

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE' DE YETİŞEN BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE VERNİKLERİN
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Orm. End. Yük. Müh. Turgay ÖZDEMİR' e
Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22. 05. 2003

Tezin Savunma Tarihi : 13.06.2003

139225

138225

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Hülya KALAYCIOĞLU
Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Abdulkadir Malkoçoğlu
Abdullah Sönmez
Hüseyin Kirci
Gürsel Çolakoğlu
Hülya Kalaycioğlu
Yusuf Ayvaz

TRABZON 2003

ÖNSÖZ

“Türkiye’ de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması” adlı bu çalışma K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Doktora danışmanlığımı üstlenerek çalışma konusunun belirlenmesi, araştırma planlanması ve yürütülmesinde her türlü yardımı esirgemeyen sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Abdulkadir MALKOÇOĞLU ‘ na ve bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tez izleme komitesi üyelerim Sayın Prof.Dr. Hüseyin KIRCI ve Sayın Prof.Dr.Gürsel ÇOLAKOĞLU hocalarıma, her zaman eleştirilerinden yararlandığım ve tez jüri üyeleri sayın Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ ve Doç.Dr. Hülya KALAYCIOĞLU hocalarıma teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Araştırmayı proje kapsamında destekleyen ve bazı laboratuvar aletlerinin teminini sağlayarak katkıda bulunan sayın Tübitak Kurumuna’ da teşekkür ederim.

Örnek ağaçların elde edilmesinde katkıları olan Trabzon ve Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne, önemli miktarda yüzey kaplama malzemesi teminini sağlayan Dewelüks Boya Fabrikası yetkililerine teşekkür ederim.

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

Turgay ÖZDEMİR

Trabzon, 2003

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVII
1.GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması.....	2
1.2.1. Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre Yüzey İşlemleri.....	2
1.2.2. Mekanik Olarak Yapılan Yüzey İşlemleri.....	2
1.2.3. Sıvı Yüzey İşlemleri.....	3
1.3. Yüzey İşlemlerinin Amaçları.....	3
1.3.1. Koruma Amaçları.....	3
1.3.2. Estetiklik Amaçları.....	4
1.3.3. Hijyeniklik Amaçları.....	4
1.4. Yüzey İşlemlerinin Tanımı.....	5
1.5. Yüzey İşlemleri Uygulama Alanları	5
1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler.....	5
1.7. Yüzey İşlemleri ve Ağaç Malzeme Seçimi.....	7
1.7.1. Ağaç Malzemenin Kalitesi.....	7
1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı.....	8
1.7.3. Yoğunluk.....	8
1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite).....	8
1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti.....	9
1.7.6. Yüzey Özellikleri.....	10
1.7.7. Ekstraktif Maddeler.....	10
1.7.8. Renk.....	11

1.8. Ağaç Malzemelerin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması	11
1.8.1. Onarma İşlemleri.....	12
1.8.2. Lekeler ve Giderilmesi.....	12
1.8.3. Islatma İşlemleri	13
1.8.4. Renk Açma (Ağartma) İşlemleri.....	14
1.8.5. Zımparalama İşlemleri.....	14
1.9. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri	16
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 (Biozidler).....	20
1.9.3.3. Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler	20
1.9.3.4. Aşındırıcı Maddeler.....	20
1.9.3.5. Tikotropik 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. Yapı ve Tanım.....	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 Tanım.....	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. Yapı ve Tanım.....	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. Yapışma Teorisi ve Odunda Yapışma.....	32
1.11.1. Yapışma Teorisi.....	32
1.11.2. Odun-Reçine Bağ Oluşumu.....	33
1.11.3. Odun Adhezyonu.....	33
1.12. Ağaç Türleri.....	35
1.12.1. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky).....	35
1.12.2. Anadolu Kestanesi (<i>Castanea sativa</i> Mill.).....	36
1.12.3. Sakallı Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>barbata</i> (C.A.Mey.) Yalt.).....	36
1.12.4. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.).....	37
1.12.5. Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> L.(Link.)).....	37
1.13. Literatür Özeti.....	38
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	49
2.1. Deneme Mataryeli.....	49
2.1.1. Ağaç Malzeme.....	49
2.1.2. Vernik Çeşitleri.....	52
2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması.....	52
2.3. Deney Yöntemleri.....	54
2.3.1. Yoğunluklar.....	54
2.3.2. Yüzey pürüzlülüğü testi.....	55
2.3.3. Kuru film kalınlığı.....	55
2.3.4. Yapışma Direnci.....	56
2.3.5. Aşınma Direnci.....	57
2.3.6. Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	58
2.3.7. Çizilme Direnci.....	59
2.3.8. Parlaklık Testi.....	60
2.3.9. Ultramikroskopik İnceleme.....	60

2.4. İstatistik Yöntemler.....	61
3. BULGULAR.....	62
3.1. Yoğunluklar.....	62
3.2. Kuru Film Kalınlıkları.....	63
3.2.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Kuru film Kalınlıkları.....	63
3.2.2. Ağaç Türü ve Vernik çeşitlerine Göre Kuru Film Kalınlığı İlişkisi.....	63
3.2.2. Kesit Şekline Göre Kuru Film Kalınlıkları.....	65
3.2.4. Kesit Şekli Kuru Film Kalınlığı İlişkisi.....	65
3.3. Yüzey Pürüzlülüğü.....	66
3.3.1. Ağaç Türlerine Göre Değerleri.....	66
3.3.2. Ağaç Türü Pürüzlülük İlişkisi.....	66
3.3.3. Kesit Şekline Göre Pürüzlülük Değerleri.....	67
3.3.4. Kesit Şekli Pürüzlülük İlişkisi.....	67
3.4. Yapışma Dirençleri.....	68
3.4.1. Ağaç Türlerine ve Vernik Çeşitlerine Göre Yapışma Dirençleri.....	68
3.4.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi Yapışma Direnci İlişkisi.....	69
3.4.3. Kesit Şekline Göre Yapışma Direnci.....	70
3.4.4. Kesit Şekli Yapışma Direnci İlişkisi.....	70
3.4.5. Pürüzlülüğe Göre Yapışma Direnci Değerleri.....	72
3.4.6. Pürüzlülük Yapışma Direnci İlişkisi.....	72
3.5. Aşınma Direnci.....	73
3.5.1. Ağaç Türleri ve Vernik çeşitlerine Göre Aşınma Direnci.....	73
3.5.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi- Aşınma Direnci İlişkisi.....	74
3.5.3. Kesit Şekline Göre Aşınma Direnci.....	75
3.5.4. Kesit Şekli- Aşınma Direnci İlişkisi.....	76
3.5.5. Pürüzlülüğe Göre Aşınma Direnci.....	78
3.5.6. Pürüzlülük- Aşınma Direnci İlişkisi.....	78
3.6. Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	79
3.6.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	79
3.6.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi.....	80
3.6.3. Kesit Şekline Göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	81
3.6.4. Kesit Şekli Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi.....	81
3.6.5. Pürüzlülüğe Göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	83

3.6.6. Pürüzlülük- Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi	84
3.7. Çizilme Direnci.....	85
3.7.1. Ağaç Türleri ve Vernik çeşitlerine Göre Çizilme Direnci.....	85
3.7.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi- Çizilme Direnci İlişkisi.....	85
3.7.3. Kesit Şekline Göre Çizilme Direnci.....	87
3.7.4. Kesit Şekli- Çizilme Direnci İlişkisi.....	87
3.7.5. Pürüzlülüğe Göre Çizilme Direnci.....	88
3.7.6. Pürüzlülük- Çizilme Direnci İlişkisi.....	89
3.8. Parlaklık Testi.....	89
3.8.1. Ağaç Türlerinin ve Vernik Çeşitlerine Göre Parlaklık Değerleri.....	88
3.8.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi- Parlaklık İlişkisi.....	90
3.8.3. Kesit Şekline Göre Parlaklık Değerleri.....	93
3.8.4. Kesit Şekli- Parlaklık İlişkisi.....	93
3.8.5. Pürüzlülüğe Göre Parlaklık Değerleri.....	94
3.8.5. Pürüzlülük - Parlaklık İlişkisi.....	95
3.9. Ultramikroskopik İncelemeler.....	96
4. İRDELEME.....	101
4.1. Yoğunluklar.....	101
4.2. Pürüzlülük Değerleri.....	101
4.3. Kuru Film Kalınlığı.....	103
4.4. Yapışma Direnci.....	104
4.5. Aşınma Direnci.....	109
4.6. Aşınmada Ağırlık Kayıpları	112
4.7. Çizilme Direnci.....	115
4.8. Parlaklık.....	117
4.9. Ultramikroskopik İncelemeler.....	119
5. SONUÇLAR.....	120
5.1. Yoğunluk.....	120
5.2. Pürüzlülük.....	120
5.3. Kuru Film Kalınlığı.....	120
5.4. Yüze Yapışma Direnci.....	121
5.5. Aşınma Direnci.....	121
5.7. Aşınmada Ağırlık Kayıpları.....	122

5.6. Çizilme Direnci.....	122
5.8.Parlaklık.....	123
5.9. Ultramikroskopik İncelemeler.....	123
6. ÖNERİLER.....	124
7. KAYNAKLAR.....	125
ÖZGEÇMİŞ.....	132



ÖZET

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan ağaç türleri odunlarının verniklenebilme özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 5 farklı ağaç türü; yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.(Link.)) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve 3 farklı vernik çeşidi; selülozik, poliüretan, akrilik vernik kullanılmıştır. Ayrıca; kesit şeklinin de etkisini belirlemek amacıyla Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.(Link.)) odunları kullanılmıştır. Belirtilen boyutlarda deneme örnekleri hazırlanmış ve örnekler üzerinde hava kurusu yoğunluk, pürüzlülük, kuru film kalınlığı, yapışma direnci, çizilme direnci, aşınmada ağırlık kayıpları, parlaklık ve ultramikroskopik incelemeler yapılmıştır.

Sonuç olarak; Doğu Kayının direnç değerleri diğer türlere göre daha yüksektir. Vernik çeşitlerinden akrilik verniğin direnç özellikleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Yüzey düzgünlüğü arttıkça çizilme direnci hariç diğer direnç değerlerinde artış belirlenmiştir. Doğu Ladinde teğet kesitin daha iyi sonuçlar verdiği, Doğu Kayınında ise radyal kesitin ayapışma direncinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akrilik vernik, Poliüretan vernik, Selülozik vernik, Yapışma direnci, Aşınma direnci, Çizilme direnci, Ultramikroskopik incelemeler

SUMMARY

The Investigations of Varnishes' Features at Some Tree Species Grown In Turkey

In this study, the varnishability properties of some commercially important wood species were searched, for this purpose five different wood species (beech , chesnut and alnus as hardwoods, and spuce and yellow pine as softwood) and 3 different types of varnish (cellulosic, polyurethane and acyrlilic varnish)were used. In addition, in order to determine effect of sawn types and fiber directions, beech and spuruce were used. The test samples were prepared according to related standards after wood samples were conditioned and specific gravity in the 12 % moisture content , surface roughness, dry film thickness, adhesion strength, abrasion strength, , the weight loses due to abrasion, strach strength brightness and ultramicroscopic inspections were studied.

The result indicated that beech wood sampless had higher strength properties than the others. Also it was found that acyrlilic varnish strength properties were higher. As surface roughness decreased, all the strength properties increased except strach strength. It was found that the adhesion strength was higher for spruce wood samples cut in tangential direction while radial surface of beech wood samples gave the higher adhesion strength.

Keywords: Acyrlilic varnish, Polyurethane varnish, Cellulosic varnish, Adhesion strength, Abrasion strength, Strach strength, Ultramicroscopic inspections

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Yüzey işleme sistemi oluşumunun şematik görünüşü.....	16
Şekil 2.	Sıvı ile odun yüzey ilişkisi.....	34
Şekil 3.	İğne taramalı pürüzlülük ölçme aleti.....	55
Şekil 4.	Kuru film kalınlığı ölçme aleti.....	56
Şekil 5.	Yapışma direnci test aleti.....	57
Şekil 6.	Aşındırma deney düzeneği.....	58
Şekil 7.	Çizilme direnci deney düzeneği.....	60
Şekil 8.	Jeol-JSM 6400 Taramalı Elektron Mikroskobu.....	61
Şekil 9.	Vernik uygulanmamış Doğu Kayını teğet kesiti.....	96
Şekil 10.	Vernik uygulanmamış Anadolu Kestanesi radyal kesiti.....	96
Şekil 11.	Selülozik vernik uygulanmış Anadolu Kestanesi radyal kesiti.....	97
Şekil 12.	Poliüretan vernik uygulanmış Doğu Ladini radyal kesiti.....	97
Şekil 13.	Poliüretan vernik uygulanmış Sarıçam teğet kesiti.....	98
Şekil 14.	Poliüretan vernik uygulanmış Doğu Kayını teğet kesiti.....	98
Şekil 15.	Poliüretan vernik uygulanmış Sakallı Kızılağaç teğet kesiti.....	99
Şekil 16.	Akrilik vernik uygulanmış Doğu Ladini radyal kesiti	99
Şekil 17.	Poliüretan vernikli yapışma deneyi uygulanmış Anadolu Kestanesi teğet kesiti	100
Şekil 18.	Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri.....	101
Şekil 19.	Ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri.....	102
Şekil 20.	Kesit şekline göre pürüzlülük değerleri.....	102
Şekil 21.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıkları.....	102
Şekil 22.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait yapışma dirençleri.....	105
Şekil 23.	Ağaç türleri kesit şekillerine ait yapışma dirençleri.....	108
Şekil 24.	Pürüzlülüğe ait yapışma dirençleri.....	109
Şekil 25.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınma dirençleri.....	110
Şekil 26.	Ağaç türleri kesit şekillerine ait aşınma dirençleri.....	111
Şekil 27.	Pürüzlülüğe ait aşınma dirençleri.....	112
Şekil 28.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınmada ağırlık kayıpları.....	113

Şekil 29.	Ağaç türleri kesit şekillerine ait ağırlık kayıpları.....	114
Şekil 30.	Pürüzlülüğe ait ağırlık kayıpları.....	114
Şekil 31.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait çizilme direnci değerleri.....	115
Şekil 32.	Ağaç türleri kesit şekillerine ait çizilme direnci değerleri.....	116
Şekil 33.	Pürüzlülüğe ait çizilme direnç değerleri.....	116
Şekil 34.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait liflere dik parlaklık sonuçları.....	117
Şekil 35.	Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine liflere paralel parlaklık sonuçları	117
Şekil 36.	Ağaç türleri kesit şekillerine ait parlaklık değerleri.....	118
Şekil 37.	Pürüzlülüğe ait parlaklık değerleri.....	119



TABLolar DIZİNİ

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.....	31
Tablo 4.	Ağaç türlerine ait önemli fiziksel ve mekanik özellikler.....	38
Tablo 5.	Örnek ağaçların genel özellikleri	50
Tablo 6.	Kesit şeklinin etkisini belirlemek için alınan ağaçların genel özellikleri....	51
Tablo 7.	Vernik çeşitleri ve bazı ambalaj özellikleri.....	52
Tablo 8.	Vernik çeşitleri ve karışım miktarları.....	53
Tablo 9.	Aşındırma direnci sınıfları.....	58
Tablo 10.	Çizilme direnci sınıfları.....	59
Tablo 11.	Yoğunluk değerleri (g/cm ³).....	62
Tablo 12.	Yoğunluk değerleri (g/cm ³).....	62
Tablo 13.	Kuru film kalınlıkları (µm).....	63
Tablo 14.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin kuru film kalınlıkları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	64
Tablo 15.	Kuru film kalınlıkları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05).....	64
Tablo 16.	Kesit şekline göre verniklerin kuru film kalınlıkları (µm).....	65
Tablo 17.	Kesit şeklinin kuru film kalınlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları..	65
Tablo 18.	Ağaç türlerinin yüzey pürüzlülükleri (µ m).....	66
Tablo 19.	Ağaç türünün pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	66
Tablo 20.	Kesit şekline bağlı olarak pürüzlülük değerleri (µ m).....	67
Tablo 21.	Ağaç türü ve kesit şeklinin pürüzlülüğe etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	67
Tablo 22.	Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm ²).....	68
Tablo 23.	Ağaç türleri ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	69
Tablo 24.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05).....	69
Tablo 25.	Kesit şekline göre yapışma direnci değerleri (N/mm ²).....	70

Tablo 26.	Doğu Ladini kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	70
Tablo 27.	Doğu Ladini odununda yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	71
Tablo 28.	Doğu Kayını odununda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	71
Tablo 29.	Doğu Kayını odununda yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	72
Tablo 30.	Pürüzlülük değerlerine göre yapışma direnci değerleri (N/mm ²).....	72
Tablo 31.	Yüzey pürüzlülüğünün yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	73
Tablo 32.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	73
Tablo 33.	Vernik katmanlarının ağaç türlerine göre aşınma direnci değerleri (devir)	74
Tablo 34.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	74
Tablo 35.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05).....	75
Tablo 36.	Kesit şekline bağlı olarak ortalama aşınma direnç değerleri.....	75
Tablo 37.	Doğu Ladini odununda kesit şekli ve vernik türünün aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	76
Tablo 38.	Doğu Ladini aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	76
Tablo 39.	Doğu Kayını odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	77
Tablo 40.	Doğu Kayını odununda aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	77
Tablo 41.	Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre aşınma direnci değerleri (devir)	78
Tablo 42.	Pürüzlülüğün aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	78
Tablo 43.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	79
Tablo 44.	Vernik katmanlarının ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri (%).....	79
Tablo 45.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin aşınma direncinde ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	80
Tablo 46.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05).....	80

Tablo 47.	Kesit şekline göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri.....	81
Tablo 48.	Doğu Ladini odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	82
Tablo 49.	Doğu Ladini odununda aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	82
Tablo 50.	Doğu Kayını odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	83
Tablo 51.	Doğu Kayını odununda aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	83
Tablo 52.	Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri (%).....	84
Tablo 53.	Yüzey pürüzlülüğünün aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	84
Tablo 54.	Ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	85
Tablo 55.	Vernik katmanlarının ağaç türlerine göre çizilme direnci ortalama değerleri (N).....	85
Tablo 56.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	86
Tablo 57.	Çizilme direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları ($P<0.05$).....	86
Tablo 58.	Kesit şekline bağlı olarak ortalama çizilme direnç değerleri (N).....	87
Tablo 59.	Kesit şekli, ağaç türü ve vernik çeşidinin çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	87
Tablo 60.	Çizilme direnci üzerine etkileri araştırılan Varyans kaynakları ortalamalarının Duncan testi sonuçları.....	88
Tablo 61.	Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre çizilme direnci değerleri (N).	88
Tablo 62.	Pürüzlülüğün çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	89
Tablo 63.	Ağaç türlerine göre vernik katmanlarının parlaklık ortalamaları (%).....	90
Tablo 64.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere dik parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	91
Tablo 65.	Liflere dik parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	91
Tablo 66.	Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere paralel parlaklık üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	92
Tablo 67.	Liflere paralel parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	92

Tablo 68.	Kesit şekline bağlı olarak parlaklık değerleri.....	93
Tablo 69.	Kesit türünün ve ölçüm farklılığının parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	93
Tablo 70.	Parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları sonuçları.....	94
Tablo 71.	Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre parlaklık değerleri (%).....	94
Tablo 72.	Pürüzlülüğün parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları.....	95
Tablo 73.	Parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	95



SEMBOLLER DİZİNİ

DRM : Denge rutubet miktarı

LDN : Lif doygunluk noktası



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.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata* (C.A.Mey) Yalt.); iğne yapraklı ağaç türlerinden ise Doğu Ladini (*Piceae orientalis*) ve Sarı Çam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının verniklenebilme özelliklerinin 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 Sınıflandırılması

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

1.2.1. 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 (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.

1.2.2. 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).

1.2.3. 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

1.3. Yüzey İşlemlerinin Amaçları

Yüzey işlemlerinin; koruma, estetiklik ve hijyeniklik olmak üzere üç amacı bulunmaktadır (1, 2).

1.3.1. Koruma Amaçları

Ağaç malzemelerden hazırlanan ürünler; fiziksel olarak ortamın rutubeti ve havanın bozucu etkilerinden (yağmur, çiğ 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) yıkımlanmaktadır. 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, 6, 7)

1.3.2. Estetiklik Amaçları

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 olamayan dengesiz ve kusurlu renk farklılıkları, boyama işlemleri ile oldukça azaltılabilir. Renklendirme ile düşük kalitedeki malzemelerin değerleri arttırılabilir. 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, 6).

1.3.3. Hijyeniklik Amaçları

Yüzey işlemleri; mobilya v.b.. ürünlerin yüzeylerinde toz, kir, v.b. malzemelerin tutunmasını engelleyici yapıdadır. Mobilyaların temizlenebilmesini kolaylaştırır. Isıyı az iletmeleri, yani ısınmayı önlemesi çeşitli mikrop v.b. 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 (6, 7).

1.4. 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).

1.5. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları

Yüzey işlemleri; genellikle bina içi, bina dışı ile diğer kullanım yerlerinde mobilya, doğrama, iç dekorasyon ve yapı elemanlarının korunması ve güzelleştirilmesi için uygulanmaktadır (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, 6).

Bina içerisindeki kullanımlarda, zorlamaların az olması nedeniyle yüzey işlemlerinde daha çok estetik istekler ön plana çıkmaktadır. Ancak; rutubeti yüksek ve

ıslak mekanlar 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 mekanlarda kullanıldığında; rutubet, yağmur, çığ 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 (8, 9, 10)

Yüzey işlemi uygulanmış ağaç malzemeye rutubetin ve suyun giriş yolları değişiktir. Örneğin; bunlara yapıdaki 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, 8, 10).

1.7. Yüzey İşlemleri ve Ağaç Malzemenin Seçimi

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, 8, 10).

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 malzemedede, 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 malzemedede reçine miktarının arttırılması ve sert katman oluşturan boya-verniklerin uygulaması ile bu sakınca oldukça giderilebilmektedir (8, 10).

1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı

Odunda yıllık halkalar, ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki değişik tabaka oluşturmaktadır. genellikle yüzey işlemleri 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, 8, 10).

1.7.3. Yoğunluk

Ağaç malzemede 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, 8, 10).

1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite)

Ağaç malzemede 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 işlemleri maddelerininin uygulanışı da kolaylaşmaktadır. Ancak; yüzey işleminin türüne göre bir ölçüde olumsuz etki de yapmaktadır. Ağaç malzemede 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 yüzeylerdekinden yüksektir. Öz odundaki geçirgenlik diri odundan farklı olup genellikle düşüktür. Bu da yüzey işlemi katmanlarını etkilemektedir (1, 2, 8, 10).

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 malzemedeki 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 malzemedeki çatlama (daralma ve genişlemeler) meydana gelmekte, bu da çatlamalara neden olmaktadır ve boya-vernik katmanı kısa sürede bozulmaktadır. Bu nedenle yüzey işlemi 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-vernik 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-vernik katmanının basınç gerilmeleri etkisinde kalarak kabarma şeklindeki yıkımlanmasına yol açar (1, 8).

1.7.6. Yüzey Özellikleri

Ağaç malzemedeki 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 polyester vernik uygulanması önerilir.. Ayrıca kaplama kalınlığı artışı çatlama riskini artırır. Çok ince kaplamalar ise sistire ve zımparalama yapılırken 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-vernici 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, 8, 10).

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 vernikleme 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 difuzyonuna 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, 8).

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, 8, 10).

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 arzulan sonuca 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 ve zımparalama olarak 5 grupta toplanmaktadır (11, 12).

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 kullanılacak en kaliteli macun bile ağaç malzemedен 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, 13, 14, 15).

1.8.2. Lekeler ve Giderilmesi

Mobilya ve doğrama üretimindeki işlemler sonucu bir çok 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 taşıdığına 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, 13, 14).

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 (6, 13).

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.

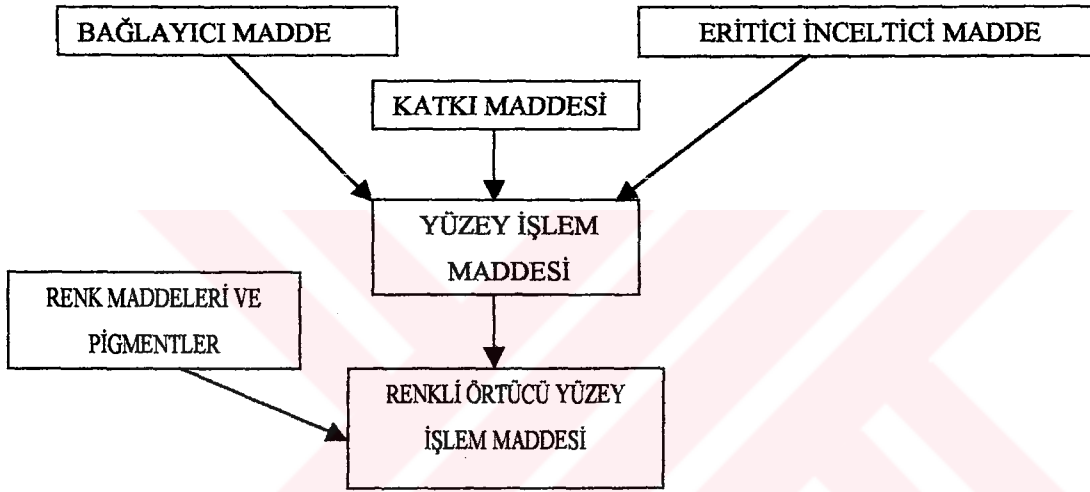
Üç aşamalı işlemlerde ; ilk zımparalamaya ağaç malzeme yüzeyi düzeltme zımparası, ara zımparalamaya yüzey temizleme zımparası, son zımparalamaya perdah zımparası adı da verilmektedir. Genellikle ilk ve ara zımparalama ağaç malzemelerin, son zımparalama ise macun astar veya dolgu gibi üst yüzey işlemleri 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 malzemedede 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, 6, 15).

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 2).



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-verniklerin 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 vernik 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, 16).

1.9.1.1. Termoplastlar

Sıcaklık etkisi ile yumuşayan ve bu etki kalktığına sertleşen maddelerdir. Belirtilen bu sıcaklık değerleri arasında oldukça elastik bir yapı gösterirler. Bu grubu oluşturan bağlayıcı maddeler poliviniloklorür (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 ve yapay bağlayıcı maddeler hakkında ayrıntılı bilgiler çeşitli boya veya vernik sistemlerinde verilecektir.

Boya-vernik 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 vernik, gomlak, ispirotolu vernik ve sentetik vernikler 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 çözücü kullanarak 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,
4. Boya-verniklerin kuruma süresini,
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.

$$KMM = \frac{\text{Islak ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Islak ağırlık}} \times 100$$

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 işlemleri 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, biozidler, 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 kurummasını 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 gözönünde 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 mekânlardaki 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-vernîk sistemlerine ıslanma yeteneğini artırmak için katılır, böylece sıvının yüzey gerilimi düşer. Bu tip maddeler boya veya vernîk 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 vernîklerinin direnç özelliğinde azaltıcı etki göstermektedir (17, 18).

1.9.3.5. Tiksotropik Maddeler

Bu maddeler, dikey durumdaki iş parçalarına sürülen vernîğin 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 vernîklerde 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, 17).

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 silindirence katlar halinde uygulandığı için, akıcılığı sağlayan madde katılımı yoktur (1, 2, 17, 18).

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 gevrekletirmektedir. 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, 17, 18).

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, 17, 18).

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 çatlakları, güneş ışınlarından ileri gelen renk bozuklukları ve kimyasal sıvılardan lekelenme v.b. 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 (beziryağı), mumlar (balmumu), gomlak cilası, vernikler ve örtücü boyalar (lake ve desen baskılı boyama) bu tanımlama kapsamına gire (1, 2, 4, 7, 12).

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 yapımcıdır. Açık ve koyu renkli odunları (meşe, maun v.b. gibi) gibi çeşitli odun türlerinin renk tonları dahilinde piyasada hazır halde bulunurlar. Koyu renk veren siyah dolgu maddeleri de vardır. Ayrıca açık renk elde etmek için terebantınle inceltilmiş pigmentli odun dolgu maddeleri de vardır (1, 2, 7, 12).

1.10.2. Vernikler

Uygulandıkları yüzeylerde kuruduktan sonra genellikle saydam sert katmanlar oluşturan sistemlerdir. 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. Gamlak (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, 12, 17).

1.10.2.1. Vernik Çeşitleri

1.10.2.1.1. Selülozik Vernik

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 (17, 18, 19).

1.10.2.1.1.1. Yapı ve Tanım

Nitroselüloz, selülozik sistemde ana bağlayıcı (esas reçine) olarak kullanılır. Reçine, kirli beyaz renkte, yanıcı-patlayıcı özellikte, kristalize, sert ve katı, kırılabilir, yanma derecesi düşük ve oluşumunu tamamlamış bir polimerdir. Tek başına kullanıldığında katı maddesi düşük olduğu için ince film 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 imkan 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, 19).

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 (19).

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 artırıcı 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 çatlama 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 mekanlarda, yemek odası, yatak odası (tuvalet masası üst tablası hariç), oturma odası mobilyası v.b. yerlerdeki kullanımlar için önerilmektedir (17, 18, 19).

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, 19).

1.10.2.1.2.1. Yapı ve tanım

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 üretilmektedir.

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, 19).

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 kurumanın 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, 19).

1.10.2.1.2.3. Katman Özellikleri

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 (19).

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 kullanılabilmektedir (17, 18, 19).

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 (19).

1.10.2.1.3.1. Yapı 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 yapıli 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, 19).

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, 19).

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 yada 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 19).

1.10.3. Önemli Bazı Vernikler ve Özellikleri

Mobilya endüstrisinde kullanılan önemli bazı verniklerin fiziksel ve mekanik ve özellikleri Tablo 3'de verilmiştir (20).

Tablo 3. Önemli bazı vernikler ve özellikleri

Vernik Türü	Kuruma	Sertlik	Elastiklik	Çizilme	Kimyasal Maddelere Dayanım	Su Buharı Geçirgenliği	Katman Yapma Miktl.%
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 (21,22). 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.

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 (21,22).

1.11.2. Odun - Reçine Bağ Oluşumu

Güçlü bir reçine oluşumu için 4 kriter tanımlanmaktadır (21,22).

1. Zayıf bağ tabakasının uzaklaştırılması
2. Reçine sıvısının iyi ıslatabilirliği
3. Reçine sıvısının katlaşması
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 (21,22, 23).

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

Burada;

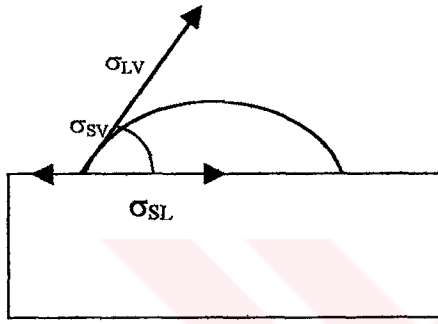
σ_{sv} : Katının yüzey serbest enerjisi

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

σ_{lv} : Sıvının yüzey serbest enerjisi

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

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.

$$W_a = \sigma_{sv} + \sigma_{lv} - \sigma_{sl}$$

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

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.

$$S = \sigma_{sv} - \sigma_{lv} + \sigma_{sl}$$

Eğer ayrılma katsayısı $S > 0$ ise, sıvı katı yüzeyden ayrılır (21, 22, 23).

1. 12. Ağaç Türleri

Çalışmada; üçü geniş yapraklı ikisi iğne yapraklı olmak üzere beş ağaç türü kullanılmıştır. Bunlara ait genel bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

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 yetişir. 30-40 m kadar boylanabilen 1 m. den daha fazla çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli 1. sınıf orman ağacıdır.

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 (24, 25).

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 (26, 27).

Odunu sert ve ağırdır. Buharlama yöntemiyle kolaylıkla bükülebilir. Kurutmada özen gösterilmesi gereken bir ağaç türüdür. Fazla çalışır, kolay yarılr. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir. Özellikle diri odunu kolay emprenye edilebilir. Öz odunda tül oluşumu emprenyeyi güçleştirir(28).

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

1.12.2. Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ülkemizde doğal yayılış gösteren bir türdür. 20-25 m. boylara ulaşan dolgun gövdeli, geniş ve dağınık tepeli bir ağaçtır (29, 30, 31).

Genel yayılışı; Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Türkiye ve Kafkasya'dır. Ancak değerli meyveleri nedeniyle doğal yayılış alanı sınırlıdır. Çok değişmiş ve sürekli genişlemiştir. Ülkemizde yayılışı doğuda Gürcistan sınırından başlamakta, tüm Karadeniz sahilleri boyunca İstanbul boğazı yakınlarında Belgrat ormanına kadar uzanmaktadır (29, 30).

Diri odunu çok dar (2-5 yıllık halka genişliğinde), kirli sarımsı beyaz renktedir. Öz odunu taze halde açık kahverengi, sonraları daha koyu kahve renklidir. Odunu halkalı traheli olup, öz ışınları belirgin değildir (26, 27).

Odunu oldukça sert ve orta ağırlıkta olup, mat ve dekoratif bir görünüştedir. Öz odunu tanen içerdiğinden çürümeye oldukça dayanıklıdır. Kurutulması güç , eğilme direnci düşük, şok direnci orta derecede olup kolay yarılr. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir (23, 26).

Yapı kerestesi, mobilya, tel direği, şarap fırçaları, deniz araçları ve kimyasal amaçlar için kullanılmaktadır (26, 28).

1.12.3. 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 (26, 27).

Odunu, kırmızımsı beyaz ile açık kırmızımsı kahverengi arasındadır. Dağınık traheli olup, traheler büyütle görülebilir. Öz ışınları belirgin olmayıp, yalancı öz ışınları belirgindir (26, 27).

Odunu yumuşak, hafif, kolay yarılr ve işlenebilir. Dekoratif olmayıp, iyi renk verebilir. Çalışması az, dirençleri düşüktür. Açık havada dayanıksız., su içerisinde dayanıklıdır.

Mobilya ve kontrplak endüstrisinde, kurşun kalem, kibrit yapımında, tornacılık ve oymacılıkta, puro ve sigara kutuları ile döküm malzemeleri yapımında kullanılmaktadır.

1.12.4 Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Ülkemizde doğal olarak yetişen 5 çam türünden biridir. Kuzey Anadolu'da saf ve karışık geniş ormanlar oluşturur. Batı Anadolu'da ise küçük adacıklar halinde bulunur. Türkiye' de en değerli odun ürünü veren Sinop ve Eskişehir'in bazı bölgelerinde Sarıçam ormanları uzun ve düzgün gövdeli, sivri tepelidir (29, 30).

Diri odunu gövde yarıçapının üçte biri kadar sarımsı veya kırmızımsı beyaz renkte; öz odunu açık kırmızımsı kahve renklidir. Reçine kanalları bol, geniş ve belirgindir(23,24).

Odunu orta derecede yumuşak , orta ağırlıkta, orta derecede çalışma ve şok direnci gösteren, yüksek derecede elastikiyet modülü ve eğilme direncine sahip kolay işlenen iyi tutkallanan bir yapıdadır (26, 27, 32).

Sert odunu; önemli miktarda inşaat ve doğrama endüstrisi ile köprü yapımında, uçak ve gemi güverte döşemesi tel ve maden direği ambalaj sandığı kağıt ve selüloz odunu olarak geniş bir kullanıma sahiptir (32, 33).

1.12.5. 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 (27, 28, 32).

Odunu sarımsı beyaz renkte olup, yıllık halka sınırları belirgindir. Reçine kanalları seyrek ve dardır. Budakları çoğunlukla küçük ve oval şekillidir (26).

Odunu yumuşak ve orta ağırlıkta olup, kolay yarılr. Direnç değerleri ve elastikiyet modülü düşüktür. Ağırlığına oranla yüksek direnç özellikleri gösterir. Çalışması azdır, az dayanıklıdır, güç emprenye edilir (34, 35).

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 (28, 35).

Tablo 4. Ağaç türlerine ait önemli bazı fiziksel ve mekanik özellikler (26).

Ağaç Türü		Doğu Kayını (<i>Lagus orientalis</i> Lipsky.)	Anadolu Kestanesi (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	Sakallı Kızılağaç (<i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>barbata</i> (C.A.Mey.))	Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> L.(Link.))	Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)
Özellikler						
Tam Kuru Özgül Ağırlık gr/cm ³		0.589	0.590	0.496	0.416	0.496
Hava Kuru Özgül Ağırlık gr/cm ³		0.663	0.630	0.503	0.451	0.526
Hacim Yoğunluk Değeri gr/cm ³		0.531		0.431	0.366	0.426
Daral Ma	Liflere // yön (%)	0.5	0.6	0.5	0.182	0.3
	Radyal yön (%)	5.0	4.2	5.4	3.878	4.3
Yüz- Deleri	Teğet yön (%)	10.5	6.1	8.6	7.147	8.3
	Hacmen (%)	15.5	10.67	14.1	11.207	12.7
Liflere // Basınç Direnci kg/cm ²		763	470	458	390.68	379.2
Eğilme Direnci (kg/cm ²)		1052	886	838	707	648.7
Dinamik Eğilme Direnci mkg/cm ²		0.45	0.57	0.60	0.393	0.55
Yarılma Dir. kg/cm ²	Radyal yön	7.48	5	3	3.90	9.1
	Teğet yön	10.76	5		4.61	9.5
Liflere // Çekme Direnci kg/cm ²		1316	1350	940	875.5	
Brinell Sertlik Değeri (kg/mm ²)	Liflere //	5.49	3.8	3.8	3.085	4
	Liflere⊥	2.63	1.8	1.7	1.47	1.9
Kaynak		6, 13	1, 3, 13	1, 3	10	11, 13

1.13. Literatür Özeti

Kazayawoko 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 (21).

Meijer ve arkadaşı, düşük emisyonlu yüzey işlem maddelerinin adhezyonu üzerinde çalışmışlardır. Yüzey işlemlerinde kullanılan maddelerin adhezyonun önemli bir kriter olduğunu, ancak adhezyon mekanizmasının yeterince anlaşılamadığını, bu bakımdan yüzey işlem maddelerinin adhezyonunun incelenerek sayısal olarak ortaya konulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla; ladin ve sarıçam odunlarında altı değişik yüzey işlem maddesi kullanılmışlardır. 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 (36).

Matuana ve arkadaşı; PVC ve odun liflerinden oluşturulan kompozitlerde yüzey işlemlerinin adhezyon etkisini incelemişlerdir. Bu amaçla ahşap kaplamaları önce çeşitli kimyasal maddelerle yüzey modifikasyonuna tabi tutmuşlar ve X-ışınli elektron spektroskopisi ile ölçümler yapmışlardır. Modifikasyona uğramış ve uğramamış örneklerde temas açılarını ve PVC filmi ile kaplanan ahşap kaplamaların adhezyonunu çekmede makaslama direnci ile belirlemişlerdir. Sonuç olarak; amino silen ile kimyasal modifikasyona tabi tutulan örneklerin adhezyonu belirgin bir şekilde daha iyi sonuç verdiğini, plastik ve odun liflerinin etkileşiminin mekanik özellikleri önemli olarak etkileyebileceğini belirtmişlerdir (37).

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

Suleman ve Rashid, karakavak odununda yüzey işlemlerinin performansını iyileştirmek için çeşitli kimyasallar kullanmışlardır. Bu amaçla örnekler sodyum hidroksit,

amonyum klorid ve alüminyum klorid ile işleme tabi tutulmuş daha sonra üzerlerine geleneksel yüzey işlem maddeleri uygulanmıştır. 45 °C ve 70 °C de nüfuz etkinliği ve renk değişimleri belirlemiştir. Sonuç olarak, sodyum hidroksit kullanımının iyi sonuç verdiği belirtmişlerdir (39).

Sadov ve Nakato; çeşitli ağaç türlerinden (kayın, meşe, meranti) radyal ve teğet kesitli örnekler üzerinde bazı fiziksel ve anatomik özelliklerin son kullanımına etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak; kayın odununun yüzey pürüzlülük değerinin düşük ve radyal kesitteki sertlik değerinin yüksek olduğunu açıklamışlardır (40).

Richter, Feist ve Knaebe yüzey işlemlerinin performansı üzerine yüzey pürüzlülüğünün etkisini incelemiştir. Çalışmada 3 farklı ağaç türünden radyal ve teğet kesitli örnekler elde edilmiş ve 5 farklı yüzey pürüzlülük kategorisinde 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 (41).

Akhtrarkhavari doktora tezinde; polietilenle emprenye edilmiş odun liflerinin lateks boya uygulanması sonucu adhezyon ve dayanıklılıklarını araştırmıştır. Çalışmada, % 50 oranında polietilenle güçlendirmiş odunda mikroskopik incelemeler yapılmış ve dış hava koşullarına dayanıklılıkları belirlenmiştir. Ayrıca; emprenyeli örnekler üzerine uygulanan boyanın temas açıları ve serbest yüzey enerjileri ölçülmüş; işlem görmüş ve görmemiş örneklerde soyma yöntemi ile adhezyon dirençleri belirlenmiştir. Sonuç olarak; polietilenle güçlendirilmiş ve yüzey işlemi yapılmış örneklerin adhezyon performansının ve dış hava koşullarına dayanımının arttığını açıklamıştır (42).

Feist; 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 (43).

Jaic ve Zivanovic, 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 (44).

Cassens ve Feist , 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 (45).

Sönmez 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 (46).

Torelli; "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 (47).

Shakri 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 (48).

Jaic ve arkadaşları; 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 ıslanabilirliğinin kayın odununda daha iyi olduğunu belirtmişlerdir (49).

Pearce, kerestelerin biyolojik, yağmur suyu ve güneş ışığı yıkımlamaları veya bozulmalara karşı hazırladığı bir yüzey işlemi sisteminin performansını arttırmak amacıyla araştırmalar yapmıştır. Bu amaçla demir esaslı pigment ve alkid reçine karışımını organik çözücülü emprenye maddelerinin içine ilave ederek çift vakum yöntemiyle sarıçam odununu emprenyelenmiş ve dekoratif renklendiriciler ile yağ esaslı verniklerle uygulamaya tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; bu yüzey işlem sisteminin güneş ışığı, yağmur bozunumu ve biyolojik degradasyona karşı etkili olacak şekilde dayanıklı, yüzey işlemi görmeyen örneklerin ise yetersiz olduğunu açıklamıştır (50).

Paprzycki ve Liptakova; dolgu ve son kat selülozik vernik sistemlerinde, katlar arası bağlanma ve adhezyon etkileşimini incelemiştir. Çalışmada kayın odunundan hazırlanan örnekler üzerinde farklı serbest yüzey enerjisine sahip selülozik dolgu ve sonkat vernikler uygulanmıştır. Katların etkileşiminde önemli bir gösterge olan adhezyon çalışması, pull-off yöntemi ile adhezyon direnci ve çizilme direnci testleri yapılmıştır. Sonuç olarak; katların bağlantısı için adhezyon çalışması değerinin 80 mJ/m^2 den büyük olmasının yeterli olacağını belirtmişlerdir (51).

Chang; selülozik verniklerin yüzey özellikleri üzerine ışık dalga boyunun etkisini belirlediği araştırmasında bu verniğin yüzey özellikleri, renk, parlaklık ve kimyasal yapısı incelemiştir. Sonuç olarak; 280-300 nanometre arasındaki UV ışık dalga boyunun selülozik verniklerde bozunmaya neden olduğunu, 300 nanometrede daha kısa dalga boylarında film yüzeyi üzerinde hızlı olarak sarılaşma şeklinde renk değişimi görüldüğünü, bunun nedenin de karboksil gruplarından ileri geldiğini belirtmiştir (52).

Williams ve Feist; dış koşullarda boya ve renklendirici performansı üzerine odun türlerinin ve yüzey düzgünlüğünün etkisini incelemişler, özgül ağırlığı yüksek türlerin boya performansının düşük olduğunu belirlemişlerdir (53).

Rischbieth ve Bussell; 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 (54).

Lii ve arkadaşları; 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 (55).

Manev; 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 (56).

Mahlberg, 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 (57).

Williams, Planting ve Feist yaptıkları çalışmada; Pinus southern, Pseudotsuga menziesi, Picea engelmannii ve Thuja plicata türleri odunlarından elde edilen örnekleri önce yüzey işlemsiz, daha sonra alkid ve akrilik lateks boya ile kaplayarak dış hava koşullarına bırakmışlardır. Sonuç olarak; boya adhezyonunun boya türü, dış hava koşulları etkisindeki süre ve ağaç türüne göre değiştiğini belirtmişlerdir (58).

Liptakova, Kusela ve Poprzycki; kayın ve sarıçam ağaç odunlarında polistirenin adhezyonunu incelemişlerdir. % 8 rutubet miktarındaki örnekler üzerine polistiren lake boyayı 4 farklı viskozitede uygulamışlardır. Uygulamada kuru film kalınlığı 150 µm olarak belirlenmiş ve örneklerin yüzey serbest enerjileri ve pull-off yöntemi ile adhezyon direnci 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 (59)

Liu, Lii ve Wang yaptıkları çalışmada; lamine edilmiş bambu levhalar üzerine α-amino alkid, poliester ve poliüretan vernikler ile yüzey işlemi uygulanarak oluşan katmanın parlaklık, sertlik ve sıcak suya dayanıklılık özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak; poliüretan ve polyester vernik sistemlerine ait katmanların iyi sonuç verdiğini, son kat işlemi öncesi yapılan dolgu ve zımparalama işlemlerinin görünüş özelliklerini arttırdığını açıklamışlardır(60).

Bischof, Resch ve Bodner Avrupada yetişen ladin odunlarının düşük sertlik değeri vermesi nedeniyle mobilya sektöründe çok az kullanılmakta olduğunu; bu bakımdan bu soruna çözüm olarak araştırmalarında bu türden elde edilen örneklerde 12 farklı vernik ve boya uygulayarak; aşınma, çizilme ve boyutsal stabilizasyon testlerini yapmışlardır. Akrilik ve suda çözünen fenol formaldehit reçinesinin belirtilen özellikler üzerinde etkili

olduğunu, özellikle çizilme ve boyutsal stabilizasyonunun arttığını belirtmişlerdir (61).

Dvorchak ve Michael; suda çözünen poliizosiyanat ve hidroksil fonksiyonlu akrilik reçinelerin uçucu organik bileşik emüsyonunu düşürücü özellik göstermesi amacı ile geliştirdiklerini, bunlardan su bazlı poliüretanların uçucu organik bileşik emüsyonunu %70-90 oranında azalttığını açıklamışlardır (62).

Simmons ve Leslie; organik kaplamalardaki başarısızlıklar üzerinde durmuşlar ve bu amaçla uygulamadaki kusurların ne olduğunu ve nasıl oluştuğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, bu problemlerin oluşumunu önleme yöntemleri hakkında da ayrıntılı bilgiler vermişlerdir (63).

Knaabe ve Williams; sedir ağacı odununda boya adhezyonu üzerine asidik koşulların etkisini incelemişlerdir. Boya katmanının yüzeyden kalkmasında asit erimesinin bir faktör olabileceğini ve boyanın bağ gücünü etkileyebileceğini, lateks boyalı odun örnekleri enine kesitlerinde sülfür birikimi olduğunu belirtmişlerdir. Dış hava koşullarında asit yağmurlarının etkisini belirlemek için odun örneklerini her gün 2 saat süreyle asit eriyikleriyle ıslatarak işleme tabi tutulduktan sonra dış hava koşullarına bırakmışlardır. Aynı zamanda asit eriyikleriyle ıslatılmış örneklerde bırakılmıştır. Sülfirik asit ile işleme tabi tutulan örneklerde kırılma ve sertlik ile yüzeylerde pH 2 olduğunda hasar ve adhezyon üzerindeki etkiler yaptığı açıklanmıştır (64).

Feist, dış hava koşullarında kullanılacak malzeme ile ilgili bir çalışmada 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 (65).

Franze ve Maul; mobilya yüzey işlemlerinde metalik pigmentler üzerine çalışmalar yapmışlardır. Mobilya yüzey işlemleri sistemlerinin Avrupa'da oldukça önemli bir pazara sahip olduğunu, pazardaki eğilimin avantajları daha fazla olan dekoratif ve yüksek kaliteli metalik pigmentli yüzey işlemlerin oluşturduğunu açıklamışlardır. Bu maddelerin daha derine nüfuz özelliğinde ve ağacın doğal yapısını daha iyi göstermesi yanında ekolojik ve ekonomik açılardan daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir (66).

Elsler; akrilat esaslı boyalarda boya emülsiyonu üzerinde çalışmalar yapmıştır. Organik çözücülerde çözünmeyen alkid reçine esaslı yüzey işlem sistemlerinin ahşap

yapılarda (pencere, kapı ve panellerde) boyutsal stabilizasyonu sağladığını, uygulamasının kolay, özelliklerinde (yüksek parlaklık, mekanik direnç) yeterli olduklarını belirtmiştir. Bunların yanında; teknik kalitelerinin yeterli olmamasının sakıncaları olarak ortaya konulabileceğini ve uygulamadan alıkonulmalarının nedeni ise yüksek miktarda organik solvent içermelerine ve buna bağlı olarak özellikle benzen hidrokarbonunun düşük emüsyonlu olarak bulunduğu alkid esaslı boyalar üzerinde durulduğunu açıklamıştır (67).

Ahola, 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 (68).

Triplett; ağaç boyaların çevre etkileri üzerinde araştırmalar yapmıştır. Son çevre düzenlemeleri nedeniyle ağaç boyalarının çözücü içeren nitroselülozik lakelerden daha az hava kirliliğine neden olan boyaların kullanımına yöneldiğini açıklamış, odunun yüzey işleminde bir çok seçenekler arasında su esaslı ve UV kurumalı boyaların kullanımını arttırdığını, bununda 1997 uluslararası emülsiyon standardında hava kirliliği ve zararları açısından buharlaşan çözücü miktarının bu boyalarda sınırlandırılmasının en önemli etken olduğunu belirtmiştir (69).

Wang ve Liau; iç koşullarda kullanılan dekoratif yüzey işlem sistemlerinin higroskopik şartlardaki performansları üzerine çalışmalar yapmışlardır. 31 çeşit dekoratif yüzey işlem maddesini 286 g/m^2 olarak iç duvarlara, 15, 22, 25 ve 30°C olarak dört farklı sıcaklıkta uygulamışlardır. Bu koşullardaki yüzey işlem sistemlerinin performanslarını 4 grupta toplamışlardır: 1. Grup en kötü grup olup yüzey işlemi görmemiş 6 çeşit masif odun, 3 çeşit odun esaslı materyal ve 4 çeşit kompozit malzeme yer almıştır. 2. Grupta 3 çeşit odun esaslı materyal ve 3 çeşit inorganik materyal yer almış, 3. Grupta poliüretan kaplanmış meşe, 5 çeşit PV veya nitroselülozik odun esaslı yüzey işlem sisteminin yer aldığını ve yüzey işleminin higroskopik koşullardaki önemini belirtmişlerdir (70).

Tijler, tanen esaslı renklendiriciler ile boyanan odun yüzeylerindeki renk direnci üzerine çalışmalar yapmıştır. Odunun yüzey işlemlerinde rengin önemli bir rol oynadığını ve ışığın etkisinde fazla değişim gösterdiğini açıklamıştır. Çalışmada kestane odunundan hazırlanan örnekler üzerine doğal tanen esaslı renklendiriciler uygulanmış, potasyum dikromat ile bakır klorid karıştırılarak kullanılmıştır. Ayrıca nitroselülozik lakelerle kaplanmış ve renklendirilmiş ladin odunları üzerinde de testler yapılmıştır. UV ışığı altındaki renk değişimleri gözlenmiş, doğal tanenin renk değişimini azalttığı belirlenmiştir (71)

Bogner, 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 (72).

Meijer, 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 (73).

Zivonovic, Jaic ve Irlc; ahşap kaplamaların adhezyonu ile odunun ıslanabilirlik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 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 (74)

Meijer, Tburich, Militz, 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 paranzim ve traheid hücrelerdeki akışta 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 (75).

Flynn, ladin odununda sıvı akışı ve permeabilite üzerine çalışmalar yapmış ve ladin odununun anatomisi, sıvı akışı ve permeabilitesi tartışılmıştır. Bu türün yaz odunu ve ilkbahar odunu ile diri ve öz odununun farklı akış özellikleri olduğunu belirlemiştir. Bu durumun sıvıların akış yönünün farklılık göstermesi ve kışın zamanla zayıflaması yanında yaz ve ilkbahar odunu permeabilitesi farklılığı ile açıklamıştır. Akış yönündeki değişikliğin akışı arttırdığını, akışın boyuna ve ters yönde gerçekleştiğini belirtmiştir. Ayrıca geçit aspirasyonu ve yüzey geriliminin etkisi ile geçitlerin durumu ve geçit kenarlarındaki torusun adhezyonunu gözlemlemiştir (76).

Wang ve Cho; farklı mevsim karakteristiklerine göre değişen oda sıcaklığı ve bağıl nem miktarı göz önüne alınarak dış cephesi yüzey işlem görmüş odun paneli ile kaplanmış ve kaplanmamış iki farklı evin odalarından elde edilen değerleri karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak dış yüzeyi işlem görmüş odun paneli ile kaplanmış binanın daha konforlu ve rahat yapıya sahip olduğu ortaya konmuştur(77).

Nussbaum; odunun işlenmesi sonrasındaki çalışma miktarını belirlemek için ıslanabilirlik ölçümü yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda odun yüzeylerinin en iyi boyanma ve tutkallanma zamanının işlemeden sonraki 2-3 gün içinde olduğunu açıklamıştır (78).

Shakri ve Rahim, çimentolu yonga levhaların yüzey işlem özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarında Malezya'da üretilen çimentolu yonga levhalar (Hevea brasiliensis odunu ve portland çimento kullanılmıştır) üzerine dış hava koşullarına dayanım için yaygın olarak kullanılan, nüfuz edebilen ve film katmanı oluşturan iki farklı yapıdaki yüzey işlem sisteminden yararlanmışlardır. Katman yapan yüzey işlem sistemlerinde sırasıyla su ve solvent esaslı akrilik ve alkid vernikleri kullanılmıştır. Bunlarla yapılan uygulamalara göre katman yapıcı yüzey işlem maddelerinin çimentolu yonga levhalarda rutubet alımını etkilediği ve dış hava koşullarına en iyi koruma sağladığını belirlemişlerdir. Yüzey işlem kalitesi testlerinde poliüretan, nitroselülozik ve asit sertleştirici vernikler kullanılmıştır. Tüm yüzey işlem maddeleri iyi bağlanma yapısı göstermiş, en iyi sertlik değerlerinin poliüretan, asit sertleştiricili ve su esaslı yüzey işlem maddelerinde belirlemişlerdir. Sonuç olarak; katman yapan yüzey işlem maddelerinin en iyi kalite gösterdiğini belirtmişlerdir (79).

Shukla ve Gupta, 49 değişik Hindistan ağaç türü kerestelerinden zımparalama ve vernikleme işlemleri öncesi 5 farklı dolgu işlemleri uygulanmıştır. Her biri örneğinin yoğunluk, öz odunu rengi, porozite, tekstür ve yüzey işlemleri uygulandıktan sonra parlaklık değerleri elde edilmiştir. Teak odununda dolgu işleminin parlaklık değerlerini % 45- 70 oranında değiştirdiğini, planyalama ve zımparalamanın parlaklığa etkisinin olmadığı belirlenmiştir (80).

Singh, Hindistan'daki 16 farklı tür odununun dayanıklılığı hakkında ayrıntılı bilgiler açıklayarak, sadece Dalbergia sissoo ve Tactona grandis türlerinin iyi boya tutma özelliği gösterdiğini, çam türleri dışında diğer türlerde alüminyum dolgu katının memnun edici olmadığını belirtmiştir (81).

Gorenkov, odundaki renk değişimi üzerine yüzey işlemlerinin etkisini incelemiştir. Çeşitli ağaç türleri üzerine 3 farklı kalınlıkta 5 farklı saydam vernik uygulanmıştır. Dolgu ve son kat vernik uygulamadan önce ve sonra parlaklık, dalga boyu ve yansıma değerleri belirlenmiştir. Ağaç türleri olarak kayın, meşe, huş, dışbudak ve ceviz ağaç türlerinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, rengin verniğinin tipine ve kalınlığına bağlı olarak değiştirdiği, vernik seçiminde en önemli faktörün en uygun ağaç türünü seçmek olduğunu bildirmiştir (82).

Skolmen, 16 değişik ticari ağaç türünün kullanım özelliklerini, renk değişimini, yetiştirme karakteristiklerini ve odun özelliklerini belirlenmiştir. Odun özelliklerini kuruma, işleme, direnç, dayanıklılık olarak ortaya koymuş ve yüzey işlem özelliklerini belirleyerek iyiden kötüye doğru sıralamıştır (83).

Hartwing, Okaliptus odununun kullanım özelliklerini belirlenmiştir. Bunlar istifleme, kurutma, direnç ve yüzey işlem özellikleridir. Yüzey işlem özellikleri iyiden kötüye doğru sıralamada üçüncü (normal) sıralamada olduğu belirlenmiştir (84).

Wagenfuhr, odun teknolojisinde yüzey ile odun yapısı arasında elektron mikroskopla incelenmeler yapmıştır. Taramalı elektron mikroskop kullanılarak yapılan çalışmada odun ve yüzey işlem maddesi arasındaki değişik etkileşimler göstermiştir (85).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deney Materyali

Çalışmada deneme materyali olarak 5 ağaç türü ve 3 vernik çeşidi kullanılmıştır.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan, yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.(Link.)) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) 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 5'er adet, kesit türünün etkisini incelemek amacıyla ise Doğu Kayını ve Doğu Ladini ağaç türlerine ait 2'şer adet olmak üzere toplam 29 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır (86).

Çalışmada yararlanılan örnek ağaçların alındığı yerler ve ağaç türlerine ait genel özellikler TS 4176 (87) esaslarına göre belirlenerek Tablo 5 ve 6'da verilmiştir.

Tablo 5. Örnek ağaçların genel özellikleri

Ağaç Türü	Örnek Ağaçların Alındığı		Örnek Ağaç					Yetiştirme Yeri Özellikleri			Örnek Ağacın Kesim Tarihi
	Bölge	Adı	No	Yaş (yıl)	1.30 m'deki Çap (cm)	Boy (m)	Dalsız gövde boyu (m)	Eğim (%)	Yükseklik (m)	Baki	
Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.)	Gümüşhane	Kürtün-Örümcek	6	100	50	35	12	70	1600	K	22.09.1998
			7	97	48	33	10	70	1580	K	
	Trabzon	Maçka-Meryemana	8	98	42	38	15	70	1380	K	10.09.1998
9			84	38	33	14	70	1370	K		
Anadolu Kestanesi (<i>Cestanea sativa</i> Mill.)	Artvin	Maçka-Esiroğlu	10	92	44	36	13	70	1350	G-B	25.11.1998
			21	40	37	18	7	60	650	K	
			22	45	32	15	5	60	650	K	
			23	90	34	16	6	60	680	K	03.11.1998
			24	95	46	20	8	60	700	K	
Sakalı Kızılbaş (<i>Alnus glutinosa</i> subsp. <i>Barbata</i> (C.A.Mey.) Yalt.)	Trabzon	Maçka-Meryemana	16	50	41	26	8	20	1100	K	10.09.1998
			17	45	37	24	7	20	1105	K	
			18	40	38	25	8	50	1340	G-B	
Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.) Link.)	Gümüşhane	Kürtün-Örümcek	19	52	42	27	8	50	1350	G-B	25.11.1998
			20	41	32	22	7	50	1355	G-B	
			1	86	45	25	6	70	1600	K	
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Gümüşhane	Torul-Sarıçdağ	2	80	40	24	5	70	1610	K	22.09.1998
			3	90	50	26	6	70	1595	K	
			4	64	38	28	7	60	1152	D	10.09.1998
			5	82	41	29	8	60	1150	D	
			11	79	40	24	8	20	1952	K	
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	Gümüşhane	Karanlıkdere-Manşa	12	68	38	26	8.50	60	1950	K	08.10.1998
			13	65	30	29	10	70	1965	K	
			14	70	38	18	6	70	2040	G-B	01.09.1998
			15	75	40	20	7	70	G-B		

Tablo 6. Kesit şeklinin etkisini belirlemek amacıyla alınan örnek ağaçların genel özellikleri

Ağaç Türü	Örnek Ağaçların Alındığı		Örnek Ağaç				Yetiştirme Yeri Özellikleri			
	Bölge	Adı	No	Yaş (yıl)	1.30 m' deki Çap (cm)	Boy (m)	Dalsız gövde boyu (m)	Eğim (%)	Yükseklik (m)	Bakı
Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.)	Gümüşhane	Kürtün-Örümcek	A	105	50	35	12	70	1600	K
			B	98	48	33	10	70	1580	K
Doğu Ladini (<i>Picea orientalis</i> (L.))	Gümüşhane	Kürtün-Örümcek	C	80	45	26	6	70	1600	K
			D	88	40	25		70	1610	K

2.1.2. Vernik Çeşitleri

Araştırmada; mobilya ve doğrama endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan selülozik, poliüretan ve akrilik esaslı olmak üzere üç farklı vernik çeşidi seçilmiştir. Üretici firmadan takım halinde alınan bu verniklere ait önemli bazı ambalaj özellikleri Tablo 7’de verilmiştir (88).

Tablo 7. Vernik çeşitleri ve bazı ambalaj özellikleri (88)

Vernik Çeşitleri	Yoğunluk (g/ cm ³)	Viskozite DIN/CUP4	Toz kuruması (dk)	Dokunma kuruması (dk)	Zımpara kuruması (saat)	Katı madde miktarı (%)
Selülozik dolgu vernik	0.95	300 sn	3-5	10	2-4	30
Selülozik son kat mat vernik	0.95	300 sn	3-5	10	2-4	33
Poliüretan dolgu vernik	0.99	300 sn	10-15	30	3-5	35
Poliüretan son kat mat vernik	0.94	300 sn	15-20	60	16-24	40
Akrilik dolgu verniği	1.00	300 sn	15-20	40-50	3-5	35
Akrilik son kat mat vernik	1.05	300 sn	20-30	60	16-24	40

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 teğet kesitlerde olmak üzere şerit testere makinesinde biçilerek , 3 cm kalınlığında 11 cm genişliğinde toleranslı boyutlarda parçalar elde edilmiştir. Ayrıca; kesit şeklinin etkisini incelemek amacıyla Doğu Kayını ve Doğu Ladini ağaç türleri odunlarından aynı boyutlarda hem teğet hem de radyal kesitli parçalar alınmıştır. Daha sonra, bu parçalar iyi havalandırılan bir yerde uygun şekilde istif edilerek doğal kurumaya bırakılmıştır.

Doğal kuruması gerçekleşen parçalar 20±2 °C sıcaklık ve % 65±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 950x100x20 mm ölçülerine getirilmiştir. Bu parçaların her biri kontakt ve kalibre zımpara makinasında 80 ve 120 no' lu alüminyum oksitli zımpara bantları ile ilk zımparalama, daha sonra titreşimli el zımpara makinasında 150 ve 180 no'lu zımpara bantları kullanılarak ara zımparalama işlemlerine tabi tutulmuştur. Ayrıca; pürüzlülüğün etkisini ortaya koymak için, Doğu Kayını ve Doğu Ladini odunlarından elde edilen radyal ve teğet kesitli parçalar titreşimli el zımpara makinasıyla 180 ve 220 no' lu zımpara bantları kullanılarak zımparalanmıştır. Zımparalama işlemleri tamamlanan parçalar daire testere makinesinde işleme tabi tutularak enine yönde kesilmiş ve her bir parçadan 3'er adet olmak üzere 300x100x20 mm boyutlarında deney parçaları elde edilmiştir.

Deneyleerde kullanılacak verniklerin uygulama koşulları ve karışım miktarları üretici firma önerilerine göre yapılmıştır. Bu amaçla; vernik çeşitlerinin vizkoziteleri (DIN Cup /4 mm/20 °C göre) 20 sn ve karışım miktarları ise Tablo 8'deki gibi seçilmiştir (88).

Tablo 8. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları (88)

Vernik çeşitleri	Vernik (Kısım)	Sertleştirici (Kısım)	İnceltici (Kısım)
Selülozik dolgu verniği	100	-	80
Selülozik son kat mat vernik	100	-	80
Poliüretan dolgu verniği	100	50	20
Poliüretan son kat mat vernik	100	25	80
Akrilik dolgu verniği	100	20	20
Akrilik son kat mat vernik	100	20	20

Parçalara verniklerin 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 ± 5 g/m² olacak şekilde 2 kat dolgu vernikleme ve 1 kat son kat vernikleme olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki dolgu vernikleme uygulaması sonrası örnek parçalar

kurutulmuş ve zımparalama işlemlerinde titreşimli el zımparalama makinesinden yararlanılmıştır. Bu amaçla, I. kat dolgu vernik uygulaması sonrası 220 no' lu, II.kat dolgu vernik uygulaması sonrası ise 400 no' lu alüminyum oksitli kağıt zımpara bantları kullanılmıştır.

Vernik uygulamaları sonrası; selülozik vernikli parçalar 12 saat, poliüretan ve akrilik vernikli parçalar ise 24 saat süre ile 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 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 300 mm boyundaki bu parçalardan standart boyutlarda deney örnekleri elde edilmiştir.

2.3. Deney Yöntemleri

2.3.1. Yoğunluklar

Bu amaçla her ağaç türüne ait 950x100x20 mm boyutlarındaki 30' ar adet parçadan yararlanılmış ve bunların hava kurusu ($r=$ % 12) yoğunlukları TS 2472 (89) esaslarına uygun olarak belirlenmiştir. Parçaların her birinin uç kısmından 30 mm uzunluğunda enine dar parçalar kesilmiş ve bunlardan da 20x20x30 mm boyutlarında 4' er adet örnek alınmıştır. Örneklerin ağırlıkları ve 0.01 gr, boyutları ise ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülerek aşağıdaki eşitlikten yoğunluk değerleri belirlenmiştir.

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

Burada;

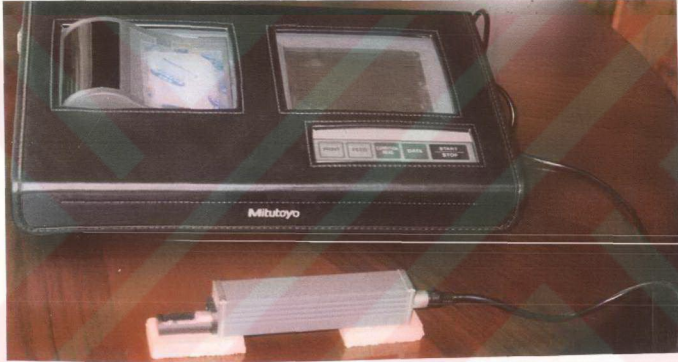
$$\rho = \text{Yoğunluk (g/cm}^3)$$

$$m = \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

$$v = \text{Örnek hacmi (cm}^3)$$

2.3.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Bu amaçla her bir ağaç türüne ait 300x100x20 mm boyutlarındaki parçaların orta kısımlarından alınan 25 mm uzunlukta 30'ar adet örnekten yararlanılmıştır. Ölçümler DIN 4768 (90) esaslarına uygun olarak iğne taramalı pürüzlülük aleti (Mitutoyo SJ 301) ile ve örneklerin enine yönünde yapılmıştır (Şekil 4). Pürüzlülük aletinin iğne uç yarıçapı 0.5 mm, iğne uç açısı 90° , dalga boyu (λ) 2.5 mm ve ölçme hızı 0.5 mm/s olarak seçilmiştir. Pürüzlülük değerleri Rz ve Ry olarak belirlenmiş, istatistik değerlendirmelerde Rz değerlerinden yararlanılmıştır.



Şekil 3. İğne taramalı pürüzlülük ölçme aleti

2.3.3. Kuru Film Kalınlığı

Kuru film kalınlığının belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x10 mm boyutlarındaki 30' ar örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4138 (91) esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla kuru film kalınlığı ölçme aleti (Erichsen P. I. G. 455) kullanılmış ve kuru film kalınlıkları $\pm 5 \mu m$ duyarlılıkta belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 4. Kuru film kalınlığı ölçme aleti

2.3.4. Yapışma Direnci

Yapışma direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x10 mm boyutlarındaki 30' ar örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4541 (92) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Bu amaçla örneklerin tam ortasına 20 mm çapındaki çelik silindirler epoksit tutkallı ile yapıştırılmış, tutkalın tam kuruması için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 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/s hızda deneyler gerçekleştirilmiştir. Kopma anındaki kuvvet değeri $\pm 0,01$ N duyarlılıkta ölçülmüş ve örneklerin yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

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

Burada;

ρ_a : Yapışma direnci (N/mm²)

F: Kopma anındaki kuvvet (N)

A : Uygulama alanı (mm²)



Şekil 5. Yapışma direnci test aleti

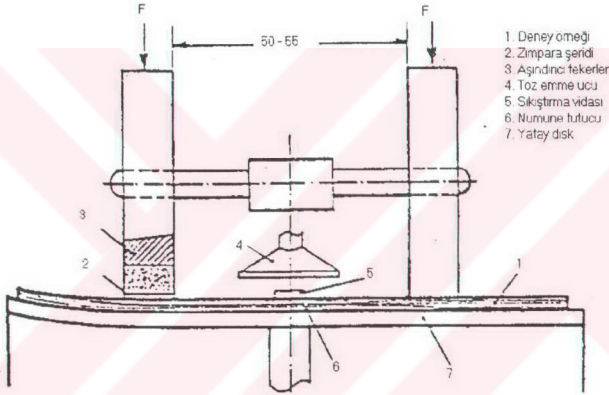
2.3.5. Aşınma Direnci

Aşınma direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x7 mm boyutlarındaki 5' er örnekten yararlanılmış ve deneyler TS 4755 (93) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Deney örneklerinin ortalarına 6 mm çapında matkapla delik açılmış ve yatay durumdaki alet diskinin üzerine vida ile sabitlendirilmiştir. Aşındırma aletinin diskleri üzerine iklimlendirilen ve uygunluk kontrolleri yapılan zımpara şeritleri yapıştırılmıştır. Daha sonra aşındırma aleti çalıştırılarak her 5 devir işleminden sonra örnek yüzeyi kontrol edilmiştir. (Şekil 7). Her bir örneğin yüzeyindeki odun kısmında yıkım başlayıp, yaklaşık % 50' si açığa çıktığında aşındırma işlemine son verilmiş ve aşındırma devir sayısı elde edilmiştir. Daha sonra 5 adet örneğe ait devir sayılarının ortalamaları hesaplanarak bunlara karşılık gelen aşınma direnci sınıfları Tablo 9' dan yararlanılarak belirlenmiştir.

Tablo 9. Aşınma direnci sınıfları

Sınıflar	Aşınmadaki devir sayısı
1.sınıf	651 ve daha fazla
2.sınıf	351-650
3.sınıf	151-350
4.sınıf	51-150
5.sınıf	26-50
6.sınıf	25' e kadar



Şekil 6 . Aşındırma direnci deney aleti

2.3.6. Aşınmada Meydana Gelen Ağırlık Kayıpları

Aşınmada meydana gelen ağırlık kayıplarının belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x7 mm boyutlarındaki 5' er örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM 2486 (94) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Bu amaçla örneklerin aşınma direnci öncesi ve 500 devirlik aşınma sonrası ağırlıkları $\pm 0,01$ g duyarlılıkta belirlenmiş, aşağıdaki eşitlik kullanılarak ağırlık kayıpları (%) hesaplanmıştır.

$$K_a = \frac{m1 - m2}{m1} \times 100$$

Burada;

K_a : Ağırlık kaybı (%)

$m1$: Örneğin aşınmadan önceki ilk ağırlığı (g)

$m2$: Örneğin 500 devirdeki aşınma sonrası ağırlığı (g)

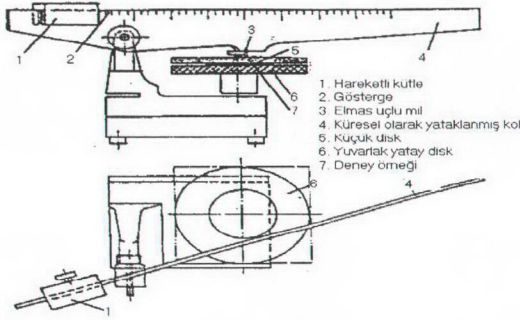
2.3.7. Çizilme Direnci

Çizilme direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x10 mm boyutlarındaki 5' er örnekten yararlanılmış ve deneyler TS 4757 (95) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Örneklerin ortalarına 6.5 mm çapında matkapla delik açılarak çizilme direnci deney aletine yerleştirilmiştir (Şekil 8). Önce 5 N' luk bir kuvvetle örnek bir tur döndürülmüş, kesintisiz bir çizgi oluşmamış ise, kesintisiz bir çizgi oluşturuluncaya kadar 0.5 N' luk kademelerle kuvvet artırılmıştır. 5 N' luk kuvvet uygulanmasında kesintisiz çizgi oluşmuş ise; 2 N' a kadar 0.5 N' luk, 1 N' a kadar 0.25 N' luk ve 1 N' un altında 0.1 N' luk kademelerle kuvvet azaltılarak işlem sürdürülmüştür. Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler oluşmaya başlayınca denemeye son verilmiş ve uygulama kuvvetlerine göre Tablo 10' dan yararlanılarak çizilme direnci sınıfları belirlenmiştir. Deney örnekleri üzerinde iğne ile oluşturulan dairesel çizgilerin arasında en az 1 mm uzaklık olmasına özen gösterilmiştir.

Tablo 10 . Çizilme direnci sınıfları

<u>Yüzey sınıfı</u>	<u>Ortalama kuvvet (N)</u>
1. sınıf	4.0 den büyük
2. sınıf	2.1-4.0
3. sınıf	1.6-2.0
4. sınıf	1.1-1.5
5. sınıf	0.5-1.0
6. sınıf	0.5 ten küçük



Şekil 7. Çizilme direnci deney düzeneği

2.3.8. Parlaklık Testi

Parlaklığın belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x10 mm boyutlarındaki 10' ar örnekten yararlanılmış ve deneyler TS 4318 (96) esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Bu amaçla $60^{\circ} \pm 2^{\circ}$ de ölçüm yapan parlaklık ölçme cihazı (Gloss-metre) kullanılmış ve parlaklık değerleri belirlenmiştir.

Deney aleti; her işlemten önce ve işlem aralıklarında iyi cilanmış, düzgün yüzeyli, kırılma indisi 1.567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam kullanılarak kalibre edilmiştir.

Vernikli yüzeylerde liflere dik ve paralel olmak üzere her örnekte 4 ölçüm yapılarak bunların aritmetik ortalamalarından parlaklık değerleri hesaplanmıştır.

2.3.9. Ultramikroskopik İnceleme

Bu inceleme için verniklenmiş parçalardan daire testerede 15x15 x10 mm boyutlarında ve tüm kesitleri içerecek şekilde örnekler alınmış; bunların yüzey pürüzlülükleri keskin bıçak yardımıyla giderilerek 10x10x8 mm boyutlarına getirilmiştir. Daha sonra örnekler, kurutma dolabında $103 \pm 5^{\circ}\text{C}$ de tam kuru hale gelene kadar bekletilmiştir.

Tam kuru haldeki örnekler ultramikroskopik işlem öncesi tekrar vakumlu kurumaya tabi tutulmuş, incelenecek olan kesitleri 1.5 mA akımda ve 45 saniye sürede altın kaplama ile kaplanmıştır. İşlemleri tamamlanan örnekler elektron mikroskobuna (Jeol-JSM 6400) yerleştirilerek verniklerin odun yüzeylerine bağlanan kısımlarında (radyal, teğet ve enine kesitler) incelemeler yapılmıştır. Böylece ağaç malzeme ile vernik etkileşimi ortaya konulmaya çalışılmıştır. En uygun görüntüler belirlenerek fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 8. Taramalı elektron mikroskop aleti

2.4. İstatistik Yöntemler

Özellikler ait aritmetik ortalama (X), standart sapma (S) ve varyasyon katsayısı yüzdesi (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 ($r = \% 12$) ortalama yoğunluk değerleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11 . Yoğunluk değerleri (g/cm^3)

Ağaç türleri	n	X	S	V
Doğu Ladini	30	0,420	0,037	0,0014
Sarıçam	30	0,475	0,035	0,0012
Doğu Kayını	30	0,683	0,032	0,0010
Sakallı Kızılağaç	30	0,516	0,019	0,0003
Anadolu Kestanesi	30	0,530	0,047	0,0022

X= Aritmetik ortalama, S= Standart sapma, V= Varyans (%)

Buna göre; Doğu Kayını’nda yüksek; Doğu Ladini’nde düşük; Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç ve ; Sarıçam’da ise orta yoğunluk değerleri elde edilmiştir.

Kesit şeklinin etkisini belirlemek amacıyla yararlanılan Doğu Kayını ve Doğu Ladini odun örneklerinin yoğunluk değerleri Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12 . Yoğunluk değerleri (g/cm^3)

Ağaç türleri	n	X	S	V
Doğu Kayını	30	0,691	0,042	0,0017
Doğu Ladini	30	0,415	0,051	0,0026

Buna göre; Doğu Kayını’nda yüksek, Doğu Ladini’nde ise düşük yoğunluk değerleri elde edilmiştir.

3.2. Kuru Film Kalınlıkları

3.2.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama kuru film kalınlıkları belirlenerek Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13 . Kuru film kalınlıkları (μm)

Ağaç türleri	Selülozik vernik			Poliüretan vernik			Akrilik vernik		
	X	S	V	X	S	V	X	S	V
Doğu Ladini	87,00	6,51	42.38	116,33	8,08	65.28	114.66	6,81	46.37
Sarıçam	87,66	7,27	52.85	116,33	5,56	30.91	110,00	9,09	82.62
Doğu Kayını	85,00	6,29	39.56	116,33	5,56	30.91	114,66	7,30	53.29
Sakallı Kızılağaç	88,00	8,86	78.49	115,33	10,08	101.60	110,00	10,82	117.0
Anadolu Kestanesi	89,33	8,27	68.39	114,33	10,40	108.16	110,00	8,30	68.89

Burada vernik çeşitlerine göre; en yüksek kuru film kalınlığı poliüretan vernikte çıkmış, onu çok az düşük değerde akrilik vernik izlemiş, selülozik vernik ise en düşük değer göstermiştir.

Ağaç türlerine göre ise, vernik çeşitlerine ait film kalınlıkları yaklaşık eşit çıkmıştır.

3.2.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi ile Kuru Film Kalınlığı İlişkisi

Ağaç türü ve vernik çeşidinin kuru film kalınlıkları üzerine etkisini araştırmak üzere yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 14' de verilmiştir.

Tablo 14. Ağaç türü ve vernik çeşidinin kuru film kalınlıkları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Ağaç türünün etkisi A	155,55	4	38,88	0,574	B.D
Vernik çeşidinin etkisi B	70817,33	2	35408,66	523,014	***
Etkileşim AxB	1027,11	8	128,38	1,896	B.D
Hata	29450	435			
Toplam	101450,0	449			

*% 5 yanılma olasılığı ile anlamlı, ***% 1 yanılma olasılığı ile anlamlı, ***% 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, B.D Belirgin değil

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü ve vernik çeşidinin kuru film kalınlıkları üzerinde % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı; vernik çeşidinin ise % 0.1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türleri ve vernik çeşitleri ile kuru film kalınlıkları arasında homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15' de verilmiştir.

Tablo 15. Kuru film kalınlıkları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05)

Varyans kaynakları		n	Kuru film kalınlıkları (µm)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Anadolu Kestanesi	90	104,44	A
	Sakallı Kızılağaç	90	104,55	A
	Sarıçam	90	104,66	A
	Doğu Kayını	90	105,33	A
	Doğu Ladini	90	106,00	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	150	87,40	A
	Akrilik vernik	150	111,86	B
	Poliüretan vernik	150	115,73	C

Buna göre kuru film kalınlıklarında; ağaç türleri arasında % 5 yanılma olasılığı ile bir farklılık olmamakla birlikte, vernik çeşitleri arasında % 0.1 yanılma olasılığı ile farklılık olduğu; vernik çeşitlerine göre homojenlik gruplarının 3 farklı grupta toplandığı görülmektedir.

3.2.3. Kesit Şekline Göre Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türlerinin kesit şekline göre belirlenen vernik kuru film kalınlıkları Tablo 16’ da verilmiştir.

Tablo 16. Kesit şekline göre verniklerin kuru film kalınlıkları (μm)

Ağaç türleri	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Radyal kesit			Teğet kesit			Radyal kesit			Teğet kesit		
	X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V
Doğu Ladini	86,66	7,11	50,5	88,0	8,46	71,5	118,0	6,10	37,2	118,3	5,30	28,0
Doğu Kayını	88,66	8,60	73,9	87,3	9,44	89,1	119,6	8,50	72,2	119,0	9,94	98,8

Buna göre; Doğu Ladini ve Doğu Kayını odunlarının radyal ve teğet kesitlerdeki kuru film kalınlıkları yaklaşık eşit çıkmıştır.

3.2.4. Kesit Şekli Kuru Film Kalınlığı İlişkisi

Kesit şeklinin kuru film kalınlığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 17. Kesit şeklinin kuru film kalınlığına etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F_{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	2482700,42	1	2482700,42	8980,55	B.D
Gruplar içi	3,750	1	3,750	0,014	
Hata	65795,83	238			
Toplam	2548500,00	240			

Burada, kesit şeklinin kuru film kalınlığı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz bulunmuştur.

3.3. Yüzey Pürüzlülüğü

3.3.1. Ağaç Türlerine Göre Pürüzlülük Değerleri

Ağaç türlerine göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri belirlenerek Tablo 18' de verilmiştir.

Tablo 18. Ağaç türlerinin yüzey pürüzlülükleri (μm)

Ağaç türleri	Rz			Ry		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	36,65	8,72	76,17	49,40	11,43	130,65
Sarıçam	32,48	9,29	86,33	39,27	12,31	151,57
Doğu Kayını	34,00	10,67	113,85	45,61	13,55	183,78
Sakallı Kızılağaç	34,78	8,52	72,74	45,38	14,71	216,63
Anadolu Kestanesi	37,45	11,16	124,61	58,57	19,99	399,67

Buna göre; en yüksek pürüzlülük değeri Anadolu Kestanesi'nde, bunu sırasıyla Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç ve Doğu Kayını izlemiş, en düşük ise Sarıçam'da elde edilmiştir.

3.3.2. Ağaç Türü Pürüzlülük İlişkisi

Ağaç türünün pürüzlülük (Rz değerleri) üzerine etkisini incelemek amacıyla varyans analiz yapılmış ve sonuçlar Tablo 19' da belirtilmiştir.

Tablo 19. Ağaç türünün pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	183778	1	183778	2135,83	B.D.
Gruplar içi	538,002	4	134,5	1,563	
Hata	196792,5	145			
Toplam	13014,5	150			

Buna göre, ağaç türünün pürüzlülüğe etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz bulunmuştur.

3.3.3. Kesit Şekline Göre Pürüzlülük Değerleri

Kesit şekline göre ortalama yüzey pürüzlülük değerleri belirlenerek Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Kesit şekline bağlı olarak pürüzlülük değerleri (μm)

	Radyal kesit						Teğet kesit					
	Rz			Ry			Rz			Ry		
Ağaç türü	X	S	V	X	S	V	X	S	V	X	S	V
Doğu Ladini	21,70	4,0	16,1	26,5	5,60	31,96	21,32	3,3	10,9	26,64	4,73	22,43
Doğu Kayını	22,18	5,7	33,12	28,8	8,08	65,41	21,74	3,4	11,9	27,76	5,96	35,54

Buna göre; pürüzlülük değerleri Doğu Kayını’nda Doğu Ladini’nden düşük, teğet ve radyal kesitlerde ise yaklaşık eşit çıkmıştır.

3.3.4. Kesit Şekli Pürüzlülük İlişkisi

Ağaç türü ve kesit şeklinin pürüzlülüğe etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21’ de gösterilmiştir.

Tablo 21. Ağaç türü ve kesit şeklinin pürüzlülüğe etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F hesap	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	0,310	1	0,310	0,017	B.D.
Ağaç türünün etkisi B	17,282	1	17,28	0,966	B.D.
Etkileşim AB	0,0024	1	0,0024	0,000	B.D.
Hata	2074,70	116			
Toplam	58858,93	120			

Buna göre; ağaç türü ve kesit şekli ile bunların karşılıklı etkileşimlerinin pürüzlülük üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz bulunmuştur.

3.4. Yapışma Dirençleri

3.4.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Yapışma Dirençleri

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri belirlenerek Tablo 22' de verilmiştir.

Tablo 22. Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç türü	Selülozik vernik			Poliüretan vernik			Akrilik vernik		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,67	0,21	0,047	2,40	0,16	0,028	2,86	0,19	0,038
Sarıçam	1,74	0,20	0,015	2,16	0,20	0,040	2,72	0,21	0,118
Doğu Kayını	1,86	0,12	0,04	2,52	0,12	0,016	3,06	0,23	0,046
Sakallı Kızılağaç	1,65	0,26	0,072	2,41	0,18	0,033	2,89	0,26	0,071
Anadolu Kestanesi	1,42	0,19	0,039	2,20	0,20	0,038	2,71	0,20	0,043

Burada vernik çeşitlerine göre yapılan değerlendirmede; yapışma direnci değerleri en yüksek akrilik vernikte çıkmış, bunu sırasıyla ve daha düşük değerlerde poliüretan vernik izlemiş, selülozik vernik ise en düşük değer göstermiştir.

Ağaç türlerine göre yapılan değerlendirmede ise; selülozik vernikte en yüksek yapışma direncini Doğu Kayını göstermiş, bunu daha düşük ve azalan değerlerde Sarıçam, Doğu Ladini ve Sakallı Kızılağaç izlemiş, en düşük değer ise Anadolu Kestanesi'nde çıkmıştır.

Poliüretan verniğe göre; aynı şekilde en yüksek yapışma direncini Doğu Kayını göstermiş, bunu daha düşük ve yaklaşık aynı değerlerle Sakallı Kızılağaç, Doğu Ladini ve daha düşük miktarlarda Anadolu Kestanesi izlemiş, en düşük değer ise Sarıçam'da çıkmıştır.

Akrilik vernikte ise; en yüksek yapışma direncini Doğu Kayını göstermiş, bunu daha düşük ve yaklaşık aynı değerlerle Sakallı Kızılağaç, Doğu Ladini ve Sarıçam izlemiş, en düşük değer ise Anadolu Kestanesi'nde çıkmıştır.

3.4.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi Yapışma Direnci İlişkisi

Ağaç türlerini ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 23' de gösterilmiştir.

Tablo 23. Ağaç türleri ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F hesap	Önem derecesi
Ağaç türünün etkisi A	6,917	4	1,729	40,522	***
Vernik çeşidinin etkisi B	105,27	2	52,639	1233,543	***
Etkileşim AxB	1,492	8	0,186	4,370	***
Hata	18,563	435	0.042		
Toplam	2489,4	450			

Varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün, vernik çeşidinin ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin yapışma direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Ağaç türleri ve vernik çeşitleri ile yapışma dirençleri değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05)

Varyans kaynakları		n	Yapışma direnci (N/mm ²)	Homojenlik grupları
Ağaç türünün etkisi	Anadolu Kestanesi	90	2,11	A
	Sarıçam	90	2,21	B
	Doğu Ladini	90	2,31	C
	Sakallı Kızılağaç	90	2,32	C
	Doğu Kayını	90	2,48	D
Vernik çeşidinin etkisi	Selülozik vernik	150	1,67	A
	Poliüretan vernik	150	2,34	B
	Akrilik vernik	150	2,85	C

Burada türlere göre; Sakallı Kızılağaç ve Doğu Ladini türleri arasında % 0.1 yanılma olasılığı ile bir fark olmamakla birlikte, Doğu Kayını, Sakallı Kızılağaç-Doğu Ladini, Sarıçam ve Anadolu Kestanesi arasında aynı yanılma olasılığı ile farklılık bulunmaktadır.

Ağaç türleri arasında yapışma direnci değerlerinin 4 farklı homojen grupta toplandığı görülmektedir.

Vernik çeşitlerinde ise; aynı şekilde % 0.1 yanılma olasılığı ile farklılık olduğu ve bunların da 3 farklı homojenlik grubunda toplandığı görülmektedir. .

3.4.3. Kesit Şekline Göre Yapışma Direnci

Kesit şekline göre ortalama yapışma direnci değerleri belirlenerek Tablo 25' de verilmiştir.

Tablo 25. Kesit şekline göre yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Ağaç türü	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Radyal kesit			Teğet kesit			Radyal kesit			Teğet kesit		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,84	0,33	0,11	2,07	0,34	0,12	2,53	0,23	0,05	2,7	0,33	0,11
Doğu Kayını	2,28	0,34	0,11	2,10	0,30	0,09	3,07	0,26	0,07	2,86	0,33	0,11

Buna göre; her iki vernik çeşidinde de Doğu Ladini' nde teğet kesitler, Doğu Kayını'nda ise radyal kesitler yüksek yapışma direnci değerleri göstermiştir.

Ayrıca; vernik çeşidine göre yapışma direnci değerleri; poliüretan vernikte selülozik vernikten, Doğu Kayını'nda ise Doğu Ladini'nden daha yüksek çıkmıştır.

3.4.4. Kesit Şekli Yapışma Direnci İlişkisi

Doğu Ladini odununda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 26' da verilmiştir.

Tablo 26. Doğu Ladini kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	641,349	1	641,349	2856,00	**
Gruplar içi	1,661	1	1,661	7,399	
Hata	26,498	118			
Toplam	669,509	120			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; Doğu Ladini odununda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Buna göre; Doğu Ladini kesit şekli ile yapışma direnci değerleri dağılımı homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 27' de gösterilmiştir.

Tablo 27. Doğu Ladini odununda yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Yapışma direnci (N/mm ²)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	60	2,194	A
	Teğet kesit	60	2,429	B

Buna göre; radyal ve teğet kesitlerin birbirinden % 0.1 önem düzeyinde farklı olduğu belirlenmiştir.

Doğu Kayını odununda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28' de verilmiştir.

Tablo 28. Doğu Kayını odununda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	799,95	1	799,55	3166,56	*
Gruplar içi	1,190	1	1,190	4,711	
Hata	29,810	118			
Toplam	830,955	120			

Buna göre; Doğu Kayını'nda kesit şeklinin yapışma direnci üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Buna göre; Doğu Kayını kesit şekli ile yapışma direnci değerleri dağılımı homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 29' da gösterilmiştir.

Tablo 29. Doğu Kayını odununda yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Yapışma direnci direnci (N/mm ²)	Homojenlik grupları
Kesit Şekli	Radyal Kesit	60	2,682	A
	Teğet Kesit	60	2,482	B

Buna göre göre; radyal ve teğet kesitlerin birbirinden % 0.1 önem düzeyinde farklı olduğu belirlenmiştir.

3.4.5. Pürüzlülüğe göre Yapışma Direnci Değerleri

Pürüzlülüğe göre ortalama yapışma direnci değerleri belirlenerek Tablo 30' da verilmiştir.

Tablo 30. Pürüzlülük değerlerine göre yapışma direnci değerleri (N/mm²)

	Selülozik Vernik						Poliüretan Vernik					
	Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m			Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m		
Ağaç Türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,67	0,21	0,047	2,07	0,34	0,12	2,40	0,16	0,028	2,78	0,33	0,11
Doğu Kayını	1,86	0,12	0,043	2,10	0,30	0,09	2,52	0,12	0,016	2,86	0,33	0,11

Burada; vernik çeşitleri ve ağaç türlerine göre en yüksek yapışma direnci yüzey pürüzlülüğü düşük (Rz= 21.53 μ m) örneklerde, en düşük ise yüzey pürüzlülüğü yüksek (Rz= 33.32 μ m) örneklerde olduğu belirlenmiştir.

3.4.6. Pürüzlülük Yapışma Direnci İlişkisi

Yüzey pürüzlülüğünün yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Yüzey pürüzlülüğünün yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	1253,871	1	1253,871	6289,297	***
Gruplar içi	6,953	1	6,953	34,876	
Hata	47,449	238			
Toplam	1308,273	240			

Buna göre, yüzey pürüzlülüğünün yapışma direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yüzey pürüzlülüğü yapışma direnci değerleri dağılımı homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 32' de gösterilmiştir.

Tablo 32. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları	n	Yapışma direnci (N/mm ²)	Homojenlik grupları
Pürüzlülük A (R _Z = 33.32 μ m)	120	2,11	A
Pürüzlülük B (R _Z = 21.53 μ m)	120	2,45	B

Buna göre; pürüzlülük değerlerine bağlı olarak yapışma dirençleri % 0,1 yanılma olasılığı ile farklı çıkmıştır.

3.5. Aşınma Direnci

3.5.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Aşınma Direnci

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama aşınma dirençleri belirlenerek Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. Vernik katmanlarının ağaç türlerine göre aşınma direnci değerleri (devir)

Ağaç türü	Selülozik vernik			Poliüretan vernik			Akrilik vernik		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	63	2,736	7,5	130	5,000	25,0	246	4,183	17,5
Sarıçam	70	3,535	12,5	127	2,738	7,5	231	6,519	42,5
Doğu Kayını	79	6,519	42,5	168	6,708	45,0	270	5,000	25,0
Sakallı Kızılağaç	68	5,700	32,5	139	9,617	92,5	244	6,519	42,5
Anadolu Kestanesi	55	4,180	17,5	104	6,519	42,5	205	5,000	25,0

Buna göre; akrilik vernikte en yüksek, poliüretan vernikte düşük ve selülozik vernikte ise en düşük aşınma direnci değerleri elde edilmiştir.

Selülozik vernikte; en yüksek yapışma direnci değeri Doğu Kayını'nda çıkmış, bunu sırasıyla Sarıçam, Sakallı Kızılağaç ve Doğu Ladini izlemiş, en düşük ise Anadolu Kestanesi'nde çıkmıştır.

Poliüretan vernikte; en yüksek aşınma direnci Doğu Kayını'nda çıkmış, bunu sırasıyla, Sakallı Kızılağaç, Doğu Ladini ve Sarıçam izlemiş, en düşük ise Anadolu Kestanesi göstermiştir.

Akrilik vernikte; en yüksek aşınma direnci Doğu Kayını odununda çıkmış, bunu sırasıyla Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç ve Sarıçam izlemiş, en düşük ise Anadolu Kestanesi'nde çıkmıştır.

3.5.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi Aşınma Direnci İlişkisi

Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34'te verilmiştir

Tablo 34. Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Ağaç türünün etkisi A	21318	4	5329,5	176,66	***
Vernik çeşidinin etkisi B	389280	2	194640	6452,1	***
Etkileşim AB	2716	8	339,500	11,254	***
Hata	1810	60			
Toplam	202992	75			
	5				

Tablo sonuçlarına göre, ağaç türü, vernik çeşidi ile ağaç türü ve vernik çeşidinin karşılıklı etkileşimlerinin vernik katmanlarının aşınma direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Ağaç türleri ve vernik çeşitleri ile aşınma dirençleri değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05)

Varyans kaynakları		n	Aşınma Direnci(devir)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Anadolu Kestanesi	15	119,33	A
	Sarıçam	15	145,33	B
	Doğu Ladini	15	146,33	BC
	Sakallı Kızılağaç	15	150,33	C
	Doğu Kayını	15	172,33	D
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	25	65,80	A
	Poliüretan vernik	25	133,60	B
	Akrilik vernik	25	240,80	C

Burada türlere göre; Sarıçam ve Doğu Ladini, Doğu Ladini ve Sakallı Kızılağaç türleri arasında % 0.1 yanılma olasılığı ile bir fark olmamakla birlikte, Doğu Kayını, Sarıçam-Doğu Ladini, Doğu Ladini-Sakallı Kızılağaç ve Anadolu Kestanesi arasında aynı yanılma olasılığı ile farklılık bulunmaktadır. Ağaç türleri arasında aşınma direnci değerlerinin 4 farklı homojen grupta toplandığı görülmektedir.

Vernik çeşitlerinde ise; aynı şekilde % 0.1 yanılma olasılığı ile farklılık olduğu ve bunların da 3 farklı homojenlik grubunda toplandığı görülmektedir. .

3.5.3. Kesit Şekline Göre Aşınma Direnci

Kesit şekline göre ortalama aşınma dirençleri belirlenerek Tablo 36’ da verilmiştir.

Tablo 36. Kesit şekline bağlı olarak ortalama aşınma direnç değerleri (devir)

	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Radyal kesit			Teğet kesit			Radyal kesit			Teğet kesit		
Ağaç türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	61	3,751	14	76	3,741	14	130	5	25	154	4,183	17,5
Doğu Kayını	91	3,741	14	88	2,449	6	180	5	25	183	2,73	7,5

Buna göre; Doğu Ladini teğet kesitin aşınma direnci radyal kesitten yüksek, Doğu Kayını' da ise her iki kesitin aşınma dirençleri yaklaşık eşit çıkmıştır. Ayrıca; poliüretan vernik selülozik vernikten, Doğu Kayını ise Doğu Ladini' nden yüksek aşınma direnci değerleri göstermiştir.

3.5.4. Kesit Şekli Aşınma Direnci İlişkisi

Doğu Ladini odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Doğu Ladini odununda kesit şekli ve vernik türünün aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	1901,25	1	1901,25	98,129	***
Vernik çeşidinin etkisi B	27011,25	1	27011,25	1394,12	***
Etkileşim AB	101,250	1	101,250	5,226	*
Hata	310	16			
Toplam	250875	20			

Tablo sonuçlarına göre, Doğu Ladini' nde kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınma direnci üzerine etkisi % 0.1; kesit şekli ve vernik çeşidinin karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Kesit şekli ve vernik çeşidi ile aşınma direnci değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Doğu Ladini aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Aşınma direnci (devir)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	10	95,50	A
	Teğet kesit	10	115	B
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	10	68,50	A
	Poliüretan vernik	10	142	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesitlerin, vernik çeşidine göre ise selülozik ve poliüretan verniklerin aşınma dirençlerinin % 0.1 yanılma olasılığı ile farklı oldukları belirlenmiştir.

Doğu Kayını odununda kesit türü ve vernik çeşidinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39'da gösterilmiştir.

Tablo 39. Doğu Kayını odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Vernik çeşidinin etkisi B	42320	1	42320	2944	***
Etkileşim AB	45	1	45	3,130	B.D
Hata	230	16			
Toplam	409800	20			

Tablo sonuçlarına göre; Doğu Kayını odununda kesit şekli, kesit şekli ve vernik çeşidinin karşılıklı etkileşimlerinin aşınma direnci üzerine % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı, vernik çeşidinin ise % 0.1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekli ve vernik çeşidi ile aşınma dirençlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için varyans analiz yapılmış ve sonuçlar Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Doğu Kayını odununda aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Aşınma direnci (devir)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	10	132,95	A
	Teğet kesit	10	132,95	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	10	86,95	A
	Poliüretan vernik	10	178,95	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesit aşınma dirençlerinin % 5 yanılma olasılığı ile birbirinden farksız, vernik çeşitlerine göre selülozik ve poliüretan verniğin ise % 0,1 yanılma olasılığı ile birbirinden farklı oldukları belirlenmiştir.

3.5.5. Pürüzlülüğe göre Aşınma Direnci

Pürüzlülük değerlerine göre ortalama aşınma dirençleri belirlenerek Tablo 41' de verilmiştir

Tablo 41. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre aşınma direnci değerleri (devir)

	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m			Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m		
Ağaç türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	63	2,73	7,5	76	3,74	14	130	5,00	25	154	4,18	17,5
Doğu Kayını	79	6,51	42,5	88	2,44	6	168	6,70	45	183	2,73	7,5

Burada; vernik çeşitleri ve ağaç türlerine göre en yüksek aşınma direnci yüzey pürüzlülüğü düşük ($R_z = 21.53 \mu m$) örneklerde, en düşük ise yüzey pürüzlülüğü yüksek ($R_z = 33.32 \mu m$) örneklerde olduğu belirlenmiştir.

3.5.6. Pürüzlülük Aşınma Direnci İlişkisi

Ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. Pürüzlülüğün aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	553425,6	1	553425,6	279,56	*
Gruplar içi	2325,62	1	2325,62	1,175	
Hata	75223,75	38			
Toplam	630975	40			

Buna göre, yüzey pürüzlülüğünün aşınma direnci üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yüzey pürüzlülüğü ile aşınma dirençlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 43' de verilmiştir.

Tablo 43. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları	n	Aşınma direnci (Devir)	Homojenlik grupları
Pürüzlülük A ($R_z= 33.32 \mu m$)	40	110	A
Pürüzlülük B ($R_z= 21.53 \mu m$)	40	125,25	B

Buna göre pürüzlülük değerlerine bağlı olarak aşınma dirençleri % 5 yanlışma olasılığı farklı çıkmıştır.

3.6. Aşınmada Ağırlık Kayıpları

3.6.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama aşınmada ağırlık kayıpları belirlenerek Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 44. Vernik katmanlarının ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri (%)

Ağaç türü	Selülozik vernik			Poliüretan vernik			Akrilik vernik		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,865	0,02	0,0004	1,706	0,02	0,0004	1,511	0,03	0,0009
Sarıçam	1,732	0,03	0,0009	1,685	0,03	0,0009	1,526	0,01	0,0001
Doğu Kayını	1,183	0,01	0,0001	1,071	0,01	0,0001	1,003	0,02	0,0004
Sakallı Kızılağaç	1,652	0,02	0,0004	1,595	0,02	0,0004	1,384	0,03	0,0009
Anadolu Kestanesi	1,605	0,03	0,0009	1,500	0,03	0,0009	1,448	0,02	0,0004

Burada; vernik çeşitlerine göre, en yüksek ağırlık kayıpları selülozik vernikte çıkmış, bunu sırasıyla poliüretan ve akrilik vernik izlemiştir.

Ağaç türlerine göre; selülozik vernikte, en yüksek ağırlık kaybı Doğu Ladini'nde çıkmış, bunu sırasıyla, Sarıçam, Sakallı Kızılağaç ve Anadolu Kestanesi izlemiş, en düşük ise Doğu Kayını'nda çıkmıştır.

Poliüretan vernikte; en yüksek ağırlık kaybı Doğu Ladini'nde çıkmış, bunu sırasıyla, Sarıçam, Sakallı Kızılağaç ve Anadolu Kestanesi izlemiş, en düşük ise Doğu Kayını'nda belirlenmiştir.

Akrilik vernikte; en yüksek ağırlık kaybı Sarıçam' da çıkmış, bunu sırasıyla Doğu Ladini, Anadolu Kestanesi ve Sakallı Kızılağaç izlemiş, en düşük ise Doğu Kayını' nda çıkmıştır.

3.6.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi

Ağaç türü ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini araştırmak için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 45'de gösterilmiştir.

Tablo 45. Ağaç türü ve vernik çeşidinin aşınma direncinde ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Ağaç türünün etkisi A	3,482	4	0,871	8223,868	***
Vernik çeşidinin etkisi B	0,730	2	0,365	3450,362	***
Etkileşim AB	0,107	8	0,02	126,862	***
Hata	0,006	60			
Toplam	172,097	75			

Tablo sonuçlarına göre; ağaç türü, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Ağaç türü ve vernik çeşidi ile aşınmada ağırlık kayıplarının oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05)

Varyans kaynakları		n	Ağırlık kayıpları (%)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Doğu Kayını	15	1,0861	A
	Anadolu Kestanesi	15	1,5181	B
	Sakallı Kızılağaç	15	1,5318	C
	Sarıçam	15	1,6481	D
	Doğu Ladini	15	1,6941	E
Vernik çeşidi	Akrilik vernik	25	1,3676	A
	Poliüretan Vernik	25	1,5116	B
	Selülozik Vernik	25	1,6070	C

Burada; ağaç türlerine göre, Doğu Kayını, Sakallı Kızılağaç, Anadolu Kestanesi, Sarıçam ve Doğu Ladini ağırlık kayıpları arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmaktadır. Ağaç türleri arasında ağırlık kayıplarının 5 farklı homojen grupta toplandığı görülmektedir.

Vernik çeşitlerinde ise; aynı şekilde ağırlık kayıplarının % 0.1 yanılma olasılığı ile farklı olduğu ve bunların da 3 farklı homojenlik grubunda toplandığı görülmektedir

3.6.3. Kesit Şekline Göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Kesit şekline göre ortalama aşınmada ağırlık kayıpları belirlenerek Tablo 47' de verilmiştir.

Tablo 47. Kesit şekline göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri

Ağaç türü	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Radyal kesit			Teğet kesit			Radyal kesit			Teğet kesit		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,562	0,02	0,0004	1,373	0,02	0,0004	1,463	0,03	0,0009	1,262	0,02	0,0004
Doğu Kayını	0,894	0,03	0,0009	0,891	0,03	0,0009	0,824	0,01	0,0001	0,818	0,03	0,0009

Buna göre, ağırlık kayıpları Doğu Ladini' nde radyal kesitte teğet kesitten yüksek, Doğu Kayını teğet ve radyal kesitlerinde yaklaşık eşit çıkmıştır. Ayrıca, selülozik verniğin poliüretan vernikten, Doğu Ladini ise Doğu Kayını' ndan yüksek ağırlık kaybı değerleri göstermiştir.

3.6.4. Kesit Şekli – Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi

Doğu Ladini odununda kesit türü ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 48' de gösterilmiştir.

Tablo 48. Doğu Ladini odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	0,189	1	0,189	17995,88	***
Vernik çeşidinin etkisi B	0,055	1	0,055	5270,019	***
Etkileşim AB	0,0001	1	0,0001	18,305	***
Hata	0,0001	16			
Toplam	40,306	20			

Tablo sonuçlarına göre Doğu Ladini odununda kesit şekli, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Kesit şekli ve vernik çeşidi ile aşınmada ağırlık kayıplarının oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Doğu Ladini odununda aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Ağırlık kayıpları(%)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	10	1,513	A
	Teğet kesit	10	1,318	B
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	10	1,468	A
	Poliüretan vernik	10	1,363	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesitlerin, vernik çeşidine göre ise selülozik ve poliüretan verniklerin aşınmada ağırlık kayıplarının % 0.1 yanılma olasılığı ile farklı oldukları belirlenmiştir.

Doğu Kayını odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 50’de gösterilmiştir.

Tablo 50. Doğu Kayını odununda kesit şekli ve vernik çeşidinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	0,0002	1	0,0002	1,560	B.D
Vernik çeşidinin etkisi B	0,024	1	0,024	1416,664	***
Etkileşim AB	0,00045	1	0,0002	0,145	B.D
Hata	0,0002	16			
Toplam	14,742	20			

Tablo sonuçlarına göre; Doğu Kayını odununda kesit şeklinin, kesit şekli ve vernik çeşidinin karşılıklı etkileşimlerinin aşınma direncindeki ağırlık kayıpları üzerine % 5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı, vernik çeşidinin ise % 0.1yanılma olasılığı ile etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekli ve vernik çeşidi ile aşınmada ağırlık kayıplarının oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 51' de verilmiştir.

Tablo 51. Doğu Kayını odununda aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Ağırlık kaybı (%)	Homojenlik grupları
Kesit türü	Radyal kesit	10	0,859	A
	Teğet kesit	10	0,857	A
Vernik türü	Selülozik vernik	10	0,893	A
	Poliüretan vernik	10	0,823	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesitlerin % 5 yanılma olasılığı ile birbirinden farksız, vernik çeşidine göre ise selülozik ve poliüretan verniklerin aşınmada ağırlık kayıplarının % 0.1 yanılma olasılığı ile farklı oldukları belirlenmiştir.

3.6.5. Pürüzlülüğe göre Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Pürüzlülük değerlerine göre ortalama aşınmada ağırlık kayıpları belirlenerek Tablo 52' de verilmiştir

Tablo 52. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre aşınmada ağırlık kayıpları değerleri (%)

	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m			Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m		
Ağaç türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	1,865	0,02	0,0004	1,373	0,02	0,0004	1,706	0,02	0,0004	1,262	0,02	0,0004
Doğu Kayını	1,183	0,01	0,0001	0,891	0,03	0,0009	1,071	0,01	0,0001	0,818	0,03	0,0009

Buna göre; hem vernik çeşitlerine ve ağaç türlerine göre en düşük ağırlık kaybı yüzey pürüzlülüğü düşük (Rz= 21.53 μ m) örneklerde, en yüksek ise yüzey pürüzlülüğü yüksek (Rz= 33.32 μ m) örneklerde belirlenmiştir.

3.6.6. Pürüzlülük - Aşınmada Ağırlık Kayıpları İlişkisi

Yüzey pürüzlülüğünün aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 53' de verilmiştir.

Tablo 53. Yüzey pürüzlülüğünün aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	64,722	1	64,722	730,579	***
Gruplar içi	1,363	1	1,363	15,391	
Hata	3,366	38			
Toplam	69,452	40			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğünün aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Yüzey pürüzlülüğü ile aşınmada ağırlık kayıplarının oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 54' te verilmiştir.

Tablo 54. Ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları	n	Ağırlık kayıpları (%)	Homojenlik grupları
Pürüzlülük A ($R_z= 33.32 \mu m$)	40	1,456	A
Pürüzlülük B ($R_z= 21.53 \mu m$)	40	1,087	B

Buna göre pürüzlülüğe bağlı olarak ağırlık kayıpları arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile farklılık olduğu belirlenmiştir.

3.7. Çizilme Direnci

3.7.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Çizilme Direnç Değerleri

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama çizilme dirençleri belirlenerek Tablo 55'de verilmiştir.

Tablo 55. Vernik katmanlarının ağaç türlerine göre çizilme direnci ortalama değerleri (N)

Ağaç türü	Selülozik vernik			Poliüretan vernik			Akrilik vernik		
	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	0,284	0,0645	0,0047	0,7	0,0687	0,0047	1,02	0,076	0,0058
Sarıçam	0,285	0,0646	0,0047	0,7	0,0687	0,0047	1,02	0,076	0,0058
Doğu Kayını	0,284	0,0645	0,0047	0,7	0,0687	0,0047	1,02	0,076	0,0058
Sakallı Kızılağaç	0,284	0,0645	0,0047	0,7	0,0687	0,0047	1,02	0,076	0,0058
Anadolu Kestanesi	0,285	0,0645	0,0047	0,7	0,0687	0,0047	1,02	0,076	0,0058

Buna göre; vernik çeşitlerine göre, en yüksek çizilme direnci akrilik vernikte çıkmış, bunu sırasıyla poliüretan ve selülozik vernik izlemiştir. Ağaç türlerine göre, tüm vernik gruplarında yaklaşık eşit çizilme direncine sahip oldukları belirlenmiştir.

3.7.2. Ağaç Türü ve Vernik Çeşidi – Çizilme Direnci İlişkisi

Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının çizilme direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 56' da verilmiştir.

Tablo 56. Ağaç türü ve vernik çeşidinin vernik katmanlarının çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Ağaç türünün etkisi A	0,0018	4	0,00046	0,080	B.D.
Vernik çeşidinin etkisi B	6,810	2	3,405	587,034	***
Etkileşim AB	0,0037	8	0,00046	0,080	B.D.
Hata	0,348	60			
Toplam	40,630	75			

Tablo sonuçlarına göre, ağaç türü, ağaç türü ve vernik çeşidinin karşılıklı etkileşimlerinin vernik katmanlarının çizilme direnci üzerine etkisinin % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz, vernik çeşidinin etkisi ise % 0.1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Ağaç türü ve vernik çeşidi ile çizilme dirençlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Çizilme direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları (P<0.05)

Varyans kaynakları		n	Çizilme direnci(N)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Anadolu Kestanesi	15	0,660	A
	Sarıçam	15	0,666	A
	Doğu Ladini	15	0,673	A
	Sakallı Kızılağaç	15	0,660	A
	Doğu Kayını	15	0,673	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	25	0,284	A
	Poliüretan vernik	25	0,700	B
	Akrilik vernik	25	1,020	C

Duncan testi sonuçlarına göre; ağaç türleri arasında % 5 yanılma olasılığı ile bir fark bulunmazken, vernik türlerinin birbirlerinden % 0,1 yanılma olasılığı ile farklı oldukları ve bunların 3 farklı homojenlik grubunda toplandığı görülmektedir.

3.7.3. Kesit Şekline Bağlı Olarak Çizilme Direnci

Kesit şekline göre ortalama çizilme dirençleri belirlenerek Tablo 58' de verilmiştir.

Tablo 58. Kesit şekline bağlı olarak ortalama çizilme direnç değerleri (N)

	Selülozik vernik						Poliüretan vernik					
	Radyal kesit			Teğet kesit			Radyal kesit			Teğet kesit		
Ağaç türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	0,3	0,052	0,003	0,3	0,052	0,003	0,7	0,064	0,004	0,7	0,064	0,004
Doğu Kayını	0,3	0,052	0,003	0,3	0,052	0,003	0,7	0,064	0,004	0,7	0,064	0,004

Buna göre; Doğu Ladini ve Doğu Kayını' nda teğet ve radyal kesitlerin çizilme dirençleri yaklaşık eşit çıkmıştır. Ayrıca poliüretan verniğin çizilme direnci selülozik vernikten yüksek çıkmıştır.

3.7.4. Kesit Şekli – Çizilme Direnci İlişkisi

Çizilme direnci üzerine kesit şekli, ağaç türü ve vernik çeşidinin etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 59' da verilmiştir

Tablo 59. Kesit şekli, ağaç türü ve vernik çeşidinin çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Ağaç türünün etkisi B	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Vernik çeşidinin etkisi B	1,60	1	1,60	320	***
Etkileşim AB	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Etkileşim AC	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Etkileşim BC	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Etkileşim ABC	0,00	1	0,00	0,00	B.D
Hata	0,160	32			
Toplam	11,760	40			

Tablo sonuçlarına göre, kesit şekli, ağaç türü ve diğer tüm karşılıklı etkileşimlerin çizilme direnci üzerine etkisinin % 5 yanılma olasılığı önemsiz, vernik çeşidinin etkisi ise % 0.1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur.

Kesit türü, vernik çeşidi ve ağaç türü ile çizilme dirençlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 60'da verilmiştir.

Tablo 60. Çizilme direnci üzerine etkileri araştırılan Varyans kaynakları ortalamalarının Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Çizilme direnci (N)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	20	0,50	A
	Teğet kesit	20	0,50	A
Ağaç türü	Doğu Ladini	20	0,50	A
	Doğu Kayını	20	0,50	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	20	0,30	A
	Poliüretan vernik	20	0,70	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesitlerin, ağaç türüne göre Doğu Kayını ve Doğu Ladini' nin % 5 yanılma olasılığı ile birbirinden farksız, vernik çeşidine göre ise selülozik ve poliüretan verniklerin çizilme dirençlerinin % 0.1 yanılma olasılığı ile farklı oldukları belirlenmiştir.

3.7.5. Pürüzlülüğe göre Çizilme Direnci

Pürüzlülük değerlerine göre ortalama çizilme dirençleri belirlenerek Tablo 61' de verilmiştir

Tablo 61. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre çizilme direnci değerleri (N)

	Selülozik Vernik						Poliüretan Vernik					
	Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m			Rz= 33.32 μ m			Rz= 21.53 μ m		
Ağaç türü	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)	X	S	V(%)
Doğu Ladini	0,28	0,064	0,004	0,3	0,052	0,003	0,7	0,068	0,0047	0,7	0,064	0,004
Doğu Kayını	0,28	0,064	0,004	0,3	0,052	0,003	0,7	0,068	0,0047	0,7	0,064	0,004

Buna göre; vernik çeşitlerine ve ağaç türlerine göre çizilme direnci yüzey pürüzlülüğü düşük ($R_z = 21.53 \mu m$) ve yüzey pürüzlülüğü yüksek ($R_z = 33.32 \mu m$) örneklerde yaklaşık eşit çıkmıştır.

3.7.6. Pürüzlülük-Çizilme Direnci İlişkisi

Yüzey pürüzlülüğünün çizilme direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 62. Pürüzlülüğün çizilme direnci üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F_{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	9,605	1	9,604	188,508	B.D.
Gruplar içi	0,00	1	0,00	0,00	
Hata	1,93	38			
Toplam	11,54	40			

Buna göre, yüzey pürüzlülüğünün çizilme direnci üzerine etkisinin % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz olduğu belirlenmiştir.

3.8. Parlaklık Testi

3.8.1. Ağaç Türleri ve Vernik Çeşitlerine Göre Parlaklık Değerleri

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama parlaklık değerleri belirlenerek Tablo 63’ de verilmiştir.

Tablo 63. Ağaç türlerine göre vernik katmanlarının parlaklık ortalamaları (%)

Ağaç türü		Selülozik vernik		Poliüretan vernik		Akrilik vernik	
		Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel
Doğu Ladini	X	32.39	37.5	35.04	37.33	60.97	64.96
	S	2.95	3.19	3.51	3.14	2.24	2.36
	V	8.70	10.19	12.32	9.87	5.02	5.5
Sarıçam	X	32.52	37.13	36.63	38.26	60.42	63.37
	S	2.69	3.11	3.94	4.53	3.33	2.38
	V	7.22	9.71	15.55	20.52	11.06	5.70
Doğu Kayını	X	27.80	32.18	35.85	37.72	57.30	59.95
	S	4.05	4.06	3.10	3.11	3.80	2.89
	V	16.37	16.54	9.63	9.67	14.43	8.35
Sakallı Kızılağaç	X	30.75	34.51	35.96	36.09	58.34	62.26
	S	2.30	3.18	2.57	4.53	2.49	1.74
	V	5.30	10.15	6.60	20.52	6.22	3.04
Anadolu Kestanesi	X	32.22	35.02	35.74	36.57	57.34	62.07
	S	2.61	3.58	1.39	2.38	2.16	1.96
	V	6.83	12.83	1.93	5.67	4.66	3.87

Buna göre, hem liflere dik hem de paralel olarak yapılan ölçümlerde en yüksek parlaklık değeri akrilik vernikte çıkmış, bunu sırasıyla poliüretan ve selülozik vernik izlemiştir.

Selülozik vernikte; en yüksek parlaklık değeri Doğu Ladini' nde çıkmış, bunu sırasıyla Sarıçam, Anadolu Kestanesi ve Sakallı Kızılağaç izlemiş, en düşük ise Doğu Kayını' nda olduğu belirlenmiştir.

Poliüretan vernikte en yüksek parlaklık değeri Doğu Ladini' nde çıkmış, bunu sırasıyla ve çok az farklılıklarla Doğu Ladini, Doğu Kayını, Sakallı Kızılağaç ve Anadolu Kestanesi izlemiştir.

Akrilik vernikte; en yüksek parlaklık değeri Doğu Ladini' nde çıkmış, bunu sırasıyla Sarıçam, Sakallı Kızılağaç ve Anadolu Kestanesi izlemiş, en düşük parlaklık Doğu Kayını' nda çıkmıştır.

3.8.2. Ağaç türü ve Vernik Çeşidi – Parlaklık İlişkisi

Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere dik parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 66' de gösterilmiştir.

Tablo 64. Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere dik parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Vernik çeşidinin etkisi A	22263,90	2	11131,95	1277,85	***
Ağaç türünün etkisi B	19,950	4	4,988	0,813	B.D
Etkileşim AxB	198,253	8	24,782	4,037	***
Hata	828,68	135			
Toplam	287650,45	150			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün parlaklık üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız, vernik çeşidi ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Ağaç türü ve vernik çeşidi ile liflere dik parlaklık değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 65' de verilmiştir.

Tablo 65. Liflere dik parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Parlaklık değeri(%)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Anadolu Kestanesi	10	42,80	A
	Sarıçam	10	43,19	A
	Doğu Ladini	10	40,31	A
	Sakallı Kızılağaç	10	41,68	A
	Doğu Kayını	10	41,83	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	50	30,53	A
	Poliüretan vernik	50	36,28	B
	Akrilik vernik	50	58,87	C

Buna göre; ağaç türlerinin % 5 yanılma olasılığı ile birbirlerinden farksız, vernik çeşitlerinin ise % 0,1 yanılma olasılığı ile birbirinden farklı oldukları, vernik çeşitleri arasında parlaklık değerleri 3 grupta olduğu görülmektedir.

Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere paralel parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 66' da gösterilmiştir.

Tablo 66. Ağaç türü ve vernik çeşidinin liflere paralel parlaklık üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Vernik çeşidinin etkisi A	19958,67	2	9979,33	2248,42	***
Ağaç türünün etkisi B	32,12	4	8,03	1,809	B.D
Etkileşim AxB	100,289	8	12,536	2,825	**
Hata	599,180	135			
Toplam	333397,34	150			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türünün liflere paralel parlaklık üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız, vernik çeşidinin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin etkisi ise % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur.

Ağaç türü ve vernik çeşidi ile liflere paralel parlaklık değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 67' de verilmiştir.

Tablo 67. Liflere paralel parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları		n	Parlaklık değeri(%)	Homojenlik grupları
Ağaç türü	Anadolu Kestanesi	10	46,60	A
	Sarıçam	10	46,25	A
	Doğu Ladini	10	43,28	A
	Sakallı Kızılağaç	10	44,28	A
	Doğu Kayını	10	44,55	A
Vernik çeşidi	Selülozik vernik	50	34,85	A
	Poliüretan vernik	50	37,09	B
	Akrilik vernik	50	62,58	C

Buna göre; ağaç türlerinin % 5 yanılma olasılığı ile birbirlerinden farksız, vernik çeşitlerinin ise % 0,1 yanılma olasılığı ile birbirinden farklı oldukları, vernik çeşitleri arasında parlaklık değerleri 3 grupta olduğu görülmektedir.

3.8.3. Kesit Şekline Göre Parlaklık Değerleri

Kesit şekline göre ortalama parlaklık değerleri belirlenerek Tablo 68' de verilmiştir.

Tablo 68. Kesit şekline bağlı olarak parlaklık değerleri

Ağaç türü		Selülozik vernik				Poliüretan vernik			
		Radyal kesit		Teğet kesit		Radyal kesit		Teğet kesit	
		Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel
Doğu Ladini	X	34,55	37,85	34,49	38,14	36,62	38,14	36,46	38,75
	S	1,93	2,19	2,81	2,95	3,49	2,96	3,92	3,84
	V	3.72	4.79	7.89	8.70	12.18	8.76	98.40	14.74
Doğu Kayını	X	33,66	35,91	32,11	34,92	36,52	38,59	35,99	38,07
	S	2.62	2.75	2.91	2.81	3.03	3.48	3.54	2.2
	V	6.86	7.56	8.46	7.89	9.18	12.11	12.53	4.84

Buna göre; Doğu Kayını ve Doğu Ladini odunlarında hem liflere dik hem de paralel olarak yapılan ölçümlerde radyal ve teğet kesitin yaklaşık eşit parlaklık değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, poliüretan verniğin selülozik verniğe göre, Doğu Ladini' nin Doğu Kayını' na göre daha yüksek parlaklık değeri gösterdikleri belirlenmiştir.

3.8.4. Kesit Şekli – Parlaklık İlişkisi

Kesit türünün ve ölçüm farklılığının parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 69' da verilmiştir.

Tablo 69. Kesit türünün ve ölçüm farklılığının parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Kesit şeklinin etkisi A	11,718	1	11,718	0,929	B.D
Ölçüm farklılığının etkisi B	193,380	1	193,380	15,327	***
Etkileşim AxB	1,871	1	1,871	0,148	B.D
Hata	1968,19	156			
Toplam	184688,51	160			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; kesit şekli, kesit şekli ve ölçüm farklılığının karşılıklı etkileşimlerinin parlaklık üzerine etkisinin % 5 yanılma olasılığı ile önemsiz, ölçüm farklılığının etkisi ise % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekli ve ölçüm farklılığı ile parlaklık değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 70' de verilmiştir.

Tablo 70. Parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları sonuçları

Varyans kaynakları		n	Çizilme direnci (N)	Homojenlik grupları
Kesit şekli	Radyal kesit	80	36,48	A
	Teğet kesit	80	36,11	A
Ölçüm farklılığı	Liflere dik	80	35,05	A
	Liflere paralel	80	37,54	B

Burada; kesit şekline göre radyal ve teğet kesitin parlaklık değerleri % 5 yanılma olasılığı ile birbirlerinden farksız, ölçüm farklılığına göre ise liflere dik ve paralel parlaklık değerlerinin % 0,1 yanılma olasılığı ile farklı olduğu belirlenmiştir.

3.8.5. Pürüzlülüğe Göre Parlaklık Değerleri

Pürüzlülük değerlerine göre ortalama parlaklık değerleri belirlenerek Tablo 71' de verilmiştir

Tablo 71. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerlerine göre parlaklık değerleri (%)

Ağaç türü		Selülozik vernik				Poliüretan vernik			
		Rz= 33.32 μ m		Rz= 21.53 μ m		Rz= 33.32 μ m		Rz= 21.53 μ m	
		Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel	Dik	Paralel
Doğu Ladini	X	32.39	37.5	34,49	38,14	35.04	37.33	36,46	38,75
	S	2.95	3.19	2,81	2,95	3.51	3.14	3,92	3,84
	V	8.70	10.19	7.89	8.70	12.32	9.87	98.40	14.74
Doğu Kayını	X	27.80	32.18	32,11	34,92	35.85	37.72	35,99	38,07
	S	4.05	4.06	2.91	2.81	3.10	3.11	3.54	2.2
	V	16.37	16.54	8.46	7.89	9.63	9.67	12.53	4.84

Buna göre; hem vernik çeşitlerine göre hem de ağaç türlerine göre parlaklık değeri en yüksek yüzey pürüzlülüğü düşük ($R_z = 21.53 \mu m$) örneklerde, en düşük ise yüzey pürüzlülüğü yüksek ($R_z = 33.32 \mu m$) örneklerde belirlenmiştir.

3.8.6. Pürüzlülük- Parlaklık İlişkisi

Pürüzlülüğün parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 72' de verilmiştir.

Tablo 72. Pürüzlülüğün parlaklık üzerine etkisine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem derecesi
Gruplar arası	197374,40	1	197374,40	9773,65	**
Gruplar içi	116,622	1	116,62	5,775	
Hata	3190,73	158			
Toplam	200681,76	160			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre pürüzlülüğün parlaklık üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Pürüzlülük ile parlaklık değerlerinin oluşturacağı homojenlik gruplarının belirlenmesi için Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 73' de verilmiştir.

Tablo 73. Parlaklık değerleri üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyans kaynakları	n	Parlaklık	Homojenlik grupları
Pürüzlülük A ($R_z = 33.32 \mu m$)	80	34,47	A
Pürüzlülük B ($R_z = 21.53 \mu m$)	80	36.11	B

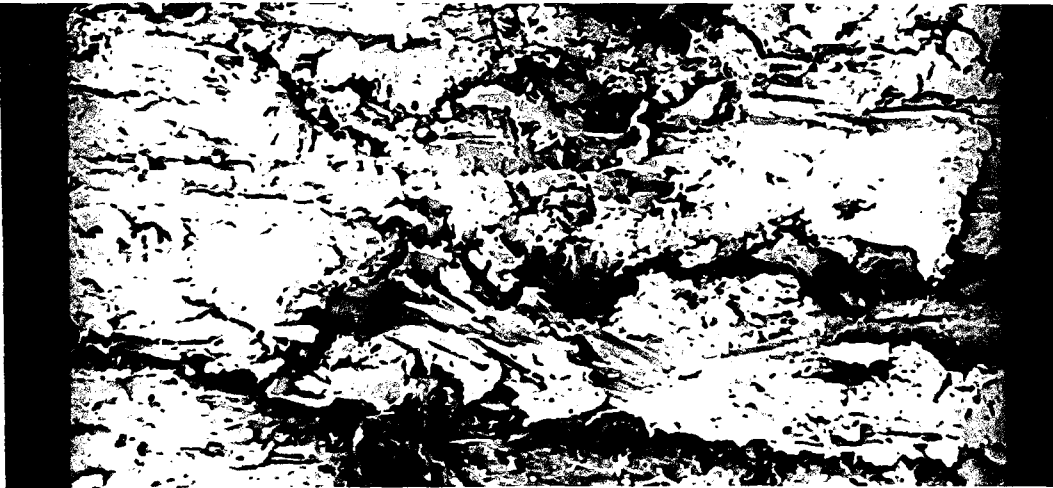
Burada; pürüzlülüğe bağlı olarak parlaklık değerleri arasında % 1 yanılma olasılığı ile farklılık olduğu belirlenmiştir.

3.9. Ultramikroskopik İncelemeler

Burada; vernik uygulama öncesi ve çeşitli vernik uygulamaları sonrası ile yapışma direnci uygulanmış örneklerde ultramikroskopik incelemeler yapılarak bunların fotoğrafları çekilmiştir.



Şekil 9. Vernik uygulanmamış Doğu Kayını teğet kesiti



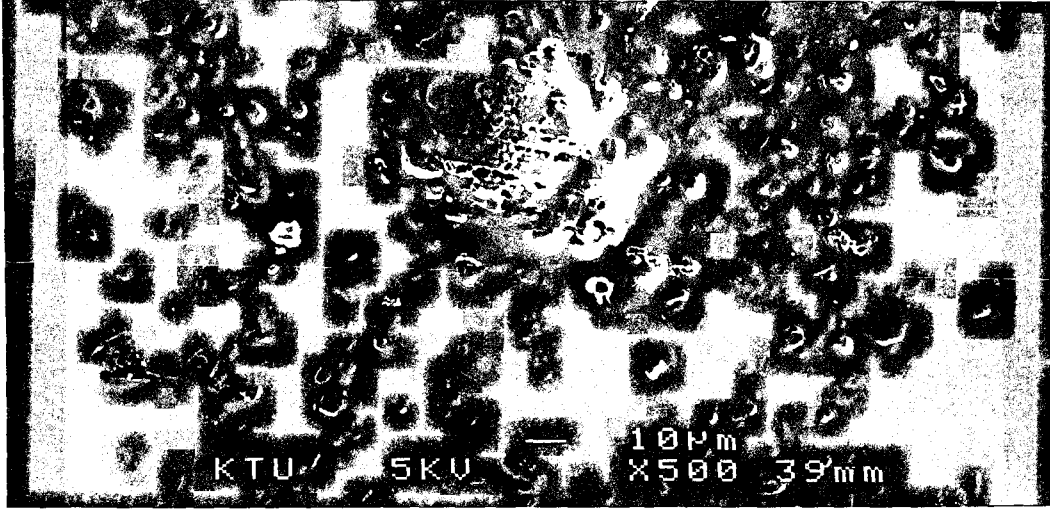
Şekil 10. Vernik uygulanmamış Anadolu Kestanesi radyal kesiti



Şekil 11. Selülozik vernik uygulanmış Anadolu Kastanesi radyal kesiti



Şekil 12. Poliüretan vernik uygulanmış Doğu Ladini radyal kesiti



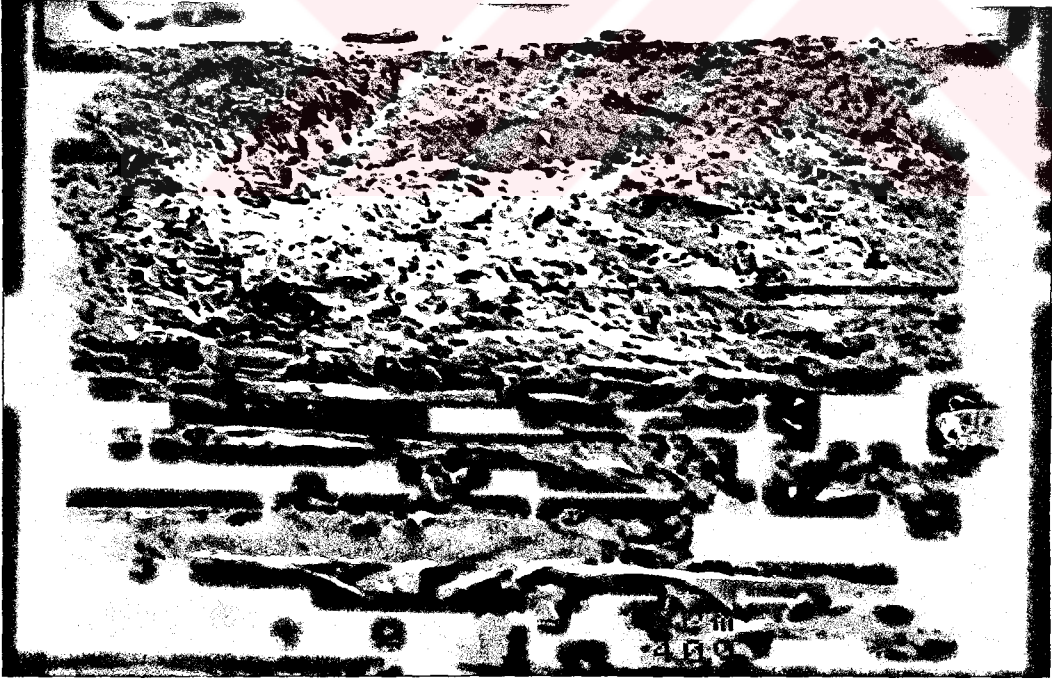
Şekil 13. Poliüretan vernik uygulanmış Sarıçam teğet kesiti



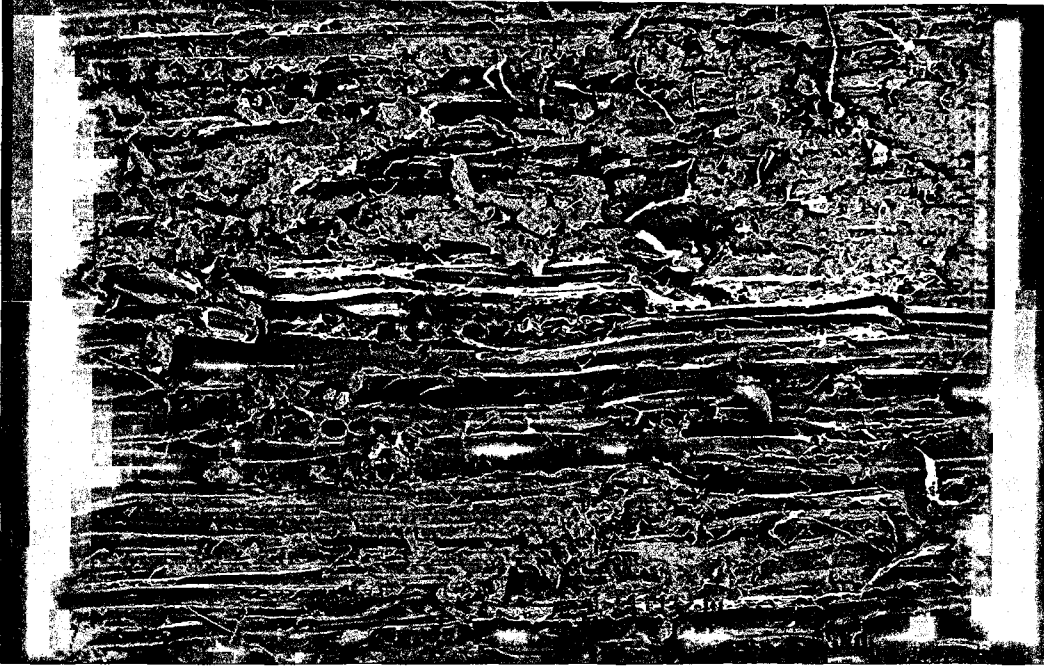
Şekil 14. Poliüretan vernik uygulanmış Doğu Kayını teğet kesiti



Şekil 15. Poliüretan vernik uygulanmış Sakalı Kızılağaç teğet kesiti



Şekil 16. Akrilik vernik uygulanmış Doğu Ladini radyal kesiti

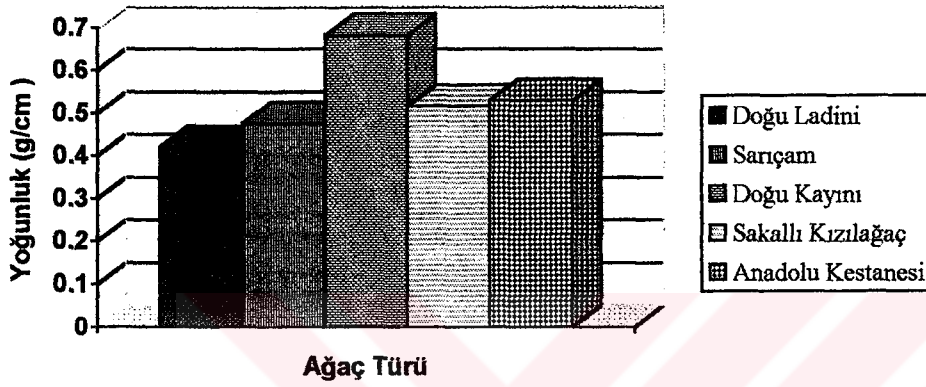


Şekil 17. Poliüretan vernikli yapışma deneyi uygulanmış Anadolu Kestanesi teğet kesiti

4. İRDELEME

4.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait belirlenen hava kurusu ($r= \% 12$) yoğunluk değerleri Şekil 18 'de verilmiştir.



Şekil 18. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri

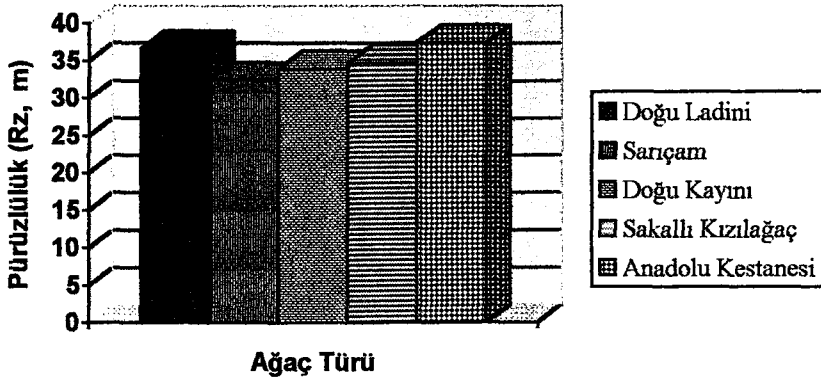
Buna göre; Doğu Kayınında ($0,683 \text{ g/cm}^3$) en yüksek yoğunluk değeri elde edilmiş; bunu Anadolu Kestanesi ($0,530 \text{ g/cm}^3$), Sakallı Kızılağaç ($0,516 \text{ g/cm}^3$) ve Sarıçam ($0,475 \text{ g/cm}^3$) izlemiştir; Doğu Ladini ise ($0,420 \text{ g/cm}^3$) en düşük çıkmıştır. Burada; Doğu Kayını yüksek, Anadolu Kestanesi, Sakallı Kızılağaç ve Sarıçam orta, Doğu Ladini ise düşük yoğunluk değerleri göstermiştir.

Yapılan çalışmalarda ; Doğu Kayınının $0,663 \text{ g/cm}^3$ ve $0,669 \text{ g/cm}^3$ (25, 26), Anadolu Kestanesinin $0,630 \text{ g/cm}^3$ (26), Sakallı Kızılağacın $0,503 \text{ g/cm}^3$, sarıçamın $0,526 \text{ g/cm}^3$ (26) ve Doğu Ladinin ise $0,451 \text{ g/cm}^3$ (26) hava kurusu yoğunluk değerleri gösterdiği belirtilmektedir.

Bunlara göre; çalışmada Doğu Kayını ve Sakallı Kızılağacın yaklaşık eşit, Anadolu Kestanesi ve Sarıçamın oldukça düşük, Doğu Ladininin ise düşük değerler elde edilmiştir.

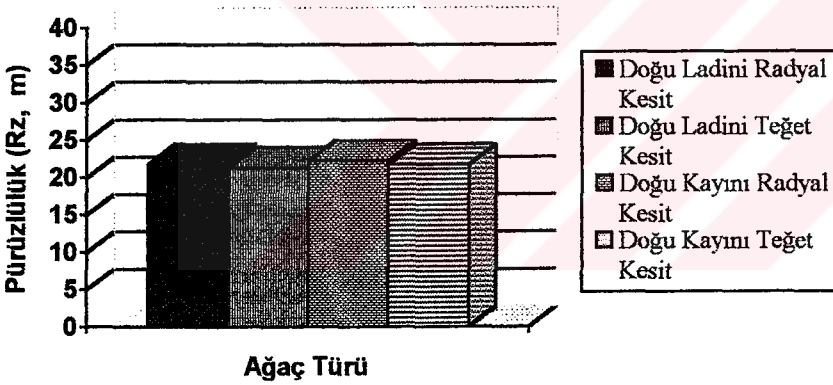
4.2. Pürüzlülük Değerleri

Ağaç türlerinin farklı ön hazırlık işlemlerine göre çeşitli verniklerin oluşturdukları pürüzlülük değerleri Şekil 19 ve 20' de verilmiştir.



Şekil 19. Ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri (Rz, μ m, 150-180 nolu zımpara ile)

Burada; ağaç türleri arasında sarıçam düşük, Doğu Kayını ve Kızılağaç orta, Doğu Ladini ve Anadolu Kestanesi yüksek pürüzlülük değerleri göstermiştir. Türleri ait pürüzlülük değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesinde 0.05 yanılma olasılığı ile bir fark bulunmamıştır.



Şekil 20. Kesit şekline ait pürüzlülük değerleri (Rz, μ m, 180-220 nolu zımpara ile)

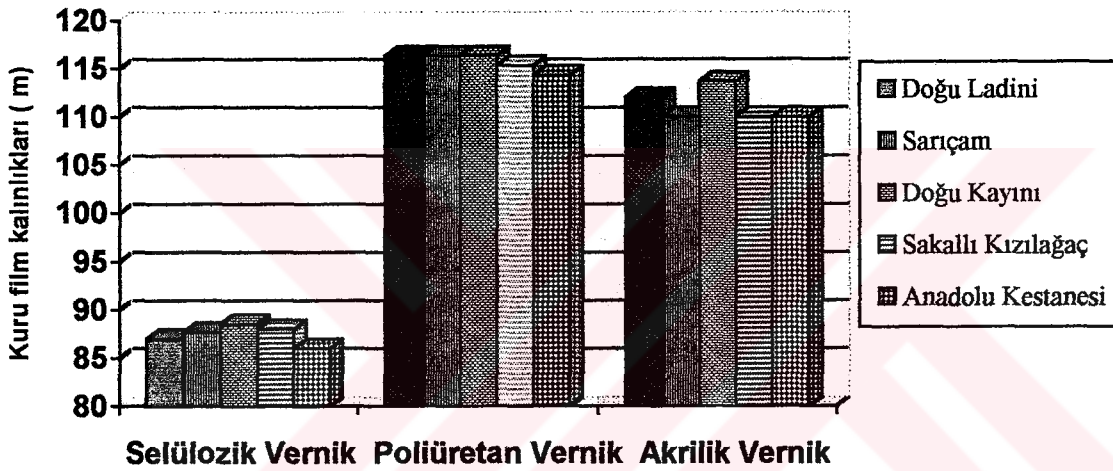
Şekil 21' de ağaç türleri kesit şekline ait pürüzlülük değerleri yaklaşık eşit değerler göstermiştir. Ağaç türleri kesit şekline ait değerlerin istatistiksel değerlendirilmesinde 0.05 yanılma olasılığı ile bir fark bulunmamıştır.

Zımparalama işlemlerine göre yapılan değerlendirmede; küçük no' lu (150 ve 180) zımpara bantları kullanılan örneklerde yüksek (32.48-37.45 μ m); bunun yanında büyük no' lu (180-220) zımpara bantları kullanılan örneklerde ise düşük pürüzlülük (21.32-22.18 μ m) değerleri elde edilmiştir.

Bunlara göre; ağaç türlerinde büyük no' lu zımpara bantları ile işlemlerde yaklaşık aynı değerlerle pürüzlülüğü az, küçük no' lu zımpara bantları ile ise farklı değerlerle pürüzlülüğü fazla yüzeyler elde edildiği; ağaç türleri yüzey pürüzlülüklerinin büyük no' lu zımpara bantları ile işlemlerde küçük no' lu zımparalar kadar etkilenmediği belirtilebilir.

4.3. Kuru Film Kalınlığı

Ağaç türlerine ait örneklere uygulanan çeşitli verniklerin oluşturdukları kuru film kalınlıkları Şekil 21' de verilmiştir.



Şekil 21. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait kuru film kalınlıkları

Buna göre; ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin kuru film kalınlıkları poliüretan ve akrilik vernikte yaklaşık eşit ve yüksek, selülozik vernikte ise düşük çıkmıştır. Yapılan varyans analizinde % 0,05 yanılma olasılığı ile farklılıklar çıkmış, homojenlik denetiminde poliüretan ve akrilik vernikler yaklaşık aynı vernik kalınlık değerleri ile 1. grubu, selülozik vernik ise çok düşük değerler ile 2. grubu oluşturmuştur.

Bilindiği gibi çeşitli vernikler genellikle yapılarına bağlı olarak farklı katman yapma oranlarına sahiptir. Çeşitli verniklerin katman yapma oranları; poliüretan verniklerde % 50, akrilik verniklerde % 40-45 ile iyi, selülozik verniklerde ise % 20-25 ile orta olarak belirtilmektedir(1, 2). Elde edilen sonuçlar literatür değerleri ile uygun çıkmıştır. Bunlara göre; kuru film kalınlıklarındaki farklılıklar vernik yapılarına bağlanabilir.

Çeşitli verniklerdeki kuru film kalınlığı ile ilgili yapılan çalışmalarda; poliüretan vernikte 120 µm ve selülozik vernikte ise 90 µm (46); başka bir çalışmada poliüretan vernikte 60 µm (44), diğer bir çalışmada ise yaklaşık 100 µm (48) olarak belirtilmektedir. Buna göre; çalışmada elde edilen değerlerin bunlarla farklılıklar yanında daha çok yaklaşık eşit değerler gösterdikleri söylenebilir. Ancak; kuru film kalınlıklarındaki farklılıkların ise uygulama koşulları ile ilgili (zımpara no'ları, katman sayısı, viskozite, v.b) olduğu söylenebilir.

Ağaç türlerine ait katman kalınlıklarında her üç vernik çeşidinde de yaklaşık aynı değerlerle karşılaşılmıştır. Bunlara göre; yapraklı ağaçlardan Doğu kayını tüm vernik çeşitlerinde yüksek, Anadolu Kestanesi ise düşük, Sakallı Kızılağaç ise selülozik ve poliüretan vernikte orta, akrilik vernikte ise düşük değerler göstermiştir. İğne yapraklı ağaç türlerinde ise; Sarıçam her üç vernik çeşidinde de farklı değerlerle, poliüretan vernikte yüksek, akrilik vernikte düşük ve selülozik vernikte orta; Doğu Ladini ise selülozik ve akrilik vernikte orta, poliüretan vernikte yüksek değerler göstermiştir. Bunlara göre vernik kuru film kalınlıklarındaki farklılıkların vernik yapılarına bağlanabileceği; ağaç türlerinin ise etkili olmadığı ortaya konulabilir.

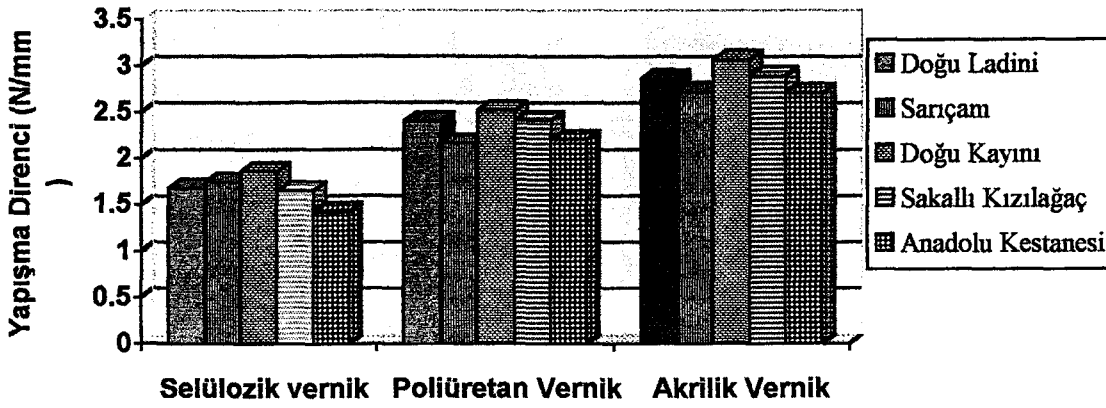
Yüzey işlemlerinde katman kalınlığı azaldıkça kohezyon kuvvetinin ve mekanik etkilere dayanıklılığın azaldığı; katman kalınlığı arttıkça çatlama eğiliminin arttığı ve yapışma direncinin düştüğü belirtilmektedir (46).

Ağaç türlerinde aynı koşullar altında çeşitli verniklerin uygulamalarında katman kalınlıklarındaki farklılıklar ortaya konulmamakla birlikte, uygulamada kaliteli ve ekonomik çalışmalar yapmak için türlerinin özgül ağırlıkları, verniklerin katman yapma oranları ve uygulama viskozitelerinin seçimine özen gösterilmelidir.

Ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin katman kalınlıklarının etkileri için yapılan varyans analizinde 0.05 yanılma olasılığı ile farklılık görülmemiştir.

4.4. Yapışma Direnci

Ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin yapışma direnci değerleri Şekil 22' de verilmiştir.



Şekil 22. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait yapışma dirençleri

Burada vernik çeşitlerine göre yapılan değerlendirmede; akrilik vernik yüksek, poliüretan vernikte orta ve selülozik vernikte düşük yapışma direnci değerleri elde edilmiştir. Vernik çeşitlerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre 0.05 yanılma olasılığı ile farklılık bulunmuş ve direnç değerlerinin üç farklı grupta toplandığı görülmüştür.

Bu verniklerin yapışma dirençlerindeki farklılıklar daha çok verniklerin yapısına ve özellikle reçine türüne bağlanabilir.

Vernik veya boyalar farklı yapıda olduklarından uygulandıkları ağaç malzeme yüzeylerinde farklı davranışlar gösterdikleri ve birbirlerine karşı az çok üstün tarafları bulunduğu (1,17); aynı tür vernik uygulamalarında bile vernik bileşimindeki farklılıkların bağlanma yeteneğini etkilediği belirtilmekte; bunlardan poliüretan verniklerde değişik bileşim oranlarının yapışma direncini etkilediği ve farklı sonuçlar ortaya koyduğu açıklanmaktadır (44).

Bu konuda yapılan bir çalışmada, poliüretan, asit sertleştiricili, nitroselülozik lake ve boya kullanılarak bunların oluşturdukları katmanların çapraz kesimle yapışma mukavemetleri belirlenmiş; poliüretan, asit sertleştiricili ve selülozik lakeler arasında farklılık olmadığı ve iyi sonuçları verdikleri belirtilmiştir (48).

Yapılan başka bir çalışmada; selülozik dolgu, parlak ve mat, poliüretan dolgu, parlak mat ve ipek mat, sentetik ve poliester vernik kullanılmış, çapraz kesimle yapışma mukavemetleri belirlenmiş; selülozik ile poliüretan parlak ve mat verniklerin daha az yıkımlandıklarını açıklanmıştır (46).

Aynı şekilde; selülozik ve poliüretan vernik kullanılarak elde edilen yüzeylerde; poliüretan verniğin (78); akrilik ve alkid verniklerde ise alkid verniklerin daha iyi yapışma dirençleri gösterdikleri belirtilmiştir (35).

Buna göre; çalışmada elde edilen vernik çeşitlerinin yapışma direnç değerleri literatürdeki çalışmalarla benzerlik gösterdikleri söylenebilir.

Ağaç türlerine ait yapışma direnç değerlerinin çeşitlerine göre değerlendirilmesinde ise; her üç vernik çeşidinde de Doğu kayını yüksek, Anadolu Kestanesi düşük, Sakallı kızılbaş, Sarıçam ve Doğu Ladini türleri ise orta direnç değerleri vermiştir.

Ağaç türleri yapışma direnç değerlerine ait ağaç türlerinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizinde 0.05 yanılma olasılığı ile farklılıklar belirlenmiş ve yapışma dirençleri üç farklı grupta toplandığı görülmüştür.

Yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerine ait yapışma direnç değerlerinin vernik çeşitlerine göre incelendiğinde yaklaşık aynı değerler gösterdikleri belirtilebilir.

Bunlara göre; yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını tüm vernik çeşitlerinde yüksek, Sakallı Kızılbaş orta ve Anadolu Kestanesi düşük değerler göstermiştir. İğne yapraklı ağaçlardan Sarıçam poliüretan ve akrilik vernikte düşük, selülozik vernikte yüksek; Doğu Ladini ise poliüretan ve akrilik vernikte yüksek, selülozik vernikte düşük değerler vermiştir.

Kayın odunu tüm vernik uygulamalarında en iyi sonucu vermiştir. Bunu nedeni olarak da kayın odunun özgül ağırlığının yüksek olması, dağınık traheli bir yapıya sahip olması, verniklerin daha derine nüfuz etmesi ile açıklanabilir. Ladin odunun da yapışma direnç değerlerinin iyi olması verniklerin bu odunda daha derine nüfuz etmesi, kızılbaş odununun da iyi yapışma direnç değerleri vermesi bu odunun dağınık traheli ve verniklerin derine nüfuz etmesi ile açıklanabilir. Kestane ve sarıçam odunları çalışmada en düşük yapışma direnç değerlerine sahip ağaç türleridir. Bu; kestane odunun halkalı traheli olması, ekstraktif maddeler içermesi, sarıçam odunun ise reçine içermesi ile açıklanabilir.

Yüzey işlemlerinde boya veya verniğin yüzeye bağlanması en önemli kriterlerden biri olarak belirtilmekte ve özellikle bunun yeterli direnci göstermesi istenmektedir (21, 22). Bunda boya ve verniğin yapıları kadar kullanılan ağaç malzemelerde önemli etkenler olarak belirtilmektedir. Bilindiği gibi ağaç malzeme odun heterojen bir yapıya sahiptir. Ayrıca ağaç türleri arasında da çeşitli farklılıklar (özgül ağırlık, tekstür, yıllık halka yapısı, kimyasal) bulunmaktadır. Bu bakımdan ağaç malzeme ile ilgili olarak boya veya verniğin ağaç malzemeye bağlanmasında, özgül ağırlığı, rutubeti, anatomik yapısı, içerdiği ekstraktif maddeler bağlanmayı etkileyen önemli bazı faktörler olarak belirtilebilir.

Bu konuda yapılan çalışmalarda; iki farklı ağaç türünde poliüretan vernik yapışma dirençleri (pull-off yöntemine göre) belirlenmiş ve bunlardan kayın odununda elde edilen değer (2.88 N/mm²) meşe odunundaki değerden (2.50 N/mm²) büyük olduğunu, bunun nedeninde bağlanmanın olduğu kısımdaki türlere ait oksijen/karbon oranı (kayın=0.20, meşe=0.19) ile kayında meşeye göre daha az ekstraktif madde içermesine bağlamışlardır (46).

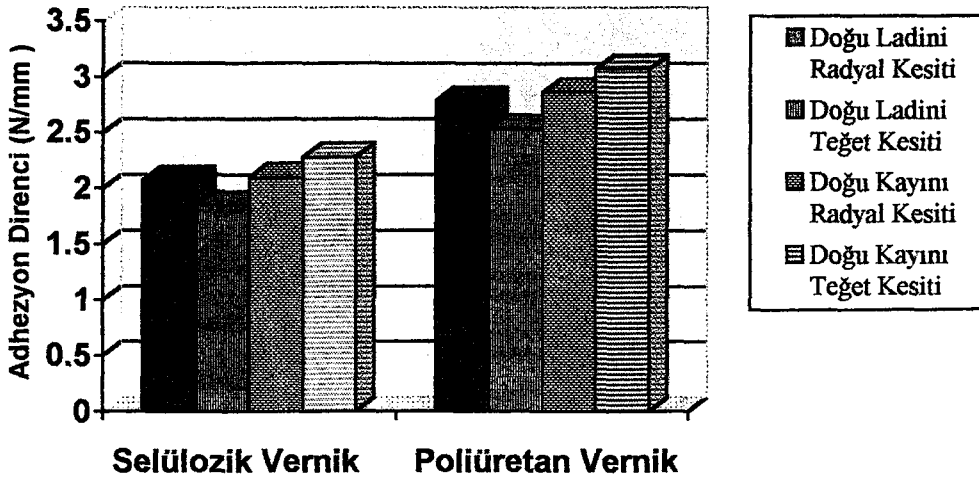
Aynı şekilde başka bir çalışmada farklı iki türde polistrenin yapışma dirençleri (pull-off yöntemine göre) Avrupa Kayınında (2.15 N/mm²) Sarıçamdan (1.25 N/mm²) büyük çıkmış, bununda Avrupa Kayınında uygulanan polistrenin derine nüfuzu ve iyi bağlanması ile açıklamışlardır (59).

Başka bir çalışmada; 0.480 g/cm³ özgül ağırlığındaki Avrupa Ladini ve 0,479 g/cm³ özgül ağırlığındaki Sarıçam öz odunlarında düşük emisyonlu kaplamaların sıvı adhezyonunu incelemişler; ladin odunu % 25 rutubette sarıçam ise % 30 rutubette olarak yapılan ölçümler sonucunda bu türler arasında çok az bir fark olduğu, ancak bunun önemli olmadığı; boya veya verniğin derine nüfuz etmesinin önemli olduğu bununda daha iyi bir bağlanma sağlayacağı belirtilmiştir (37).

Günümüzde ağaç türlerinin boya performansları çoğunlukla ortaya konulmuş ve genelde dış hava koşullarına dayanıklılıklarına göre yapılmaktadır. Düşük özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin az çalışmasından dolayı daha iyi performans gösterdikleri belirtilmektedir (43, 48). Bir çalışmada Güney Amerikadaki yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerinin boya performansları (45), diğer bir çalışmada ise Okaliptus ağaç türlerinin boya performansları (83) iyiden kötüye doğru açıklanmıştır.

Çalışmadaki değerler literatürde elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında yaklaşık eşit sonuçlar gösterdikleri söylenebilir. Kayın odununun daha büyük yapışma direnç değerleri göstermesi, Kestane ve Sarıçam' daki düşük sonuçların ekstraktif maddelerin vernik nüfuzunu engellemesi ile açıklanabilir. Ayrıca türlerin yapışma direnç değerlerindeki farklılıklarda odun yapısı yanında uygulama koşulları da (zımpara no'ları, uygulanan katman sayısı ve viskozite v.b) etkili olabilir.

Kesit şekline göre yapışma dirençleri Şekil 23' de gösterilmiştir.



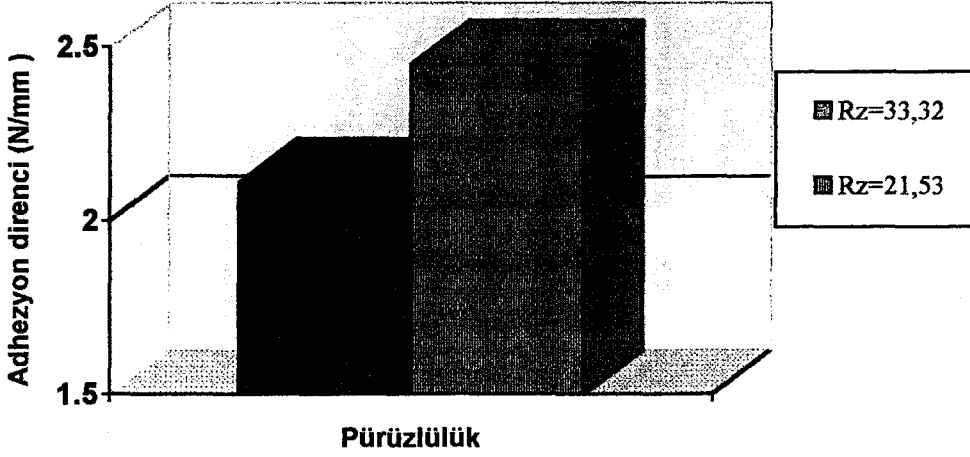
Şekil 23. Ağaç türleri kesit şekillerine ait yapışma dirençleri

Çalışmada, selülozik vernik poliüretan vernikten düşük değerler göstermiştir. Türlerine göre vernik çeşitlerinin yapışma dirençleri değerlendirildiğinde Doğu Ladini teğet, Doğu kayını ise radyal kesitlerde daha büyük değerler göstermiştir. Bunda, kesitlerdeki vernik nüfuzu ve yüzey yapısı etkili olabilir.

Dış hava koşullarında kullanılacak ağaç malzemelerin radyal kesitli olarak kullanılması önerilmekte ve bunun nedeni olarak da radyal kesitli ağaç malzemelerin daha az çalışması gösterilmektedir. Bu durumda yapılan bir çalışmada ladin ve sarıçam odunları hem teğet hemde radyal kesitli olarak dış hava koşullarına karşı dayanıklılıkları araştırılmış ve radyal kesitin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (40).

Yapılan başka bir çalışmada ladin ve çam odunları kullanılmış, ilkbahar ve yaz odunun yapışma değerleri belirlenmiştir. Sonuçta ilkbahar odunun yaz odununa göre daha iyi yapışma direnci değerine sahip olduğu, bunun nedeninin ise ilkbahar odununda boya veya verniğin daha derine nüfuz etmesi ile açıklanmıştır (37). Aynı şekilde benzer bir çalışmada (57), ilkbahar odununun daha iyi yapışma değerine sahip olduğu belirtilmektedir.

Yapılan araştırma sonuçlarına göre yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncini etkilediği belirlenmiştir. Yüzey düzgünlüğü arttıkça hem ladin hem de kayın odunlarında yapışma direnci artmıştır. Sonuçlar Şekil 24' de gösterilmiştir.



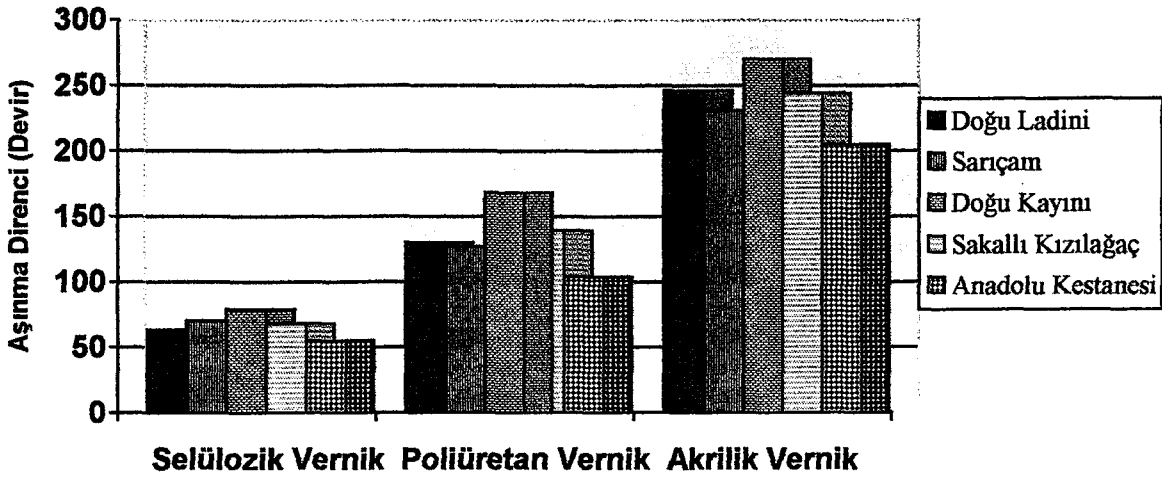
Şekil 24. Pürüzlülüğe ait yapışma dirençleri

Boya veya vernik uygulamalarında önemli faktörlerden bir uygulanacak yüzeyin hazırlanmasıdır. Yüzey ne kadar düzgün ve pürüzsüz ise bağlanma o derece güçlü olmaktadır. Zımparalama işlemi ne kadar düzgün ve hassas yapılırsa boya ve verniğin tutunması o derece iyi olmaktadır. Yapılan çalışmalarda daha büyük no' lu zımpara kağıdı kullanılarak hazırlanan örneklerin yapışma dayanımlarının daha iyi olduğu belirtilmektedir.

Yapılan bir çalışmada yüzey düzgünlüğünün boya performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Yüzey düzgünlüğü arttıkça bağlanmanın daha iyi olduğu ve dış hava koşullarına dayanımın arttığı belirtilmektedir (53). Yine aynı şekilde diğer bir (39) pürüzlülüğün yapışma direncini etkileyeceği açıklanmaktadır.

4.5. Aşınma Direnci

Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınma direnci değerleri Şekil 25' de gösterilmiştir.



Şekil 25. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınma dirençleri

Elde edilen araştırma sonuçlarına göre selülozik verniğin 4. sınıf, akrilik ve poliüretan verniğin ise 3. sınıf gruba girdikleri belirlenmiştir.

Vernik çeşitlerinin aşınma dirençleri farklılar göstermiş, en yüksek akrilik vernikte çıkmış, bunu sırasıyla poliüretan vernik ve selülozik vernik izlemiştir. Aşınma direncinde verniklerin uygulandıkları malzemeye etkileşiminin önemli olduğu; akrilik ve poliüretan verniklerin uygulandıktan sonra ağaç malzemedeki derine nüfuz etmesi ve yeterli bağ oluşturduğu, yüzeyde ise daha sıkı bir yapı gösterdiği; selülozik vernikte ise sadece yüzeyde mekanik bir bağ yaptığı ve daha gevşek bir yapı gösterdiği belirlenmiştir.

Selülozik vernikler bileşiminde yer alan materyallerden dolayı sert ve esnek katmanlar verir. Nitroselüloz kendisi zaten sert olmakla beraber modifiye elemanı olarak kullanılan reçineler sertliğin artmasına katkı eder. Plastifiyanlar ise katmana yeterli esnekliği verir, bu sebeple katman mekanik etkiler karşı yeterli direnç gösterirken , aynı zamanda ağaç malzemedeki hacim değişikliklerinden zarar görmez. Bu verniklerin su itici özelliği olmadığından suya dayanıksızdır. Poliüretan verniklerin daha yaygın olarak kullanımlarında geliştirilmiş üstün katman özellikleri etkili olmuştur. Sert, esnek, sağlam, aşınma direnci yüksek, suya ve kimyasallara dirençli katmanlar verir. Moleküler kohezyon yüksek olduğundan çatlamaz. Oluşumunu ağaç malzeme yüzeyinde tamamladığı için adhezyonu yüksektir. Akrilik vernikler de poliüretan vernikler gibi yaklaşık aynı yapıda olup zamanla sararma yapmamaları en iyi özellikleri olarak belirtilmektedir. Sert ve esnek katmanlar verir, iki komponentli olanları sertliği fazla olup, esneklik değerleri diğer verniklerden yüksektir (19). Bu bakımdan

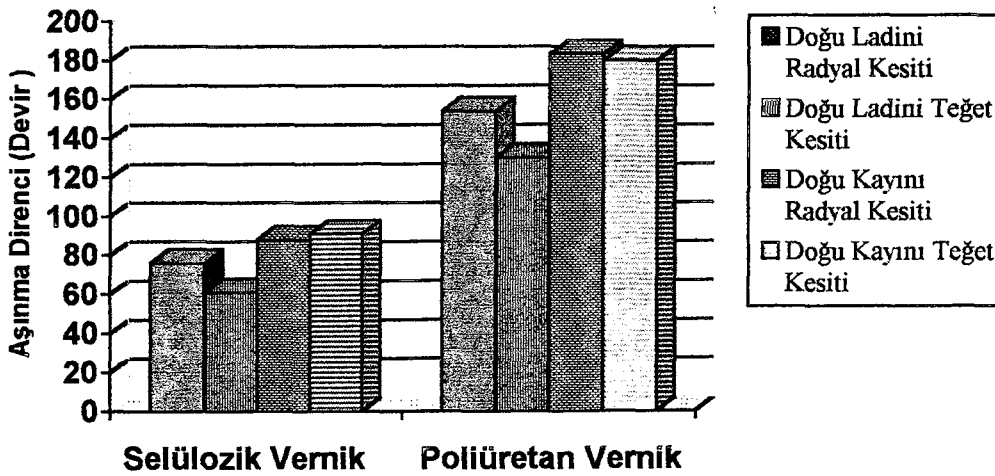
çalışmada poliüretan ve akrilik verniklerle elde edilen değerler bu verniklerin yapılarına bağlı olarak uyumlu çıktığı söylenebilir.

Yer döşemelerinde kullanılacak malzemelerin iyi bir aşınma direncine sahip olmaları istenmektedir. Yapılan çalışmalarda iyi bir yapışma mukavemetine sahip kaplamaların daha yüksek aşınma direncine sahip olacağı belirtilmektedir (48). Aşınma direncinde en önemli etkenlerden biride malzemelerin sertliği ve özgül ağırlıklarıdır. Boya veya verniklerin aşınma direncinde uygulandıkları malzemede önemlidir. Boya veya verniğin iyi bir yapışma mukavemeti göstermesi aşınma direncini olumlu yönde etkilemektedir.

Selülozik, poliüretan ve akrilik verniklerde en yüksek aşınma direnci kayın odununda elde edilirken, bunu sırasıyla kızılğaç, ladin, sarıçam ve kestane odunları izlemiştir. Ağaç türlerinin aşınma direnci üzerine etkisinin belirlenmesi için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre 0.05 yanılma olasılığı ile bu etkinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Kayın odunu en iyi aşınma direnci göstermesi bu odunda verniğin daha derine nüfuz etmesi ve daha yüksek özgül ağırlığa sahip olması ile açıklanabilir. Aynı şekilde kızılğaç, ladin ve sarıçamda da verniklerin derine nüfuz etmesi belirlenmiştir. Kestane odununda ise bu odunun yapısı daha düşük aşınma direnci vermesini sağlamıştır. Bilindiği gibi kestane odunu halkalı traheli bir yapıda ve ekstraktif madde içermektedir.

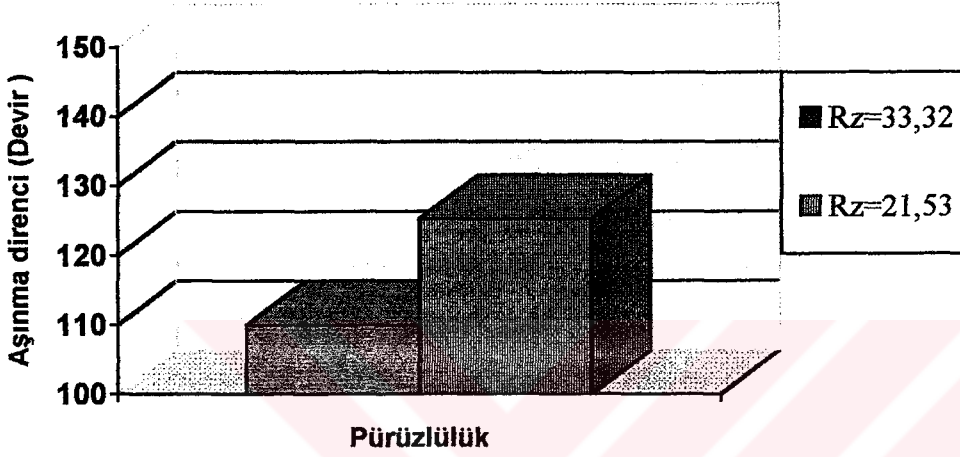
Kesit türlerinin aşınma dirençleri ise; ladin odunda teğet kesit daha yüksek, Doğu Kayınında ise fark olmadıkları bulunmuştur. Kesit türlerini aşınma dirençleri Şekil 26' da gösterilmiştir.



Şekil 26. Ağaç türleri kesit şekillerine ait aşınma dirençleri

Ladin odununda teğet kesitlerde verniklerin daha derine nüfuz ettikleri ve sıkı bir yapı göstermeleri aşınma dirençlerinin daha yüksek çıkmasını sağlamıştır. Ayrıca teğet kesitte ilkbahar odunu oranı daha fazla ve ilkbahar odununa verniğin nüfuzu daha iyi olmaktadır. Ladin odununda radyal kesitlerde ise geçişler ani ve yıllık halkalar belirgin olduğu için aşınma direnci düşük çıkmıştır.

Pürüzlülüğe bağlı olarak aşınma değerleri Şekil 27' de gösterilmiştir.

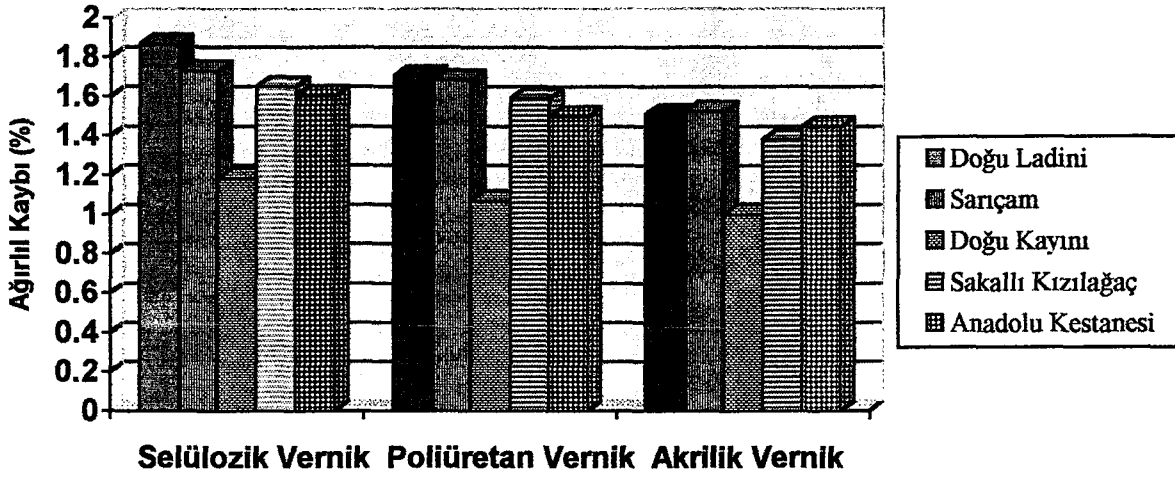


Şekil 27. Pürüzlülüğe ait aşınma dirençleri

Aşınma direnci üzerine pürüzlülüğün etkisi olduğu belirlenmiştir. Hem kayın hem de ladin odunlarında yüzey düzgünlüğü arttıkça aşınma direnci artmıştır. Bu; yüzey düzgünlüğü arttıkça verniğin ağaç malzeme içine nüfuzu artması, yüzeyde daha fazla ve sıkı bir yapı göstermesi ile açıklanabilir.

4.6. Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 28' de gösterilmiştir.

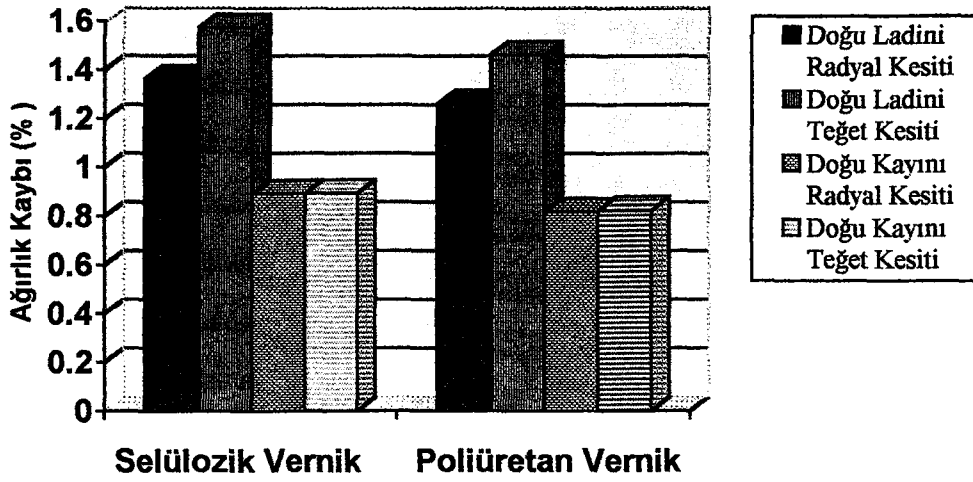


Şekil 28. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait aşınmada ağırlık kayıpları

Vernik türlerinin ağırlık kayıpları en yüksek selülozik vernikte en düşük akrilik vernikte bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada poliüretan, selülozik ve asit sertleştiricili lakelerin aşınmada ağırlık kayıpları incelenmiş, en iyi sonucu poliüretan vernik vermiş, bunun verniklerin yapısına ve yüzeyde oluşturdukları katmanın yapısal özelliğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

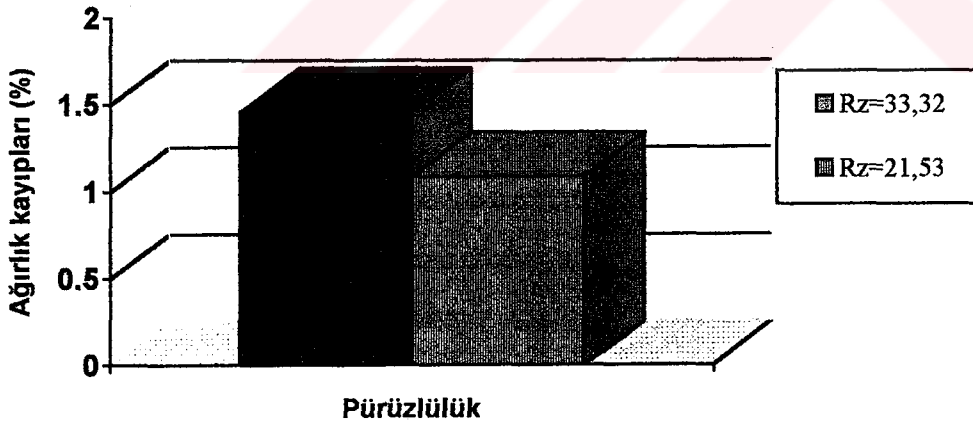
Yapılan araştırma sonuçlarına göre; aşınma direncinde meydana gelen ağırlık kayıplarında en yüksek değer Doğu Ladininde, en düşük değer ise Doğu Kayınında bulunmuştur. Bu ağaç türlerinin özgül ağırlıkları ile açıklanabilir. Yapılan bir çalışmada farklı ağaç türlerinin ağırlık kayıpları incelenmiş, farklı değerler vermeleri özgül ağırlıkları ile ilgili olduğu belirtilmiştir.

Kesit farklılığının ağırlık kayıpları Doğu Ladininde radyal kesit daha yüksek, Doğu Kayınında ise fark önemsiz bulunmuştur. Ladin odunlarında teğet kesitlerde verniklerin nüfuzu daha iyi olduğundan bağlanmaları iyi olmakta ve ağırlık kayıpları daha düşük olmaktadır. Kesit farklılığının ağırlık kayıpları Şekil 29' da gösterilmiştir.



Şekil 29. Ağaç türleri kesit şekillerine ait ağırlık kayıpları

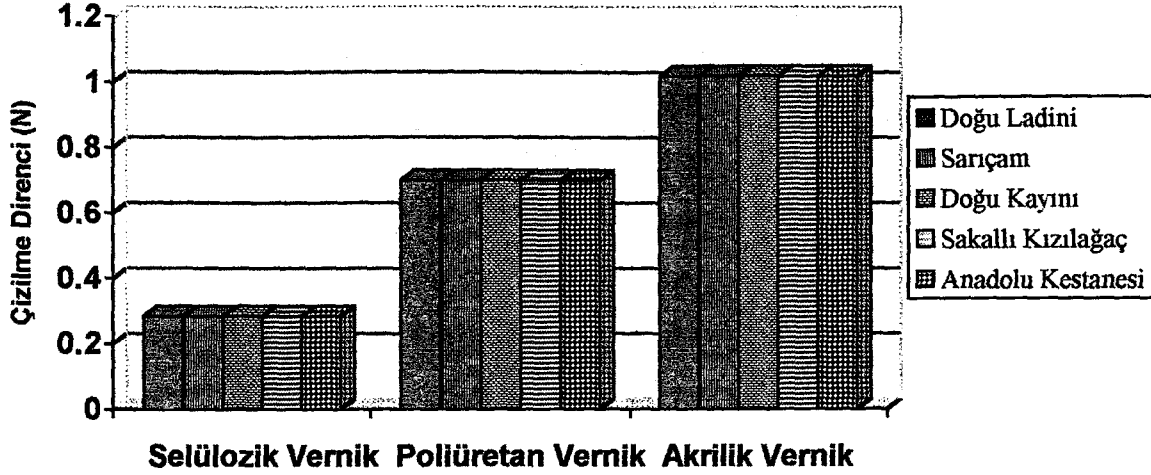
Pürüzlülük değerlerine bağlı olarak aşınma direncinde meydana gelen ağırlık kayıpları belirgin oranda değişmiştir. Hem Doğu Kayını hem de Doğu Ladini yüzey düzgünlüğü arttıkça ağırlık kayıpları azalmıştır. Pürüzlülüğe bağlı olarak ağırlık kayıpları Şekil 30' da gösterilmiştir.



Şekil 30. Pürüzlülüğe ait ağırlık kayıpları

4.7. Çizilme Direnci

Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait çizilme direnci sonuçları Şekil 31' de gösterilmiştir.

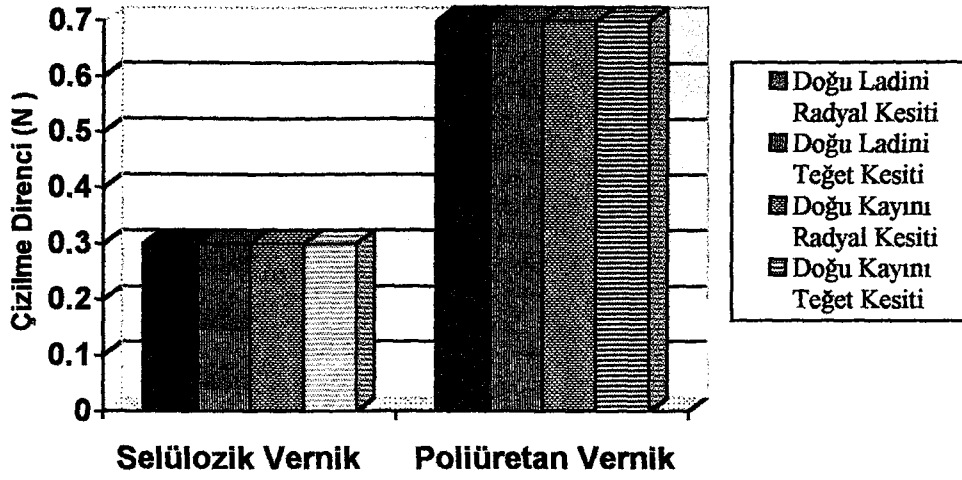


Şekil 31. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait çizilme direnci değerleri

Yapılan araştırma sonuçlarına göre; ağaç türlerinin herbir vernik çeşidine ait çizilme dirençleri arasında bir fark görülmemiştir. Çizilme dirençleri oldukça düşüktür. Akrilik verniğin 4.sınıf, poliüretan verniğin 5. sınıf, selülozik verniğin ise 6. sınıf grubuna girdikleri belirlenmiştir. Vernik çeşitlerine ait çizilme dirençlerinde ise en yüksek akrilik vernik, en düşük selülozik vernik çıkmış, poliüretan ise orta değerler göstermiştir.

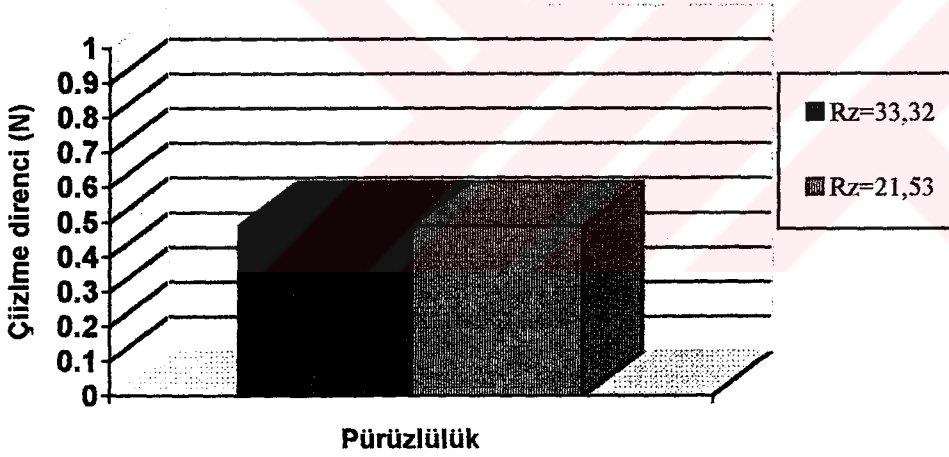
Vernik ve boyaların çizilme dirençleri onların yapılarına bağlıdır. Yüzeyde oluşturdukları katman yapısı ne kadar sıkı ise çizilme dirençleri o kadar iyi olacak ve zor çizilecektir. Çalışmada; akrilik verniklerin yüksek değerler, selülozik verniklerin daha düşük değerler göstermeleri bu verniklerin yapılarına özellikle reçine tipinin etkili olabileceği söylenebilir.

Kesit türünün çizilme direnci üzerine etkisini olmadığı belirlenmiştir. Çizilme direnç değerleri oldukça düşüktür. Kesit türlerinin çizilme direnç değerleri Şekil 32' de gösterilmiştir.



Şekil 32. Ağaç türleri kesit şekillerine ait çizilme direnci değerleri

Pürüzlülüğe bağlı olarak çizilme değerleri Şekil 33' de gösterilmiştir.

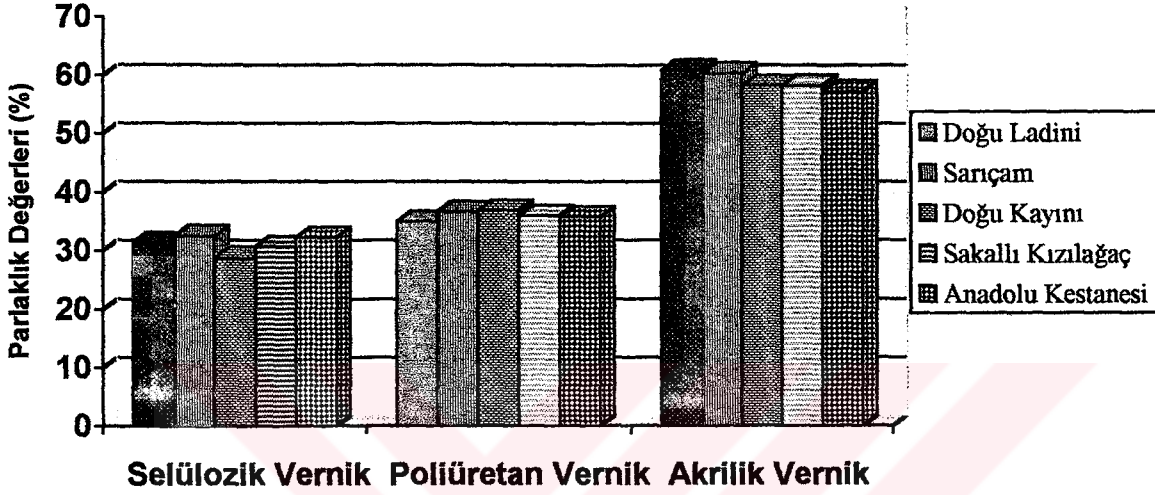


Şekil 33. Pürüzlülüğe ait çizilme direnç değerleri

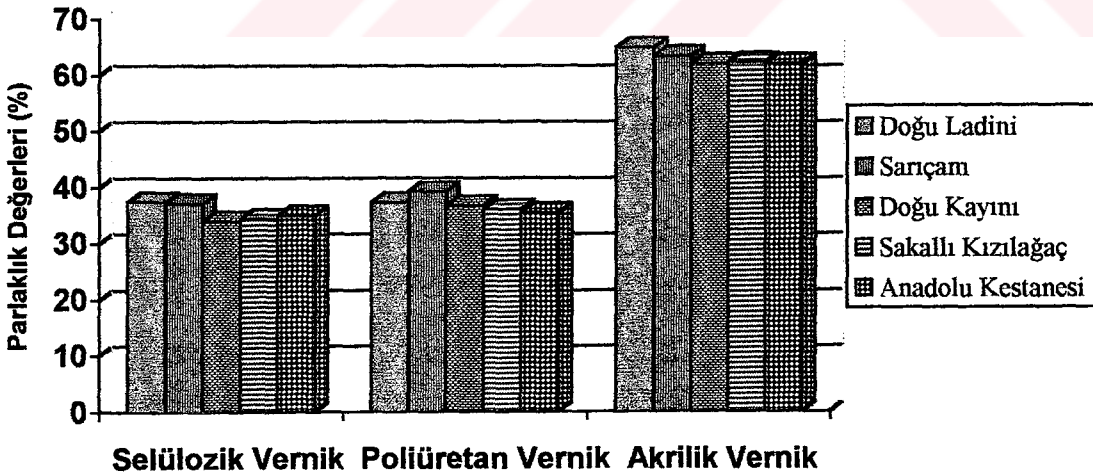
Pürüzlülüğe ait çizilme dirençleri Şekil 33' de gösterildiği gibi çok düşük çıkmış ve pürüzlülüğün çizilme direncinde etkili olmadığı görülmüştür.

4.8. Parlaklık

Yapılan araştırma sonuçlarına vernik çeşitlerine göre liflere dik ve paralel parlaklık değerleri Şekil 34 ve 35’ de gösterilmiştir.



Şekil 34. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine ait liflere dik parlaklık sonuçları



Şekil 35. Ağaç türlerinin vernik çeşitlerine liflere paralel parlaklık sonuçları

Yapılan araştırma sonuçlarına göre; liflere dik ve paralel yöndeki parlaklıklar üzerine vernik türünün etkili olduğu, ağaç türünün ise etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Parlaklık değerleri en yüksek akrilik vernikte belirlenirken bunları sırasıyla poliüretan ve selülozik vernik

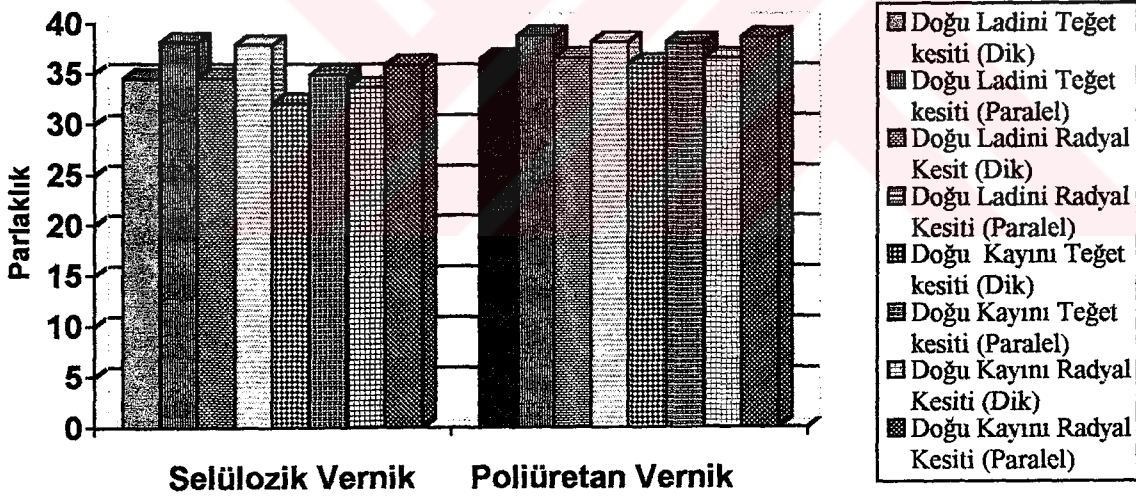
izlemektedir. Ağaç türlerinde sarıçam ve ladin diğer türlerden daha yüksek değer vermelerine rağmen bu istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada kayın ve meşe odunlarında selülozik, poliüretan ve polyester verniklerin parlaklıkları ölçülmüş ve ağaç türünün parlaklık üzerine etkisinin olmadığı, poliüretan verniklerin selülozik verniklere göre daha yüksek parlaklık değerlerine sahip oldukları belirtilmiştir (46).

Selülozik vernik uygulamasında, dolgu verniği aşamasında gözenekleri tam olarak doldurmaması, son kat verniğin katı madde miktarının düşük olması ve ağaç yüzeyindeki açıklıkları tam doldurmaması selülozik verniklerin parlaklık değerlerinin düşük çıkmasında etkili olabilir. Akrilik vernikte ise; gözenek açıklıklarını doldurması parlaklık değerlerini artırıcı etki yaptığı söylenebilir.

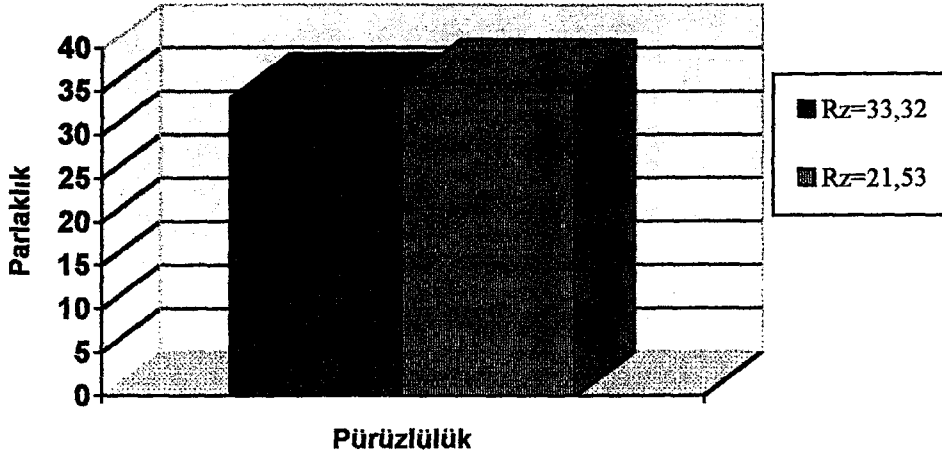
Liflere paralel ölçüm sonuçlarının liflere dik ölçüm sonuçlarından daha büyük olduğu görülmüştür.

Kesit şeklinin parlaklık üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Teğet kesit ve radyal kesit yaklaşık aynı parlaklık değerlerini vermiştir. Sonuçlar Şekil 36'de gösterilmiştir.



Şekil 36. Ağaç türleri kesit şekillerine ait parlaklık değerleri

Pürüzlülüğün parlaklık üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir. Yüzey düzgünlüğü arttıkça parlaklık değerleri artmıştır. Yüzey parlaklığında yüzeyin düzgünlüğünün önemi çok büyüktür. Yüzey ne kadar düzgün olursa vernik uygulamalarında vernik daha iyi gözenek açıklıklarını dolduracak ve daha derine nüfuz edecektir. Pürüzlülüğe bağlı olarak parlaklık değerleri Şekil 37'de gösterilmiştir.



Şekil 37. Pürüzlülüğe ait parlaklık değerleri

4.9. Ultramikroskopik Çalışmalar

Yapılan incelemeler sonucunda poliüretan ve akrilik verniklerin ağaç malzeme ile bir bağlanma olduğu, bu verniklerin ağaç malzeme içine nüfuz oldukları belirlenmiştir. Fakat selülozik verniklerde sadece yüzeyde mekanik bir oluşum görülmektedir.

Yapılan incelemeler sonucunda ayrıca vernik katman kalınlıklarının her vernik çeşidinde farklı olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin yapışma direnci testi uygulandıktan sonra yapılan incelemelerde kopmaların vernik-ağaç malzeme bağından olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

5.1. Özgül Ağırlık

Ağaç türlerinin özgül ağırlıkları 0, 420- 0,683 g/cm³ değerleri arasında çıkmış, en yüksek Doğu Kayınında en düşük ise Doğu Ladininde olduğu belirlenmiştir. Kesit şeklinin etkisini belirlemek amacıyla alınan Doğu Kayını ve Doğu Ladinin de bunlara yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

5.2. Rutubet

Ağaç türlerinin uygulama öncesi rutubet değerleri yaklaşık % 12 olduğu belirlenmiştir. Kesit şeklinin etkisini belirlemek amacıyla alınan Doğu Kayını ve Doğu Ladinin de yaklaşık % 12 rutubet değerlerimde olduğu belirlenmiştir.

5.3. Pürüzlülük

Uygulama öncesi ağaç türlerinin pürüzlülük değerleri belirlenmiş (Rz ve Ry), Rz değerlerinin 32.48-37.45 Mm arasında oldukları, fakat ağaç türleri arasında farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Kesit şeklinin etkisini belirlemek için alınan Doğu Kayın ve Doğu Ladini odunlarının radyal ve teğet kesitteki pürüzlülükleri (Rz ve Ry) belirlenmiş, Rz değerlerinin 21,32-22,18 Mm arasında olduğu, radyal ve teğet kesit arasında pürüzlülük değerleri bakımından fark olmadığı belirlenmiştir.

5.4. Kuru Film Kalınlığı

Ağaç türlerinin 3 çeşit vernikle işlemleri sonucu kuru film kalınlıkları selülozik vernikte 87.40, akrilik vernikte 111.86, poliüretan vernikte ise 115.73 µm olarak belirlenmiştir. Ağaç türleri kuru film kalınlıkları arasında farkın olmadığı, buna karşın vernik çeşitlerinin kuru film kalınlıkları arasında farkın olduğu, en yüksek poliüretan vernikte bulunurken en düşük selülozik vernikte olduğu belirlenmiştir. Kesit çeşitlerinin etkisini belirlemek için alınan Doğu Kayını ve Doğu Ladinin kuru film kalınlıkları arasında farkın olmadığı belirlenmiştir.

5.4. Yüzeye Yapışma Direnci

Selülozik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde katmanın yüzeye yapışma direnci 1,420-1,861 N/mm² arasında olduğu, en yüksek değer in Doğu kayınında en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Poliüretan vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde yapışma direncinin 2.166-2.521 N/mm² arasında olduğu, en yüksek değer in Doğu Kayınında en düşük ise Sarıçam' da olduğu belirlenmiştir.

Akrilik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde yapışma direncinin 2.711-3.069 N/mm² arasında olduğu, en yüksek değer in Doğu Kayınında en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Vernik türlerinin yüzeye yapışma dirençleri arasında anlamlı fark olduğu, en yüksek akrilik verniklerde en düşük ise selülozik verniklerde olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekline göre yapışma dirençlerinde; Doğu Ladininde teğet kesitin radyal kesitten, Doğu Kayınında ise radyal kesitin teğet kesitten daha yüksek yapışma direnci gösterdikleri belirlenmiştir.

Pürüzlülük değerlerinin yapışma direncini etkilediği, pürüzlülük değeri düşük malzemelerin daha yüksek yapışma direnci gösterdikleri belirlenmiştir.

5.5. Aşınma Direnci

Selülozik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde vernik katmanının aşınma direncinin 55-79 devir arasında olduğu, en yüksek aşınma direncinin Doğu kayınında en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Poliüretan vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde katmanın aşınma direnci değerleri 104-168 devir arasında olduğu, en yüksek aşınma direncinin Doğu kayınında en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Akrilik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde katmanın aşınma direnci değerleri 205-270 devir arasında olduğu, en yüksek aşınma direncinin Doğu kayınında en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Vernik türlerinin aşınma dirençleri arasında farkın anlamlı olduğu, en yüksek akrilik verniklerde en düşük ise selülozik verniklerde olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekline göre aşınma dirençlerinde; Doğu Ladininde teğet kesitin aşınma direncinin radyal kesitten daha yüksek çıktığı, Doğu Kaynında kesit türlerinin aşınma dirençleri arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

Pürüzlülük değerlerinin aşınma direncini etkilediği, pürüzlülük değeri düşük malzemelerin daha yüksek aşınma direnci gösterdikleri belirlenmiştir.

5.6. Aşınma Direncinde Meydana Gelen Ağırlık Kayıpları

Selülozik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde aşınmada meydana gelen ağırlık kayıpları % 1.183- 1.865 değerleri arasında olduğu, en yüksek ağırlık kaybının Doğu Ladininde en düşük ise Doğu kaynında olduğu belirlenmiştir.

Poliüretan vernikle işlem görmüş ağaç türlerinde aşınmada meydana gelen ağırlık kayıpları % 1.071- 1.706 değerleri arasında olduğu, en yüksek ağırlık kaybının Doğu Ladininde en düşük ise Doğu kaynında olduğu belirlenmiştir.

Akrilik vernikle işlem görmüş ağaç türlerinin ağırlık kayıpları % 1.003- 1.526 değerleri arasında olduğu, en yüksek ağırlık kaybının Doğu Ladininde en düşük ise Doğu kaynında olduğu belirlenmiştir.

Vernik türlerinin ağırlık kayıpları arasında anlamlı bir fark olduğu, en yüksek selülozik verniklerde en düşük ise akrilik verniklerde olduğu belirlenmiştir.

Kesit şekline göre ağırlık kayıplarında; Doğu Ladininde teğet kesitin ağırlık kaybının radyal kesitin ağırlık kaybından daha düşük çıktığı, Doğu Kaynında kesit türlerinin ağırlık kayıpları arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

Pürüzlülük değerlerinin ağırlık kayıplarını etkilediği, pürüzlülük değeri düşük malzemelerdeki katmanlarda daha az ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir.

5.7. Çizilme Direnci

Denemelerde kullanılan verniklerin çizilme dirençleri arasındaki farkın anlamlı olduğu, çizilme dirençlerinin selülozik vernikte 0,285 N, poliüretan vernikte 0,7 N, akrilik vernikte 1,02 N olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türlerinin vernik katmanlarının çizilme direnci üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Kesit şekline gör ağırlık kayıplarında; Doğu Ladininde teğet kesitin ağırlık kaybının radyal kesitin ağırlık kaybından daha düşük çıktığı, Doğu Kayınında kesit türlerinin ağırlık kayıpları arasında fark olmadığı belirlenmiştir.

Pürüzlülük değerlerinin ağırlık kayıplarını etkilediği, pürüzlülük değeri düşük malzemelerdeki katmanlarda daha az ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir.

5.8. Parlaklık

Selülozik vernikle işlem görmüş örneklerin parlaklık değerlerinin % 28,80-37.5 arasında olduğu, en yüksek parlaklığın Doğu Ladininde en düşük ise Doğu Kayınında olduğu belirlenmiştir.

Poliüretan vernikle işlem görmüş örnkelerin parlaklık değerlerinin % 35.04-39,26 arasında olduğu, en yüksek parlaklığın sarıçamda en düşük ise Anadolu Kestanesinde olduğu belirlenmiştir.

Akrilik vernikle işlem görmüş örneklerin parlaklık değerlerinin % 57,34-64,9641,833 i arasında olduğu, en yüksek parlaklık değerinin Doğu Ladininde en düşük ise Doğu Kayınında olduğu belirlenmiştir.

Ağaç türünün parlaklık üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Vernik türlerinin parlaklık değerleri arasında anlamlı bir fark olduğu, en yüksek akrilik verniklerde en düşük ise selülozik verniklerde olduğu tespit edilmiştir.

Kesit şeklinin parlaklık üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Pürüzlülüğün parlaklık üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu, yüzey düzgünlüğü arttıkça parlaklık değerinin de arttığı belirlenmiştir.

5.9. Ultramikroskopik İncelemeler

Taramalı elektron mikroskopla incelemeler sonucunda akrilik ve poliüretan vernikler ağaç malzeme içine nüfuz etmişlerdir. Her 3 vernik çeşidinde film kalınlıkları farklı bulunmuştur.

6. ÖNERİLER

Mobilya, iç dekorasyon ve doğrama endüstrilerinde masif ağaç ve ağaç malzemelerin kullanımı önemli bir yer tutmaktadır. İnsanların ekonomik ve kültürel düzeylerinin artışına paralel olarak bu doğal malzemelerin kullanımlarının giderek artacağı düşünüldüğünde, ağaç malzeme ve yüzey işlem malzemeleri ile bunların etkileşimlerinin önemli bir yer tutacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Çalışmada; odun ve yüzey işlem sistemlerinde, yüzey işlem performansının genellikle yüzey kaplama malzemeleri çeşitleri yanında, ağaç türleri odunları ve bunların işleme koşullarından etkilendiği görülmüştür.

Buna göre; yüzey kaplama malzemelerinin seçiminde; bunların yapılarına bağlı olarak oldukça farklılıklar göstermeleri en önemli etken olarak ortaya konulabilir. Bu bakımdan kullanım yerlerinde öncelikle kaplama malzemelerinin direnç özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca; çeşitli ağaç türleri odunları ile işlemlerde uygulama vizkoziteleri de dikkate alınmalıdır. Bunlara göre; iç koşullarda uygun ortamlarda düşük dirençli selülozik, iç koşullarda rutubeti yüksek ortamlarda ve dış koşullarda ise poliüretan ve alkid verniklerin kullanımı önerilebilir.

Buna göre; ağaç türlerinin seçiminde, odun yapılarına bağlı olarak iyi işlenebilme özellikleri, kesit şekilleri, özgül ağırlıkları ve içerdiği ekstraktif maddeler öncelikle düşünülmelidir. Ayrıca; bunların iç ve dış koşullarda kullanımlarında doğal dayanıklılıkları, çalışmaları da göz önünde bulundurulacak diğer unsurlar olarak belirtilebilir.

Yüzey işlemlerinde günümüzde çeşitli kaplama malzemeleri kullanımı yanında, bunların özellikle yapılarındaki eritici veya inceltici maddelerden kaynaklanan çevreye zararlı etkileri üzerinde durulmakta ve çevresel etkileri daha az olan su bazlı kaplama malzemelerinin üretimi ve kullanımları önerilmektedir. Buna göre önerilen bu sistemlerin üzerinde benzer çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

Bunların yanında, odunun heterojen yapısı ve kaplama malzemelerinin çeşitliliği nedeniyle, özellikle yüzey işlem dayanımını önemli düzeyde etkileyen yapışma (adhezyon) direnci öncelikle göz önünde bulundurularak ayrıntılı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Kurtođlu,A., Ađađ Malzeme Yüzey İşlemleri, İ.Ü. Orman Fakóltesi, İstanbul, 2000
2. Malkoçoğlu, A., Yüzey İşlemleri Ders Notları (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakóltesi, 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. Sönmez, A., Ađađ İşlerinde Üstyüzey İşlemleri 1, Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakóltesi, Ankara, 2000.
7. Wheeler, E., Wood Structure And Properties, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
8. Ones, D., Flat Line Finishing With Wet Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
9. Julian, D., Flat Line Finishing With Dry Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
10. Currier, G., Furniture Finishing Processes And Systems, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
11. Leach, N.J., Modern Wood Finishing Techniques, Linden Publishing, California, 1993.
12. Tichy, R.J., Interior Wood Finishing: Industrial Use Guide, Wood Materials And Engineering Laboratory, Washington State University, Washington, 1997.
13. Martin, E., Topcoat, Furniture Finishing Textbook, Furniture Production, Tennessee, 1979.
14. Anonym, Daly' s Wood Finishing Class Nptes, Dalys Inc, WA, 1990.
15. Atkinson, S., Furniture Finishing, Sunset Book And Magazine, USA, 1994.
16. Anonim, Mobilya Boya ve Vernikleri, Bayraklı Boya ve Vernik Sanayii A.Ş., İzmir, 1990.
17. Wicks, Z., Jones, F. and Pappas, S., Organic Coatings Science And Technology, Wiley Interscience Publication, USA, 1989.

- 18 Beatty, L., Penboss, I., Surface Coatings Raw Materials And Their Usage, Chapman And Hall Publications, London, 1993.
- 19 Sönmez, A., Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri , 2. cilt, Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2003.
- 20 Jonotta, O., Holzberflächenbehandlung, Universital für Bodenkultur, Institut für Holzforschung, Vorlensungsunterlagen Wien, 1980.
- 21 Kazayawoko, M., Surface Characterisation and Mechanisms of Adhesion In Wood Fibre- Polypropylene Composites, Doctora Thesis, Graduate Department of Forestry, University of Toronto, 1996.
- 22 Schmid, R., Aspects of Wood Adhesion: Applications of C CP/MAS NMR and Fracture Testing, Doctora Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 1988.
- 23 Çolakoğlu, G., Ağaç Malzeme Yapıştırıcıları ve Ders Uygulama Teknikleri, Basılmamış Ders Notları, Trabzon, 2002
- 24 Konukçu M., Ormancılığımız, Turkish Forestry, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara., 1999.
- 25 Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
- 26 Berkel, A., Ağaç malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No: 1448, O.F. Yayın No:147, İstanbul, 1970.
- 27 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.
- 28 Bozkurt. Y. ve Erdin N., Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No:3598, Fak Yayın No:45, İstanbul, 1997.
- 29 Anşin R. ve Özkan Z, C., Tohumlu Bitkiler- Odunsu Taksonlar, KTU Orman Fakültesi Genel Yayın No: 167, Fak Yayın No: 19, Trabzon, 1993.
- 30 Saatçioğlu, F., Sivilkültür I. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:22, İstanbul, 1976.
- 31 Berkel, A., Orman Ağaç ve Ağaççıkları Odunlarını Teşhis Kılavuzu, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:451, Orman Fak. Yayın No:14, İstanbul 1950.
- 32 Giray. N., Sarıçam Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları El Kitabı Dizisi 7, Müh. Yay. Serisi:67, Ankara, 1994.
- 33 Öktem, E., Kızılcam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Muhtelif yayın No:52, Ankara, 1994.

- 34 Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., Belgrat Ormanında Suni Olarak Yetiştirilmiş Doğu Ladini'nin Bazı Anatomik Özellikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 41, 2 (17-17) 1991.
- 35 Akyüz , M., Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L) link.) Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Orman Bakanlığı, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, DKOY Yayın No: 3, Trabzon, 1997.
- 36 Meijer,M., Militz, H., Wet Adhesion of Low-VOC Coatings on Wood :A quantative Analysis, Progress in Organic Coatings, 38 (2000) 223-240.
- 37 Matuana, L., Balatinecz, J., Park, C., Effect of Surface Properties on The Adhesion Between PVC And Wood Veneer Laminates, Polymer Engineering And Science, 38, 5 (1998) 765-773.
- 38 Sandberg, D., Weathering on Radial And Tangential Surfaces of Pine and Spruce, Holzforshung, 53,4 (1999) 355-364.
- 39 Suleman, Y., Rashid, S., Chemical Treatments to Improve Wood Finishing, Wood And Fiber Science, 31,3 (1999) 300-305.
- 40 Sadoh, T., Nakato, K., Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, Wood Science and Technology, 21 (1987) 11-15.
- 41 Richter, K., Feist, W., 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.
- 42 Akhirarkhavari, A., Adhesion and Durability of Latex Paint on Wood Fiber Reinforced Polyethylene, Doctora Thesis, Department Of Chemical Engineering And Applied Chemistry, University Of Toronto, 2000.
- 43 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.
- 44 Jaic, M. and 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.
- 45 Cassens, D. L., and Feist, W.C., Exterior Wood In The South:Selection, Application, and Finishes. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-69. Madison, WI, 1991.
- 46 Sönmez, A., Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üstyüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasak Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1989.
- 47 Torelli, N., Mexican Tropical Hardwoods: Attempt to End-use-Grouping, Holz als Roh-und Wekstoff, 54 (1996) 213-216

- 48 Ahmad Shakri, M.S., Finishing Properties of Acacia Mangium, Paraserianthes Falcataria and Gmelina Arborea Timbers: Some Important Parameters, Journal of Tropical Forest Product, 1, 1 (1995) 83-89.
- 49 Jaic, M. Zivanovic, R. Janezic, T.S. and Dekanski, A., Comparison of Surface Properties of Beech- and Oakwood as determined by ESCA Method, Holz als Roh- und Werkstoff, 54 (1996) 37-41.
- 50 Pearce, E. M., Improving the Performance of Paint on Timber, Wood and Cellulosics: Industrial Utilisation, Biotechnology, Structure and Properties, 5 (1987) 529-538.
- 51 Paprzycki, O. and Liptakova, E., The Relation Between the Work of Adhesion and the Interlayer Adherence in Primer-Top Coat Systems, Annals of Warsaw Agricultural University: Forestry and Wood Technology, 45 (1994) 37-41.
- 52 Chang, S. T., Effect of Light Wavelength on the Surface Properties of Nitrocellulose Coating, Journal of the Japan Wood Research Society, 41,11 (1995) 1053-1058.
- 53 Williams, R. S and 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.
- 54 Rischbieth, J. R. and Bussell, K. R., The Paint-Holding Properties of Australian Woods, Journal of the Oil & Colour Chemists, 40 (1957) 306-320.
- 55 Liu, C.T. Lii, W.J. and Wang, C. K., Laminated Bamboo for High Value Added Products: Study on the Finishing Properties of Bamboo, Forest Products Industries, 13, 4 (1994) 528-543.
- 56 Manev, T., Effect of Sanding on the Roughness of Stained and Lacquered Surfaces, Drvna-Industrija, 43, 3 (1992) 92-99.
- 57 Mahlberg, R., Adhesion of Paint on Wood Substrate. Part 1. Effect of Substrate Factors, Technical Research Centre of Finland, 476 (1987) 1-55.
- 58 Williams, R.S., Planting, P.L., Weist, W.C., Photodegradation of Wood Effects Point Adhesion, Forest Products Journal, 40, 1 (1990) 45-49.
- 59 Liptotova, E., Kudela, J., Popryzki, O., The Adhesion of Polystyrene of Wood, Holz als Roh und Werkstoff, 49, 1 (1981) 31-37.
- 60 Cheng-Tzu, Liu, Wengjav, L., Chang Kuang, W., Laminated Bamboo for High Value Added Products-Study on Finishing Properties of Bamboo, Forest Products Industries, 13, 4 (1994) 528-543.
- 61 Bischof, W., Resch, H., Badner, J., Improved Surface Properties of Solid Spruce Wood, Holzforchung, 1, 4 (1999) 67-69.
- 62 Dvorchak, M. J., Using High Performance Two Component Waterborne Polyurethane Wood Coatings, Journal of Coating Technology, 69 (1997) 47-52.

- 63 Simmons, H., Field-Applied Organic Finish Failures, Constructions Specifier, 49 (1996) 34 - 45.
- 64 Knaabe, M., William, R., Field Study on The Effect of Acidic Conditions on The Adhesion of Point of Western Redcedr, Journal of Coatings Technology, 68 (1996) 27-30.
- 65 Feist, W., Pointing and Finishing Exterior Wood, Journal of Coating Technology, 68 (1996) 22-26.
- 66 Franze, K., Maul, R., Metalic Pigments in Furniture Finishes, Faibe Und Lock, 102 (1996) 15 - 24.
- 67 Elser, W., Developed in Emulsion Glass Points on A Pure Acrylate Base, Finishing, 20 (1996) 24-25.
- 68 Ahola, P., Adhesion Between Points and Wooden Substracts. Effects of Pretreatments and Weathering of Wood, Materials and Structures, 28 (1995) 350-356.
- 69 Tripplett, T., New Enviroment for Wood Finishing, Industrial Point and Powder, 71 (1995) 28-32.
- 70 Wang-Sg, C., Liou, C.F., Assesment of Hygroscopic-Conditioning Performances of Interior Decorative Materials, Journal of The Japan Wood research Society, 43, 1 (1997) 24-27.
- 71 Tisler, V., Geibel, M., Colour Resistance of Wood Surface Painted with Tannin-based Stains, International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance, Volume II, Germany, 1993.
- 72 Bagner, A., Work of adhesion as A Criterior for Determination of Optimum Surface Tension in Adhesives, Druna Indstrija, 46, 4 (1995) 187-194.
- 73 Meijer, M., Bibliographic Citition, 1999, Wagenin Agricultural University, 1999.
- 74 Zivanovic, R., Joic, M., 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.
- 75 Meijer, M., Thurich, K., Militz, H., Comparative Study on Penetration Characteristics of Modern Wood Coatings, Wood Science and Technology, 32, 5 (1998) 347-365.
- 76 Flynn, K.A., A Rewiev of Permeability Fluid Flow and Anatomy of Spruce Wood , Wood and Fiber Science, 27, 3 (1995) 278-284.
- 77 Wang, S., Cho, C., Wang, S.Y., The Conditioning Effect of Wooden Interior Finish on Room Temperature and Relative Humidity in Taiwan, Journal of The Japan Wood Research Society, 42,1 (1996) 16-24.

- 78 Nussbaum, R.M., The Critical Time Limit to AVOID Natural Inactive of Spruce Surface (Picea abies) Intended for Painting A Gluing, Holz als Roh und Werkstoff, 54 (1996) 26-29.
- 79 Shakri, A., Rahim, S., Finishing Properties of Coated Cement-Bonded Particleboard, Journal Of Tropical Forest Science, 2 (1989) 122-128.
- 80 Shukla, K.S., Gupta, S., Finishing Qualities Of Some Indian Woods, Indian Forester, 109, 2 (1983) 80-90.
- 81 Singh, S., The Painting Of Wood, Paint India, 23 (1973) 16-21.
- 82 Gorenkov, M., Effect Of Transparent Coating In Changing The Colour Of Wood, Lesnoi Zhurnal, 3 (1975) 86-90.
- 83 Skolmen, S.G., Some Woods Of Hawaii Properties And Uses Of 16 Commercial Species, USDA Forest Service General Technical Report, 1974, No:PSW-8
- 84 Heartwig, G., Furniture Woods:Eucalyptus Diversicolor, Timber, , 4 (1962) 10- 16.
- 85 Wagenfuhr, R., Electron Microscopic Investigations Of The Structure Of Surfaces And Interfaces In Woodtechnology, Holztechonolg, , 10,1 (1969) 37-40.
- 86 Kalıpsız, A., Bilimsel Araştırma, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2076/ 216, İstanbul, 1976.
- 87 TS 4176, Odunun Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuvar Numunesi Alınması, , T.S.E. , Ankara , I.Baskı , Kasım 1976
- 88 Anonim, Dewelux Boya Katoloğu, İzmir, 2002.
- 89 TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler için Birim Hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E. , Ankara , I.Baskı , Kasım 1976
- 90 DIN 4768, Determination of Values of Surface Roughness Parameters, DIN, May 1990.
- 91 ASTM D 4138, Test Method for Measurement of Dry Film Thickness of Protective, ASTM, Philadelphia, 1971.
- 92 ASTM D 4541, Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable, ASTM, Philadelphia, 1978.
- 93 TS 4755, Mobilya Yüzeyleri Aşınma Mukavemetinin Tayini, T.S.E., Ankara, 1986.
- 94 ASTM D 2486 ,Standard Test Method for Scrub Resistance of Wall Paints, ASTM, Philadelphia, 1996.
- 95 TS 4757, Mobilya Yüzeyleri Çizilme Mukavemetinin Tayini, T.S.E., Ankara, 1986.

- 96 TS 4757, Boya ve Vernikler, Metalik olmayan Boya Filmlerinin 20° , 60° ve 85° açılarda parlaklık ölçümü, T.S.E., Ankara, 1985.



ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Van' da doğdu. Orta Öğrenimini 1988 yılında tamamladı ve aynı yıl KTÜ Orman Fakültesi Orman Endistri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 1992 yılında bu bölümden mezun olarak aynı yıl yüksek lisans öğrenimine başladı. 1993 yılında aynı bölüme Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1996 yılında yüksek lisansı bitirerek doktora çalışmalarına başladı, halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak çalışmakta olan Turgay ÖZDEMİR İngilizce bilmektedir.

