen çok küçük delikçikler nedeniyle uzun süreli su etkisinde kaldığında su veya su buharı bu delikçiklerden geçerek ağaç malzeme yüzeyine ulaşabilir. Bu durumda önce katman - ağaç malzeme arakesitinde beyazlaşma daha sonra katmanda çatlama ve pul-pul dökülme görülür. Bu tip verniklerin su ve nem etkisinde ki yerlerde kullanılması önerilmez.

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

Aşırı sıcaklıklara (kaynar su, ısıtılmış vernik kabı, v.b.) etkilerine dayanıklı olmakla birlikte, zamanla plastifiyan yapısında bozulmalara yol açtığından katmanda çatlamlar görülebilir. Bu durum, selülozik vernikle işlem görmüş özellikle sıcaklık etkisi fazla ve uzun süreli olduğu radyatör petekleri v.b. gibi mobilyalarda sıkça karşılaşılan bir durumdur

Selülozik vernikler; iç mekânlarda, yemek odası, yatak odası (tuvalet masası üst tablası hariç), oturma odası mobilyası v.b. yerlerdeki kullanımlar için önerilmektedir. İsteğe bağlı olarak her tür ağaç yüzeyde kullanılır. Ancak bu tür selülozik saydam ve parlak verniğin oluşturduğu filmin dış etkilere, suya ve alkole dayanımı sınırlıdır [17, 18, 20, 21].

#### **1.10.2.1.2. Poliüretan Vernik**

Son zamanlarda orman ürünleri mobilya ve doğrama endüstrilerinde en fazla uygulama alanı bulan vernik sistemdir. 1950'li yıllardan beri ticari etkinliği olup, özellikleri bilimsel çalışmalarda desteklenerek sürekli gelişme göstermiştir. Polimer kimya biliminin sürekli araştırma konusu halindeki poliüretanlar bu endüstride önemli bir yer almış ve bundan sonrada bu durumu sürdürme olasılığı yüksek bir sistemdir. Daha sonra gelişen

sistemlerden birçoğu (akrilik gibi) poliüretanların farklı versiyonları olarak kabul edilebilir. Bu sistemlerde poliüretan teknolojisinden olasılığı fazla derecede yararlanıldığı görülmektedir. Yakın gelecekte de bu durumun devam edeceği düşünülmektedir.

Poliüretan sistemde ana bağlayıcı olarak kullanılan üretan reçineler farklı materyaller ve üretim teknikleri ile üretildiği için yapısal farklılıklar göstermekte, bu da üretilen verniğin kuruma, katman yapma ve uygulama özelliklerine etki etmektedir [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.2.1. Yapı ve Tanımı**

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

Poliüretan reçinenin üretiminde kullanılan ve bir reaksiyon elemanı olan izosiyanatların farklı reaksiyonlar göstermesi reçine özelliklerine dolayısı ile kuruma ve katman özelliklerine etki edebilmektedir.

Poliüretan verniklerin endüstride en fazla uygulama alanı bulanı iki komponentli yani katalizör kullanılan türüdür.

Aynı sisteme ait dolgu ve mat verniklerin üretiminde vernik bileşimine dolgu amaçlı materyaller (çinko tuzlar, pudra, talk v.b.) ile mat verniklerin üretiminde değişik boyut ve miktarlarda sentetik matlaştırma maddeleri katılmaktadır. Böylece mat, ipek mat ve matlaştırma maddesi katılmaksızın parlak son kat vernikler üretilebilmektedir.

Sistemde çözücü olarak, keton, ester, aromatik hidrokarbon v.b. solventler kullanılır. Poliüretan verniğin türü dikkate alınarak, yapısında kullanılan katman yapıcıları çözme ve seyreltme yeteneğinde tiner karışımı hazırlanır. Bu yüzden aynı sistemde yer almasına rağmen, bir vernik için üretilen tiner diğeri için uygun olmayabilir. Bu bakımdan ürünler takım halinde kullanılmalı veya üretici firma önerilerine uygun hareket edilmelidir.

Son zamanlarda güncellenen su bazlı verniklerin poliüretan reçineler ile üretilenleri de mevcuttur. Bunlarda çözücü olarak su kullanılmakta olup, reçine solventli sistemlerden farklı şekilde üretilmektedir, Anyonik ve katyonik sisteme göre arzu edilen molekül ağırlığına ulaşana kadar reçinenin reaksiyonuna müsaade edilir. Bu oluşumunu

tamamlamış poliüretan reçineler su içerisinde dispersiyon çözelti yapacak şekilde vernik üretiminde kullanılır [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.2.2. Kuruma Özellikleri**

Poliüretan verniklerde ilk kuruma evreleri çözücü buharlaşmasıyla olmaktadır. Üretiminde kullanılan çözücüler hızlı buharlaştığı için, toz tutmazlık kuruması 5 - 10 dakikada, dokunma kuruması 25-30 dakikada, zımparalama kuruması 2 - 3 saatte tamamlanabilmektedir. Tam kuruma, polimerizasyonun yavaş gelişmesi sonucu 2 - 3 haftada gerçekleşmektedir. Poliüretan verniklerin diğer türlerinde bu süreler değişmekle beraber, tam kuruma süresi çok fazla değişmemektedir.

Ortam sıcaklığının artırılması ve hava sirkülasyonunun hızlandırılması kurumunun ilk aşamalarını hızlandırır, ancak polimerizasyonda karşılıklı çapraz bağların kurulması belli bir süreyi gerektirdiği için çok fazla olumlu katkısı olmaz. Ortam rutubetinin % 65'i aşması veya bileşime herhangi bir şekilde (tiner bileşimi veya püskürtme havasındaki su v.b.) giren su verniğin sertleşmesini engeller. Çünkü reaksiyon başlatıcı olarak kullanılan isosiyanat su ile reaksiyona girerek üre oluşturur. Üre ise iki komponentli sistemler için bir reaksiyon başlatıcı değildir.

Kurutma ortamı iyi havalandırılmalı, açık alev ve yüksek sıcaklıktan kaçınılmalıdır [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.2.3. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları**

Poliüretan verniklerin tutulmasında ve yaygın kullanımlarında geliştirilmiş üstün katman özellikleri etkili olmuştur. Sert, esnek, sağlam, aşınma direnci yüksek, suya, deterjana ve kimyasallara dirençli katmanlar verir.

Bu özellikleri dikkate alındığında katman mekanik etkilere dayanıklı ve ağaç malzemenin çalışmasına uyumludur. Moleküler kohezyonu yüksek olduğu için çatlamaz. Oluşumunu ağaç malzeme yüzeyinde tamamladığı için adhezyonu yüksektir. Molekül dönüşümlü dolayısı ile katman dönüşümsüz olduğu için (kimyasal olarak kuruduğu) solvent etkilerine dayanıklıdır. Termoset yapısı nedeniyle ıslak ve kuru sıcaklık

etkilerine dirençlidir. Sigara ateşine selülozik esaslı verniklerden fazla, polyester esaslılardan daha az dayanıklıdır.

Yağ alkidi ile üretilenleri, açık renk ağaç malzemelere ve beyaz boyalı yüzeylere uygulandığında sararmaya sebep olur. Bu renk değişimi zaman içerisinde yaşlanma sonucu sarı-turuncu renge dönüşür. Alifatik izosiyanat kullanılanlar güneş ışığına oldukça dirençli olup renk değişimi olmaksızın uzun süre dayanıklı kalabilmektedir.

Suya dayanıklı olmasına rağmen devamlı su etkisindeki kullanım yerlerinde ağaç malzeme yüzeylerinin tamamının verniklenerek su ve nem girişinin engellenmesi gerekir. Su izolasyonu yeterli olarak yapılmamış işlerde ağaç malzemeye herhangi bir şekilde giren su, geçirgen olmayan katmanla taşıyıcı malzeme arasında kalarak katmanı yüzeyden ayırmaya çalışır.

Bu katman özellikleri dikkate alındığında poliüretan vernik, öncelikle mekanik etkilere, kimyasallara, ısı, ışık ve suya dayanıklı olması gereken yerlerdeki 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 [17, 18, 20].

### **1.10.2.1.3. Akrilik Vernik**

1920' li yıllardan beri bilinen akrilik reçineler, ticari etkinliğini II. Dünya Savaşı yıllarında önem kazanmıştır. Bu yıllarda daha çok emniyetli gözlük camı, savaş uçağı camı v.b. üretiminde kullanılmıştır [20].

#### **1.10.2.1.3.1. Yapısı ve Tanımı**

Vernik üretiminde oluşumunu tamamlamış ve tamamlanmamış halde olmak üzere iki şekilde kullanılırlar. En önemli üstünlükleri renksiz, şeffaf katmanlar vermesi ve katmanın zamanla sararmamasıdır.

Oluşumunu tamamlamış haldeki kopolimer akrilikler çözücülerde direkt olarak çözüldürülürler. Çözücü olarak ester ve ketonların yanı sıra tuluol, kısılol gibi aromatik

hidrokarbonlar kullanılır. Katman termoplastik yapıdadır. Kuruma reaksiyonlarında katalizör kullanılmaz. Bu sebeple tek bileşenli bir verniktir.

İki komponentli akrilik verniklerin I. komponenti termoset yapılı akrilik reçinedir. Kimyasal yapılarındaki karboksil veya hidroksil gibi fonksiyonlu grupları nedeniyle tek bileşenli verniklerde kullanılan reçinelerden farklıdır. Bu fonksiyonlu gruplar diğer polimerik veya monomerik gruplar ile çapraz bağlar kurarak üç boyutlu bir yapı kazanırlar. Sertleşme reaksiyonları yüksek sıcaklık veya sertleştirici katılımı ile olur. Tek bileşenli termoplastik özellikli akrilik vernik katmanlarına göre, sertlik ve katılık değerleri yüksektir. Isı ve çözücü etkilerine dayanıklılığının yanı sıra, düşük molekül ağırlıklı olup düşük viskozite ile uygulanmasına rağmen uygulama sonrası yüzeyde yüksek katı madde değeri verirler.

Termoset akrilik reçine monomerlerinin çapraz bağlanmasında bir çok materyal kullanılabilir, ancak bunlar içerisinde en fazla kullanılanları azotlu reçineler, epoksiler ve izosiyanatlardır. Asit fonksiyonlu olarak hazırlanan akrilikler genellikle epoksilerle, asit veya hidroksil fonksiyonlu olanlar amino reçineler (Üre/melamin formaldehit) ile reaksiyona girebilecek özelliindedir. İzosiyanat ile reaksiyona giren türleri akrilik-üretan olarak isimlendirilir. Bu reaksiyonlar sonucu elde edilen akrilik vernik katmanlarının her biri değişik yapısal özellikler gösterirler [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.3.2. Kuruma Özellikleri**

Ağaç malzeme yüzeylerinde kullanılan akrilik vernikler, tek bileşenli, iki bileşenli ve su bazlı olmak üzere 3 çeşittir.

Tek bileşenli olanlarda kuruma şekli, fiziksel olup, çözücü buharlaşması ile olur. Solventlerin buharlaşması kuruma süresini belirler. Sistemde kullanılan solventlerin buharlaşma hızı yüksek olduğu için kuruma süreleri kısadır. Sıcak mevsimlerde ve çok sıcak ortamlarda kullanıldığında geciktirici (retarder) solvent ilavesi gerektirebilirler. İki bileşenli olanlarda, sertleştirici katılımı ile reaksiyon başlar. Kurumanın ilk evreleri çözücü buharlaşması ile olurken, ileri aşamaları polimerizasyon reaksiyonu ile tamamlanır. Akrilik verniklerde ilk kuruma aşamaları yavaş gelişir. Örneğin; Toz tutmazlık kuruması 1 - 2 saat, dokunma kuruması 3-4 saat, zımparalanabilirlik kuruması 24 saat (20°C)'dir. Tam kuruma 2-3 haftada tamamlanır. Ortam sıcaklığı artırılarak kuruma süresi kısaltılabilir. Sertleştirici

olarak kullanılan izosiyanatın türü kurumada etkilidir. Aromatik izosiyanatın kurumadaki etkinliği alifatiklerden fazladır.

Akrilik verniklerin diğer kuruma özellikleri poliüretan vernikler gibidir [17, 18, 20].

### **1.10.2.1.3.3. Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları**

Akrilik verniklerin en önemli özelliği, renksiz, şeffaf ve saydam katmanlar oluşturması katmanın zamanla sararma özelliği göstermemesidir. Sürüldükleri naturel ya da renklendirilmiş ağaç malzeme yüzeylerinde de çok fazla renk değiştirici etkileri yoktur. Özellikle günümüzde kullanılan bazı yapay ağaç kaplamalar renkli olarak üretildikleri için diğer vernikler bu tür yüzeylerde renk değiştirici etkide bulunmaktadır. Bu gibi durumlarda akrilik vernik iyi sonuç verebilir.

Tek bileşenli akrilik vernikler çözücü buharlaşması ile kurudukları için, molekül dönüşümsüz katman dönüşümlü özellik gösterir. Bu sebeple solvent etkilerine dayanıklı değildir. İki bileşenli olanlar termoset yapıda ve dönüşümsüz katmana sahip olduğu için solventlere dirençlidir. Sert ve esnek katmanlar verir. II.komponentli olanların sertliği daha fazladır. Esneklik değerleri polyester ve poliüretanlardan daha fazladır. Bu sebeple katmanda çatlama, kırılma v.b. kusur oluşumu daha azdır.

Tek bileşenli olanların termoplastik yapısından dolayı ısı direnci düşük, II bileşenlilerde daha yüksektir [17, 18, 20].

### **1.10.3. Önemli Bazı Vernikler ve Özellikleri**

Mobilya endüstrisinde kullanılan önemli bazı verniklerin fiziksel ve mekanik ve özellikleri Tablo 3’de verilmiştir [22].

Tablo 3. Önemli bazı vernikler ve özellikleri

Vernik Türü	Kuruma	Sertlik	Elastiklik	Çizilme	Kimyasal Maddelere Dayanım	Su Buharı Geçirgenliği	Katman Yapma Mikt. %
Gomlak Verniği	1	-	2-3	3-4	5	-	-
Nitroselülozik Vern.	1	1-2	4-5	3-5	4-5	Düşük	25
Alkid Vernik							
Tek Komponentli	1-2	1-2	2-4	2	1-2	Düşük	50
Çift Komponentli	1-2	1-2	2-4	1-2	1	Orta-Yüksek	50
Poliüretan Vernik							
Tek Komponentli	3	2	1-2	1	1	Düşük	50
Çift Komponentli	3	1-3	1	1	1	Düşük	50
Poliyester Vernik	1-3	1	3-5	1-2	1-2	Çok Düşük	95
Sentetik Vernik	2-4	2-4	1-3	2-4	1-2	Orta	50
Yağlı Vernik	5	3-5	1-3	3-4	2-3	Orta	-
İspirtolu Vernik	2	1	1	1	1-2	Orta-yüksek	-
1 çok iyi, 2 iyi, 3 orta, 4 zayıf, 5 çok zayıf							

## 1.11. Adhezyon Teorisi ve Odunda Adhezyon

### 1.11.1. Adhezyon Teorisi

Adhezyon teorisi çeşitli kaynaklara göre dört veya beş şekilde açıklanmaktadır (Kazayawoko, 1996; Schmid, 1988). Bunlar; elektrostatik, difüzyon, adsorbsiyon veya spesifik bağlanma, mekanik bağlanma ve kovalent bağ olarak belirtilmektedir.

Elektrostatik teorisi ilk olarak Dryoguin tarafından ortaya konulmuş, elektriksel çift kat oluşumunda sıvı ile katı arasında elektron transferi olduğu, adhezyonun çift kat arasında elektrostatik etkili güçlerin etkileşimi ile sonuçlandığı belirtilmektedir. Odun adhezyonunun tanımında bu teorinin kullanımı yoktur. Diğer bir tanımda ise adhezyon; bir yüzeyin pozitif yük taşıdığı diğer yüzeyin ise negatif yüklü olduğunda meydana gelen etkileşim gücü olarak tanımlanmıştır. Buradaki adhezyonun gücü etkileşimde meydana gelen yüklerin yoğunluğuna bağlıdır. Aynı şekilde bu teorinin yüzey işlem sistemi ve odun arasındaki bağlanma gücünü açıklayıcı bir teori olduğu belirtilmemiştir.

Adhezyonun difüzyon teorisi Voyutskii tarafından konu edilmiş ve adhezyonun, etkileşimdeki materyallerin difüzyonundan meydana gelebileceğini belirtmiştir. Bu da iki

cisim molekülleri arasında ortak difüzyonunu gerektirir. Odun polimerlerinde bu teorinin kullanımı ile ilgili kaynak bulunmamaktadır.

Adhezyon; İki yüzey arasında, ya bağ kurarak ya da birbirinin içine geçmesi sonucu veya bunların her ikisinin birden katılımı ile bir arada tutabilmesi için gerekli olan yüzeyler arası kuvvettir. İki yüzeyin çok yakın bir şekilde diğerine bağlanmasıyla adsorbsiyon/spesifik adhezyon teorisi 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.

Mekanik bağlanma teorisi, makro ve mikro kusurlara sahip odun yüzeyinde sertleşen reçinenin fiziksel ve mekanik bağlanması adhezyon olarak tanımlanmaktadır. Odun selülozik geçirgen bir yapıya sahiptir. Odunun bağlanmasında kullanılan çoğu yüzey işlem sıvıları hücre boşluklarına nüfuz ederler. Odun ve vernik sıvısının bağlanma gücünde mekanik bağlanma rol oynar. Odun yüzeylerinde vernik uygulama öncesindeki hazırlık işlemlerinde kusurlar oluşur. Eğer bu kusurlar giderilmezse yüzey işlem sıvısının oduna bağlanması çok zayıf olmaktadır. Bu bakımdan yüzey pürüzlülüğü yüzey işlem sıvısının oduna bağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Kovalent etkileşim teorisi, sıvı ile katı arasında kovalent bağlanmanın meydana gelmesi ile açıklanmaktadır. Oduna bağlanmada kullanılan polimer malzemeler ve odun arasında kovalent bağlanma teorik olarak ortaya konulmakla birlikte, uygulamada bu görüşü destekleyen çok az olay olduğu belirtilmektedir [23, 24].

### **1.11.2. Odun - Reçine Bağ Oluşumu**

Güçlü bir reçine oluşumu için 4 kriter tanımlanmaktadır [23, 24].

1. Zayıf bağ tabakasının uzaklaştırılması
2. Reçine sıvısının iyi ıslatabilirliği
3. Reçine sıvısının katılaşması
4. Bağlanma formasyonunda elastik gerilmelerin etkisini azaltmak için reçine sıvısının şeklini değiştirebilmesi



### 1.11.3. Odun Adhezyonu

Adhezyon iki değişik açıdan tanımlanabilir. Birincisi, fizikokimyasal açıdan, bir sıvı ve bir katı yüzey arasındaki atomik veya moleküler etkileşim adhezyon olarak bilinir. İkincisi, teknolojik açıdan, bu aynı zamanda teknolojik adhezyon olarak da isimlendirilir, birleşmiş materyallerin ayrılması için gerekli mekanik direnç olarak tanımlanır.

İki materyal (sıvı ve katı) birbirleriyle birleştirildiklerinde bir etkileşim bölgesi oluşur. Yukarıdaki tanımlamadan da bilindiği gibi, iki materyalin ayrılmasındaki gerekli direnç yeteneği adhezyon olarak isimlendirilir ve iki materyali etkileşimin bir sonucudur. Bu etkileşimin tanımlaması ilk olarak Young tarafından yapılmıştır. Termodinamik yaklaşımla, materyallerin yüzey gerilimi (veya yüzeydeki serbest enerji) aşağıdaki Young eşitliğiyle ilişkilidir [23, 24, 25].

$$\sigma_{sv} = \sigma_{sl} + \sigma_{lv} \cos \theta \quad (2)$$

Burada;

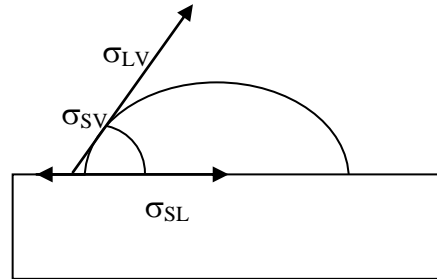
$\sigma_{sv}$ : Katının yüzey serbest enerjisi

$\sigma_{sl}$ : Sıvı ve katı etkileşiminin yüzey serbest enerjisi

$\sigma_{lv}$ : Sıvının yüzey serbest enerjisi

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

Sıvı ve odun yüzeyi arasında temas açısını gösteren şekil aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2. Sıvı ile odun yüzeyi ilişkisi

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

$$W_a = \sigma_{sv} + \sigma_{lv} - \sigma_{sl} \quad (3)$$

Burada  $W_a$  adhezyon çalışmasıdır. Bu eşitlikler kullanılarak Young-Dupre eşitliğine dönüştürülürse:

$$W_a = \sigma_{lv} (1 + \cos\theta) \quad (4)$$

Young-Dupre eşitliği; iki yönden daha kullanışlı olup, yüzeydeki sıvının temas açısı ve sıvının yüzey geriliminin bilinmesi yeterli olmaktadır.

Moleküler seviyede yakın bir ilişki olan materyaller arasında iyi bir adhezyon istenir. Bu ıslanabilirlik ve ayrılma olayının düşünülmesine sebep olur. Eğer temas açısı sıfır ise sıvı kendiliğinden katı yüzeyi ıslatır. Genelde, katının serbest yüzey enerjisi sıvınınkinden büyükse sıvı kendiliğinden katı yüzeyi ıslatır. Sıvının ıslanabilirliğine ilave olarak, güçlü bir bağlanma sağlamak için düzgün bir yüzey gereklidir. Ayrılma katsayısı aşağıda tanımlanmıştır.

$$S = \sigma_{sv} - \sigma_{lv} + \sigma_{sl} \quad (5)$$

Eğer ayrılma katsayısı  $S > 0$  ise, sıvı katı yüzeyden ayrılır [23, 24, 25].

### 1.12. Ağaç Türleri

Çalışmada; ikisi geniş yapraklı, ikisi iğne yapraklı olmak üzere dört ağaç türü kullanılmıştır. Bunlara ait genel bilgiler aşağıda açıklanmış ve önemli bazı fiziksel mekanik ve kimyasal özellikleri Tablo 4' te verilmiştir.

### 1.12.1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsk.)

Ülkemizde Kayın cinsinin doğal olarak yetişen türü Doğu Kayını (*Fagus orientalis* lipsky.) doğuda Türk-Ermenistan sınırından başlayarak tüm Karadeniz sahilleri boyunca batıya doğru Istranca Dağlarına kadar uzanır. Karadeniz sahil alanları yanında Karadeniz ardı alanlarda da (Amanoslar) yetişir. 30-40 m kadar boylanabilen 1 m. den daha fazla çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli 1.sınıf orman ağacıdır [26].

Doğu kayını ormanları, 1060822 ha. koru ve 274964 ha bozuk koru olmak üzere toplam 1335786 ha. alan kaplamaktadır. Bu türün tüm ağaç türleri orman alanı içerisindeki payı koru orman alanı olarak % 13, toplam orman alanı olarak % 6.45; yapraklı ağaç türleri orman alanı içerisindeki payı ise koru orman alanı olarak % 63, toplam orman alanı olarak % 14 olup tüm türler arasında ilk sırayı almaktadır [27,28].

Odunu doğal halde kırmızımsı beyaz, buharlaşmış durumda daha koyu kırmızımsı renkte ileri yaşlarda koyu öz odunu oluşumu gösterir. Dağınık traheli, kalın ve parlak belirgin öz ışınlarına sahip, yıllık halka sınırları geniş yıllık halkalı türlerde belirgin, dar yıllık halkalarda ise hiç fark edilmemektedir [29, 30].

Odunu sert ve ağırdır. Buharlama yöntemiyle kolaylıkla bükülebilir. Kurutmada özen gösterilmesi gereken bir ağaç türüdür. Fazla çalışır, kolay yarıılır. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir. Özellikle diri odunu kolay emprenye edilebilir. Öz odunda tül oluşumu emprenyeyi güçleştirir [31].

Orman ürünleri endüstrisinde tüm ağaç türlerine göre, yaygın ve çok çeşitli kullanım yerleri vardır.

### 1.12.2. Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subs. *Barbata* (C.A. Mey) Yalt.)

Ülkemizde doğal olarak yetişen beş kızıl ağaç türünden biridir. Genellikle 20-30 m. boylarında, bazen de boyu çalı halinde olan bir odunsu bitkidir.

Sakallı kızılağaç dere yataklarında, nemli ve durgun sulu yerlerde iyi yetişmekte, 1200 m'den daha yüksekliklere genel olarak çıkamamaktadır.. Batı ve Doğu Karadeniz, Trakya ve Marmara çevresinde, Belgrat ormanı, Kazdağı, Bolu ve Kastamonu yörelerinde yetişmektedir [29, 30].

Odunu, kırmızımsı beyaz ile açık kırmızımsı kahverengi arasındadır. Dağınık traheli olup, traheler büyüteçle görülebilir. Öz ışınları belirgin olmayıp, yalancı öz ışınları belirgindir [29, 30].

### **1.12.3. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)**

Ülkemizde doğal olarak yetişen Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Kuzeydoğu Anadolu kıyı dağları üzerinde denize bakan kısımlarda 1200-2400 m.' ler arasında doğuda Türk-Rus sınırından batıda Ordu ili melet ırmağına kadar alanı kaplar [30,31,32].

Odunu sarımsı beyaz renkte olup, yıllık halka sınırları belirgindir. Reçine kanalları seyrek ve dardır. Budakları çoğunlukla küçük ve oval şekillidir [33].

Odunu yumuşak ve orta ağırlıkta olup, kolay yarıılır. Direnç değerleri ve elastikiyet modülü düşüktür. Ağırlığına oranla yüksek direnç özellikleri gösterir. Çalışması azdır, az dayanıklıdır, güç emprenye edilir [31, 34].

Yapı malzemesi, gemi ve maden direği, mobilya ve uçak yapımında, dar ve kusursuz yıllık halkalı odunu müzik aletlerinde, mekanik ve kimyasal odun hamuru ile ambalaj yapımında, yonga ve lif levha üretiminde kullanılmaktadır [31, 34].

### **1.12.4. Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies Nordmanniana* (Stev))**

Aynı şekilde Doğu Karadeniz Göknarı da ülkemizde doğal olarak yetişmektedir. Dalları gövdenin altlarında yanlara doğru, tepelerde yukarıya yönelik, 40 – 50 metre boylarında birinci sınıf orman ağacıdır. Gri kahverengi kabuk genç bireylerde düzgün, yaşlı bireylerde hafif çatlaklıdır. Tomurcuklar yumurta biçiminde ve reçinesiz olup, yan sürgünlerin uçlarında iki yada üç adedi aynı düzlemde, dördüncüsü altta olmak üzere genellikle dört adet bulunur. Gri renkli genç sürgünler çoğunlukla kısa ve siyah tüylerle sık yada seyrek bir şekilde örtülüdür. 20 – 30 mm uzunluğunda iğne yaprakların bazılarının uçları küt, bazılarının ise kertikli, yani iki uçludur.

Doğu Karadeniz Göknarı ülkemizde Yeşilirmak Vadisi ile Türkiye – Gürcistan sınırı arasında kalan doğu Karadeniz orman alanlarında yayılır. Doğu Karadeniz Göknarı Doğu ladininin aksine doğu Karadeniz bölgesinde yalnızca denize dönük ana yamaçta değil, içe bakan yamaçlarda da izlenmektedir.

Doğu Karadeniz Göknarı güzel dekoratif bir tür olduğundan, birçok Avrupa ülkelerinin park ve bahçelerinde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir [35].

Tablo 4. Ağaç türlerine ait önemli bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler [36].

Ağaç Türü	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Hacim Ağırlık Değeri (g/cm <sup>3</sup> )	Radyal Daralma (%)	Teğet Daralma (%)	Hacmen Daralma (%)
Fagus orientalis Lipsk.	0,64	0,66	0,53	5	11,4	16,21
Alnus glutinosa subs.	0,49	0,53		4,4	7,3	12,6
Picea orientalis (L.) Link.	0,401	0,425	0,358	3,4	6,16	10,22
Abies Nordmanniana (Stev)	0,41	0,43		2,7	6,9	10,7

### 1.13. Literatür Özeti

Kazayawoko (1996) 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. Sonuç olarak bu işlemlerin adhezyonu iyileştirdiğini açıklamıştır [23].

Meijer ve arkadaşı, (2000) düşük emisyonlu yüzey işlem maddelerinin adhezyonu üzerinde çalışmışlardır. Yüzey işlemlerinde kullanılan maddelerin adhezyonun önemli bir kriter olduğunu, ancak adhezyon mekanizmasının yeterince anlaşılmadığını, bu bakımdan yüzey işlem maddelerinin adhezyonunun incelenerek sayısal olarak ortaya konulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunlara ait adhezyonu soyma yöntemiyle belirlemişler ve ayrıca yeni bir teknikle eşitlikten yararlanarak sayısallaştırma ölçümleri de kullanmışlardır. Sonuç olarak; daha iyi nüfuz etkisi olan ilkbahar odunu adhezyonunun yaz odunundan belirgin şekilde yüksek olduğunu; ladin ve sarıçam odunlarında teğet kesitlerin daha düşük temas açısı veya ıslanabilirlik gösterdiğini; alkid verniklerde akrilik verniklere göre daha yüksek adhezyon değerinde olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca ağaç türleri ve vernik arasındaki etkileşimi elektron mikroskop ile inceleyerek açıklamışlardır [37].

Sandberg; (1999) Ladin ve Sarıçam odunlarından hazırlanan radyal ve teğet kesitli örnekleri CCA ve çeşitli kimyasallarla emprenye ederek dış hava koşullarına karşı dayanıklılıkları incelemiştir. İşleme tabi tutulmuş ve tutulmamış örnekler üzerinde mikro

düzye de incelemeler gerçekteştirilmiştir. 33 aylık süre sonunda, sarıçamda teğet kesitlerde radyal kesitlere göre 13 kat, ladinde ise 6 kat daha fazla yüzey çatlak oluşumları gözlemlenmiştir. Sonuç olarak; her iki türe ait teğet kesitli örneklerde daha derin ve geniş çatlamlar görülmüş, teğet kesitlerde hem ilkbahar hem de yaz odunu zonunda, radyal kesitlerde başlangıçta sınır çizgilerinde ve daha sonra ilkbahar odununda çatlamların oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca aynı radyal ve teğet kesitlerde renk değişimleri olduğu ve hücre çökmeleri ile karşılaşıldığını belirtmiştir [38].

Sadok ve Nakato; (1987) çeşitli ağaç türlerinden (kayın, meşe, meranti) radyal ve teğet kesitli örnekler üzerinde bazı fiziksel ve anatomik özelliklerin son kullanımına etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak; kayın odununun yüzey pürüzlülük değerinin düşük ve radyal kesitteki sertlik değerinin yüksek olduğunu açıklamışlardır [39].

Richter, Feist ve Knaebe(1995) yüzey işlemlerinin performansı üzerine yüzey pürüzlülüğünün etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 3 farklı ağaç türünden radyal ve teğet kesitli örnekler elde edilmiş ve 5 farklı yüzey pürüzlülük katogorisinde değerlendirmişlerdir. Örnekler yağlar ve yarı saydam yüzey işlem maddeleri ile verniklenmişlerdir. Sonuç olarak, yüzey pürüzlülük değeri düşük olan örneklerin daha az yüzey işlem maddesi gerektirdiğini, en iyi boya performansının düşük odun kalitesinde bile zımparalanarak yüzey pürüzlülüğü azaltılmış olan örneklerde sağlandığını belirtmişlerdir [40].

Feist (1996); çeşitli ağaç türlerinin boyanabilme ve dış hava koşullarına dayanıklılıkları belirlemiş, boya tutma karakteristiklerini en iyiden en kötüye doğru 1-5 arasında sınıflandırmıştır. Genellikle bu sınıflandırmayı odun özgül ağırlığı ve çalışmasına dayandırmış, düşük özgül ağırlık ve az çalışmanın boya performansını iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Bu amaçla doğal dayanıklılıkları yanında dış koşullar için iğne yapraklı ağaç türlerinin kullanımının uygun olduğunu belirtmiştir [41].

Jaic ve Zivanovic (1997), kayın (*Fagus moesiace*) ve meşe (*Quercus petraea*) ağaç türü odunlarından hazırlana 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 etkisini incelemişlerdir. Verniklerin uygulama viskoziteleri 16 s (DIN cup 4' e göre) seçilmiş ve kuru film kalınlığı ise yaklaşık 60 µm olarak ölçülmüştür. Adhezyon direncinin belirlenmesi için pull-off test yönteminden yararlanılmış, ayrıca örneklerde sertlik ve çizilme dirençleri de belirlenmiştir. Sonuç olarak; en iyi adhezyon değerinin % 10.3 rutubet miktarındaki örneklerde elde

edildiğini, kayın odununun adhezyon direncinin meşeden daha yüksek çıktığını, polyol miktarının izosiyanat miktarına oranının 2 olarak elde edilen karışımın en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir [42].

Cassens ve Feist (1991), Güney Amerika' nın yapraklı ve iğne yapraklı ağaç odunlarının yoğunluk ve boya tutma karakteristiklerini belirlemiş, boya tutma karakteristiklerini en iyiden en kötüye doğru 1-5 arasında sınıflandırmıştır[43].

Sönmez (1989) yaptığı doktora çalışmasında; kayın, sarıçam, meşe ve kestane ağaç odunları ile kaplamaları üzerinde çeşitli verniklerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmış, bunlardan parlaklık, sertlik, adhezyon, kuru sıcaklığa ve sigara ateşine karşı dayanıklılık özelliklerini belirlemiştir [44].

Torelli (1996); "Meksika tropik sert ağaç odunlarının yüzey işlem özellikleri" adlı çalışmasında 8 farklı ağaç türünü selülozik, polyester lake ve asit sertleştiricili vernik ile işleme tabi tutmuş ve yüzey işlem özelliklerini iyiden yetersize doğru 1-3 arasında sınıflandırmıştır [45].

Ahmad Shakri (1995) Malezya' ya ait üç ağaç türünün yüzey işlem özellikleri incelemiştir. Çalışmasında bu türlere ait örnekler üzerine asit sertleştiricili, selülozik, poliüretan vernik ile parlak boya uygulamış, bunların sertlik, aşınma, çizilme ve adhezyon dirençlerini belirlemiştir. Sonuç olarak; aşınma ve çizilme direnci değerlerinin en iyi poliüretan vernik ve parlak boyada, adhezyon değerlerinin en yüksek poliüretan vernikte, en düşük ise parlak boyada olduğunu ve yüzey işlem özelliklerinin ağaç türlerine göre değiştiğini belirtmiştir. Ayrıca, bu özelliklere göre ağaç türleri ve yüzey işlem maddelerinin kullanım yerleri hakkında bilgiler vermiştir [46].

Jaic ve arkadaşları (1996); kayın ve meşe odunlarından hazırlanan örneklerde ESCA (kimyasal analizler için elektron spektroskopisi) yöntemi ile yüzey özelliklerini incelemiş, adhezyon ve ıslanabilirlik deney sonuçlarını ESCA yöntemi ile belirlediği özelliklerle karşılaştırmıştır. Bu amaçla; poliüretan vernik kullanılmış, teğet yüzeyler üzerinde dolgu ve son kat uygulama yapılmış, uygulamada kuru film kalınlığı 60µm, vernik vizkozitesi 16 sn (DIN cup 4' e göre) olarak seçilmiş ve örneklerdeki adhezyon direnci pull-off metodu ile belirlenmiştir. Sonuç olarak; kayın ve meşe odununda bulunan ekstraktif maddelerin yüzey özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, adhezyon direnci ve ıslanabilirliğin kayın odununda daha iyi olduğunu belirtmişlerdir [47].

Paprzycki ve Liptakova (1994); dolgu ve son kat selülozik vernik sistemlerinde, katlar arası bağlanma ve adhezyon etkileşimini incelemişlerdir. Çalışmada kayın

odunundan hazırlanan örnekler üzerinde farklı serbest yüzey enerjisine sahip selülozik dolgu ve sonkat vernikler uygulanmıştır. Katların etkileşiminde önemli bir gösterge olan ahhezyon çalışması, pull-off yöntemi ile adhezyon direnci ve çizilme direnci testleri yapılmıştır. Sonuç olarak; katların bağlantısı için adhezyon çalışması değerinin  $80 \text{ mJ/m}^2$  den büyük olmasının yeterli olacağını belirtmişlerdir [48].

Williams ve Feist (1994); dış koşullarda boya ve renklendirici performansı üzerine odun türlerinin ve yüzey düzgünlüğünün etkisini incelemişler, özgül ağırlığı yüksek türlerin boya performansının düşük olduğunu belirlemişlerdir [49].

Rischbieth ve Bussell (1957); Avustralya’ da yetişen bazı ağaç odunlarının çeşitli boya sistemleriyle boyanabilme özelliklerini araştırmışlardır. Dış hava koşullarında 4 yıllık bir periyotta yüzey işlem özelliklerini incelemişler ve boyanabilme özelliklerini belirtmişlerdir [50].

Lii ve arkadaşları (1994); lamine edilmiş bambu levhalarının üstyüzey işlem uygunluklarını incelemiş, son kat verniğin iki kat olması halinde yüzeydeki direnç özelliklerinin, dolgu ve zımpara işlemi ile de görünüş özelliğinin daha iyi olacağını belirtmişlerdir [51].

Manev (1992); renklendirici veya lake boya uygulanacak yüzeylerin pürüzlülüğü üzerine zımparalamanın etkisini incelemişler, odun liflerine paralel ve dik zımparalama yönü ile zımpara no’ sunun en iyi kombinasyonunu belirlemiştir [52].

Mahlberg (1987), odun materyalinin boya adhezyonu üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla çam ve ladin odunlarının ilkbahar odunu ile yaz odunu, öz odun ve diri odununda alkid ve poliüretan boyaların adhezyonunu belirlemiştir [53].

Liptakova, Kusela ve Poprzycki (1981); kayın ve sarıçam ağaç odunlarında polistirenin adhezyonunu incelemişlerdir. % 8 rutubet miktarındaki örnekler üzerine polistiren lake boyayı 4 farklı viskozitede uygulamışlardır. Uygulamada kuru film kalınlığı  $150 \mu\text{m}$  olarak belirlenmiş ve örneklerin yüzey serbest enerjileri ve pull-off yöntemi ile adhezyon direnci değerlerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak; kayın odununun adhezyon direncinin çam odunundan yüksek olduğunu, uygulama viskozitelerindeki değişikliğin adhezyonu etkilemediğini, ayrıca adhezyona dispersiyon güçlerinin % 60 ve polar güçlerin % 40 oranında neden olduğunu açıklamışlardır [54].

Feist (1996), dış hava koşullarında kullanılacak malzeme ile ilgili bir çalışmasında malzeme ve seçimi, boyanabilmesi, üretimi ve kurutulması, bu amaçla kullanılacak ağaç türleri ve kompozit malzemeleri, ağaç yüzeyleri ve yüzey işlem maddelerinin etkileşimleri



ile kullanılacak yüzey işlem maddeleri hakkında ayrıntılı bilgiler vermiştir. Ağaç türlerinin dış hava koşullarında seçiminde, düşük özgül ağırlıkta olması, iğne yapraklı ve radyal kesitli olarak kullanılmasını önermiştir. Bunda en önemli etkenin bu özellikteki malzemelerin çalışmasının daha az olması ile açıklanmıştır [55].

Ahola (1995), 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 adhezyon iki farklı bağıl nemde belirlenmiştir. Ön işlemlerde emülsiyon boyalar kullanıldığında, işlem görmemiş ve pigment içermeyen koruyucularla yapılan işlemlerde adhezyonun 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 örneklerin de emülsiyon boya adhezyonun düşük olduğunu açıklamıştır [56].

Bogner (1995), kayın odunu üzerinde adhezyonun etkisini belirlemek için çalışmalar yapmış, bu amaçla örnekleri planyalama ve zımpara işlemlerine tabi tutarak denemiş, serbest yüzey enerjisinin odunun yüzey düzgünlüğüne, maksimum adhezyonun sıvının yüzey gerilimi ve odunun serbest yüzey enerjisine bağlı olduğunu belirtmiştir [57].

Meijer (1999), düşük organik çözücü içeren kaplamalar ile çam ve ladin odunları arasındaki etkileşimi inceleyerek, 3 temel görüş açısından belirlemeye çalışmıştır. Bunlarda birincisi; özellikle su esaslı kaplamalar gibi düşük organik çözücü içeren kaplamaların ıslanabilirliği ve penetrasyonu, ikincisi; adhezyon mekanizması, üçüncüsü; yüzey işlemi yapılmış odunda boyutsal stabilizasyon ve rutubet alımı olarak belirtmiştir [58].

Zivanovic, Jaic ve Irle (1989); ahşap kaplamaların adhezyonu ile odunun ıslanabilirlik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştirlerdir. Yeterli bir yüzey işleminin odun özelliklerine ve özellikle odunun yüzeyine bağlı olduğunu, kaplamaların adhezyonunun odun ıslanabilirlik özellikleri ile iyi bir şekilde belirlenebileceğini açıklamışlardır. Çalışmada; alkid esaslı yüzey işlem maddesi ve iki ağaç türü (meşe ve köknar) kullanılmış, yüzey işlem maddelerinin temas açıları saptanmış ve kaplamaların adhezyonu ile ilişkisi ortaya konmuştur[59].

Meijer, Tburich, Militz (1998), modern odun kaplamaların penetrasyonu üzerine çalışmalarında 5 farklı yüzey işlem maddesi (üçü farklı su bazlı, biri yüksek katı madde

oranlı, diğeri solvent bazlı) ve 3 farklı ağaç türü (çam, ladin ve meranti) kullanılmıştır. Penetrasyonu yüzey işlem sistemlerinin ahşap kaplamaların kapiler boşluklarına akışı ile belirlenmiştir. Bağlayıcı tipi, pigment katı madde miktarı ve kuruma hızı penetrasyonu etkileyen değişkenler olarak belirtmiş ve iğne yapraklı ağaçlarda farklı yüzey işlem sistemleri akışının ilkbahar ve yaz odunu traheidleri boyuna yönünde ve hücre boşluklarında olduğunu açıklamışlardır. Akışın geçitler ve boyaların pigment miktarından etkilendiği, çam ve ladin arasındaki paransim ve traheid hücrelerdeki akışda belirgin bir fark gözlemlenmediği, boyuna traheidlerdeki akışın traheidlerin lif açısından etkilendiği, meranti odunundaki penetrasyonun yetersiz olduğunu açıklamışlardır. Yüzeylerin zımparalamasının ve ekstraktiflerin uzaklaştırılmasının ile penetrasyonun etkisinin çok az olduğunu belirtmişlerdir [60].

Nussbaum (1996); odunun işlenmesi sonrasındaki çalışma miktarını belirlemek için ıslanabilirlik ölçümü yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda odun yüzeylerinin en iyi boyanma ve tutkalanma zamanının işlemeden sonraki 2-3 gün içinde olduğunu açıklamıştır[61].

Shukla ve Gupta (1983), 49 değişik Hindistan ağaç türü kerestelerinden zımparalama ve vernikleme işlemi öncesi 5 farklı dolgu işlemi uygulanmıştır. Her biri örneğin yoğunluk, öz odunu rengi, porozite, tekstür ve yüzey işlemi uygulandıktan sonra parlaklık değerleri elde edilmiştir. Teak odununda dolgu işleminin parlaklık değerlerini % 45- 70 oranında değiştirdiğini, planyalama ve zımparalamanın parlaklığa etkisinin olmadığı belirlemiştir [62].

Skolmen (1974), 16 değişik ticari ağaç türünün kullanım özelliklerini, renk değişimini, yetiştirme karakteristiklerini ve odun özelliklerini belirlemiştir. Odun özelliklerini kuruma, işleme, direnç, dayanıklılık olarak ortaya koymuş ve yüzey işlem özelliklerini belirleyerek iyiden kötüye doğru sıralamıştır [63].

Wagenfuhr (1969), odun teknolojisinde yüzey ile odun yapısı arasında elektron mikroskopla incelenmeler yapmıştır. Taramalı elektron mikroskop kullanılarak yapılan çalışmada, odun ve yüzey işlem maddesi arasındaki değişik etkileşimleri gözlemlemiştir [64].

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Deney Materyali**

Çalışmada deney materyali olarak 4 ağaç türü ve 1 vernik çeşidi kullanılmıştır.

#### **2.1.1. Ağaç Malzeme**

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan, yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Sakallı Kızılağaç (*Alnus Glitunosa* Subsp. *Barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea Orientalis* L.(Link.)) ve Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp.) odunları kullanılmıştır.

Bu amaçla deneylere tabi tutulacak ağaç türlerinin doğal yayılış gösterdiği Doğu Karadeniz Bölgesi seçilmiştir. Bu bölgede türlere ait optimal büyümenin olduğu Trabzon, Gümüşhane ve Artvin yöreleri örnek alanlar olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarda ağaç türlerinin homojen meşcerelerden olmasına özen gösterilmiş ve basit rastlantı örnekleme yöntemine göre örnek ağaçlar seçilmiştir. Ağaçların seçilmesinde; yaş, bakı, çap ve yükselti vb. yetiştirme ortamı özellikleri göz önünde tutulmuştur. Yararlanılan ağaçların yetiştiği ortamı en iyi temsil edebilecek, kusursuz gövde yapısına sahip, düzgün ve sağlam ağaçlardan olmasına özen gösterilmiştir. Bunun için ağaç türlerine ait yetiştirme yerlerinden alınan adet, kesit şeklinin, öz- diri odun durumu ve zımpara etkisini incelemek amacıyla ise Doğu Kayını, Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç ve Doğu Karadeniz Göknarı ağaç türlerine ait 60'ar adet olmak üzere toplam 240 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. [65].

Çalışmada yararlanılan örnek ağaçların alındığı yerler ve ağaç türlerine ait genel özellikler TS 4176 [66] esaslarına göre belirlenmiştir.

#### **2.1.2. Vernik Türü**

Araştırmada; mobilya ve doğrama endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan selülozik esaslı olmak üzere tek vernik çeşidi seçilmiştir. Üretici firmadan takım halinde alınan bu verniğe ait önemli bazı ambalaj özellikleri Tablo 5'de verilmiştir [67].

Tablo 5. Selülozik vernik ve bazı ambalaj özellikleri [39]

Vernik Çeşitleri	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Viskozite DIN/CUP4	Toz Kuruması (dk)	Dokunma Kuruması (dk)	Zımpara Kuruması (dk)	Katı Madde Miktarı %
Selülozik Dolgu Vernik	0,95	300 sn	3-5	10	2-4	30
Selülozik Son Kat Mat Vernik	0,95	301 sn	3-5	10	2-4	33

## 2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması

Deney örneklerinin hazırlanacağı ağaçların yaklaşık olarak 2,5 - 5,5 m. yükseklikleri arasından 1,20-1.50 m boylarında tomruklar alınarak K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarına getirilmiş ve bunlardan öz – diri odun ile teğet - radyal kesitlerde olmak üzere şerit testere makinesinde biçilerek, 3 cm kalınlığında 11 cm genişliğinde toleranslı boyutta parçalar elde edilmiştir. Daha sonra bu parçalar iyi havalandırılan bir yerde uygun şekilde istif edilerek doğal kurumaya bırakılmıştır.

Doğal kuruması gerçekleşen parçalar  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\%65 \pm 5$  bağıl nem koşullarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve rutubetlerinin yaklaşık  $\%12$  olması sağlanmıştır. İklimlendirme işlemleri tamamlanan parçalar planya, kalınlık ve daire testere makinalarında işlenerek 1300x100x20 mm ölçülerine getirilmiştir. Parçalar daire testere makinasında işleme tabi tutularak enine yönde 3 eşit parça olacak şekilde kesilmiş ve her bir parçadan 3'er adet olmak üzere 400x100x20 mm boyutlarında deney parçaları elde edilmiştir. Her bir örnek grubu tekrar zımpara etkisini araştırmak amacıyla 3 gruba ayrılmış ve bu gruplardan biri kalınlık makinasına tabi tutulmuş, diğer iki gruptan biri kalibre zımpara misinasında 80'lik zımparaya, son grupta 180'lik zımparaya tabi tutulmuştur.

Deneylerde kullanılacak verniğin uygulama koşulları ve karışım miktarı üretici firma önerilerine göre yapılmıştır. Bu amaçla; vernik türünün viskozitesi ( DIN Cup / 4mm/20 °C'ye göre ) 2 sn. ve karışım miktarı ise Tablo 6 daki gibi seçilmiştir [67].

Tablo 6. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları [39]

Vernik Çeşitleri	Vernik (Kısım)	Sertleştirici (Kısım)	İnceltici (Kısım)
Selülozik Dolgu Vernik	100	0	80
Selülozik Son Kat Mat Vernik	100	0	80

Parçalara verniğin uygulanmasında iğne uç çapı 1,8 mm olan alttan depolu püskürtme tabancası kullanılmış ve uygulamadaki hava basıncı 3 atm. olarak seçilmiştir. Uygulamada; püskürtme tabancası parça yüzeylerine dik ve uzaklığı 25-30 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek vernik kalınlıklarının eşit olmasına özen gösterilmiştir.

Örnek parçaların verniklenmesi endüstriyel uygulamalara göre birim alana  $120 \pm 5$  g/m<sup>2</sup> olacak şekilde 2 kat dolgu vernikleme ve 1 kat son vernikleme olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki dolgu vernikleme uygulaması sonrası örnek parçalar kurutulmuş ve zımparalama işlemlerinde titreşimli el zımpara makinesinden yararlanılmıştır. Bu amaçla 1. Kat dolgu vernik uygulaması sonrası 220 no'lu, 2. Kat dolgu vernik uygulaması sonrası ise 400 no'lu alüminyum oksitli kâğıt zımpara bantları kullanılmıştır.

Vernik uygulamaları sonrası; selülozik vernikli parçalar 12 saat süre ile  $20 \pm 2$  °C derece sıcaklık ve  $65 \pm 5$  bağıl nem koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Uygulamalar atölye ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ortamın tozsuz olmasına özen gösterilmiş, aşırı hava akımı, sıcaklık ve bağıl nemden kaçınılmıştır.

Böylece tüm işlemleri tamamlanan 430x100x20 mm ölçüsündeki bu parçalardan standart boyutlarda deney örnekleri elde edilmiştir.

### 2.3. Deney Yöntemleri

#### 2.3.1. Yoğunluklar

Bu amaçla her bir ağaç türüne ait 430x100x20 mm boyutlarındaki toplam 240 adet parçadan yararlanılmış ve bunların hava kurusu ( $r = \% 12$ ) yoğunlukları TS 2472 [68] esaslarına uygun olarak belirlenmiştir. Parçaların her birinin uç kısmından 30 mm uzunluğunda enine dar parçalar kesilmiş ve bunlardan 20x20x30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır. Örneklerin ağırlıkları ve 0,01 gr, boyutları ise  $\pm 0,01$  mm duyarlılıkta ölçülerek aşağıdaki eşitlikten yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

$$\rho = \frac{m}{v} (\text{g/cm}^3) \quad (6)$$

Burada;

$\rho$  = Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)

m = Örnek ağırlığı (g)

v = Örnek hacmi (cm<sup>3</sup>)

### 2.3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Bu amaçla her bir ağaç türüne ait 400x100x20 mm boyutundaki toplam 240 adet parçadan yararlanılmıştır. Ölçümler DIN 4768 [69] esaslarına uygun olarak iğne taramalı pürüzlülük aleti (Mitutoyo SJ 301) ile ve örneklerin enine yönde yapılmıştır. [Şekil 3]. Pürüzlülük aletinin iğne uç yarıçapı 0,5 mm, iğne uç açısı 90 °C Dalga boyu 2,5 mm ve ölçme hızı 0,5 mm/sn olarak seçilmiştir. Pürüzlülük değerleri Ra, Ry ve Rz olarak belirlenmiş, istatistik değerlendirmelerde Rz değerlerinden yararlanılmıştır.



Şekil 3. İğne yapraklı pürüzlülük ölçme aleti

### 2.3.3. Kuru Film Kalınlığı

Kuru film kalınlığının belirlenmesi için vernik türüne ait 400x100x20 mm boyutlarındaki 240 örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4138 [70] esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla kuru film kalınlığı ölçme aleti (Erichsen P.I.G. 455) kullanılmış ve kuru film kalınlıkları  $\pm 5$  um duyarlılıkla belirlenmiştir[Şekil 4].



Şekil 4. Kuru film kalınlığı ölçme aleti

### 2.3.4. Yapışma Direnci

Yapışma direncinin belirlenmesi için vernik türüne ait 400x100x20 mm boyutlarındaki 180 adet örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4541 [71] esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Bu amaçla örneklerin tam ortasına 20 mm çapındaki çelik silindirler epoksit tutkalı ile yapıştırılmış, tutkalın tam kuruması için  $20 \pm 2$  °C derece sıcaklık ve %65  $\pm 5$  bağıl nem koşullarında 1 gün bekletilmiştir. Daha sonra, örnekler yapışma direnci ölçme aletinin (Erichsen Adhesionmaster 525 MC) çekme silindiri altına yerleştirilerek çelik silindirlerin bağlantısı yapılmış ve 0,5 N/sn hızda deneyler gerçekleştirilmiştir. Kopma anındaki kuvvet değeri  $\pm 0.01$  N duyarlılıkla ölçülmüş ve örneklerin yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır

$$\rho_a = \frac{F}{A} \quad (7)$$

Burada;

$\rho_a$  : Yapışma direnci (N/mm<sup>2</sup>)

F : Kopma anındaki kuvvet (N)

A : Uygulama alanı (mm<sup>2</sup>)



Şekil 5. Yapışma direnci test aleti

#### 2.4. İstatistik Yöntemler

Özelliklere ait aritmetik ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve varyansı (V) hesaplanmıştır.

Ağaç türleri, vernik çeşitleri, kesit şekli ve pürüzlülük özelliklerinin karşılaştırılmasında farklılık olup olmadığını belirlemek için varyans analizi kullanılmıştır. Farklılık oluşturduğu durumlarda Duncan-testi ile homojenlik grupları belirlenmiştir. Varyans analizinde,  $F_{hesap}$  ve  $F_{tablo}$  değerleri belirlenmiş,  $F_{hesap}$  değerlerinin % 5' den büyük olması durumunda (B.D), % 5-% 1 arasında (\*), % 1- % 0.1 arasında (\*\*) ve % 0.1' den küçük olması durumunda (\*\*\*) işaretleri ile açıklanmıştır.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait örneklerden yararlanılarak belirlenen hava kurusu ( $t=12$ ) ortalama yoğunluk değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Yoğunluk değerleri (g/cm<sup>3</sup>)

Ağaç Türleri	N	$\bar{X}$	S	V
Sakallı Kızılağaç	30	0,516	0,019	0,0003
Doğu Kayını	30	0,683	0,032	0,0010
Doğu Ladini	30	0,420	0,037	0,0014
Doğu Karadeniz Göknarı	30	0,430	0,035	0,0012

#### 3.2. Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türlerine göre ve aynı tür vernik çeşidine göre kuru film kalınlıkları belirlenerek Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Selülozik vernik kuru film kalınlıkları( $\mu\text{m}$ )

Ağaç Türleri	$\bar{X}$	S	V
Sakallı Kızılağaç	92,6364	7,35	54,02
Doğu Kayını	92,3182	5,44	29,59
Doğu Ladini	91,3636	7,7	59,29
Doğu Karadeniz Göknarı	92,2727	6,62	43,82

Selülozik vernikteki en yüksek kuru film kalınlığı Sakallı Kızılağaç, en düşük kuru film kalınlığı ise Doğu Ladini’nde görülmüştür. Genel olarak bakıldığında ise ağaç türlerine ait selülozik vernik kuru film kalınlığı birbirine yakın çıkmıştır.

### 3.3. Yüzey Pürüzlülüğü

#### 3.3.1. Ağaç Türlerine Göre Yüzey Pürüzlülük Değerleri

##### 3.3.1.1. Kızılağaç Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri

Kızılağaç odununun kesit şekline, öz – diri odun durumu ve zımpara etkisine göre pürüzlülük değerleri belirlenip Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kızılağaç odununun pürüzlülük değerleri

Öz – Diri Odun	Zımpara Farkı	Radyal - Teğet	$\bar{X}$	S	V	
Öz	Kalınlık	Radyal	46,57	6,68	44,73	
		Teğet	51,49	7,25	52,64	
		Toplam	49,03	7,33	53,87	
	80°lik Zımpara	Radyal	42,32	3,54	12,59	
		Teğet	42,36	4,21	17,76	
		Toplam	42,34	3,85	14,87	
	180°lik Zımpara	Radyal	25,89	4,11	16,90	
		Teğet	31,32	3,38	11,48	
		Toplam	28,60	4,62	21,42	
	Genel Ortalama	Radyal	38,26	10,23	104,66	
		Teğet	41,72	9,77	95,49	
		Toplam	39,99	10,12	102,42	
	Diri	Kalınlık	Radyal	54,50	4,86	23,62
			Teğet	53,37	4,87	23,73
			Toplam	53,93	4,85	23,52
80°lik Zımpara		Radyal	35,81	3,66	13,41	
		Teğet	37,66	5,62	31,63	
		Toplam	36,74	4,78	22,93	
180°lik Zımpara		Radyal	30,81	4,83	23,38	
		Teğet	33,69	3,40	11,58	
		Toplam	32,25	4,38	19,25	
Genel Ortalama		Radyal	40,37	11,17	124,94	
		Teğet	41,57	9,73	94,83	
		Toplam	40,97	10,46	109,51	
Toplam		Kalınlık	Radyal	50,53	7,03	49,52
			Teğet	52,43	6,18	38,30
			Toplam	51,48	6,66	44,37
	80°lik Zımpara	Radyal	39,06	4,85	23,53	
		Teğet	40,01	5,46	29,82	
		Toplam	39,54	5,16	26,63	
	180°lik Zımpara	Radyal	28,35	5,08	25,90	
		Teğet	32,51	3,56	12,74	
		Toplam	30,43	4,84	23,49	
	Genel Ortalama	Radyal	39,32	10,73	115,15	
		Teğet	41,65	9,72	94,53	
		Toplam	40,48	10,28	105,85	

### 3.3.1.1.1. Kızılağaç Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Kızılağaç odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Kızılağaç odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Öz Diri Odun	72,44	1	72,44	3,06	BD
Zımpara Farkı	22295,8	2	11147,89	471,84	***
Radyal Teğet	407,77	1	407,77	17,25	***
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı	1645,07	2	822,53	34,81	***
Öz Diri Odun * Radyal Teğet	95,94	1	95,94	4,06	*
Zımpara Farkı * Radyal Teğet	136,30	2	68,15	2,88	BD
Öz Diri Odun * Zımpara farkı * Radyal Teğet	193,78	2	96,89	4,10	*
Hata	6804,33	288	23,62		
Toplam	523389,6	300			
Doğrulanmış Toplam	31651,46	299			
P > 0,05 ise BD, 0,05 <P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kıızılağaç odununda öz – diri odun durumunun yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Kesit şeklinin ise yüzey pürüzlülüğüne etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Zımpara farklılığının etkisi belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0.1 anlam düzeyinde etkili bulunmuştur.

Buna göre kıızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Kızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme		
			1	2	3
Zımpara farkının etkisi	180'lik Zımpara	100	30,43		
	80'lik Zımpara	100		39,54	
	Kalınlık	100			51,48
Kesit şeklinin etkisi	Radyal Kesit	300	39,32		
	Teğet Kesit	300		41,65	

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farkının etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, 180 no'lu zımparalama işleminin en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği görülmüştür. Kesit şeklinin etkisinde ise 2 farklı grupta oldukları, radyal kesitin daha düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği belirlenmiştir.

### 3.3.1.2. Kayın Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri

Kayın odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için pürüzlülük değerleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Kayın odununun pürüzlülük değerleri sonuçları

Öz Diri Odun	Zımpara Farkı	Radyal - Teğet	$\bar{X}$	S	V
Öz	Kalınlık	Radyal	44,32	4,82	23,26
		Teğet	48,30	7,02	49,34
		Toplam	46,31	6,29	39,61
	80'lik Zımpara	Radyal	40,69	9,04	81,73
		Teğet	42,57	3,32	11,07
		Toplam	41,63	6,80	46,36
	180'lik Zımpara	Radyal	35,85	5,69	32,45
		Teğet	31,05	8,24	67,95
		Toplam	33,45	7,42	55,07
	Toplam	Radyal	40,29	7,53	56,78
		Teğet	40,64	9,68	93,83
		Toplam	40,46	8,65	74,83
Diri	Kalınlık	Radyal	53,47	7,79	60,79
		Teğet	50,83	6,14	37,80
		Toplam	52,15	7,07	50,08
	80'lik Zımpara	Radyal	34,4	4,64	21,54
		Teğet	35,10	3,82	14,59
		Toplam	34,75	4,22	17,82
	180'lik Zımpara	Radyal	32,85	3,44	11,86
		Teğet	29,86	3,38	11,44
		Toplam	31,35	3,70	13,70
	Toplam	Radyal	40,24	10,94	119,70
		Teğet	38,59	10,059	101,18
		Toplam	39,42	10,50	110,38
Toplam	Kalınlık	Radyal	48,90	7,90	62,54
		Teğet	49,57	6,65	44,30
		Toplam	49,23	7,28	52,99
	80'lik Zımpara	Radyal	37,54	7,79	60,68
		Teğet	38,84	5,18	26,83
		Toplam	38,19	6,61	43,74
	180'lik Zımpara	Radyal	34,35	4,89	24,00
		Teğet	30,45	6,26	39,25
		Toplam	32,40	5,92	35,15
	Toplam	Radyal	40,26	9,36	87,65
		Teğet	39,62	9,89	97,91
		Toplam	39,94	9,62	92,57

### 3.3.1.2.1. Kayın Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Kayın odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için Varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Kayın odununda etkileri araştırılan grupların Varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Öz Diri Odun	82,49	1	82,49	2,33	BD
Zımpara Farkı	14622,89	2	7311,44	206,98	***
Radyal Teğet	31,37	1	31,37	0,88	BD
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı	2064,42	2	1032,21	29,22	***
Öz Diri Odun * Radyal Teğet	75,16	1	75,16	2,12	BD
Zımpara Farkı * Radyal Teğet	401,98	2	200,99	5,69	**
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı * Radyal Teğet	228,85	2	114,42	3,23	*
Hata	10173,13	288	35,32		
Toplam	506361,23	300			
Doğrulanmış Toplam	27680,32	299			
P > 0,05 ise BD, 0,05 <P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan Varyans analizi sonuçlarına göre, kayın odununda öz ve diri odunun yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Kesit şeklinin ise yüzey pürüzlülüğüne etkisi % 5 yanılma olasılığı ile etkisiz olduğu belirlenmiştir. Zımpara farklılığının etkisi belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0,01 anlam düzeyinde etkili bulunmuştur.

Buna göre kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	Zımpara Farkı	N	Grup		
			1	2	3
Zımpara Farklılığı Etkisi	180'lik Zımpara	100	32,40		
	80'lik Zımpara	100		38,19	
	Kalınlık	100			49,23
Kesit Etkisi	Radyal	300	40,26		
	Teğet	300		39,62	

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farkının etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, 180 no'lu zımparalama işleminin en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği görülmüştür. Kesit şeklinin etkisinde ise 2 farklı grupta oldukları, teğet kesitin daha düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği belirlenmiştir.

### 3.3.1.3. Ladin Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri

Ladin odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için Varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Ladin odununun pürüzlülük değerleri

Öz - Diri Odun	Zımpara Farkı	Radyal Teğet	$\bar{X}$	S	V
Öz	Kalınlık	Radyal	44,17	3,93	15,50
		Teğet	45,50	6,91	47,88
		Toplam	44,84	5,61	31,49
	80'lik Zımpara	Radyal	35,54	6,58	43,33
		Teğet	43,20	5,4	29,20
		Toplam	39,37	7,10	50,48
	180'lik Zımpara	Radyal	31,67	6,04	36,53
		Teğet	29,99	3,73	13,98
		Toplam	30,83	5,04	25,46
	Toplam	Radyal	37,13	7,65	58,60
		Teğet	39,57	8,76	76,86
		Toplam	38,35	8,29	68,77
Diri	Kalınlık	Radyal	51,78	6,22	38,76
		Teğet	42,20	3,92	15,38
		Toplam	46,99	7,06	49,95
	80'lik Zımpara	Radyal	35,13	4,33	18,80
		Teğet	36,98	3,98	15,84
		Toplam	36,06	4,22	17,84
	180'lik Zımpara	Radyal	26,05	3,03	9,2
		Teğet	32,1	8,61	74,15
		Toplam	29,08	7,08	50,16
	Toplam	Radyal	37,66	11,69	136,6
		Teğet	37,09	7,16	51,39
		Toplam	37,37	9,66	93,49
Toplam	Kalınlık	Radyal	47,98	6,42	41,33
		Teğet	43,85	5,81	33,77
		Toplam	45,91	6,44	41,48
	80'lik Zımpara	Radyal	35,34	5,52	30,48
		Teğet	40,09	5,65	31,94
		Toplam	37,71	6,04	36,59
	180'lik Zımpara	Radyal	28,86	5,51	30,46
		Teğet	31,054	6,65	44,30
		Toplam	29,96	6,18	38,21
	Toplam	Radyal	37,39	9,85	97,06
		Teğet	38,33	8,07	65,23
		Toplam	37,86	9,00	81,09



### 3.3.1.3.1. Ladin Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun Durumunun ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Ladin odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için Varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Ladin odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Öz Diri Odun	71,26	1	71,26	2,38	BD
Zımpara Farkı	12735,67	2	6367,83	213,088	***
Radyal Teğet	65,74	1	65,74	2,20	***
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı	396,44	2	198,22	6,63	***
Öz Diri Odun * Radyal Teğet	168,66	1	168,66	5,64	BD
Zımpara Farkı * Radyal Teğet	1043,52	2	521,76	17,45	BD
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı * Radyal Teğet	1160,52	2	580,26	19,41	BD
Hata	8606,49	288	29,88		
Toplam	454407,60	300			
Doğrulanmış Toplam	24248,33	299			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ladin odununda öz ve diri odunun yüzey pürüzlülüğü üzerine % 5 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur. Kesit şeklinin ise yüzey pürüzlülüğüne % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Zımpara farklılığının etkisi belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0,1 anlam düzeyinde etkili bulunmuştur.

Buna göre ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	Zımpara Farkı	N	Alt Küme		
			1	2	3
Zımpara Farkının Etkisi	180'lik Zımpara	100	30,4320		
	80'lik Zımpara	100		39,5412	
	Kalınlık	100			51,4852
Kesit Şeklinin Etkisi	Radyal		39,32		
	Teğet			41,62	

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farkının etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, 180 nolu zımparalama işleminin en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği görülmüştür. Kesit şeklinin etkisinde ise 2 farklı grupta oldukları, teğet kesitin daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği belirlenmiştir.

### 3.3.1.4. Gökmar Odununun Kesit Şekli, Öz-Diri Odun Durumu ve Zımpara Etkisine Göre Pürüzlülük Değerleri

Gökmar odununun pürüzlülük değerleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Gökmar odununun pürüzlülük değerleri

Öz - Diri Odun	Zımpara Farkı	Radyal - Teğet	$\bar{X}$	S	V
Öz	Kalınlık	Radyal	48,99	10,78	116,23
		Teğet	41,78	6,01	36,14
		Toplam	45,39	9,37	87,90
	80'lik Zımpara	Radyal	40,21	4,17	17,42
		Teğet	39,22	3,61	13,01
		Toplam	39,71	3,89	15,15
	180'lik Zımpara	Radyal	32,99	6,56	43,07
		Teğet	25,78	4,61	21,25
		Toplam	29,39	6,69	44,77
	Toplam	Radyal	40,73	10,03	100,69
		Teğet	35,59	8,52	72,73
		Toplam	38,16	9,63	92,77
Diri	Kalınlık	Radyal	43,46	6,21	38,62
		Teğet	42,54	7,42	55,11
		Toplam	43,00	6,79	46,12
	80'lik Zımpara	Radyal	36,68	4,42	19,53
		Teğet	37,00	4,39	19,32
		Toplam	36,84	4,36	19,05
	180'lik Zımpara	Radyal	24,03	3,69	13,66
		Teğet	27,53	6,68	44,64
		Toplam	25,78	5,63	31,70
	Toplam	Radyal	34,72	9,43	89,03
		Teğet	35,69	8,80	77,51
		Toplam	35,21	9,10	82,95
Toplam	Kalınlık	Radyal	46,23	9,14	83,66
		Teğet	42,16	6,69	44,84
		Toplam	44,19	8,23	67,77
	80'lik Zımpara	Radyal	38,44	4,61	21,28
		Teğet	38,11	4,13	17,09
		Toplam	38,28	4,36	19,02
	180'lik Zımpara	Radyal	28,51	6,95	48,30
		Teğet	26,66	5,74	33,06
		Toplam	27,58	6,41	41,13
	Toplam	Radyal	37,73	10,16	103,34
		Teğet	35,64	8,63	74,62
		Toplam	36,68	9,47	89,76

### 3.3.1.5. Gökmar Odununda Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Kesit Şekli, Öz –Diri Odun ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Düzeyi
Öz Diri Odun	655,61	1	655,61	17,95	***
Zımpara Farkı	14173,90	2	7086,95	194,14	***
Radyal - Teğet	325,79	1	325,79	8,92	**
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı	18,86	2	9,43	0,25	BD
Öz Diri Odun * Radyal Teğet	699,24	1	699,24	19,15	***
Zımpara Farkı * Radyal Teğet	176,06	2	88,03	2,41	BD
Öz Diri Odun * Zımpara Farkı * Radyal Teğet	277,17	2	138,58	3,79	*
Hata	10513,23	288	36,50		
Toplam	430656,63	300			
Doğrulanmış toplam	26839,88	299			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre gökmar odununda öz ve diri odunun yüzey pürüzlülüğü üzerine % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Kesit şeklinin ise yüzey pürüzlülüğüne etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Zımpara farklılığının etkisi belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının yüzey pürüzlülüğüne % 0.1 anlam düzeyinde etkili bulunmuştur.

Buna göre Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	Zımpara Farkı	N	Grup		
			1	2	3
Zımpara Farkının Etkisi	180’lik Zımpara	100	27,58		
	80’lik Zımpara	100		38,28	
	Kalınlık	100			44,19
Kesit Şeklinin Etkisi	Radyal		37,73		
	Teğet			35,63	

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farkının etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, 180 no'lu zımparalama işleminin en düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği görülmüştür. Kesit şeklinin etkisinde ise 2 farklı grupta oldukları, teğet kesitin daha düşük yüzey pürüzlülüğü değeri verdiği belirlenmiştir.

### 3.3.2. Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Ağaç Türlerinin Etkisi

Ağaç türleri için etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. Ağaç türleri için etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	Önem Düzeyi
Zımpara Farkı	62099,65	2	31049,82	990,91	BD
Kesit Farkı	5,40	1	5,40	0,17	BD
Öz - Diri	299,61	1	299,61	9,56	**
Ağaç Türü	2841,63	3	947,21	30,22	**
Zımpara Farkı * Kesit Şekli	471,64	2	235,82	7,52	***
Zımpara Farkı * Öz Diri	2661,31	2	1330,65	42,46	***
Kesit Şekli * Öz Diri	6,27	1	6,27	0,20	BD
Zımpara Farkı * Kesit Farkı * Öz Diri	975,80	2	487,90	15,57	***
Zımpara Farkı * Ağaç Türü	1728,61	6	288,10	9,19	***
Kesit Farkı * Ağaç Türü	825,27	3	275,09	8,78	***
Zımpara Farkı * Kesit Farkı * Ağaç Türü	1286,23	6	214,37	6,84	***
Öz Diri * Ağaç Türü	582,20	3	194,07	6,19	***
Zımpara Farkı * Öz Diri * Ağaç Türü	1463,49	6	243,91	7,78	***
Kesit Farkı * Öz Diri * Ağaç Türü	1032,74	3	344,24	10,98	***
Zımpara Farkı * Kesit Farkı * Öz Diri * Ağaç Turu	884,53	6	147,42	4,70	***
Hata	36097,20	1152	31,33		
Toplam	1914815,04	1200			
Doğrulanmış Toplam	113261,64	1199			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, tüm odun türleri için zımpara farkının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Kesit farkının yüzey pürüzlülüğüne

% 5 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur. Öz – diri odun durumunun ve ağaç türünün pürüzlülüğe % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Zımpara farkı ile kesit şekli etkileşiminin ve zımpara farkı ile öz diri odun etkileşiminin yüzey pürüzlülüğüne % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Kesit şekli ile öz diri odun etkileşiminin yüzey pürüzlülüğüne % 5 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur. Zımpara Farkı, Kesit Şekli, Öz Diri odun etkileşiminin ve Zımpara Farkı, Ağaç Türü etkileşiminin yüzey pürüzlülüğüne % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Kesit Şekli ile Ağaç Türü etkileşiminin ve zımpara farkı, kesit farkı ile ağaç türü etkileşiminin yüzey pürüzlülüğüne % 0,1 yanılma olasılığı etkisi yoktur. Aynı şekilde tablo 21’de belirtilen diğer etkileşim gruplarının da yüzey pürüzlülüğüne % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur.

Buna göre tüm ağaç türlerinde zımpara etkisini bulmak yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Ağaç türlerinde zımpara etkisini bulmak yapılan Duncan testi sonuçları

Zımpara Farkı	N	Grup		
		1	2	3
180’lik Zımpara	400	30,096		
80’lik Zımpara	400		38,43	
Kalınlık	400			47,70

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farklılığı etkisinin 3 farklı kümede toplandığı görülmüştür. En yüksek yüzey pürüzlülüğü kalınlıkta görülmüş olup en düşük ise 180 no’lu zımpara örneğinde gözlemlenmiştir. Tüm ağaç türlerinde etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları ise Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Ağaç türlerinde etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç Türü Etkisi	N	Grup		
		1	2	3
Gök nar	300	36,68		
Ladin	300		37,86	
Kayın	300			39,94
Kızılağaç	300			40,48

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ağaç türünün pürüzlülüğe etkisine bakıldığında kayın ve kızılğaç odununun aynı grupta, göknar ve ladin grubunun ise farklı gruplarda olduğu görülmüştür. Buna göre en fazla yüzey pürüzlülüğü kızılğaçta, en az ise göknar ve ladin ağaçlarında bulunduğu görülmüştür.

### 3.4. Yapışma Direnci

#### 3.4.1. Ağaç Türlerine Göre Yapışma Direnci

##### 3.4.1.1. Kızılğaç Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri

Kızılğaç odununun kesit şekline, öz – diri odun ve zımpara etkisine göre yapışma direnci değerleri belirlenip Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24. Kızılğaç odununun yapışma direnci değerleri

Radyal - Teğet Yön	Zımpara Farkı	$\bar{X}$	S	V
Radyal	Kalınlık	1,95	0,17	0,03
	80'lik zımpara	2,13	0,25	0,06
	180'lik zımpara	2,18	0,23	0,05
	Toplam	2,09	0,24	0,05
Teğet	Kalınlık	2,13	0,35	0,12
	80'lik zımpara	2,15	0,28	0,08
	180'lik zımpara	1,92	0,13	0,016
	Toplam	2,06	0,28	0,08
Toplam	Kalınlık	2,04	0,29	0,08
	80'lik zımpara	2,14	0,27	0,07
	180'lik zımpara	2,05	0,23	0,05
	Toplam	2,08	0,26	0,07

##### 3.4.1.1.1. Kızılğaç Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Kızılğaç odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Kızılağaç odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Önem Derecesi
Radyal teğet	0,0168	1	0,0168	0,267	BD
Zımpara farkı	0,2261	2	0,113	1,797	BD
Radyal teğet * zımpara farkı	1,023	2	0,511	8,141	***
Hata	7,168	114	0,0628		
Toplam	527,7	120			
Doğrulanmış Toplam	8,435	119			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kızılağaç odununda kesit şeklinin yapışma direncine % 5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Zımpara farklılığının etkisini belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı belirlenmiştir. Kesit şekli ile zımpara farkı etkileşimine bakıldığında % 0,1 anlam düzeyinde yapışma direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Buna göre kızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Kızılağaç odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	Zımpara Farkı	N	Grup
Zımpara Farklılığı Etkisi	Kalınlık	40	2,04
	180'lik Zampara	40	2,05
	80'lik Zımpara	40	2,14
Kesit Şeklinin Etkisi	Radyal	120	2,09
	Teğet	120	2,06

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre zımpara farkının ve kesit şekli etkisinin aynı grupta toplandığı ve değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

#### 3.4.1.2. Kayın Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri

Kayın odununun kesit şekline, öz – diri odun ve zımpara etkisine göre adhezyon değerleri belirlenip Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Kızılağaç odununun adhezyon değerleri

Radyal - Teğet Yön	Zımpara Farkı	$\bar{X}$	S	V
Radyal	Kalınlık	2,32	0,27	0,072
	80'lik zımpara	2,01	0,18	0,032
	180'lik zımpara	1,97	0,29	0,084
	Toplam	2,10	0,29	0,084
Teğet	Kalınlık	2,41	0,34	0,115
	80'lik zımpara	2,42	0,19	0,036
	180'lik zımpara	2,36	0,25	0,062
	Toplam	2,39	0,26	0,067
Toplam	Kalınlık	2,36	0,30	0,09
	80'lik zımpara	2,21	0,28	0,078
	180'lik zımpara	2,16	0,33	0,108
	Toplam	2,25	0,31	0,096

### 3.4.1.2.1. Kayın Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Kayın odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Kayın odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	Önem Düzeyi
Radyal Teğet	2,66	1	2,66	38,55	***
Zımpara Farkı	0,85	2	0,42	6,19	**
Radyal Teğet * Zımpara Farkı	0,66	2	0,33	4,80	**
Hata	7,88	114	0,069		
Toplam	619,43	120			
Onaylanmış Toplam	12,07	119			

P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise \*, 0,01 < P < 0,001 ise \*\*, P < 0,001 ise \*\*\*

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kayın odununda kesit şeklinin, zımpara farkının ve kesit şekli ile zımpara farkı etkileşiminin yapışma direncine etkisi vardır.

Buna göre kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 29'da verilmiştir.



Tablo 29. Kayın odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	Zımpara farkı	N	Grup	
			1	2
Zımpara farklılığı etkisi	180'lik zımpara	40	2,16	
	80'lik zımpara	40	2,21	
	Kalınlık	40		2,36
Kesit şeklinin etkisi	Radyal	120	2,10	
	Teğet	120		2,39

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 180 no'lu zımpara ve 80 no'lu zımpara uygulanan örneklerdeki yapışma direnci etkisinin kalınlık örneğine göre düşük olduğu görülmüştür.

#### 3.4.1.3. Ladin Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri

Ladin odununun kesit şekline, öz – diri odun ve zımpara etkisine göre yapışma direnci değerleri belirlenip Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Ladin odununun yapışma direnci değerleri

Radyal - Teğet Yön	Zımpara Farkı	$\bar{X}$	S	V
Radyal	Kalınlık	1,89	0,16	0,0256
	80'lik zımpara	1,93	0,17	0,0289
	180'lik zımpara	2	0,22	0,0484
	Toplam	1,94	0,18	0,0324
Teğet	Kalınlık	1,97	0,3	0,09
	80'lik zımpara	2,06	0,4	0,16
	180'lik zımpara	1,92	0,25	0,0625
	Toplam	1,98	0,32	0,1024
Toplam	Kalınlık	1,93	0,24	0,0576
	80'lik zımpara	1,99	0,31	0,0961
	180'lik zımpara	1,96	0,24	0,0576
	Toplam	1,96	0,26	0,0676

### 3.4.1.3.1. Ladin Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Ladin odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Ladin odununda etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	Önem Düzeyi
Radyal teğet	0,057	1	0,057	0,81	BD
Zımpara Farkı	0,084	2	0,0421	0,59	BD
Radyal teğet * zımpara farkı	0,245	2	0,122	1,74	BD
Hata	8,047	114	0,070		
Toplam	472,29	120			
Doğrulanmış Toplam	8,435	119			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ladin odununda kesit şeklinin yapışma direncine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız olduğu belirlenmiştir. Zımpara farkı etkisine bakıldığında da % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı görülmüştür. Yine kesit şekli ile zımpara farkı etkileşimine bakıldığında % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı belirlenmiştir.

Buna göre ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Ladin odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

	N	Grup	1
Zımpara farklılığı etkisi	40	kalınlık	1,93
	40	180'lik zımpara	1,96
	40	80'lik zımpara	1,99
Kesit şeklinin etkisi	120	Radyal	1,94
	120	Teğet	1,98

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre tüm zımpara ve kesit şekline ait örneklerin aynı kümede oldukları görülmüştür.

#### 3.4.1.4. Gökmar Odununun Kesit Şekli ve Zımpara Etkisine Göre Yapışma Direnci Değerleri

Gökmar odununun kesit şekline, öz – diri odun ve zımpara etkisine göre yapışma direnci değerleri belirlenip Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Gökmar odununun yapışma direnci değerleri

Radyal - Teğet Yön	Zımpara Farkı	$\bar{X}$	S	V
Radyal	Kalınlık	1,79	0,15	0,0225
	80'lik Zımpara	1,86	0,18	0,0324
	180'lik zımpara	1,89	0,15	0,0225
	Toplam	1,84	0,16	0,0256
Teğet	Kalınlık	1,88	0,23	0,0529
	80'lik zımpara	1,92	0,29	0,0841
	180'lik zımpara	2,06	0,32	0,1024
	Toplam	1,95	0,29	0,0841
Toplam	Kalınlık	1,83	0,19	0,0361
	80'lik zımpara	1,89	0,24	0,0576
	180'lik zımpara	1,97	0,26	0,0676
	Toplam	1,90	0,24	0,0576

#### 4.1.3.1. Gökmar Odununda Yapışma Direnci Üzerine Kesit Şekli ve Zımpara Farklılığının Etkisi

Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için Varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Gökmar odununda etkileri araştırılan grupların Varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	Önem Düzeyi
Radyal teğet	0,34	1	0,34	6,32	*
Zımpara farkı	0,39	2	0,19	3,67	*
Radyal teğet * zımpara farkı	0,068	2	0,034	0,63	BD
Hata	6,15	114	0,054		
Toplam	441,45	120			
Doğrulanmış Toplam	6,96	119			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, gökmar odununda kesit şeklinin yapışma direncine % 5 yanılma olasılığı etkisi vardır. Zımpara farklılığının etkisi belirlenmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre zımpara farkının etkisi % 5 anlam düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kesit şekli zımpara farkı etkileşimine bakıldığında ise % 5 yanılma olasılığı ile yapışma direncine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Buna göre Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Gökmar odununda etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

		N	Gruplar	
			1	2
Zımpara farklılığı etkisi	Kalınlık	40	1,83	
	80’lik zımpara	40	1,89	1,89
	180’lik zımpara	40		1,97
Kesit şeklinin etkisi	Radyal	120	1,84	
	Teğet	120		1,95

Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 180 no’lu zımpara ve 80 no’lu zımpara örneklerinin ve kalınlık ile 80 no’lu zımpara örneklerinin aynı kümelere dâhil edildiği, kesit şeklinde ise iki farklı grubun bulunduğu görülmüştür

### 3.4.2. Teğet Kesitte Öz – Diri Odunun Yapışma Direncinde Ağaç Türüne Etkisi

Teğet kesit öz – diri odunda ağaç türlerinde etkisi araştırılan grupların varyans analizi sonuçları Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Teğet kesitte öz – diri odunda ağaç türlerinde etkisi araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ort.	F	Önem Düzeyi
Zımpara Farkı	1,53	2	0,767556458	10,30	***
Ağaç Türü	15,2	3	5,098309722	68,46	***
Öz- Diri Odun	0,57	1	0,574083333	7,70	**
Zımpara Farkı * Ağaç Türü	1,21	6	0,201795347	2,70	*
Zımpara Farkı * Öz Diri Odun	1,72	2	0,863815208	11,59	***
Ağaç Türü * Öz Diri Odun	0,60	3	0,203148889	2,72	*
Zımpara Farkı * Ağaç Türü * Öz Diri Odun	2,48	6	0,414840764	5,57	BD
Hata	33,9	456	0,074467719		
Toplam	2250,3	480			
Düzeltilmiş Toplam	57,39	479			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Tabloda görüldüğü gibi teğet kesitte % 0,1 yanılma olasılığı ile zımpara farkının ve ağaç türünün adhezyon direncine etkisi vardır. Öz diri odun durumunun adhezyon direncine % 1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Zımpara farkı ile ağaç türü etkileşiminin adhezyon direncine % 1 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur. Zımpara farkı ile öz diri odun etkileşiminin adhezyon direncine % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Ağaç türü ile öz diri odun etkileşiminin yüzey pürüzlülüğüne % 5 yanılma olasılığı ile etkisi vardır. Zımpara farkı, ağaç türü ve öz diri odun durumu etkileşiminin adhezyon direncine % 5 yanılma olasılığı ile etkisi yoktur.

Buna göre ağaç türlerine ilişkin etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Tüm ağaç türlerine ilişkin etkileri olan grupların yapılan Duncan testi sonuçları

Ağaç Türü	N	Gruplar		
		1	2	3
Gök nar	120	1,97		
Ladin	120	1,99		
Kızılağaç	120		2,16	
Kayın	120			2,41

Tablo 37’de görüldüğü gibi Gök nar ve ladin örnekleri bir grupta gözükürken, kızıl ağaç ve kayın odunu örnekleri farklı gruplarda bulunmaktadır. En yüksek yapışma direnci kayın örneğinde görünürken, en düşük değer Gök nar’da görülmektedir. Tüm türler için zımpara farkının yapışma direncine etkisi ile ilgili yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 38’de görünmektedir.

Tablo 38. Ağaç türleri için zımpara farkının yapışma direnciyle ilgili yapılan Duncan testi

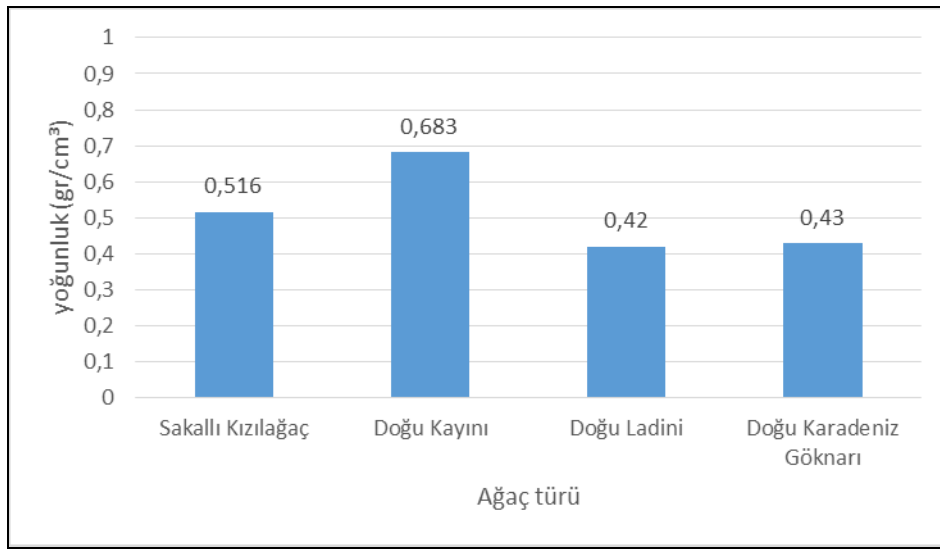
Zımpara Farkı	N	Gruplar	
		1	2
Kalınlık	160	2,05	
180’lik Zımpara	160		2,17
80’lik Zımpara	160		2,18

Tablo 38’e göre en yüksek yapışma direnci aynı grupta görülen 180 ve 80 no’lu zımparalı örneklerde görülmüş, en düşük değer ise 1. gruptaki kalınlık örneğinde gözlemlenmiştir.

## 4. İRDELEME

### 4.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait belirlenen hava kurusu ( r = % 12 ) yoğunluk değerleri Şekil 6’da verilmiştir.

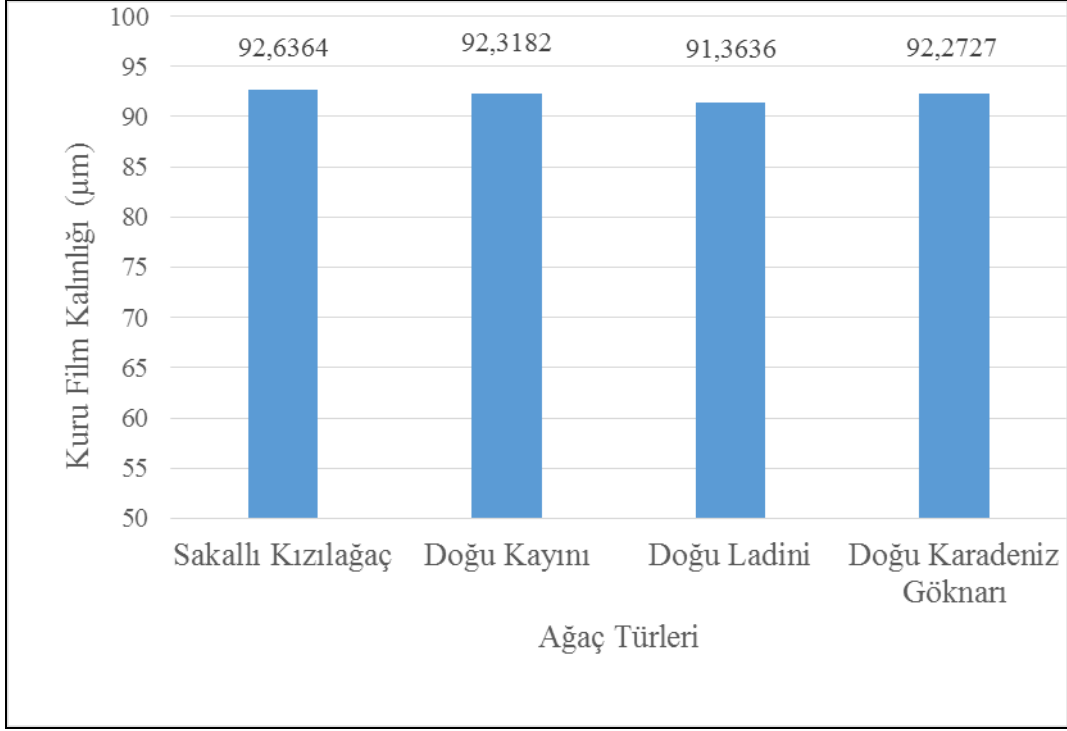


Şekil 6. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri

Buna göre; Doğu Kayınında (0,683 gr/cm<sup>3</sup>) en yüksek yoğunluk değeri elde edilmiş; bunu Sakallı Kızılağaç (0,516 gr/cm<sup>3</sup>) ve Doğu Karadeniz Göknarı (0,43 gr/cm<sup>3</sup>) izlemiş, en düşük değer ise Doğu Ladininde (0,42 gr/cm<sup>3</sup>) çıkmıştır. Burada Doğu Kayını yüksek, Sakallı Kızılağaç orta ve doğu ladini ile Doğu Karadeniz Göknarı düşük yoğunluk değerleri göstermiştir.

### 4.2. Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türlerine ait örneklere uygulanan selülozik verniğin oluşturduğu kuru film kalınlığı Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Ağaç türlerinde selülozik verniğin kuru film kalınlıkları

Buna göre; Ağaç türlerine ait selülozik verniğin kuru film kalınlığı genel itibarıyla birbirine yakın çıkmıştır. En fazla film kalınlığı Sakallı Kızılağaçta (92,63), en az da Doğu ladininde (91,36) da görülmüştür.

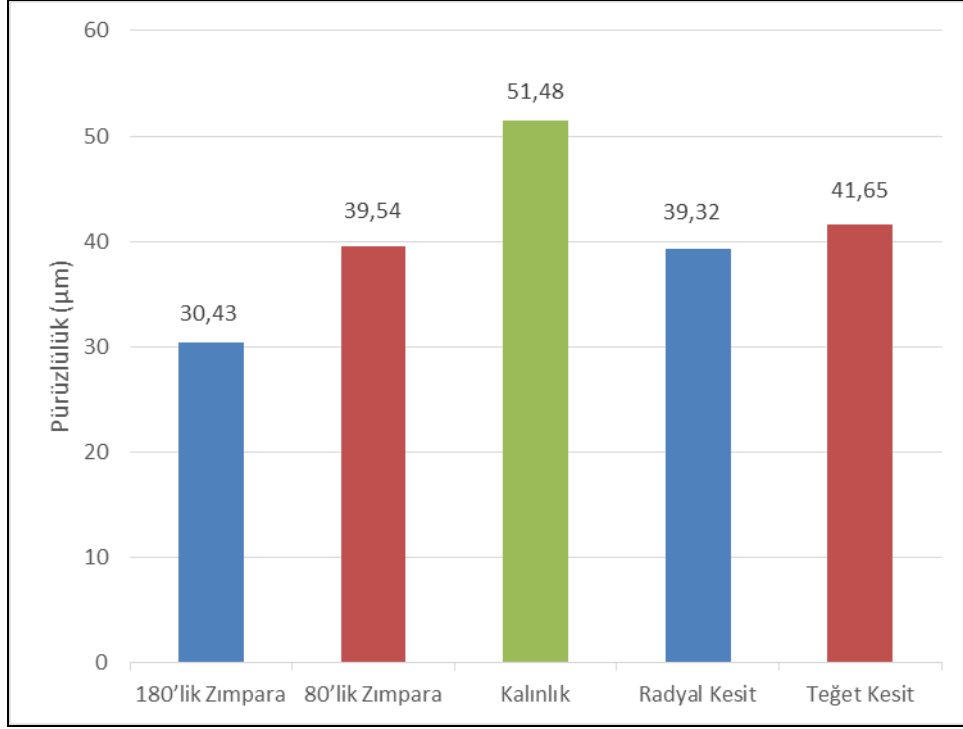
Bilindiği üzere çeşitli verniklerin genellikle yapılarına bağlı olarak farklı katman yapma oranları olduğu bilinmektedir

### 4.3. Pürüzlülük Değerleri

#### 4.3.1. Kızılağaç Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri

Kızılağaç odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklini gösteren ortalama pürüzlülük değerleri Şekil 8’de gösterilmiştir.



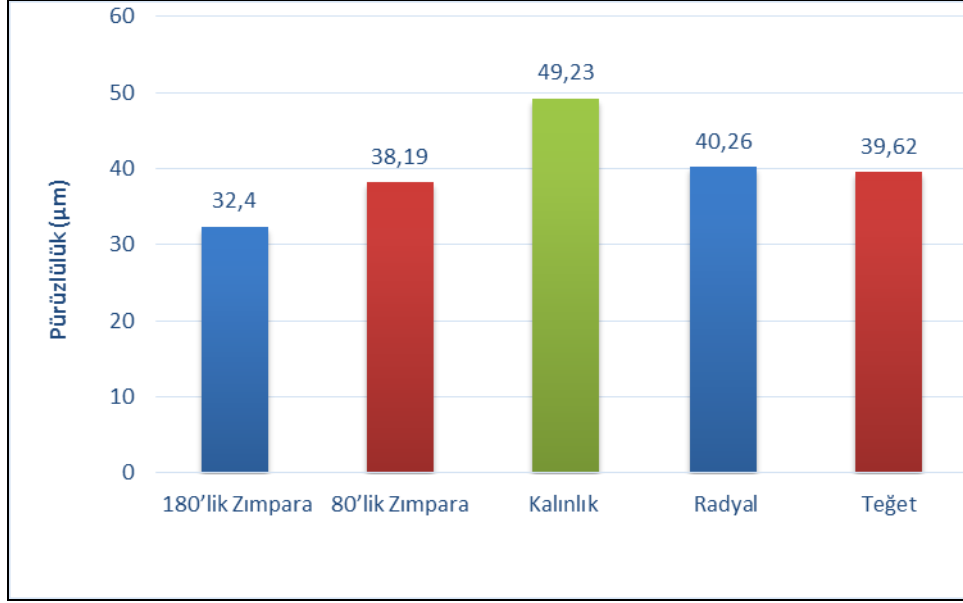


Şekil 8. Kızılağaç odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri

Buna göre; zımpara farkının etkisine bakıldığında kızılağaç odununda kalınlığın pürüzlülük değeri en yüksek iken 180 no'lu zımpara örneğinin değeri en düşük çıkmıştır. Kesit şekline bakıldığında ise genel olarak aralarında çok fark bulunmasa da Teğet Kesitte pürüzlülük değerinin daha yüksek çıkmış, aralarında istatistiksel olarak fark bulunmuştur bu ise sakallı kızılağaç odununun anatomik yapısından kaynaklandığı söylenebilir.

#### 4.3.2. Kayın Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri

Kayın odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şekline ait pürüzlülük değerleri Şekil 9'da gösterilmiştir.



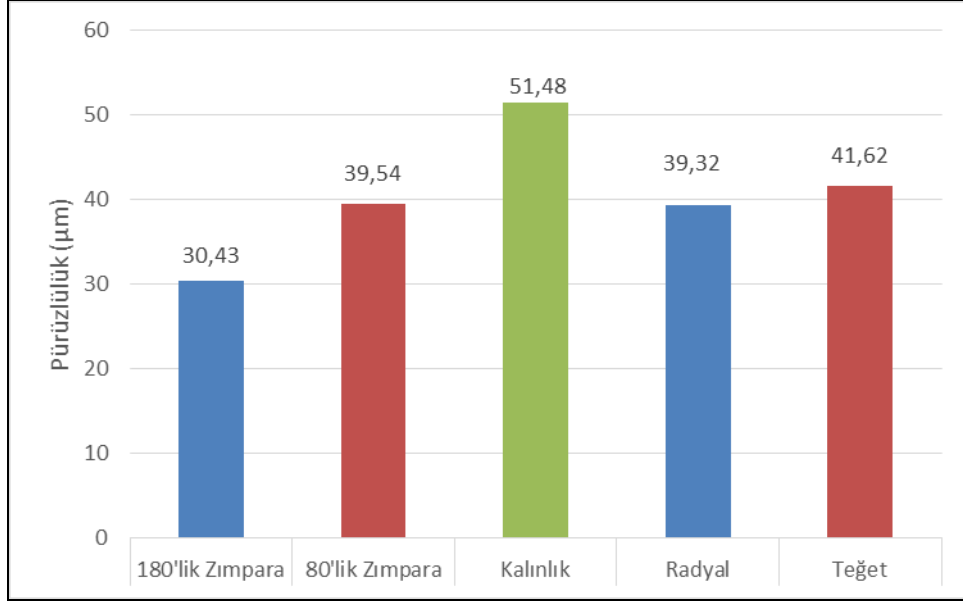
Şekil 9. Kayın odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri

Buna göre; zımpara farkının etkisine bakıldığında kayın odununda kalınlığın pürüzlülük değeri en yüksek iken 180 nolu zımpara örneğinin değeri en düşük çıkmıştır. Kesit şekline bakıldığında ise istatistiksel olarak fark bulunmasa da Teğet Kesitte pürüzlülüğün daha düşük olduğu görülmüştür.

Buna göre kızılğaç odununda kesit şekli örneklerinde pürüzlülük oranlarının etkisinin olmadığı görülmüştür. Zımpara farklılığının etkisi ise kesit şekline göre farklılık göstermiştir. Yapılan bir çalışmada (Özdemir, 2003) benzer sonuçlar bulunmuş, istatistiksel olarak fark olmadığı, teğet kesitin bir miktar yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen değerler literatürle benzerlik göstermektedir. Zımparalama etkisinde, zımpara numaralarının büyümesiyle daha düzgün yüzeyler elde edileceği bilinmektedir. Zımparalama etkisinde kalınlık makinası işlemi sonucu elde edilen pürüzlülük değerinin yüksek olacağı bilinmektedir [73].

#### 4.3.3. Ladin Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri

Ladin odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şekline ait pürüzlülük değerleri Şekil 10'da gösterilmiştir.



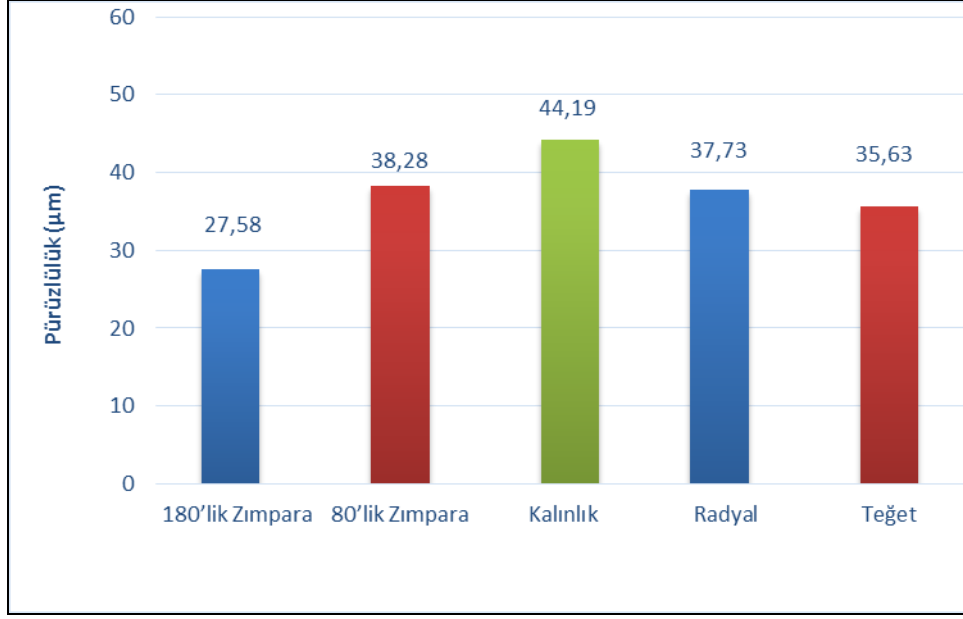
Şekil 10. Ladin odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri

Buna göre; zımpara farkının etkisine bakıldığında ladin odununda kalınlığın pürüzlülük değeri en yüksek iken 180 nolu zımpara örneğinin değeri en düşük çıkmıştır. Kesit şekline bakıldığında ise istatistiksel olarak aralarında fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar literatürle benzerlik göstermektedir.

Buna göre Ladin odununda kesit şekli örneklerinde pürüzlülük oranlarının etkisinin olmadığı görülmüştür. Zımpara farklılığının etkisi ise istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Daha önce söylendiği gibi bu beklenen bir değerdir.

#### 4.3.4. Gökmar Odununun Ortalama Pürüzlülük Değerleri

Gökmar odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şekline ait pürüzlülük değerleri Şekil 11’de gösterilmiştir.



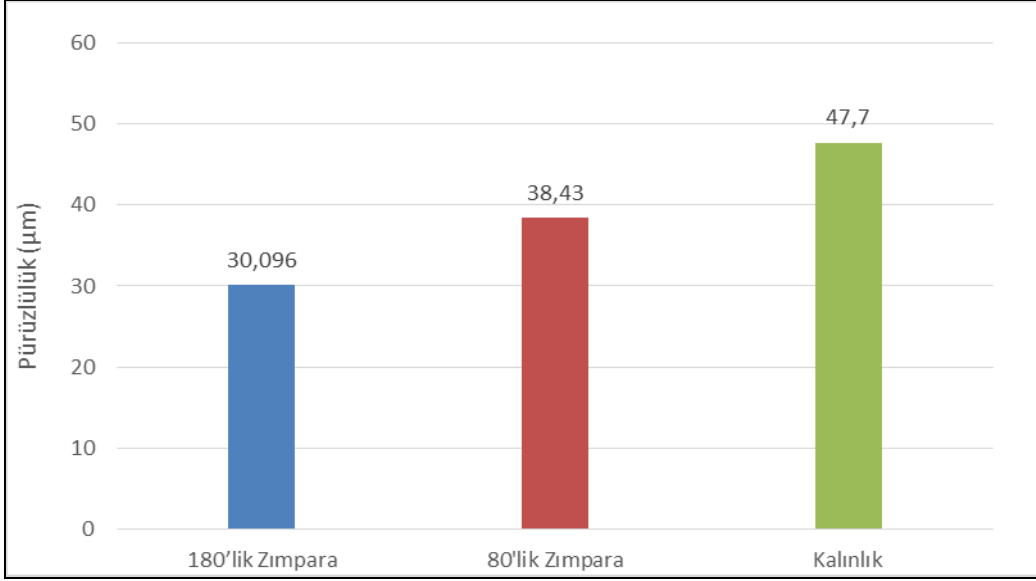
Şekil 11. Göknar odununa ait zımpara farkı etkisi ve kesit şeklinin pürüzlülük değerleri

Buna göre; zımpara farkının etkisine bakıldığında Göknar odununda kalınlığın pürüzlülük değeri en yüksek iken 180 no'lu zımpara örneğinin değeri en düşük çıkmıştır. Kesit şekline bakıldığında ise istatistiksel olarak aralarında fark bulunmasa da Teğet Kesitte pürüzlülüğün radyal kesite göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Bunlara göre Göknar odununda kesit şekli örneklerinde pürüzlülük oranlarının çok az etkisinin olduğu görülmüştür. Zımpara farklılığının etkisi ise istatistiksel farklılık göstermiştir.

#### 4.3.5. Ağaç Türü ve Zımparalama Farklılığının Pürüzlülüğe Etkisi

Ağaç türlerine ait zımpara farklılığının etkisini gösteren pürüzlülük değerleri Şekil 12'de verilmiştir.

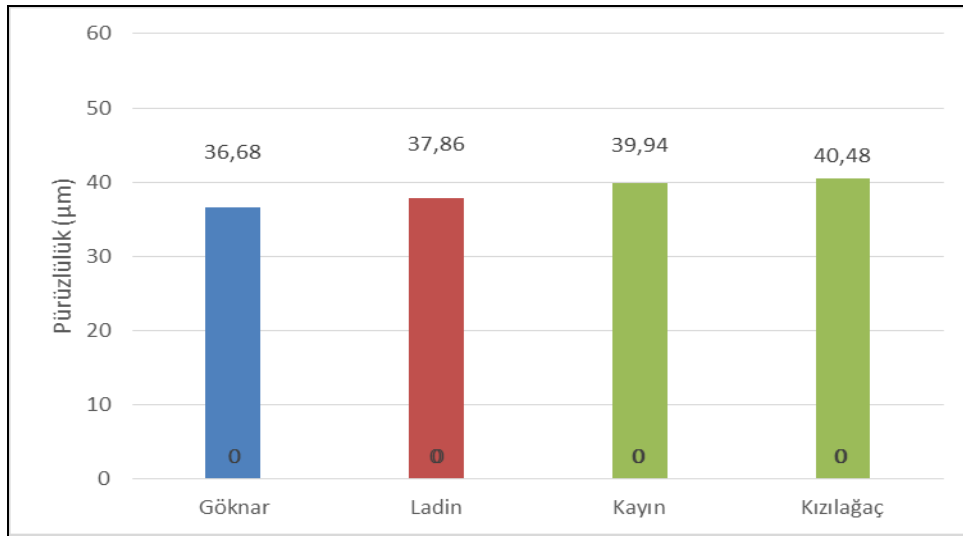


Şekil 12. Tüm ağaç türlerine ait zımpara farklılığının etkisini gösteren pürüzlülük değerleri

Buna göre ağaç türlerine genel olarak bakıldığında; her 3 grupta pürüzlülük değerleri birbirinden farklı olmakla birlikte en yüksek değer kalınlık örneğinde görülmüş ve en küçük değer 180 no'lu zımpara örneğinde görülmüştür. Bu da literatüre göre beklenen bir sonuçtur. Çünkü zımpara numaraları büyüdükçe daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir.

Burada ağaç türleri için yapılan çalışmada her üç grubunda farklı pürüzlülük değerleri verdiği görülmüştür.

Ağaç türleri için pürüzlülük değerleri Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Tüm ağaç türleri için pürüzlülük değerleri

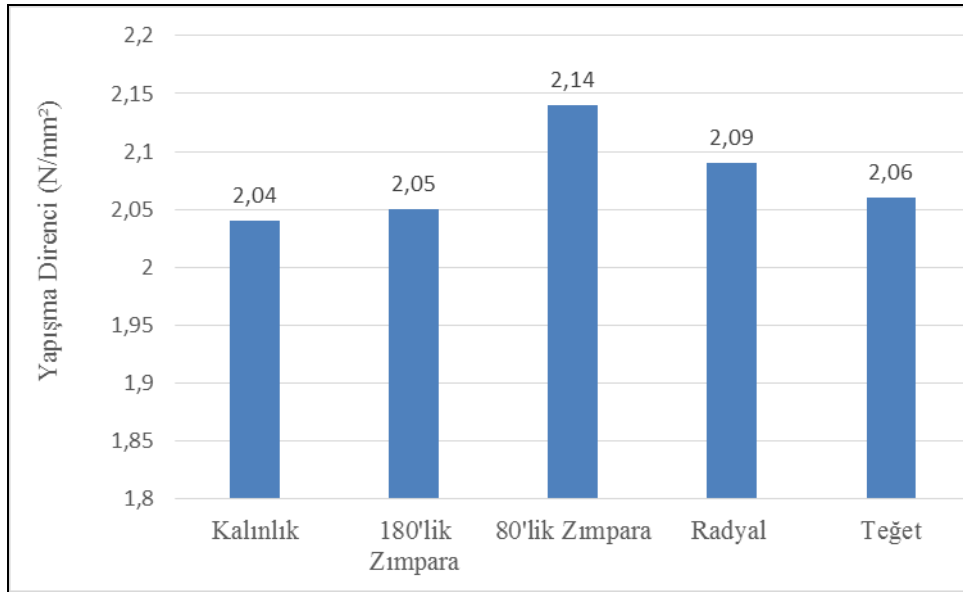
Buna göre ağaç türleri için pürüzlülük değerlerine bakıldığında en yüksek pürüzlülük değerinin Kızılağaçta ( $40,48 \mu\text{m}$ ), en düşük ise Gökmar odununda ( $36,68 \mu\text{m}$ ) bulunduğu görülmüştür.

Burada Kayın ve Kızılağaç türlerinin pürüzlülük değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Ladin ve Gökmar odun örneklerinde ise pürüzlülük değerleri birbirine ve diğer iki örneğe oranla farklılık göstermiştir. Bu da türlerin anatomik yapısından kaynaklanması ile açıklanabilir.

#### 4.4. Yapışma Direnci

##### 4.4.1. Kızılağaç Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi

Selülozik vernik uygulanmış Kızılağaç odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Kızılağaç odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin adhezyon direncine etkisi

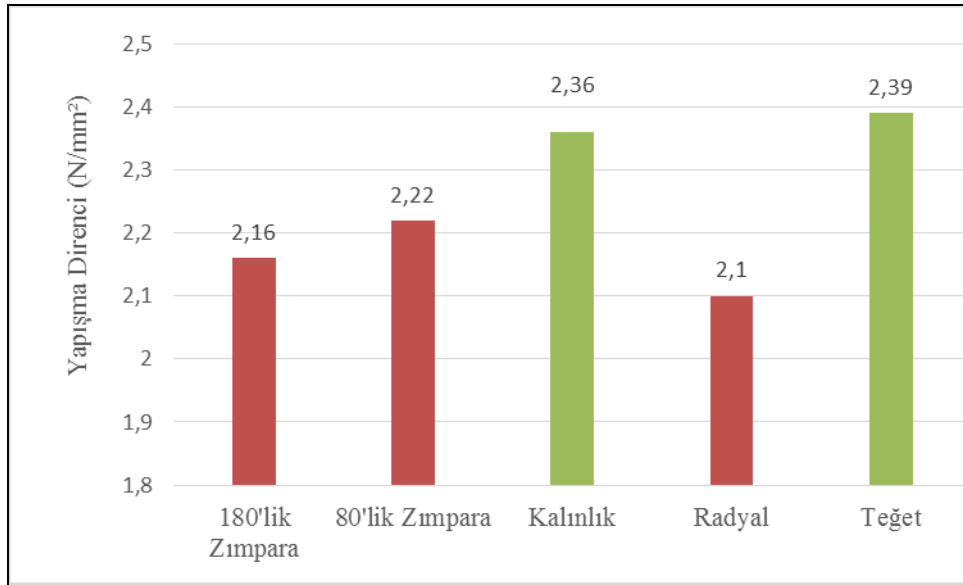
Burada selülozik vernik uygulanmış Kızılağaç odununda zımpara farklılığının etkisine bakıldığında; 80 nolu zımpara örneğinin en iyi yapışma direncine sahip olduğu ve en az yapışma direncini ise kalınlık örneğinin gösterdiği görülmektedir. Kesit şeklinin

etkisine bakıldığında ise genel anlamda birbirine yakın değerler ortaya çıkmış ve istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı belirlenmiştir.

Dişbudak odununun ile ilgili yapılan çalışmada 80 nolu zımparalama sonucu adhezyon değeri 180 nolu zımparalamada elde edilen değerden yüksek çıkmıştır [72]. Buda yapılan çalışma ile benzer sonuç verdiğini göstermektedir. Literatürde yüzeylerin bir miktar pürüzlü olması yapışma direncini artırdığı belirtilmektedir [73].

#### 4.4.2. Kayın Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi

Selülozik vernik uygulanmış Kayın odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi Şekil 15’de verilmiştir.



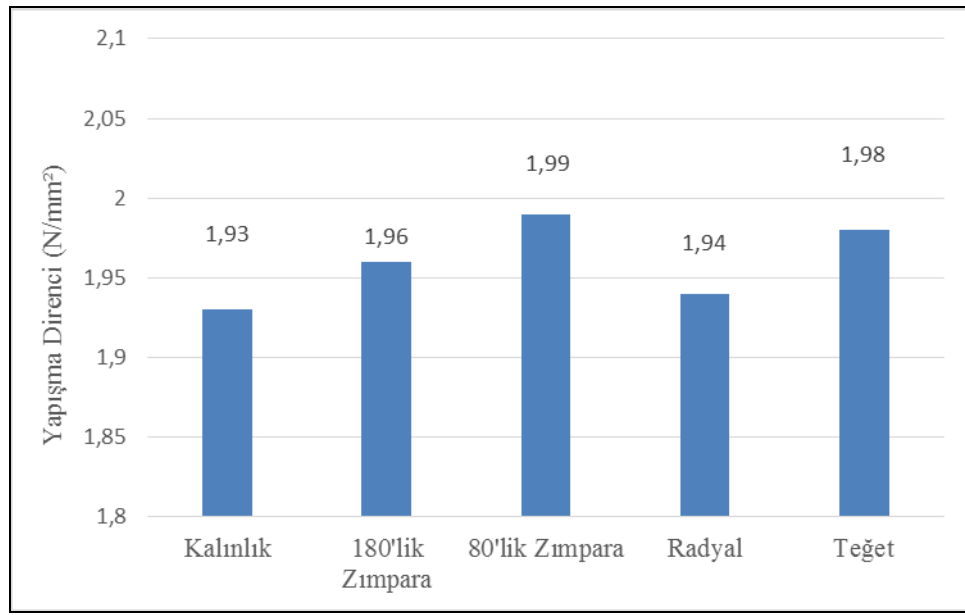
Şekil 15. Kayın odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi

Burada selülozik vernik uygulanmış Kayın odununda zımpara farklılığının etkisine bakıldığında; kalınlık örneğinin en iyi yapışma direncine sahip olduğu ve en az yapışma direncini ise 180 no’lu zımpara örneğinin gösterdiği görülmektedir. Kesit şeklinin etkisine bakıldığında ise teğet kesitin radyal kesite göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Literatürde Doğu Kayını odununun düzgün yüzeyler verdiği, yüksek yoğunluğu sebebiyle

daha yüksek dirençlere sahip olduğu belirtilmektedir. Burada kalınlık işlemi sonucu daha yüksek yapışma direncinin olmasının daha iyi bir tutunma olmasıyla açıklanabilir.

#### 4.4.3. Ladin Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi

Selülozik vernik uygulanmış Ladin odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi Şekil 16’te verilmiştir



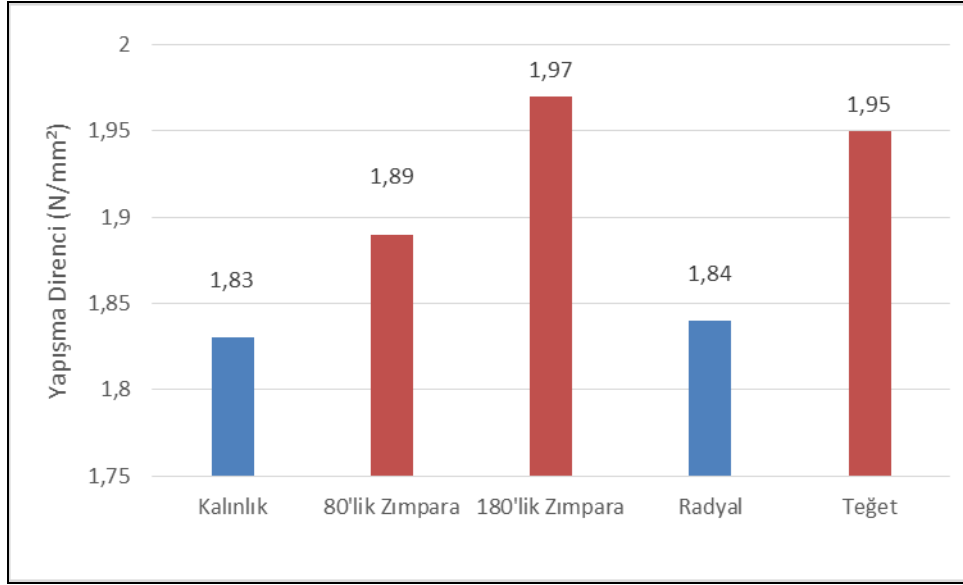
Şekil 16. Ladin odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi

Burada, selülozik vernik uygulanmış Ladin odununda zımpara farklılığının etkisine bakıldığında; 80 no’lu zımpara örneğinin en iyi yapışma direncine sahip olduğu ve en az yapışma direncini ise kalınlık örneğinin gösterdiği görülmektedir. Kesit şeklinin etkisine bakıldığında ise teğet kesitin radyal kesite göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Ancak istatistiksel olarak zımparalama ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.



#### 4.4.4. Gökmar Odununun Zımpara Farklılığının ve Kesit Şeklinin Yapışma Direncine Etkisi

Selülozik vernik uygulanmış Gökmar odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin Yapışma direncine etkisi Şekil 17’de verilmiştir.

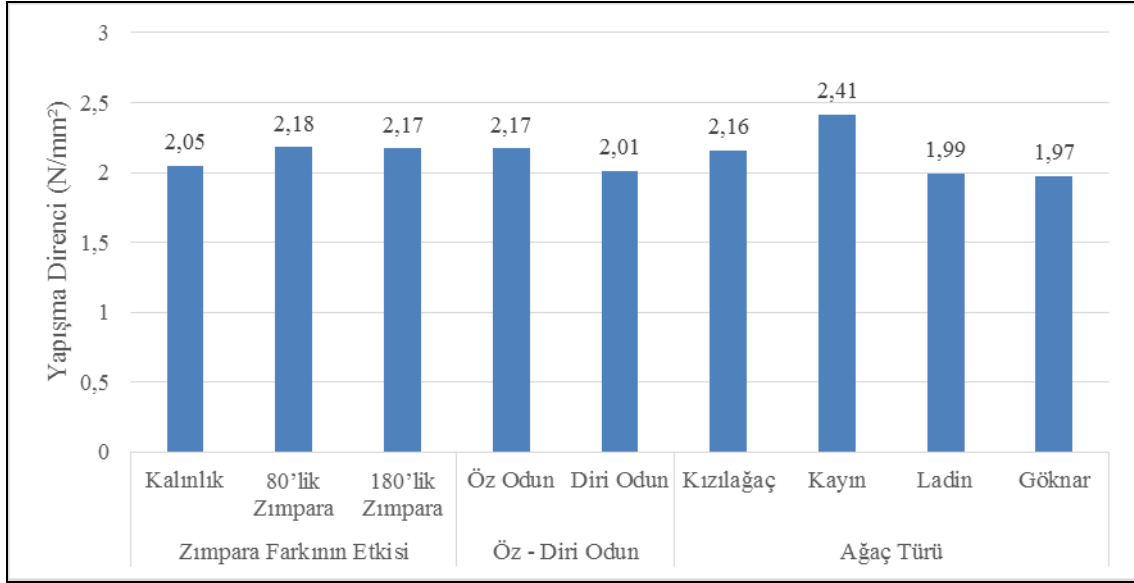


Şekil 17. Gökmar odununda zımpara farklılığının ve kesit şeklinin yapışma direncine etkisi

Buna göre selülozik vernik uygulanmış Ladin odununda zımpara farklılığının etkisine bakıldığında; 180 no’lu zımpara örneğinin en yüksek yapışma direncine sahip olduğu ve en düşük yapışma direncini ise kalınlık örneğinin gösterdiği görülmektedir. Kesit şeklinin etkisine bakıldığında ise teğet kesitin radyal kesite göre daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. İstatistiksel olarak zımpara farkının etkisinin olduğu ve iki farklı grupta toplandıkları belirlenmiştir. Kesit şeklinin istatistiksel olarak etkisinin olduğu belirlenmiştir.

#### 4.4.5. Teğet Kesitte Öz – Diri Odunun Adhezyon Direncinin Ağaç Türüne Etkisi

Teğet kesitte öz – diri odunun, zımpara farkının adhezyon direncinin ağaç türlerine etkisi Şekil 18’de verilmiştir.



Şekil 18. Teğet kesitte öz – diri odunun, zımpara farkının adhezyon direncinin ağaç türlerine etkisi

Buradaki çalışmada; teğet kesitte tüm ağaç türleri için zımpara farkının etkisine bakıldığında 80 ve 180 no'lu zımpara örneklerinin kalınlık örneğine göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Öz – diri odun durumunda her iki grubun değerleri yaklaşık olarak aynı çıkmıştır. Ağaç türüne bakıldığında ise teğet kesitte en iyi yapışma direncini Kayın örneğinin, en az direnci Ladin ve Gökmar örneklerinin gösterdiği görülmüştür.

Yüzey işlemlerinde boya veya verniğin yüzeye bağlanması en önemli kriterlerden biri olarak belirtilmekte ve özellikle bunun yeterli direnci göstermesi istenmektedir [23,24]. Bunda boya ve verniğin yapıları kadar kullanılan ağaç malzemelerde önemli etkenlerdir. Bilindiği gibi ağaç malzeme odun heterojen bir yapıya sahiptir. Ayrıca ağaç türleri arasında da çeşitli farklılıklar bulunmaktadır. Bu bakımdan boya veya verniğin ağaç malzemeye bağlanmasında, ağaç malzemenin özgül ağırlığı, rutubeti, anatomik yapısı, içerdiği ekstraktif maddeler bağlanmayı etkileyen ağaç malzeme ile ilgili faktörlerdir. Bu faktörlere göre farklı ağaç malzemeler vernik veya boyanın bağlanmasında farklı davranış gösterirler.

Yapılan bir çalışmada , poliüretan verniklerle işlem görmüş kayın ve meşe odunları karşılaştırılmıştır. Kayın odunun adhezyon direnci (pull-off metoduna göre) 2.88 N/mm<sup>2</sup>, meşe odununun adhezyon direnci ise 2.50 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Bunu nedeni olarak da bağlanma bölgesindeki oksijen/karbon oranı ile açıklamışlar ve bu oranı kayında

0.20, meşede ise 0.19 olarak belirlendiğini; ayrıca kayında daha büyük adhezyon direnci elde edilmesinin meşeye göre daha az ekstraktif maddeler içermesine bağlamışlardır[43].

Yapılan başka bir çalışmada; Avrupa Kayını (*Fagus silvatica* L.) ve Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) odunlarında polistirenin adhezyonu incelemiştir. Kayının özgül ağırlığı 0.685 g/cm<sup>3</sup>, sarıçamın özgül ağırlığı ise 0.537 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Yapılan adhezyon direnci ölçümlerinde (pull-off metoduna göre) Avrupa kayın odununun 2.15 N/mm<sup>2</sup>, Sarıçam odununun ise 1.25 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş, bu farkı ise; polistirenin kayın odununda sarıçam odununda göre daha derine nüfuz etmesi ve daha iyi bağlanma yapması ile açıklamışlar, bunu elektron mikroskop çalışması ile de belirlemiştir[54].

Aynı şekilde; 0.480 g/cm<sup>3</sup> özgül ağırlığındaki ladin odunu (*Picea abies*) ve 0.479 g/cm<sup>3</sup> özgül ağırlığındaki sarıçam öz odunlarında (*Pinus sylvestris*) düşük emisyonlu kaplamaların sıvı adhezyonunu incelemiştir; ladin odunu % 25 rutubette sarıçam ise % 30 rutubette olarak yapılan ölçümler sonucunda ladin ve sarıçam öz odunu arasında çok az bir fark olduğu, ancak bunun önemli olmadığı belirtilmiştir. Boya veya verniğin derine nüfuz etmesinin önemli olduğu bunda daha iyi bir bağlanma sağlayacağı belirtilmiştir[6].

Günümüzde çoğu ağaç türünün boya performansları belirlenmiştir. Bu belirlemede genelde dış hava koşullarına göre yapılmaktadır. Düşük özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin az çalışmasından dolayı daha iyi performans gösterdikleri belirtilmektedir[75, 46]

Yapılan başka bir çalışmada yine kayın odununun daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir [44].

## **5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

### **5.1. Yoğunluk**

Ağaç türlerinin hava kurusunda ( $r=12$ ) özgül ağırlıkları  $0,420 - 0,683 \text{ g/cm}^3$  değerleri arasında çıkmış, en yüksek değer Doğu Kayınında, en düşük değer ise Doğu Ladininde olduğu belirlenmiştir.

### **5.2. Kuru Film Kalınlığı**

Ağaç türlerinin selülozik vernikle işleminin ardından ağaç türleri arasında kuru film kalınlıklarında istatistiksel olarak farkın olmadığı belirlenmiştir. En yüksek kuru film kalınlığı  $92.63 \text{ } \mu\text{m}$  değerle Sakallı Kızılağaçta, en düşük değer ise  $91.36 \text{ } \mu\text{m}$  değer ile Doğu ladininde olduğu belirlenmiştir.

### **5.3. Pürüzlülük**

Uygulama öncesi ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri belirlenmiş, istatistiksel değerlendirmede Rz değerleri kullanılmıştır.

Kızılağaç odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi sonucu yüzey pürüzlülüğü  $51,48 \text{ } \mu\text{m}$  çıkarken 80 no'lu zımparalama sonucu Rz  $39,54 \text{ } \mu\text{m}$ , 180 no'lu zımparalama sonucu Rz  $30.43 \text{ } \mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir. Öz ve diri odun farkı incelendiğinde öz odunu Rz değeri  $39,97 \text{ } \mu\text{m}$ , diri odunda ise  $40,97 \text{ } \mu\text{m}$  olarak belirlenirken istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teget kesitin Rz değeri  $41,65 \text{ } \mu\text{m}$ , radyal kesitin ise  $39,32 \text{ } \mu\text{m}$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir.

Kayın odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Planlayama sonucu yüzey pürüzlülüğü  $49,23 \text{ } \mu\text{m}$  çıkarken 80 nolu zımparalama sonucu Rz değeri  $38,19 \text{ } \mu\text{m}$ , 180 nolu zımparalama sonucu Rz değeri  $32,40 \text{ } \mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir. Öz ve diri odun farkı

incelendiğinde; öz odunu Rz değeri 40.46  $\mu\text{m}$ , diri odunda ise 39.42  $\mu\text{m}$  belirlenirken istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin Rz değeri 39.62  $\mu\text{m}$ , radyal kesitin ise 40.26  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir.

Ladin odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi sonucu yüzey pürüzlülüğü 45.91  $\mu\text{m}$  çıkarken 80 nolu zımparalama sonucu Rz 37,71  $\mu\text{m}$ , 180 nolu zımparalama sonucu Rz 29.96  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir. Öz ve diri odun farkı incelendiğinde öz odunu Rz değeri 38.35  $\mu\text{m}$ , diri odunda ise 37,37  $\mu\text{m}$  belirlenirken istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin Rz değeri 41.65  $\mu\text{m}$ , radyal kesitin ise 39.32  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir.

Gökmar odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi sonucu yüzey pürüzlülüğü 44.19  $\mu\text{m}$  çıkarken 80 nolu zımparalama sonucu Rz 38.28, 180 nolu zımparalama sonucu Rz 27.58 olarak belirlenmiştir. Öz ve diri odun farkı incelendiğinde öz odunu Rz değeri 38.16, diri odunda ise 35.21 belirlenirken istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin Rz değeri 35.63  $\mu\text{m}$ , radyal kesitin ise 37.73  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında sırasıyla kızıltağaçta 40,48  $\mu\text{m}$ , Doğu kayının da 39.94  $\mu\text{m}$ , Ladinde 37.86  $\mu\text{m}$  Gökmar'da 36.68  $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiş, istatistiksel olarak aralarında fark olduğu belirlenmiştir.

Dört ağaç türünde zımparalama farkının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin olduğu belirlenmiş, kalınlık işlemi sonucu Rz değeri 47.70  $\mu\text{m}$ , 80 nolu zımpara işlemi sonucu 38.43  $\mu\text{m}$ , 180 nolu zımpara işlemi sonucu 30.09  $\mu\text{m}$  olduğu belirlenmiştir.

Genel uygulamalarda zımparalama işleminde küçük nolu zımparalardan büyük nolu zımparalara doğru geçiş yapılarak zımparalama yapılmaktadır. Zımparalamadaki amaç yüzey düzgünlüğünün sağlanarak daha iyi yüzey görünümü ve daha iyi yapışma direnci sağlamaktır. Vernik veya boya uygulaması öncesi kademeli olarak zımparalama yapılmalıdır. 150 veya 180 nolu zımparalama sonrasında dolgu işleminin gerçekleştirilmesi önerilebilir. Ağaç türü dikkate alındığında iğne yapraklılarda 120-150 nolu zımpara seçilirken yapraklı ağaçlarda 150-180 nolu zımparalar kullanılmalıdır.

#### 5.4. Yüzeye Yapışma Direnci

Selülozik vernik uygulaması sonrası ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri belirlenmiştir.

Kızılağaç odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yapışma direncini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi görmüş örneğin yapışma direnci  $2.04 \text{ N/mm}^2$  çıkarken 80 no'lu zımparalama sonucu  $2.14 \text{ N/mm}^2$  180 no'lu zımparalama sonucu  $2.05 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin  $2.06 \text{ N/mm}^2$ , Radyal Kesitin ise  $2.09 \text{ N/mm}^2$  Olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir.

Kayın odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yapışma direncini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi görmüş örneğin yapışma direnci  $2.36 \text{ N/mm}^2$  çıkarken 80 no'lu zımparalama sonucu  $2.21 \text{ N/mm}^2$ , 180 no'lu zımparalama sonucu  $2.16 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin  $2.39 \text{ N/mm}^2$ , Radyal Kesitin ise  $2.10 \text{ N/mm}^2$  Olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir.

Ladin odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yapışma direncini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi görmüş örneğin yapışma direnci  $1.93 \text{ N/mm}^2$  çıkarken 80 no'lu zımparalama sonucu  $1.99 \text{ N/mm}^2$ , 180 nolu zımparalama sonucu  $1.96 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin  $1.98 \text{ N/cm}$ , Radyal Kesitin ise  $1.94 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir.

Gök nar odununda, zımparalama etkisinde zımpara işlem farklılığının yapışma direncini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi görmüş örneğin yapışma direnci  $1.83 \text{ N/mm}^2$  çıkarken 80 no'lu zımparalama sonucu  $1.89 \text{ N/mm}^2$ , 180 no'lu zımparalama sonucu  $1.97 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Kesit şekli incelendiğinde teğet kesitin  $1.95 \text{ N/mm}^2$ , Radyal Kesitin ise  $1.84 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiş, aralarında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türlerinin teğet kesitte yapışma direnci değerleri karşılaştırıldığında sırasıyla kızılağaçta  $2,16 \text{ N/mm}^2$ , kayında  $2,41 \text{ N/mm}^2$ , ladinde  $1.99 \text{ N/mm}^2$ , Gök nar'da  $1,97 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak aralarında fark olduğu belirlenmiştir. Zımparalama etkisinde işlem farklılığının yapışma direncini istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Kalınlık işlemi görmüş örneğin yapışma direnci  $2.05 \text{ N/mm}^2$ , 180 nolu

zımparalama sonucu 2.17 N/mm<sup>2</sup>, 80 no'lu zımparalama sonucu 2.18 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Yüzey işleminin en önemli amacı estetik görünümü sağlamaktır. Burada etkili olan faktör yüzeyin düzgünlüğüdür. İyi bir zımparalama ile gerçekleştirilen yüzey işlem uygulamasından sonra elde edilen görüntü istenilen düzeyde olacaktır. Diğer yandan verniğin yapışma direnci kullanım yerinde etkili olacaktır. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve ağaç türlerini özelliklerini yapışma direncine etkisi araştırılmıştır.

Genel anlamda dış koşullarda kullanılacak ağaç malzemeleri az çalışması istenmektedir. Bu nedenle düşük özgül ağırlıklı ve radyal kesitli parçalar tercih edilmelidir. Dış koşullarda görüntü iç ortamlar kadar önemli olmadığından en yüksek yapışma direnci gösteren zımpara işlemi seçilmelidir.

İç koşullarda estetiklik ön planda olduğundan daha düzgün yüzey elde edilen büyük no'lu zımpara işlemleri seçilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 2000.
2. Malkoçoğlu, A., Yüzey işlemleri Ders Notlar (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 2001.
3. Anonym, Chapter 16. Finishing of Wood, Wood Handbook,: Wood As An Engineering Material, UDSA Service, Madison, 1982.
4. Cassens, D.L., Wood Finishing: Selection and Application of Exterior Finishes of Wood, North Central Region Extension Publ. 135, West Lafayette, 1980.
5. Martin, E., The Importance Of Finishing, Furniture Finishing Textbook, Furniture Production, Tennessee, 1979.
6. Wheeler, E., Wood Structure And Properties, Finishing Eastern Hardwoods, USDA,1983.
7. Sönmez, A., Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri 1, Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2000.
8. Anonim, Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları 2, Bartın Orman Fakültesi.
9. Ones, D., Flat Line Finishing With Wet Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
10. Lulian, D., Flat Line Finishing With Dry Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
11. Currier, G., Furniture Finishing Processes And Systems, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
12. Leach, N.J., Modern Wood Finishing Techniques, Linden Publishing, California, 1993.
13. Tichy, R.J., Interior Wood Finishing: Industrial Use Guide, Wood Materials and Engineering Laboratory, Washington State University, Washington, 1997.
14. Martin, E., Topcoat, Furniture Finishing Textbook, Furniture Production, Tennessee, 1979.
15. Anonym, Daly' s Wood Finishing Class Nptes, Dalys Inc, WA, 1990.
16. Atkinson, S., Furbiture Finishing, Sunset Boolc and Magazine, USA, 1994.



17. Wicks, Z., Jones E. ve Pappas, S., Organic Coatings Science And Technology, Wiley Interscience Publication, USA, 1989.
18. Beatty, L. ve Penboss, I., Surface Coatings Raw Materials And Their Usage, Chapman And Hall Publications, London, 1993.
19. Hawks L. K., Wood Finishing And Refinishing, Utah State University, USA, 1995.
20. Sönmez, A., Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri , 2. Cilt, ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2003.
21. MEGEP, Kimya Teknolojisi, Ahşap Yüzeyleri Boyama, Ankara, 2009.
22. Budakçı, M., Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Üretimi, Politeknik Dergisi, 9, 1, Düzce, 2006
23. Kazayawoko, M., Surface Characterisation and Mechanisms of Adhesion In Wood Fibre- Polypropylene Compozites, Doctora Thesis, Graduate Deparment of Forestry. University of Toronto, 1996.
24. Schmid, R., Aspect of Wood Adhesion: Applications of C CP/MAS NMR and Fracture Testing, Doctora Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institue and State University, 1988.
25. Çolakoğlu, G., Ağaç Malzeme Yapıştırıcıları ve Ders Uygulama Teknikleri, Basılmamış Ders Notları, Trabzon., 2002.
26. Saatçioğlu, F., Silvikültür I. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:22, İstanbul, 1976.
27. Konukçu M , Ormancılığımız, Turkish Forestry, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara., 1999.
28. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
29. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, I.U. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No:147, İstanbul, 1970.
30. Merev, N., Odun Anatomisi, Cilt 1, Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fak., KTÜ Genel Yayın No: 189. Fak. Yayın No:27, Trabzon, 1998.
31. Bozkurt. Y. ve Erdin N., Ağaç Teknolojisi, I.Ü. Orman Fak., I.Ü. Yayın No:3598, Fak. Yayın No:45, İstanbul, 1997.
32. Giray. N., Sarıçam Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları El Kitabı Dizisi 7, Müh. Yay. Serisi:67, Ankara, 1994.

33. Berkel, A., Orman Ağaç ve Ağaççıkları Odunlarını Teşhis Kılavuzu, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:451, Orman Fak. Yayın No 14, İstanbul 1950.
34. Akyüz, M., Doğu Ladini ( *Pinus orientalis* (L) link.) Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Orman Bakanlığı, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü DKOY Yayın No: 3, Trabzon, 1997.
35. Anşın R., Tohumlu Bitkiler, Trabzon, 2001.
36. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İ.Ü. Ayrı Baskı, 2002
37. Meijer, M. ve Militz, H., Wet Adhesion of Low-VOC Coatings on Wood :A Quantative Analysis, Progress in Organic Coatings, 38 (2000) 223-240.
38. Sandberg, D., Weathering on Radial And Tangential Surfaces of Pine and Spruce, Holzforshung, 53,4 (1999) 355-364.
39. Sadoh, T. ve Nakato, K., Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, Wood Science and Technology, 21 (1987) 11-15.
40. Richter, K., Feist, W. ve Knaebe, M., The Effect of Surface Roughness on The Performance of Finishes:1. Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Products Journal, 47,7-8 (1995) 91-97.
41. Feist, W., Pointing and Finishing Exterior Wood, Journal of Coating Technology, 68 (1996) 22-26.
42. Jaic, M. ve Zivanovic, R., The Influence of the Ratio of the Polyurethane Coating Components on The Quality of Finished Wood Surface, Holz als Roh-und Wekstoff, 55 (1997) 319-322.
43. Cassens, D. L., ve Feist, W.C., Exterior Wood In The South:Selection, Application, and Finishes. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-69. Madison, WI, 1991.
44. Sönmez, A., Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1989.
45. Torelli, N., Mexican Tropical Hardwoods: Attempt to End-use-Grouping, Holz als Roh-und Wekstoff, 54 (1996) 213-216
46. Ahmad Shakri, M.S., Finishing Properties of Acacia Mangium, Paraserianthes Falcataria and Gmelina Arborea Timbers: Some Impartant Parameters, Journal of Tropical Foret Producys, 1, 1 (1995) 83-89.
47. Jaic, M. Zivanovic, R. ve Janezic, T.S. and Dekanski, A., Comporison of Surface Properties of Beech- and Oakwood as determined by ESCA Method, Holz als Roh-und Wekstoff, 54 (1996) 37-41

48. Paprzycki, O. ve Liptakova, E., The relation Between The Work Of Adhesion And The Interlayer Adherence In Primer – Top Coat Systes, Annals Of Warsaw Agricultural University, 566W Forestry And Wood Technology 45 (1994) 37-51
49. Williams, R. S ve Feist, w. C., Effect of Preweathering, Surface Roughness and Wood Species on the Performance of Paint and Stains, Journal of the Coating Technology, 66 (1994)109-121.
50. Rischbieth, J. R. ve Bussell, K. R., The Paint-Holding Properties of Australian Woods, Journal of the Oil&Colour Chemists, 40 (1957) 306-320
51. Liu, C.T. Lii, W.J. ve Wang, C. K., Laminated Bamboo for High Value Added Products: Study on the Finishinf Properties of Bamboo, Forest Products Industries, 13, 4 (1994) 528-543
52. Manev, T., Effect of Sanding on the Roughness of Stained and Lacquered Surfaces, Drvna-Industrija, 43, 3 (1992) 92-99.
53. Mahlberg, R., Adhesion of Paint on Wood Substrate. Part 1. Effect of Substrate Factors, Technical Research Centre of Finland, 476 (1987) 1-55.
54. Liptotova, E., Kudela, J. ve Popryzki, O., The Adhesion of Polystyrene of Wood, Holz als Roh und Werkstoff, 49, 1 (1981) 31-37.
55. Feist, W., Pointing And Finishing Exterior Wood, Journal Of Coating Technology, 68 (1996) 22-26,
56. Ahola, P., Adhesion Between Points And Wooden Substracts. Effects Of Pretreatments And Weathering Of Wood, Materials And Structures, 28 (1995) 350-356
57. Bagner, A., Work of adhesion as A Criterior for Determination of Optimum Surface Tension in Adhesives, Druna Indstrija, 46, 4 (1995) 187-194.
58. Meijer, M., Bibliographic Citition, Wagenin Agricultural University, 1999.
59. Zivanovic, R., Joic, M. ve Irlie, M., Wetting Properties Of Wood In Correlation With Coatings Adhesion, Proceedinds Of The Fourth International Conference On Development Of Wood Science, UK, 1989, 471-474.
60. Meijer, M., Thurich, K. ve Militz, H., Comparative Study on Penetration Characteristics of Modern Wood Coatings, Wood Science and Technology, 32, 5 (1998) 347-365.
61. Nussbaum, R.M., The Critical Time Limit to AVOID Natural Inactive of Spruce Surface (Piceaq abies) Intended for Painting A Gluting, Holz als Roh und Werkstoff, 54 (1996) 26-29.

62. Shukla, K.S. ve Gupta, S., Finishing Qualities Of Some Indian Woods, Indian Forester, 109, 2 (1983) 80-90.
63. Skolmen, S.G., Some Woods Of Hawaii Properties And Uses Of 16 Commercial Species, USDA Forest Service General Technical Report, 1974, No:PSW-8
64. Wagenfuhr, R., Electron Microscopic Investigations Of The Structure Of Surfaces And Interfaces In Woodtechnology, Holztechonolg, , 10,1 (1969) 37-40.
65. Kalıpsız, A., Bilimsel Araştırma, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2076/216, İstanbul, 1976
66. TS 4176, Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve labaatuvar numunesi alınması, T.S.E., Ankara I Baskı Kasım 1976.
67. Anonim, Dewelux Boya Katoloğu, İzmir, 2002.
68. TS 2472, Odunda Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E. Ankara, 1. Baskı, Kasım 1976.
69. DIN 4768, Determination Of Values Of Surface RoughnessParameters, DIN, May, 1990.
70. ASTM D 4138, Test Method for Measurement Of Dry Film Thickness Of Protective, ASTM, Philadelphia, 1971.
71. ASTM D 4541, Test Method For Pull-Off Strength of Coatings Using Portable, ASTM, Philadelphia, 1978.
72. Vitosyte, J. ve Ukvalbergiene K., nad Keturakis G., The effects of surface roughness strength of coated ash (*Fraxinus excelsior* L.) and Birch (*Betula* L.) wood, Materilas Science, 18 (4) 2012, 347-351.
73. Özdemir, T., Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003, Trabzon
74. Matuana, L., Balatinecz, J. ve Park, C., Effect of Surface Properties on The Adhesion Between PVC And Wood Veneer Laminates, Polymer Engineering and Science, 38, 5 (1998) 765-773.
75. Feist, W.C., Finishing of Wood, Chapter 16, Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Agric. Handb.72, U.S.Department of Agriculture, Washington, 1987.

## ÖZGEÇMİŞ

Mutlu KOCAPINAR, 1982 yılında Kütahya Simav'da doğdu. İlkokulu Sofular İlköğretim Okulu'nda, liseyi Simav Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2004 yılında bu bölümden mezun oldu. 2008 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme dalında Yüksek Lisans programına başladı.