

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /**

**Tezin Savunma Tarihi : / /**

**Tez Danışmanı :**

**Trabzon**

## ÖNSÖZ

Ağaç türü ve işlem özelliklerinin verniklerin aşınma indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması' adlı bu çalışma K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana bilim dalı, Orman Endüstri Mühendisliği programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans danışmanlığımı üstlenerek çalışma konusunun belirlenmesi, araştırma planlaması ve yürütülmesinde her türlü yardımı esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

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

Çiğdem KASA  
Trabzon 2021

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ağaç türü ve işlem özelliklerinin verniklerin aşınma indeksi ve parlaklık üzerine etkilerinin araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Ciğdem KASA

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİN .....	XI
TABLolar DİZİN.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı.....	2
1.3. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması .....	2
1.3.1. Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre Yüzey İşlemleri.....	2
1.3.2. Mekanik Olarak Yapılan Yüzey İşlemleri .....	3
1.3.3. Sıvı Yüzey İşlemleri.....	3
1.4. Yüzey İşlemlerinin Amaçları .....	3
1.4.1. Koruma Amacı .....	3
1.4.2. Estetik Amaçlar .....	4
1.4.3. Hijyenik Amaçlar .....	4
1.5. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları .....	5
1.6. Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler .....	5
1.7. Yüzey İşlemlerinde Ağaç Malzeme Seçimini Etkileyen Faktörler .....	6
1.7.1. Ağaç Malzemenin Kalitesi .....	7
1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı.....	7
1.7.3. Yoğunluk.....	8
1.7.4. Geçirgenlik (Permeabilite) .....	8
1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti.....	9
1.7.6. Yüzey Özellikleri .....	9
1.7.7. Ekstraktif Maddeler.....	10
1.7.8. Renk .....	10
1.8. Ağaç Malzemelerin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması .....	11
1.8.1. Onarma İşlemleri.....	11

1.8.2.	Lekeler ve Giderilmesi .....	12
1.8.3.	Islatma İşlemleri .....	13
1.8.4.	Renk Açma (Ağartma) İşlemleri .....	13
1.8.5.	Zımparalama İşlemleri .....	14
1.9.	Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri.....	15
1.9.1.	Bağlayıcı Maddeler .....	16
1.9.1.1.	Termoplastlar .....	17
1.9.1.2.	Elastomerler .....	17
1.9.1.3.	Duroplastlar .....	17
1.9.2.	Çözücü ve İnceltici Maddeler .....	18
1.9.3.	Katkı (Dolgu)Maddeleri .....	19
1.9.3.1.	Kurutucu Maddeler(Sikatifler) .....	19
1.9.3.2.	Koruyucu Maddeler (Biozitler) .....	19
1.9.3.3.	Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler .....	20
1.9.3.4.	Aşındırıcı Maddeler.....	20
1.9.3.5.	Tiksotropik Maddeler .....	20
1.9.3.6.	Matlaştırma Maddeleri .....	20
1.9.3.7.	Işığa Karşı Koruyucu Maddeler .....	20
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 .....	21
1.10.1.	Gözenek Macunları veya Dolgu Maddeleri .....	22
1.10.2.	Vernikler.....	22
1.10.2.1.	Vernik Çeşitleri .....	24
1.10.2.1.1.	Selülozik Vernik .....	24
1.10.2.1.1.1.	Yapısı ve Tanımı .....	24
1.10.2.1.1.2.	Kuruma Özellikleri .....	25
1.10.2.1.1.3.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	25
1.10.2.1.2.	Poliüretan Vernik .....	26
1.10.2.1.2.1.	Yapı ve Tanımı .....	26
1.10.2.1.2.2.	Kuruma Özellikleri .....	27
1.10.2.1.2.3.	Katman Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	28
1.10.3.	Önemli Bazı Vernikler ve Özellikleri .....	29
1.11.	Adhezyon Teorisi ve Odunda Adhezyon .....	30
1.11.1.	Adhezyon Teorisi .....	30

1.11.2.	Odun - Reçine Bağ Oluşumu .....	31
1.12.	Literatür Özeti .....	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	37
2.1.	Deney Materyali .....	37
2.1.1.	Ağaç Türleri .....	37
2.1.1.1.	Doğu Kayını ( <i>Fagus orientalis</i> Lipsk.) .....	38
2.1.1.2.	Sakallı Kızılağaç ( <i>Alnus glutinosa subs. Barbata</i> (C.A. Mey)Yalt.) .....	39
2.1.1.3.	Doğu Ladini ( <i>Picea orientalis</i> ( L .)Link.).....	39
2.1.2.	Vernik Türü .....	39
2.2.	Deneme Metodları .....	40
2.2.1.	Mikrodalga Uygulaması .....	40
2.2.2.	Isıtma Uygulaması.....	40
2.3.	Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması .....	40
2.4.	Deney Yöntemleri .....	42
2.4.1.	Yoğunluklar.....	42
2.4.2.	Kuru Film Kalınlığı.....	42
2.4.3.	Aşınma İndeks Değeri.....	43
2.4.4.	Parlaklık Testi .....	43
2.5.	İstatistik Yöntemler .....	44
3.	BULGULAR .....	46
3.1.	Yoğunluklar.....	46
3.2.	Kuru Film Kalınlıkları.....	46
3.3.	Aşınma İndeksi.....	47
3.3.1.	Vernik Türleri İçin Aşınma İndeksi Değerleri .....	47
3.3.1.1.	Selülozik Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri .....	47
3.3.1.1.1.	Ağaç ve İşlem Türünün Selülozik Vernik Aşınma İndeksi Üzerine Etkisi....	48
3.3.1.2.	Poliüretan Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri.....	49
3.3.1.2.1.	Poliüretan Vernikte Aşınma İndeksi Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi.....	49
3.4.	Parlaklık (Gloss).....	51
3.4.1.	Vernik Türleri İçin Parlaklık Değerleri.....	51
3.4.1.1	Selülozik Vernik İçin Parlaklık Değerleri.....	51
3.4.1.1.1.	Selülozik Vernikte Parlaklık Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi... 52	
3.4.1.1.1.1.	Liflere Paralel Yönde Parlaklık.....	52
3.4.1.1.1.2.	Liflere Dik Yönde Parlaklık .....	54
3.4.1.2.	Poliüretan Vernik İçin Parlaklık Değerleri.....	55
3.4.1.2.1.	Poliüretan Vernikte Parlaklık Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi . 56	

3.4.1.2.1.1.	Liflere Paralel Yönde Parlaklık.....	56
3.4.1.2.1.2.	Liflere Dik Yönde Parlaklık.....	57
4.	İRDELEME.....	59
4.1.	Yoğunluklar.....	59
4.2.	Kuru Film Kalınlıkları.....	59
4.3.	Aşınma İndeksi Değerleri.....	60
4.3.1.	Selülozik Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri .....	60
4.3.2.	Poliüretan Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri.....	61
4.4.	Parlaklık .....	62
4.4.1.	Selülozik Vernikte Mikrodalga ve Isıtma İşlemlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi.....	62
4.4.2.	Poliüretan Vernikte Mikrodalga ve Isıtma İşlemlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi .....	64
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	67
5.1.	Yoğunluk .....	67
5.2.	Kuru Film Kalınlığı.....	67
5.3.	Aşınma İndeksi.....	67
5.4.	Parlaklık .....	68
6.	KAYNAKLAR.....	71
ÖZGEÇMİŞ		



Yüksek Lisans

ÖZET

AĞAÇ TÜRÜ VE İŞLEME ÖZELLİKLERİNİN VERNİKLERİN AŞINMA İNDEKSİ  
VE PARLAKLIK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Çiğdem KASA

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR  
2021, 76 Sayfa

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan ağaç türleri odunlarında mikrodalga ve ısıtma işlemlerinin verniklerin aşınma indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 3 farklı ağaç türü; yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa subsp. Barbata* (C.A.Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. (Link.)) ve vernik türlerinden selülozik vernik, poliüretan vernik kullanılmıştır. Deneme örnekleri hazırlanmış ve örnekler üzerinde yoğunluk, kuru film kalınlığı, aşınma indeksi ve parlaklık değerleri hakkında incelemeler yapılmıştır. Ağaç türlerinde en başarılı aşınma indeks değeri Doğu Kayını odununda belirlenmiş, bunu sırasıyla Kızılağaç ve Doğu Ladini izlemiştir. 90 saniyelik mikrodalga uygulamasının parlaklık değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak mikrodalga uygulamasının ve ısıtma işlemlerinin verniklerin aşınma indeks değerlerini ve parlaklık özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : Aşınma indeksi, parlaklık, Doğu Kayını, Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF WOOD MATERIAL AND PROCESSING  
PROPERTIES ON THE WEAR INDEX AND GLOSS PROPERTIES

Çiğdem KASA

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industry Engineering Graduate Program  
Supervisor: Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR  
2021, 76 Pages

In this study, the effect of microwave and heating process on the wear indeks and gloss properties of some commercially important wood species were searched, therefore three different wood species (Beech and Alder As hardwoods, and Spruce ) and two type of varnish (Cellulosic varnish and polyurethane varnish) were used. In addition, in order to determine effect of sawn types and fiber directions, density, dry film thickness, wear indeks and gloss values of samples were investigated. The best wear index value among tree species was determined in Eastern Beech wood, followed by Alder and Eastern Spruce, respectively. It has been determined that 90 seconds of microwave application reduces the brightness values in the brightness values. As a result; It was determined that microwave application and heating processes affected the wear index values and gloss properties of the varnishes.

**Key Words:** Wear index, gloss, Beech, Eastern Spruce, Alder

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Yüzey işlem sistemi oluşumunun şematik görünüşü .....	16
Şekil 2. Kuru film kalınlığı ölçme aleti.....	43
Şekil 3. Yüzey parlaklık ölçüm cihazı (Surface gloss meter) [12]. .....	44
Şekil 4. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri .....	59
Şekil 5. Ağaç türlerinde verniklerin kuru film kalınlıkları.....	60
Şekil 6. Selülozik vernikte mikrodalga ve ısıtma işleminin aşınma indeksi değerleri.....	61
Şekil 7. Poliüretan vernikte mikrodalga ve ısıtma işleminin aşınma indeksi değerleri ...	62
Şekil 8. Selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerleri.....	63
Şekil 9. Selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık değerleri.....	64
Şekil 10. Poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerleri .....	65
Şekil 11. Poliüretan vernikte liflere dik yönde parlaklık değerleri .....	66

## TABLolar DİZİN

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yüzey işlemlerinin kaplama malzemesi tiplerine göre sınıflandırılması.....	2
Tablo 2. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları [1, 2].....	5
Tablo 3. Önemli bazı vernikler ve özellikleri.....	29
Tablo 4. Ağaç türlerine ait önemli bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler [36] ....	38
Tablo 5. Selülozik vernik ve poliüretan vernik için bazı ambalaj özellikleri [39].....	40
Tablo 6. Vernik türleri ve karışım miktarları [39].....	41
Tablo 7. Yoğunluk değerleri (g/cm <sup>3</sup> ).....	46
Tablo 8. Selülozik vernik uygulanan örneklerin kuru film kalınlıkları(μm).....	46
Tablo 9. Poliüretan vernik uygulanan örneklerin kuru film kalınlıkları(μm) .....	47
Tablo 10. Selülozik vernik uygulanan örneklerin aşınma indeksi değerleri .....	47
Tablo 11. Selülozik vernikte şınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 12. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları. (MD = mikrodalga ) .....	48
Tablo 13. Poliüretan vernik türüne ait örneklerin aşınma indeksi değerleri .....	49
Tablo 14. Poliüretan vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	50
Tablo 15. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları.....	51
Tablo 16. Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri .....	52
Tablo 17. Selülozik vernikte parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	53
Tablo 18. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları .....	53
Tablo 19. Selülozik vernikte liflere dik parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 20. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları .....	54
Tablo 21. Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri.....	55
Tablo 22. Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	56
Tablo 23. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları.....	57
Tablo 24. Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları .....	57
Tablo 25. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları.....	58

# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1. Giriş

Günümüze kadar ağaç malzeme üst yüzey işlemleri için, çok sayıda yüzey işlemi malzemesi kullanılmasının yanı sıra, uygulama alanında da bir çok yöntem geliştirilmiştir. Mobilya endüstrisi alanında kullanılan çeşitli ağaç malzeme türleri de göz önünde bulundurulursa, üst yüzey işlemlerinin oldukça karmaşık ve güç olduğu kolaylıkla anlaşılabilir.

Yüzey işlemi uygulanacak ve bu işlem sırasında kullanılacak malzemelerin (ağaç malzemeler, boya-vernik v.b.) hangi amaç için kullanılacağı bilinmelidir. Aksi takdirde bu malzemelerin seçimi zor veya çok güç olacaktır. Tam açıklık getirilmemiş durumlarda, bu malzemelerle beraber vernik veya boyanın sağlandığı kaynaklardan bilgi alınması uygun olacaktır.

Odunun önemli karakteristik özelliklerinden biri boyanabilme veya verniklenebilme özelliğidir. Bunun yanı sıra, ağaç malzeme türleri çeşitli alet veya makinelerle işlemlerde oldukça farklı davranışlar sergilerler. Bu sebeple farklı kullanım alanları için oldukça önemli olan ağaç malzemenin yüzey karakteristiğinin uygunluğunun belirlenmesi gerekir. Belirlenen ağaç türlerinin uygun yüzey işlem özelliklerinin yaygın kullanımları; kaliteli bir ürün için önemli olan ve bunların gerektiği mobilya, marangozluk, doğrama veya diğer orman ürünleri gibi üretim alanlarını içermektedir.

Bu çalışmada; Ülkemizde Orman endüstrisi sanayisinde özellikle mobilya ve doğrama endüstrisinde kullanılan ana hammaddelerinin yaygın olan türleri seçilmiştir. Bu nedenle geniş yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını ( *Fagus orientalis* Lipsky.) , Sakallı Kızılağaç ( *Alnus glutinosa* subsp. *Barbata* ( C.A.Mey) Yalt. ) ; iğne yapraklı ağaç türlerinden ise Doğu Ladini ( *Piceae orientalis* ) odunlarının verniklenebilme özellikleri araştırılmıştır. Çalışmanın ana amacı, bazı işlem türlerinin verniklerin aşınma indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Ağaç türlerinin verniklenebilme özelliklerinin belirlenmesinde, odun ile yüzey işlem maddeleri arasındaki etkileşimin belirlenmesi, odun özelliklerinin iyileştirilmesi ve farklı kullanım yerleri için uygunluklarının belirlenmesidir. Ülkemizin kalkınmasında önemli bir yer edinen mobilya ve doğrama endüstrisinin ana kaynağını oluşturan ağaç malzemenin

vernikleme özelliğinin belirlenmesi ile bu alandaki önemli bir boşluğun doldurulacağını vurgulamak yerinde olacaktır.

## 1.2. Yüzey İşlemlerinin Tanımı

Ağaç malzemelerden hazırlanan eşyalar üzerine uygulanan boya, cila, renk açma, renklendirme, koruyucu katman ve baskı işlemlerinin tümüne yüzey işlemleri denir. Perdah (rendeleme, sistireleme ve zımparalama), ıslatma ve lekelerin temizlenmesi gibi hazırlık işlemleri de bu tanımın kapsamına girmektedir.

Yüzey işlemleri oldukça geniş bir çalışma alanını kapsamaktadır. Mobilya endüstrisinde en çok değişen ve aralıksız kendini yenileyen bir konudur[1,2,3].

## 1.3. Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması

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

### 1.3.1. Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre Yüzey İşlemleri

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

Tablo 1. Yüzey işlemlerinin kaplama malzemesi tiplerine göre sınıflandırılması

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

### 1.3.2. Mekanik Olarak Yapılan Yüzey İşlemleri

Mekanik yüzey işlemleri; odunun yapısından yararlanmak amacıyla 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 yararlanılarak ve girintili çıkıntılı oldukça estetik yüzeyler elde edilmektedir [1, 2].

### 1.3.3. Sıvı Yüzey İşlemleri

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

#### A- Ağaç malzemenin rengini değiştiren yüzey işlemleri

- 1- Renk açma (Ağartma)
- 2- Renklendirme

#### B- Koruyucu üst yüzey işlemleri

1. Ağaç malzemenin yüzeyinin (strüktürünü) görüldüğü saydam yüzey işlemleri (matlaştırma, vernikleme, cilalama)
2. Ağaç malzemenin yüzeyini örten yüzey işlemleri (lake boyama, renkli vernikleme)

#### C- Ağaç malzeme yüzeyini 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 işleme
3. Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla desen baskılı yüzey işleme

## 1.4. Yüzey İşlemlerinin Amaçları

### 1.4.1. Koruma Amacı

Ağaç malzemelerden hazırlanan ürünler; fiziksel olarak ortamın rutubeti ve havanın bozucu etkilerinden (yağmur, çiy vb.), iç veya dış koşullardaki çeşitli kimyasal maddeler

veya çevre kirliliği vb. etkiler (lekelenme, yapısal özelliğini kaybetme v.b. ) ile mekanik etkilerden (vurma, sürtünme, aşınma, çarpma v.b. gibi) yıkımlanmaktadır. Ayrıca toz ve kirlenmeler de eşyaların ömrünü kısaltmaktadır. Mikroorganizma adı verilen çok küçük canlılar (bitkisel veya hayvansal zararlılar) yaşamlarını sürdürebilmek için odunu yıkımlamaktadırlar.

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

### **1.4.2. Estetik Amaçlar**

Her ağacın birbirinden farklı rengi vardır. Pigment adı verilen ve ağaca rengini veren boyar maddeler, yaşayan ağacın kabuk kısmında bulunur. Kesilerek işlem gören ağaç malzeme bu özelliğini zamanla kaybetmektedir.

Üst yüzey işlemleri, ağacın doğal güzelliğini, rengini ve desenini belirgin duruma getirir. Bunun yanı sıra güzelliği öne çıkarılan ve canlanan görüntüsünün sürekliliğini de sağlar. Düzgün olmayan, dengesiz ve kusurlu renk farklılıkları, boyama işlemleri ile en aza indirilebilir. Renklendirme işlemi ile düşük kaliteli malzemelerin değerleri arttırılabilir. Mobilyalarda kullanılan farklı tür ağaçlardan elde edilen masif ve kaplamaların oluşturduğu renk farklılıkları da giderilebilir. İç dekorasyonlarda kullanılan mobilya ve iç mimari malzemeleri arasındaki uyumun sağlanabilmesi ve ürünlere zamanın modasına uygun olarak istenilen renk veya parlaklığın uygulanması da estetiklik amaçları arasında yer almaktadır.

Uygun yöntemler ile uygulanan üst yüzey işlemleri, ağaç malzemedен hazırlanan ürünlerin teknik, estetik ve ekonomik yönden değerlerini arttırabilmektedir [2, 7].

### **1.4.3. Hijyenik Amaçlar**

Yüzey işlemleri; mobilya v.b. ürünlerin yüzeylerindeki toz, kir, v.b. malzemelerin yapışmasını önleyici yapıdadır. Mobilyaların temizlenebilmesini kolaylaştırırlar. Isıyı az iletmeleri, yani ısınmayı önlemesi çeşitli mikrop vb. oluşumlarını engeller. Bu da ürünlere hijyeniklik etkisi kazandırır. Özellikle oyuncak sektöründe, gıda ambalajlarında, soğuk hava vagon veya araçlarında kirlenmeyi ve ısınmayı önlemek için kullanılmaktadırlar [7, 6].



### 1.5. Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları

Üst yüzey işlemleri, 3 temel amaca ulaşmak için yapılır. Bunlar; ahşap mobilyaları korumak, ahşap objelerin estetik değerini arttırmak ve temizliğini kolaylaştırmaktır. Yüzey işlemlerinin bina içi, bina dışı ve diğer kullanım alanlarında kullanım amaçları Tablo 2’de gösterilmiştir [8].

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

Üst yüzey işlemlerinin kullanım alanları		
Bina dışı	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

Farklı yerlerde çeşitli amaçlarla kullanılan mobilya veya ahşap yapıların yüzey işlemleri, çevre koşullarından doğrudan etkilenmektedir. Bunlar bina içi ve bina dışı faktörler olmak üzere iki bölümde incelenmektedir [1,7].

Bina içerisindeki kullanımlarda, gerilme daha az olduğu için yüzey işlemlerinde estetik gereksinimler daha çok ön plana çıkmaktadır. Ancak yüksek nemli ve ıslak mekanlar gibi özel amaçlı mekanlar için uygun yüzey işlem yöntemleri özenle seçilmelidir.

Dış hava koşullarından etkilenen mobilya, doğrama ve yapı malzemelerinin yüzey işlemlerini seçerken yağmura, doluya ve güneş ışığına karşı dayanıklılığı dikkate alınmalıdır. Ayrıca binanın yönü, yüksekliği ve diğer koruyucu önlemleri (çatı yapısı vs.) de dikkate alınmalıdır [1, 2].

Ağaç malzemeler dış mekânlarda kullanıldığında; rutubet, yağmur, çiy v.b. etkilere maruz kalır. Bina içerisinde ise; soğuk havalarda odaların pencerelerinde hava neminin artması ve rutubet yoğunlaşması da rutubet kaynaklarını oluşturmaktadır. Özellikle bu şekilde ortaya çıkan rutubet; doğrama ek yerleri ve cam tutucu macunlara nüfuz ederek

hasara neden olmaktadır. Bu bakımdan doğramada çift cam uygulaması zararlı etkileri azaltabilir [9, 10, 11].

Rutubetin ve suyun yüzey işlemi uygulanmış ağaç malzemeye girme şekilleri farklıdır. Örneğin; pencere ve kapıların alt kısımlarından yapı malzemelerine ve çatlaklara nüfus edebilirler. Cam veya boya macunu, ağaç malzemedeki macunlu yerler, kapılar ve dış duvar kaplamalarında kullanılan malzemelerin enine kesitleri rutubetin giriş noktaları olarak kabul edilmelidir.

Işık en önemli bina dışı iklim faktörlerinden biridir ve hem yüzey işlemlerinde bağlayıcı madde olarak kullanılan sentetik reçineyi hem de ağaç malzemeyi doğrudan etkilemektedir. Özellikle kısa dalga boylu ışınlar, ağaç malzemelerin ve sentetik reçine bağlayıcı maddelerin makro moleküllerini kademeli olarak yok eder ve mekanik faktörlerin ve rutubetin etkisiyle parçalanmış moleküller daha dirençsiz hale gelir.

Ağaç malzemelerin ve yüzey işlemlerinin dayanıklılığını arttırmak için kısa dalga boylu UV ışınlarının etkisinden korunmalı ve kısmen uzak tutulmalıdır. Bu ise ağaç malzemenin yüzeyinin ışığı geçirmeyen pigment veya katkı maddelerini içeren bir bağlayıcıyla işlenmesiyle sağlanabilir.

Mantar sporları havada kolaylıkla yayılabilir ve ağaç malzemenin rutubetinin %22'den fazla olması durumunda çoğalır ve malzeme yüzeyindeki yağlı boya tabakasında çürük ve küf mantarlarının oluşumunu kolaylaştırır [1, 2,9].

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

Mobilya, doğrama ve binalarda kullanılan ağaç malzemelerin türü yüzey işlem performansı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu bakımdan ağaç malzemelerin seçiminde yüzey işlem malzemeleri ile uyumluluk açısından dikkat edilmesi gereken birçok konu üzerinde durulmaktadır. Bunlar doğal özellikler ve üretim özellikleri olarak ikiye ayrılır. Bunlar arasında yıllık halka, budak v.b. oluşumlar, permeabilite, ekstraktifler ve renk doğal özellikler; ağaç malzeme kalitesi, kesim şekli, rutubet miktarı ve yüzey özellikleri ise üretim özellikleri olarak yorumlanmaktadır.

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

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

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

Yüzey işlemlerinde; doğal veya yarı doğal bir yapı gösterecek yani renklendirilecek veya saydam verniklenecek ağaç malzeme kusursuz olmalıdır. Reaksiyon odunu, eğri büyüme, lif kıvrıklığı ve budak oluşumu gibi kusurlara sahip ağaç malzeme üst yüzey işlemi yapıldıktan sonra boya veya vernik tabakasının bozulması sonrası hava şartlarına bağlı olarak boyutsal değişiklikler göstermektedir.

Uzun süre uygun olmayan şartlara maruz kalan ağaç malzemede, önce lekelenmeler daha sonra ise çürüme ve ardaklanmalar meydana gelmektedir. Lekeli, çürük ve ardaklanmış bölgeler boya ve verniği dengeli bir şekilde alamamaktadır. Bu bakımdan yüzey işlemi ile tamamen giderilemeyen bu tür kusurlu parçaların kesim esnasındaki işlemlerle giderilmesinde fayda vardır.

Katman oluşturan yüzey işlemlerinde ağaç malzemenin direnç özellikleri de oldukça önem taşımaktadır. Boya-vernik katmanları yapısal olarak ne kadar sert ve katı yapıda ise (özellikle kimyasal kuruyan poliüretan, polyester v.b verniklerde) ağaç malzemenin direnç özelliklerinin de yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca düşük dirençli ağaç malzemede reçine miktarının artırılması ve sert katman oluşturan boya-verniklerin uygulaması ile bu sakınca büyük ölçüde ortadan kaldırılabılır [9, 11].

### **1.7.2. Odunun Anatomik Yapısı**

Odunda yıllık halkalar, ilkbahar ve yaz odunu olmak üzere iki farklı katman oluşturmaktadır. Genellikle yüzey işlemi uygulanacak mobilya ya da yapı elemanları radyal veya teğet kesitte bulunmaktadır. Kesit şekillerinden radyal kesitte ilkbahar ve yaz odunu tabakaları dar şeritler halinde bir yapı gösterirken, teğet kesitte genel olarak piramit şeklinde ve daha geniş alanlar oluşturmaktadır. Odun radyal yönde daha az çalıştığı için yüzey işlem maddesi daha iyi tutunur. Bu yüzden dış koşullarda, çalışma özelliği az olan radyal kesitli; iç koşullarda, estetik özelliğe sahip ve çalışması kontrol altına alınabilen teğet kesitli parçalar kullanılmalıdır. Ayrıca dış koşullarda daha az yer ve çalışma özelliği gösterdiği için dairesel kesitler kullanılması, zorunlu yapılar için kare ve dikdörtgen kesitlerin kullanılması tavsiye edilir [1, 9,11].

### 1.7.3. Yoğunluk

Ağaç malzemedeki rutubet alış verişinden kaynaklanan daralma ve genişlemeler yoğunluk ile yakından ilişkilidir. Odundaki yoğunluk arttıkça daralma ve genişleme yüzdeleri de artmaktadır. Bu yüzden özellikle dış koşullardaki yapılarda daha az çalışma gösteren düşük yoğunluktaki ağaç malzemeler kullanılmaktadır. Böylece; az çalışma vernik veya boya tabakasının ayrışma sürecini arttıracak ve yüzey işleminin performansı yüksek olacaktır [2, 9, 11].

### 1.7.4. Geçirgenlik(Permeabilite)

Sıvıyı ağaç malzeme içinde veya dışında hareket ettirme özelliğine geçirgenlik denilmektedir. Bu özelliğe sahip ağaç türlerinde sadece rutubetin hareketi değil, aynı zamanda ağaç malzemeye emprenye ve yüzey işlem maddelerinin uygulanması da kolaylaşmaktadır. Ancak yüzey işleminin türüne göre bazı olumsuz etkileri de vardır. Ağaç malzemedeki geçirgenlik, kapiler boruların (trahelerin) büyüklüğüne, hücre çeperindeki geçitlerle hücreler arasındaki iletişime ve reçine içerip içermediğine bağlıdır. Su, hücre çeperine ve hücre boşluğuna girebilmesine rağmen, yağlı boya gibi hidrokarbon bazlı sıvılar sadece hücre boşluklarına girmekte, hücre çeperine ise nüfuz edememektedir. Düşük viskoziteli sıvılar yüksek penetrasyon hızına ve derinliğine sahiptir. Bu yüzden genellikle geçirgenliği iyi olan ağaç malzemedeki boya veya vernik viskozitesinin yüksek, iyi olmayan odunlar da ise düşük tutulması gerekmektedir. Böylelikle yüzey işleminde hem ekonomiklik hem de yeterli dayanıklılık sağlanmış olur. Ayrıca odunun enine kesitlerinde sıvının penetrasyon kapasitesi yan yüzeylerdekinden yüksektir. Öz odunun geçirgenliği diri odundan farklıdır ve genellikle daha düşüktür. Bu da yüzey işlemi katmanlarını etkilemektedir [1, 2, 9,11].

Geçirgenlik ağaç malzemedeki olduğu kadar yüzey işleminde kullanılan ve katman yapan sistemler içinde önemlidir. Genel olarak yüzey işlemleri farklı geçirgenliğe sahiptir, iç koşullarda genel kullanımlarda geçirgenliği düşük, iç koşullarda rutubetli ortamlarda(mutfak, banyo, v.b.) ve dış koşullarda ise geçirgenliği yüksek sistemler kullanılmaktadır [1, 2].

### 1.7.5. Ağaç Malzemenin Rutubeti

Rutubet ağaç malzemelerin hücre çeperinde ve hücre boşluklarında bulunmaktadır. Odunda su oranı % 25-30'den daha fazla ise çeperle birlikte, hücre boşluklarında da rutubet bulunmaktadır. Lif Doygunluğu Noktasının (LDN, % 25-30) altındaki ağaç malzemede çalışma (daralma ve genişlemeler) meydana gelmektedir, bu da çatlamalara neden olmaktadır ve boya-vernük tabakası kısa sürede bozulmaktadır. Bu sebeple yüzey işlemleri uygulanacak malzemenin kullanım yeri koşullarına uygun odun denge rutubetine (DRM) kadar kurutulması gerekmektedir. Buna göre; dış ortamlarda kullanılacak ağaç malzemenin rutubetinin %15-18, iç ortamlarda kullanılacak malzemenin ise %10-12 rutubete kadar kurutulması uygun görülmektedir[1, 6].

Ortam DRM' ndan çok daha fazla kurutulmuş bir malzeme atmosferden rutubet alacağından dolayı boyutlarında genişleme olacaktır. Bu da üzerindeki boya-vernük tabakasında çekme gerilmeleri oluşturarak yırtılma şeklinde hasarlara yol açmaktadır. Ayrıca DRM' na göre yüksek rutubet miktarındaki bir malzeme ise rutubet kaybederek boyutlarında daralmalar gösterir, bu da boya-vernük tabakasının basınç gerilmeleri etkisinde kalarak kabarma şeklindeki bozulmalara yol açmaktadır [1, 6].

### 1.7.6. Yüzey Özellikleri

Ağaç malzemelerin yüzey özellikleri genellikle odunun yapısına ve işleme şartlarına bağlıdır. Bunlar arasında odunun yapısına bağlı olan dalgalı liflilik, renklendirme işlemleri sırasında daha çok boya emerek koyulaştığı için yüzey işlemleri açısından önemli bir kusur oluşturmaktadır. Bu yüzden dalgalı lifli masif malzeme veya kaplamalar kullanılırken bu durum göz önünde bulundurulmalı ve ön işlemlerde ıslatma önlemleri alınmalıdır. Ahşap kaplamaların yüzey özelliklerinden biri olan ve kaplanmış yüzeylerde görülen kılcal çatlaklar pres sıcaklığının veya kaplamadaki rutubetin fazla olmasından kaynaklanabilir. Preslemeden önce kaplama rutubetinin % 8 olması gerekir. Bu şekilde kılcal çatlaklar gösteren kaplama yüzeylerine polyester vernük uygulanması önerilir. Ayrıca kaplama kalınlığının artması çatlama riskini de artırır. Öte yandan ince kaplamalara yapılan sistre ve zımpara işleminden sonra daha çok incelen ve tamamen aşınan kısımlarda lekelenmelere neden olan tutkal görünmektedir.

Kesme ve soyma yöntemlerine göre elde edilen kaplamaların genellikle iç kısımlarında çatlaklar oluşur. Bu kısımların presleme sırasında dış yüzeye getirilmesi çatlakları daha da arttıracığı için tutkallı veya iç kısımlarda kullanılması gerekmektedir.

Ağaç malzemenin kesim yönü de önemli olup, teğet yönde kesilen parçaların yaz odunu tabakasında zamanla gevşek lifliliğin ortaya çıkmasına neden olmakta ve bu da uygulanan boya-vernük katmanını çatlatmaktadır.

Yüzey işlemlerinin en iyi şekilde uygulanabilmesi için ağaç malzeme yüzeyinin düzgün olması gerekmektedir. Bu nedenle ağaç malzeme planyalama, frezeleme, tornalama v.b. işlemlerle uygun hale getirildikten sonra zımparalanmaktadır. Zımparalama işlemi ağaç malzeme yüzeylerinin düzgün olmasını ve pürüzlülüğün minimum düzeyde olmasını sağlamaktadır. Böylece yüzey işlemleri ile daha kaliteli ve ekonomik malzemeler elde edilir [1, 2,3].

#### **1.7.7. Ekstraktif Maddeler**

Reçine içeriği yüksek olan kızılcam, karaçam, melez gibi ibreli ağaç türlerinde reçine sıcaklığın etkisi altında yüzeye nüfus ederek lekeli bir görünüm oluşturmaktadır. Reçine verniklenmeyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Vernikleme işleminde birbirine uymayan heterojen renklerin ortaya çıkmaması için reçineli ve reçinesiz ağaç türü odunlarının bir arada kullanılmamasına özen gösterilmelidir.

Reçine açısından, çam ve melez haricinde diğer yerli ibreli ağaç türleri yüzey işleminde reçine bakımından büyük bir sorun teşkil etmemektedir. Egzotik ağaç türlerinde ise yağ bazlı ekstraktif maddeler polyester vernikte tabakanın sertleşmesini önlemekte, yavaşlatmakta veya zeminle olan bağlantısını azaltmaktadır. Bu durum katmanın yüzeyden kopmasına veya renk maddesinin difüzyonuna neden olmaktadır.

Meşe, kestane, maun odunları tanen içermektedir. Tanenli odunlar; metal aksesuarlar veya metal zımpara bantları ile zımparalandıklarında, yüzeye temas eden metal iyonlarının etkisi yüzünden koyu renkli bir yapı göstermektedirler[1,3].

#### **1.7.8. Renk**

Ağaç malzemenin yüzeyi şeffaf bir doğal renk tabakası ile kaplıysa, kullanılan masif veya kaplama levhalarının rengi ve deseni farklı olmamalıdır. Farklı kaplamaların bir arada kullanılmasından kaynaklanan renk ve desen farklılıklarını ortadan kaldırmak oldukça

zordur. Renk farklılıkları renk açma veya renklendirme işlemleriyle belli ölçüde giderilebilir.

Ağaç malzemenin rengi zamanla koyulaşmakta olup, bu değişim öz odundan daha çok diri odunda meydana gelmektedir. Meşe ve melez türü gibi odunlarda diri odun uzun süre rengini koruduğu halde, öz odun çok kısa zamanda koyulaşmaktadır. Bu ağaç türlerinin diri ve öz odunlarını ayrı ayrı kullanmak gerekmektedir [1, 2, 3].

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

Ağaç malzeme yüzeylerinin üst yüzey işlemlerine uygun şekilde hazırlanması, ön hazırlıklar olarak bilinmekte olup büyük ölçüde önem taşımaktadır. Üst yüzey işlemlerinde kusurlar beklenen sonuçları olumsuz yönde etkilemektedir. Üst yüzey işlemleri öncesinde iş parçalarının yüzeyleri pürüzsüz ve temiz olmalıdır. Yüzeylerde ve özellikle kenarlardaki pürüzler veya kabarıklıklar, rende, sistre ve zımpara ile düzeltilmelidir.

Ağaç malzemelerden yapılan mobilya ve dekoratif elemanlarının üst yüzey işlemlerine hazırlanması sürecinde ve yüzey işlemlerinde zorunlu olarak aşağıda açıklanan işlemlerden bir veya birkaçının ard arda uygulanması gereklidir. Bu ön hazırlık işlemleri; onarma, ıslatma, lekelerin giderilmesi, renk açma (ağartma) ve zımparalama olarak 5 gruba ayrılmaktadır [12, 13].

#### **1.8.1. Onarma İşlemleri**

Ağaç malzemenin yüzeylerinde genellikle onarım gerektiren kusurlu kısımlar bulunmaktadır. Bunlar, küçük ve büyük kusurlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Küçük kusurların giderilmesi için onarma macunları yeterlidir, daha büyük kusurlar için yama işlemi gerekmektedir.

Onarma işlemleri ve onarma macunları kaliteli çalışmalarda uygulanmamaktadır. Ancak; özenle çalışılmış olsa bile, bir işin birleştirme yerlerinde, masif veya kaplama yüzeyinde bulunan çok küçük budaklarda, makinelerle yapılan işlemler sonrasında oluşan lif kopmaları v.b. ile çivi veya vida delikleri etrafında kusurlar oluşabilir. Onarma işlemleri bu tür küçük kusurların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için uygulanmaktadır.

Onarma macunları genellikle küçük kusurların giderilmesi için kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılacak en kaliteli macun dahi ağaç malzemedan farklı bir yapı ve özellik göstermektedir. Rengi, sertliği, rutubet içeriği ağaç malzemelerden farklıdır. Bu nedenle

büyük kusurlar onarma macunu ile onarılamazlar. Büyük kusurları onarmak için uygun renk ve desenlere sahip ağaç malzeme, masif veya ahşap kaplamalar kullanılır.

Büyük kusurlar; genellikle düşen budaklarda görülür. Ayrıca makine işlemlerinde büyük parçacıklar halindeki kopmalar da büyük kusur sayılır. Budaklarla ilgili kusurların onarmak için budak matkaplarından yararlanılır. Bunlar; takım halinde olup, genellikle 10 ile 50 mm çaplarındadırlar. Yama yapılacak yerler için budak ve yama matkaplarından oluşan uygun çaptaki budak matkap takımı seçilir. Yama matkabı yardımı ile kusurlu budak parçasının her iki tarafından ve parça kalınlığının 1/3'üne kadar boşaltılır. Düşen budağın tamamı değil de tek tek iki parça halinde çıkartılması; büyük hacimli yama işlemini gerektirmeyecek ve bu yüzden onarım yerindeki direnci olumsuz etkilemeyecektir [2, 15,16].

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

Mobilya ve doğrama üretimi sırasında birçok lekeler rastlanmaktadır. Bunlar; tutkal lekeleri, reçine lekeleri, pas lekeleri ve alkali lekeleridir. Ayrıca testere izi lekeleri de atölye tipi üretimlerde sık görülen kusurlardır. Parçaların birleştirmesinde, birleştirme yerlerine veya yüzeylerine uygulanan tutkal, birleştirme yerlerinin dışına taşıdığı veya aktığında tutkal lekeleri oluşur. Bu lekeler vernik ve boyalardan farklı yapıda oldukları için yüzeylerde belirgin halde kalmaktadırlar.

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

Fiziksel veya yarı fiziksel kuruyan tutkalların kullanıldığı uygulamalarda; tutkalın birleştirme yerleri dışına taşmamasına dikkat edilmelidir. Uygulanan tutkal, birleşme yerleri dışına taşıdığı anda hemen temizlenmesi gerekir. Bunun için ise ılık suda ıslatılmış bir bez kullanılması uygun olur.

Kimyasal yolla kurumuş, sertleşmiş tutkal lekeleri ise, genellikle mekaniksel olarak parçanın yüzeyine zarar vermeden temizlemek için sistire veya diğer kazıma aletleri kullanılır. Ancak bu işlem; tutkallama sonrası değil, tutkal reaksiyonu tamamlandıktan sonra veya olgunlaşma süresi bittikten sonra yapılmalıdır.



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

### 1.8.3. Islatma İşlemleri

Mobilya üretiminde geleneksel olarak ilk ve son ıslatma olarak bilinen bu işlem, artık yaygın olarak son ıslatma olarak kullanılmaktadır.

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 sonucunda ağaç malzemenin liflerinin ezilmesi şeklinde görülürler. İlk ıslatmanın amacı, mekanik etkilerle ezilen ağaç liflerini doğal boyutlarına ulaşmasını sağlamaktır.

Günümüzde seri mobilya üretimlerindeki teknolojik gelişmeler makinelerden veya diğer işlemlerden kaynaklanan kusurları en aza indirmiş ve böylece geleneksel bir yöntem olan ilk ıslatma uygulamasını ortadan kaldırmıştır.

Son ıslatma işlemleri ise; ağaç malzemedeki zımparalama sonrası oluşan (özellikle hücre lümenleri etrafındaki lif kıvrılması veya çökmeleri vb.) kusurların ortadan kalkması için uygulanan bir işlemdir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra boya veya vernik uygulanmış yüzeylerde oluşan lif kabarıklıklarını gidermek imkansızdır [7, 14].

### 1.8.4. Renk Açma (Ağartma) İşlemleri

Ağartmanın tanımı, ağaca doğal bir renk veren boya maddelerinin çeşitli oksidasyon ve redüksiyon maddeleri ile uzaklaştırılmasıdır.

Zorunlu olmadıkça ağaç malzemelerin ağartılması masif veya ahşap kaplamaların doğal güzelliğini ve ayırt edici görünümünü kaybedeceği için kullanılmaması gereken bir işlemdir. Son yıllarda giderek daha fazla önem kazandığı ve genellikle yapraklı ağaç türlerinde ( Meşe, Ceviz, Dişbudak , Huş v.b ) yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir[2, 6, 14].

Renk açma işleminin birçok amaçları vardır. Bunlar;

1. Ağaç malzemenin istenmeyen doğal renginin değiştirilmesi,
2. Seri üretimde tekdüze rengin (yeknesaklığın) sağlanması,

3. İstenen tonlarda renklendirilemeyen ağaç malzemelerin renginin açılması, 4- Ağaç malzemelerdeki lekelerin (çizgi veya bölgesel durumda) giderilmesi,
4. 5- Öz veya diri odun arasındaki istenmeyen renk farklılıklarının giderilmesi olarak belirtilebilir [2, 6, 14].

### 1.8.5. Zımparalama İşlemleri

Zımparalama, mobilya endüstrisinde yüzey işlemlerine hazırlamanın temel süreci olarak kabul edilmektedir. Zımparalamanın amacı; rendeleme, sistireleme, planyalama, frezeleme, tornalama, lamba – zıvana açma ve delgi işlemlerinden sonra ve üst yüzey işlemleri arasında oluşabilecek kusurları gidermektir.

Zımparalamada işlem sayısı zımparalamanın elle mi yoksa makine ile mi yapıldığına bağlı olarak değişmektedir. Pürüzsüz 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 amaç, ağaç malzeme yüzeyinde makine işlemleri ve ön hazırlıklardan kaynaklanan kusurların ortadan kaldırmaktır. Makine işlemlerindeki kusurlar; kesicilerin yüzeyde bıraktığı dalgalar, işleme sırasındaki lif kopmaları, lif kalkıklıkları ve hassas olmayan parça boyutları olarak tanımlanabilir. Ön hazırlıkların neden olduğu kusurlar ise; onarma işlemlerindeki macunlama veya yamama ile renk açma, ıslatma ve lekelerin giderilmesinde yüzeylerde oluşan lif kalkıklıkları, macun ve tutkal kalıntıları ile yama boyut farklılıklarıdır. Bu kusurların giderilmesi için genellikle kalın 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. Genel olarak ince zımpara bantları (120, 150 ve 180) kullanılmaktadır.

Son zımparalama ise; renklendirme, astar ve dolgu amaçlı ilk veya ara yüzey işlem katlarından sonra uygulanır. Bu aşamada renklendirme ile oluşan lif kalkıklıkları, astar veya dolgu amaçlı kullanılan yüzey işlem malzemelerindeki kabartılar, katman kalınlık farklılıkları ile kuruyana 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

arttırılarak yeterli dayanım sağlanmaktadır. İşlemlerde çok kalın veya çok ince zımpara bantları kullanılmaktadır ve bunlar 220- 600 arasında değişmektedir.

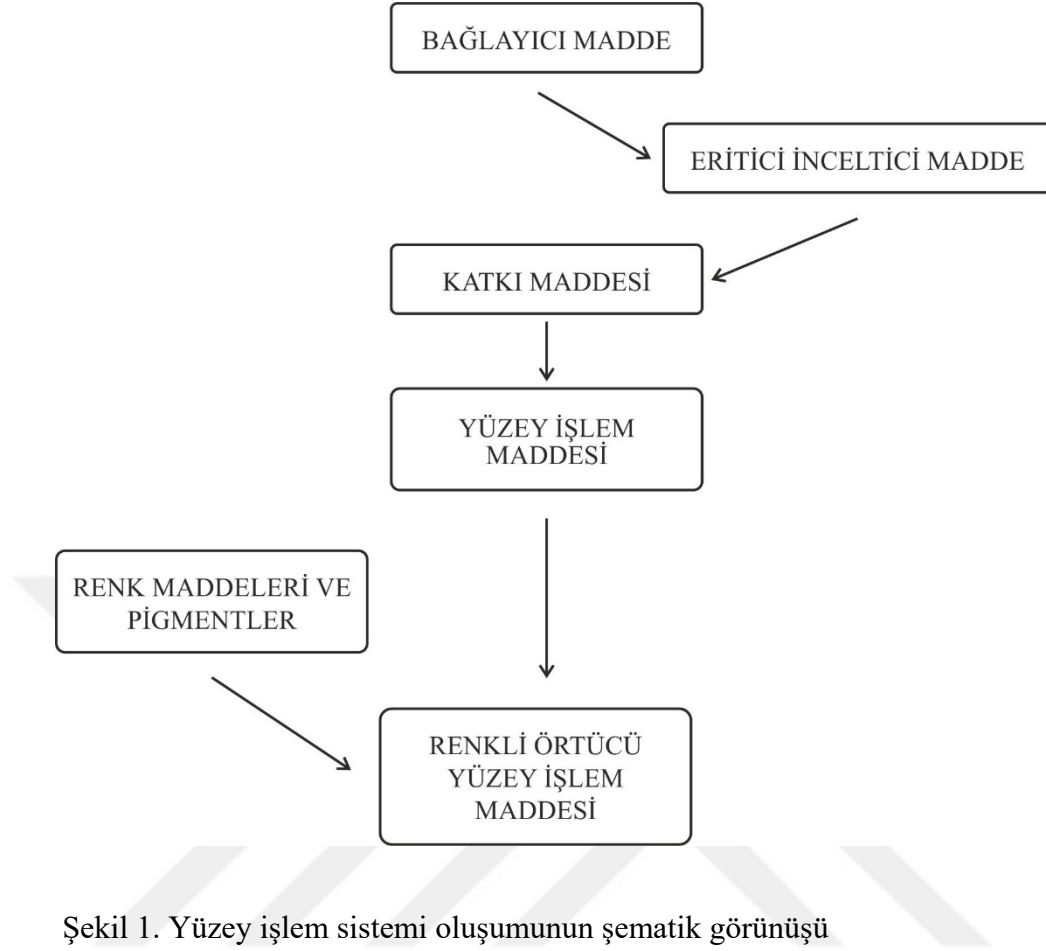
Üç aşamalı işlemlerde; ilk zımparalamaya ağaç malzeme yüzeyi düzeltme zımparası, ara zımparalamaya yüzey temizleme zımparası, son zımparalamaya perdah zımparası adı verilmektedir. Genellikle ilk ve ara zımparalama ağaç malzemelerin düzeltilmesi için, son zımparalama ise macun astar veya dolgu gibi üst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

Zımparalama işlemlerinde çok çeşitli zımparalama aletleri veya makineleri kullanılmaktadır. Bunlar; dar ve uzun bantlı, profilli, diskli, hava yastıklı, lamelli, geniş bantlı zımparalama aletleri veya makineleri olarak belirtilebilir. Ayrıca bandın düz veya salınımlı (titreşimli) hareketine göre da adlandırılmaktadırlar. Düşük kapasiteli işletmelerde yüzey ve kenarın zımparalama işlemlerinde uzun bantlı zımpara makineleri kullanılmaktadır. Geniş bantlı zımpara makineleri ise hem masif ağaç malzemedeki hem de levha üretimlerinde düz ve geniş yüzeylerin zımparalanması için kullanılmaktadır. Son yıllarda geniş ve eğmeçli yüzeylerin zımparalanması için makineler geliştirilmiştir. Bunlar seri üretimin kapasitesinin ve kalite seviyesinin arttırılmasında önemli katkılar sağlamakta ve endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.

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

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

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan boya ve verniklerin yapısını oluşturan maddeler dört gruba ayrılmaktadır. 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 ortaya çıkmaktadır [Şekil 1]



### 1.9.1. Bağlayıcı Maddeler

Reçineler bağlayıcı olarak kullanılır. Bağlayıcılar, koruma ve estetik değeri arttırmak için kullanılırlar. Boya ve vernik uygulandıktan sonra yüzeyde kuruması veya sertleşmesi sonucu yüzeyde katman veya film oluşturmaktadır. Bunlar; çözücü ve incelticiler ile çözüldürülerek kullanılabilir hale getirilmektedir.

Bağlayıcı maddeler; doğal ve yapay kaynaklardan üretilmektedir. 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 bazı önemli reçineler olarak bilinmektedir. Ayrıca; gomlak, balmumu ve diğer mum türleri ile kuruyan yağlarda doğal bağlayıcı maddelerdendir.

Doğal reçineler; yapısal özelliklerinin yetersizliği yağ ve mumların kullanımında ve uygulamasında karşılaşılan sorunlar yüzünden vernik üretimindeki kullanımları günden

güne azalmaktadır. Bunlar kimyasal yöntemlerle bazı önemli yapay bağlayıcı maddelerin üretimi için kullanılmaktadır.

Ağaç malzeme için üretilen boya ve verniklerde, yüksek moleküler ağırlıklı organik maddeler yararlanılmakta yapay bağlayıcı olarak kullanılmakta olup, anorganik maddeler ise yalnızca belirli durumlarda kullanılmaktadır. Bu bağlayıcılar yapılarına göre 3 grupta toplanmaktadır [1, 3].

#### **1.9.1.1. Termoplastlar**

Sıcaklık etkisi ile yumuşayan ve bu etken ortadan kalktığıında sertleşen maddelerdir. Bu grubu oluşturan bağlayıcı maddeler poliviniliklorür (PVC), polietilenler(PE), polistiroller (PS), polivinilasetatlar (PVA) olarak adlandırılmaktadır.

#### **1.9.1.2. Elastomerler**

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

#### **1.9.1.3. Duroplastlar**

Yüksek sıcaklıklarda cam kadar sert ve kırılındırlar. Sertleştikten sonra geri dönüşümü olmayan bir yapı gösterirler. Bu gruptaki duroplastları; 2 bileşenli reçineler, doymamış polyester (UP), fenol formaldehid (FF), üreformaldehit (UF), melaminformaldehit (MF) ve resorsin formaldehit (RF) oluşturmaktadır.

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

1. Fiziksel kuruyanlar; fiziksel kuruma işleminde çözücü madde buharlaşmakta ve bağlayıcı yüzeyde tabaka oluşturmaktadır. Örneğin; Selülozik vernük, gomlak, ispirotolu vernük ve sentetik vernükler bu gruba dahildir.
2. Kimyasal kuruyanlar; Bu sistemde katman yapıcılar reaksiyona bağlı olarak sertleşir. İki elemanlı sistemlerdir. İkinci eleman reaksiyon başlatıcıdır. Örneğin; polyester, poliüretan, akrilik ve yapay reçine vernükleri bu gruba girmektedir.

3. Oksidasyon sonucu kuruyanlar; bu sistemde katman yapıcı havadan veya bileşimine eklenen metal oksitlerden oksijeni emerek sertleşir. Kuruyan yağ içeren sentetik reçineli boyalar ve yağlı vernikler bu gruba girmektedir [17,18].

### 1.9.2. Çözücü ve İnceltici Maddeler

Çözücüler; boya-vernük sistemlerinde katman oluşturan bağlayıcı vb. maddelerin kimyasal yapısını bozmadan çözebilen sıvı maddelerdir. İncelticiler ise; çözücü özellikte olmayan ancak akışkanlığı artıran maddelerdir. Çözücü ve inceltici sıvıların birçok işlevleri vardır. Bunların önemlileri aşağıda belirtilmiştir:

1. Katman yapıcıları çözerek kullanım şartlarına uygun akışkanlığa getirmek,
2. Yüzey işleme sistemi viskozitesini kullanım koşullarına göre düzenlemek,
3. Boya-vernüklerde ıslanabilirlik, dispersiyon oluşturma, akıcılık, yapıştırma ve parlaklık seviyesini arttırmak,
4. Boya-vernüklerin kuruma süresini kısaltmak,
5. Elektrostatik püskürtmede elektriksel özellikleri kazandırmaktır.

Vernük veya boyaların bağlayıcı maddesinin çözünürlüğü onun molekül ağırlığına bağlıdır ve çözünürlükleri çözücü tipine göre değişmektedir. Bazı uygulama yöntemlerinde (püskürtme yönteminde) düşük vernük veya boya viskozitesi gerekmesine rağmen 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 formülle hesaplanmaktadır. Her ne kadar boya- vernük sistemlerinde katman oluşumunu birçok farklı madde etkilemesine rağmen daha çok bağlayıcı madde göz önünde bulundurulmakta ve katı madde miktarı “ Bağlayıcı madde miktarı “ olarak da bilinmektedir.

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

Katman yapan boya veya vernüklerdeki katı madde içerikleri oldukça farklı olup; selülozik vernükte % 25, poliüretan vernükte % 50, reaktif çözücülerin (stiro) kullanılması nedeniyle polyester vernükte % 90-95’ e yakın bulunmaktadır [1, 2, 17, 18].

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

Yüzey işleme maddelerinin üretimi, işlenmesi ve kullanımındaki geniş beklentiler, belirli teknik özellikleri gerektirmektedir. Bu özellikler, çok sayıda katkı maddesi kullanılarak elde edilebilir.

Kimyasal katkı maddeleri yüzey işlem malzemesi için genellikle az miktarlarda kullanılmaktadır. Kimyasal reaksiyonlar olmadan belirli özellikleri iyileştirmektedir veya istenmeyen özellikleri önlemektedirler. Kimyasal katkı maddelerinden sadece yumuşatıcılar çok miktarda kullanılmaktadır.

Katkı (dolgu) maddeleri sikatifler, biozitler, bağlanmayı kuvvetlendiriciler, aşındırıcı maddeler, diizotrop maddeleri, matlaştırma, ışığa karşı koruyucu maddeler, akıcılığı sağlayan maddeler ve yumuşatıcılar olarak 9 gruba ayrılmaktadırlar [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 (beziryacı) veya alkid reçinesinin hızla kurumasını sağlarlar. Yağa ortalama olarak % 2-4 oranında katılırlarsa oksijeni çok çabuk emerler. Sikatifler eğer gereğinden fazla katılırsa, ters etki ortaya çıkabilmektedir. Uzun süre yapışkanlık ve kötü kuruma, daha sonra ise filmin çatlaması gibi dezavantajlar görülebilir. Sağlığa zararlı olup olmadığı konusu net değildir ve özellikle piyasada bulunan beziryacı kökenli bioverniklerde bu özelliğe daha çok önem verilmektedir [1, 17].

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

Koruyucu maddeler rutubeti yüksek veya ıslak hacimlerde mantar ve bakterilerin gelişmesini önlemek için kullanılmaktadır. Biozitlerin insan sağlığı üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle kullanımı resmi kuruluşların izin verdiği standartlarda olması gerekmektedir. İç mekanlardaki mobilya yüzeylerinde kullanımından kaçınılmalı, dış kullanımlarda ise uygun yapısal önlemler ilk planda tutulmalıdır [2, 18].

### **1.9.3.3. Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler**

Bu maddeler, boya-vernık sistemlerine ıslanma kabiliyetini artırmak için katılır, böylece sıvının yüzey gerilimi azalmış olur. Bu tür maddeler boya veya vernık sıvısı içindeki pigmentleri ve dolgu maddelerini de stabilize edebilir veya dengeleyebilmektedir [1, 2].

### **1.9.3.4. Aşındırıcı Maddeler**

Bu maddeler astar ve dolgu amaçlı kullanılan üst yüzey işlemlerinde ısıyı iyi iletme özelliğine sahiptir ve bu nedenle zımparalanabilme kabiliyetini arttırmaktadır. Ancak astar boya veya dolgu vernıklarının direnç özelliklerinde azaltıcı etki göstermektedir [17, 18].

### **1.9.3.5. Tikotropik Maddeler**

Bu maddeler, dikey durumdaki iş parçalarına uygulanan verniğin akmasını önlemek için kullanılmaktadır [1, 17, 18].

### **1.9.3.6. Matlaştırma Maddeleri**

Bunlar, silikatlar veya mum içeren organik maddelerdir. Bu maddeler yüzeylerden ışığı dağınık şekilde yansıtmakta ve yüzeyin mat görünmesini sağlamaktadır. Matlaştırma maddeleri tabakanın aşınma direncini azaltmaktadır. Özellikle bazı boya ve verniklerde matlaştırma maddeleri kullanılarak geniş matlık dereceleri elde edilebilmektedir. Selülozik veya poliyester bazlı sistemlerde parlaklık seviyesinin ayarlanması zordur [17].

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

Bu maddeler ağaç malzemeye veya uygulanan boya veya vernık tabakasına gelen ışığın renk değiştirme etkisini önlemekte veya azaltmaktadır. Koruyucu etki, kullanılan malzemelerin türüne ve miktarına bağlıdır. Işığa karşı koruyucu maddeler genellikle UV-ışınının etkilerini ısıya dönüştürmektedir. Işık tutucu veya yansıtıcı maddenin etkisi zamanla azalacaktır ve ardından odunda tekrar renk değişimi meydana gelecektir [1].



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

Boya-vernük uygulanmasından hemen sonra gözlenen çözücü ayrılması süre olarak zeminin düzgünlüğüne ve uygulama yöntemine bağılı olarak değışmektedirler.

Akıcılığı sağlayan maddeler (çabuk buharlaşan incelticiler ve yumuşak reçineler) genel olarak ince boya veya vernük tabakalarındaki akışı düzenlemektedir. UV kuruma sistemli boya-vernük ve macunlar silindire ince bir tabaka halinde uygulandığı için, akıcılığı sağlayan hiç bir madde eklenmesi gerekmemektedir [1, 2].

### **1.9.3.9. Yumuşatıcılar**

Uçucu yapısı az olan veya hiç olmayan vernük-boya tabakasını elastik hale getiren maddelerdir. Yumuşatıcının buharlaşma veya yer değıştirme yoluyla uzaklaşması vernük veya boya filmini kırılğan hale getirmektedir. Bu durum bu tabakanın bozulmasına neden olmaktadır.

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

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

Pigmentler; çeşitli renklere doğal veya yapay maddelerden elde edilen, küçük boyutlarda, katı, toz halinde ve kimyasal sıvılarda çözünmeyen maddelerdir.

Renk maddeleri ise sıvılarda çözünmektedir. Pigmentler esas olarak yüzey işlemlerinde renklendirme ve kaplama işlemleri için kullanılmaktadır. Boya-vernüklere yüksek örtücü özelliğı ile ışığa dayanıklılık, dengeli ve yüksek düzeyde renk tonu vermektedir [1, 2].

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

Üretilen mobilyaların zararlı dış koşullardan korunması gerekmektedir. Doğal haldeki ağaç mobilyanın dayanımı sınırlıdır. Kullanım koşulları ve çevresel faktörler, ağaç malzemelerden üretilen ürünleri etkileyebilir ve bozabilir. Bunlar, kirlenme, çizilme, aşınma, rutubet değışikliklerinin neden olduğı malzeme çalışmaları, güneş ışınlarından

kaynaklanan renk bozuklukları ve kimyasal sıvılardan oluşan lekelenme vb. olarak belirtilebilir.

Boya-vernük sistemleri; ağaç malzemeleri fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilerden korunmak, dayanıklılık kazandırmak, doğal görüntüsünü belirginleştirmek, farklı ve istenilen görüntüleri sağlanmak için uygulandıkları yüzeylerde renksiz veya renkli bir tabaka oluşturan gereçlerdir.

Kuruyan yağlar (beziryığı), mumlar (balmumu), gomlak cılası, vernükler ve örtücü boyalar (lake ve desen baskılı boyama) bu tanımlamanın içerisinde girmektedir[1, 2].

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

Vernüklenecek veya boyanacak ağaç malzemenin boşluklarının doldurmak için gözenek macunları veya dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Ayrıca sert bir yüzey oluşturarak daha sonraki işlemler için oldukça iyi bir uygulama sağlarlar. Kısaca vernüklerle birkaç uygulamada elde edilen yüzeyler bu macunlarla tek uygulamada elde edilir. Böylece malzemenin ve de işçilikten tasarruf edilmiş olunur.

Gözenek macunları dolgu ve bağlayıcı olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Dolgu maddesi olarak; odun tozları, tebeşir, alçı taşı, kil talk v.s. bağlayıcı olarak da yağlı veya alkidli vernükler kullanılmaktadır. Açık ve koyu renkli odunları (meşe, maun v.b. gibi) gibi çeşitli odun türlerinin renk tonlarında piyasada hazır halde satılmaktadır. Koyu renk veren siyah dolgu maddeleri de vardır. Ayrıca açık renk elde etmek için terebentin ile seyreltilmiş pigmentli odun dolgu maddeleri de vardır [1, 2,7].

### **1.10.2. Vernükler**

Uygulandıkları yüzeylerde kuruduktan sonra genellikle saydam sert tabakalar oluşturan sistemlerdir. Günümüzde en önemli vernük türleri bugün sentetik reçinelerden veya doğal çam reçineli sentetik reçine kombinasyonlarından oluşmaktadır. Vernüklerin çoğu saydam katman oluştururlar, ancak saydam olmayan katman oluşturan renkli vernükler de vardır. Vernükler ağaç malzemeyi korumak ve güzelleştirmek için kullanılır.

Vernük, çeşitli reçinelerin uygun çözücüler ve seyreltici sıvılardaki karışımlarıdır. Bu nedenle genellikle reçine veya çözücü türlerine 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 oluşmakta ve tekrar çözücü veya seyreltici ile tekrar yumuşatılabilmektedirler. Bu tür vernikler çabuk kururlar, onarımları kolaydır ve üst üste katlar halinde uygulanabilir. Katlar birbirlerini etkilemektedir. Bu yüzden fırça ile uygulamada zorluk çıkartırlar. Kimyasal kuruma yapan vernikler geri dönüşü olmayan bir tabaka oluştururlar ve dış koşullara karşı oldukça dayanıklıdırlar.

Yarı fiziksel kuruma ise özellikle yağ bazlı verniklerde görülmektedir. Verniğin kuruma aşamasında çözücü sıvı buharlaştıkça yağ oksitlenir ve katman yarı kimyasal bir özellik gösterir. Bu tür verniklerde de katlar birbirini etkilemez yani çözünmez ve yumuşamazlar [1, 2, 13, 19].

### 1.10.2.1.Vernik Çeşitleri

#### 1.10.2.1.1. Selülozik Vernik

Selülozik sistem vernikleri dolgu verniği, mat vernik ve parlak vernik olarak 3 gruba ayrılır. Yakın zamana kadar boya-vernik uygulamalarında kullanılan en önemli vernik sistemlerinden birisidir. İlk uygulamaları 1920 yıllarında yapılmıştır. Günümüzde diğer yapılarda geliştirilen verniklere uygulamalarda öncelik verildiği için kullanım alanları büyük ölçüde azalmıştır. Halen birçok endüstriyel uygulamada yer aldığı için ve günümüzde kullanılan verniklere önemli bilgi kaynağı olduğu için özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir [3, 17, 18,20].

##### 1.10.2.1.1.1. Yapısı ve Tanımı

Nitroselüloz, selülozik sistemde ana bağlayıcı (esas reçine) olarak kullanılır. Reçine, kirlibeyazrenkte,yanııcı-patlayıcıözelliğe,kristalize,sertvekatı,kırılgan,yanmaderecesi düşük ve oluşumunu tamamlamış bir polimerdir. Tek başına kullanıldığında katı maddesi düşük olduğu için ince film oluşur. Katman yapma oranını yükseltmek için üretim aşamasında vernik bileşimine modifiye elemanları eklenir.

Modifiye elemanı olarak kullanılan doğal ve yapay reçineler verniğin sertliğini, parlaklığını ve adhezyonunun yanı sıra ısı, ışık, su ve nem, asit ve alkalilere karşı direncini ve katman yapıcılığını artırıcı, maliyeti azaltıcı etkilere sahiptirler. Plastifiyanlar ise vernik katmanı esnekliğini arttıran bir yapı sağlayarak çatlamasını önler, böylece ağaç malzemenin sınırlı boyutlardaki hacim değişikliklerine (çalışması) uyum sağlamasına yardımcı olurlar.

Dolgu maddesi olarak kullanılan alüminyum, magnezyum, çinko gibi metallerin tuzları ile kaolin v.b. dolgu verniği, opak boya ve macunlarda katman yapma özelliğini geliştirmenin yanı sıra, ağaç malzemedeki boşlukların ve gözeneklerin (trahe boşlukları) doldurulmasını kolaylaştırır. Mat verniklerde kullanılan sentetik matlaştırıcı maddelerde bu gruba girer.

Çözücü sıvı olarak, nitroselüloz ve diğer katman yapıcıları çözme ve seyreltme özelliğindeki aktif ve yardımcı çözücüler ile seyrelticilerin en uygun kombinasyonu hazırlanır. Literatüre nitrolu sıvılar olarak katılan bu bileşim uygulamada " Selülozik Tiner" olarak adlandırılmaktadır.

Bu açıklamalara göre selülozik verniğin tanımı, " Nitroselüloz ve modifiye elemanı olarak kullanılan reçineler ile plastifiyanların nitrolu sıvılardaki çözeltisidir " olarak tanımlanabilir [17, 18, 20].

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

Vernik sistemlerinin kuruma özelliklerini açıklayabilmek için, yapısındaki ve kuruma mekanizmasındaki elemanların özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Nitroselüloz, vernik üretiminden önce oluşum sürecini tamamlamış katı bir polimerdir. Bu nedenle reaksiyon kabiliyeti yoktur. Diğer film bileşenleri de aynı yapıya sahip olduğu için, bu materyaller çözücülerin etkisi ile kolayca çözündürülür. Sıvı halde ağaç malzeme yüzeyine sürüldükten sonra bileşimindeki çözücülerin tekrar katı hale geçmesi için buharlaşması gerekir. Bu özelliğiyle selülozik vernikler çözücü buharlaşması ile sertleşir ve fiziksel kuruma yaparlar. Katman oluşumunda her hangi bir reaksiyon oluşumu yoktur. Kuruma süresini çözücülerin buharlaşma hızı belirler. Kuruma hemen aniden olmayıp evreler halinde oluşmaktadır [20].

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

Selülozik verniklerde kullanılan katman yapıcılar gelişimini tamamlamış polimerlerdir ve kuruma fiziksel olarak gerçekleşir. Selülozik verniklerde kuruma fiziksel olduğu için, kuruyarak sert bir tabaka oluşturan vernik, çözücü katılarak yumuşar ve çözülür. Bu tür koruyucu katmanlar aseton v.b. çözücülere karşı dayanıklı değildir.

Selülozik vernikler bileşimindeki malzemelerden dolayı sert ve esnek tabakalar oluşturur. Nitroselüloz sert bir yapıya sahip olmasıyla birlikte modifiye elemanı olarak kullanılan reçineler sertliği daha da arttırıcı etki sağlar. Plastifiyanlar ise; katman için yeterli esnekliği sağlarlar. Bu nedenle katman, mekanik etkilere karşı yeterli direnci gösterirken, aynı zamanda ağaç malzemenin sınırlı ölçülerdeki hacim değişikliklerinden etkilenmez.

Nitroselüloz ve diğer reçinelerin su itici özelliği olmadığı için selülozik verniklerin suyadayaklılığı sınırlıdır. Özellikle kuruma aşamasındaki katman oluşumunu gözlemleyemeyen çok küçük delikçikler nedeniyle uzun süre suya maruz kaldığında su veya su buharı bu delikçiklerden girerek ağaç malzeme yüzeyine ulaşabilir. Bu durumda önce katman - ağaç

malzeme arakesitinde beyazlaşma ve daha sonra katmanda çatlama ve pul-pul dökülmeler görülür. Bu tip verniklerin su ve nem etkisinde kalan yerlerde kullanılması önerilmez.

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

Aşırı sıcaklıklara (kaynar su, ısıtılmış vernik kabı, v.b.) ve etkilerine dayanıklı olmasına rağmen, zamanla plastifiyan yapısında bozulmalara neden olduğundan katmanda çatlama görülebilir. Bu durum, selülozik vernikle işlem görmüş özellikle sıcaklık etkisi fazla ve uzun süreli olduğu radyatör petekleri v.b. gibi mobilyalarda sıkça karşılaşılmaktadır.

Selülozik vernikler; iç mekânlarda, yemek odası, yatak odası (tuvalet masası üst tablası hariç), oturma odası mobilyası v.b. yerlerdeki kullanımlar için tavsiye edilmektedir. İsteğe göre her tür ağaç yüzeyde kullanılabilir. Ancak bu tür selülozik saydam ve parlak verniğin oluşturduğu filmin dış etkilere, suya ve alkole karşı sınırlı dirence sahiptir[17, 18, 20, 21].

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

Son zamanlarda orman ürünleri mobilya ve doğrama endüstrilerinde en fazla uygulama alanına sahip vernik sistemdir. 1950'li yıllardan beri ticari faaliyetleri olup, özellikleri bilimsel araştırmaların desteği ile sürekli gelişme göstermiştir. Daha sonra gelişen sistemlerden birçoğu (akrilik gibi) poliüretanların farklı versiyonları olarak düşünülebilir. Bu sistemlerde poliüretan teknolojisinin daha yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Poliüretan sistemde ana bağlayıcı olarak kullanılan üretan reçineler farklı materyaller ve üretim teknikleri ile üretildiğinden dolayı yapısal farklılıklar gösterebilir ve bu da üretilen verniğin kuruması, katman yapması ve uygulaması gibi özelliklerine etki etmektedir [17, 18, 20].

#### **1.10.2.1.2.1. Yapı ve Tanımı**

Poliüretan sisteme ait verniklerin farklı yapısal özellikler göstermesinde en önemli faktör reçinedir. Üretim sürecinde hint yağı türevleri, yağ alkidleri, polieterler polyesterler gibi değişik özelliklerdeki materyaller kullanılmakta ve reçinenin temel karakteristik

özelliklerini bunlar belirlemektedir. Örneğin; yağ alkidlerinde kuruma mekanizması oksidasyona bağlı olsa da, polyesterlerde sertleştirici kullanılması gerekmektedir.

Poliüretan reçinenin üretiminde kullanılan izosiyanatların farklı reaksiyonları reaktif maddelerdir ve reçine özelliklerini etkileyerek dolayısı ile kuruma ve katman özelliklerini etkilemektedir.

Poliüretan vernikler endüstride en yayginkullanılan iki komponentli yani katalizör kullanılandır türüdür.

Aynı sisteme ait dolgu ve mat verniklerin üretiminde vernik bileşimine dolgu malzemeleri (çinko tuzlar, pudra, talk v.b.) ile mat verniklerin üretiminde farklı boyut ve miktarlarda sentetik matlaştırma maddeleri eklenmektedir. Bu nedenle mat, ipek mat ve matlaştırma maddesi ekmeden parlak son kat vernikler üretmek mümkündür.

Sistemde çözücü olarak, keton, ester, aromatik hidrokarbon v.b. solventler kullanılmaktadır. Poliüretan verniğin türü dikkate alınarak, yapısında kullanılan katman yapıcılarını çözme ve seyreltme özelliğine sahip tiner karışımı hazırlanır. Bu nedenle aynı sistemde olmasına rağmen, bir vernik için üretilmiş tiner başkası için uygun olmayabilir. Bu konuda ürünler grup halinde kullanılmalı veya üretici firmanın tavsiyelerine uyulmalıdır.

Son zamanlarda güncellenen su bazlı verniklerin poliüretan reçineler ile üretilenleri de bulunur. Bunlarda çözücü olarak su kullanılıp, reçine solventli sistemlerden farklı şekilde üretilmektedir, anyonik ve katyonik sisteme göre istenilen molekül ağırlığına ulaşana kadar reçinenin reaksiyonuna izin verilir. Bu oluşumunu bitirmiş poliüretan reçineler su içerisinde dispersiyon çözelti yapacak şekilde vernik üretiminde kullanılır [17, 18, 20].

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

Poliüretan verniklerde ilk kuruma aşaması çözücü buharlaşmasıyla gerçekleşir. Üretiminde kullanılan çözücüler çabuk buharlaştığı için, 5 - 10 dakikada toz tutmazlık kuruması, 25-30 dakikada dokunma kuruması, 2 -3 saatte zımparalama kuruması tamamlanabilmektedir. Yavaş gelişen polimerizasyon reaksiyonu nedeniyle tam kuruma, 2 - 3 haftada gerçekleşmektedir. Diğer poliüretan vernik türlerinde bu süreler değişmekte olup, tam kuruma süresi çok fazla değişmemektedir.

Ortam sıcaklığının artırılması ve hava sirkülasyonunun hızlandırılması kurumanın ilk aşamalarını hızlandırır, ama polimerizasyonda karşılıklı çapraz bağların kurulması belli bir zaman 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 önlemektedir. Çünkü reaksiyon başlatıcı olarak kullanılan izosiyanat su ile reaksiyona girerek üre oluşturur. Öte yandan üre, iki komponentli sistemler için bir reaksiyon başlatıcı değildir.

Kurutma ortamı iyi havalandırılmalı, açık alevlerden ve yüksek sıcaklıklardan kaçınılmalıdır [17, 18,20].

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

Poliüretan verniklerin tutulmasında ve yaygın kullanımlarında geliştirilmiş tabaka özellikleri etkili olmuştur. Sert, esnek, sağlam, aşınma direnci yüksek, suya, deterjana ve kimyasallara dayanıklı katmanlar sağlar.

Bu özellikleri göz önüne alındığında katman mekanik etkilere dayanıklı ve ağaç malzemenin çalışmasına uyumludur. Yüksek moleküler kohezyonu nedeniyle çatlamaz. Oluşumunu ağaç malzeme yüzeyinde bitirdiği için adhezyonu yüksektir. Molekül dönüşümlü dolayısı ile katman dönüşümsüz olduğu için (kimyasal kuruduğu)çözücülerin etkilerine dayanıklıdır. Termoset yapısı nedeni ile ıslak ve kuru sıcaklık etkilerine dirençlidir. Sigara ateşine selülozik esaslı verniğe göre daha dayanıklıdır, polyester esaslı verniğe göre daha az dayanıklıdır.

Yağ alkidi ile üretilenleri, açık renk ağaç malzemelere ve beyaz boyalı yüzeylere uygulandığında sararmaya neden olabilir. Zamanla bu renk değişimi yaşlanma sonucu sarı-turuncu renge dönüşür. Alifatik izosiyanat kullanılanlar güneş ışığına karşı oldukça dirençli olup renk değişikliği olmaksızın uzun süre dayanıklı kalabilmektedir.

Suya dayanıklı olmasına rağmen kullanım yerlerinde suyun etkisi altında kalan ağaç malzeme yüzeylerinin tamamının verniklenerek su ve nem girişinin önlenmesi gerekmektedir. Su izolasyonun yetersiz olduğu işlerde ağaç malzemeye herhangi bir şekilde giren su, geçirgen olmayan tabakayla taşıyıcı malzeme arasında kalarak tabakayı yüzeyden ayırmaya çalışır.

Bu katman özellikleri dikkate alındığında poliüretan vernik, daha çok mekanik etkilere, kimyasallara, ısı, ışık ve suya dayanıklılık gerektiren yerlerdeki ahşap



yüzeylerinde; iç dekorasyonda özellikle salon, oturma, yatma v.b. alanlardaki mobilya ve dekorasyon ürünlerinin verniklenmesinde ve tek bileşenli poliüretan parke verniği olarak üretilenleri de ahşap parkeler yanı sıra ahşap taban, tavan ve duvar kaplamalarında da kullanılabilir [17, 18, 20].

### 1.10.3. Önemli Bazı Vernikler ve Özellikleri

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

Tablo 3. Önemli bazı vernikler ve özellikleri

Vernik Türü	Kuruma	Sertlik	Elastiklik	Çizilme	Kimyasal Maddelere Dayanım	Su Buharı Geçirgenliği	Katman Yapma 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 (Kazayawoko, 1996; Schmid, 1988). Bunlar; elektrostatik, difüzyon, adsorbsiyon veya spesifik bağlanma, mekanik bağlanma ve kovalent bağ olarak belirtilmektedir.

Elektrostatik teorisi ilk olarak Dryoguin tarafından öne sürülmüş, elektriksel çift kat oluşumunda sıvı ile katı arasında elektron transferinin meydana geldiği, adhezyonun çift kat arasında elektrostatik etkili güçlerin etkileşimine neden olacağı belirtilmektedir. Odun adhezyonunun tanımında bu teorinin kullanımı yoktur. Başka bir tanımda ise adhezyon; bir yüzeyin pozitif yük taşıdığı diğer yüzeyin ise negatif yüklü olması durumunda oluşan etkileşim gücü olarak tanımlanmıştır. Buradaki adhezyonun gücü etkileşimde meydana gelen yüklerin yoğunluğuna bağlıdır. Aynı şekilde bu teorinin yüzey işlem sistemi ve odun arasındaki bağlanma gücünü açıklayıcı bir teori olduğu belirtilmemiştir.

Adhezyonun difüzyon teorisi Voyutskii tarafından konu edilmiş ve adhezyonun, etkileşimdeki materyallerin difüzyonundan meydana gelebileceğini belirtmiştir. Bu da iki cisim molekülleri arasında ortak difüzyonunu gerektirir. Odun polimerlerinde bu teorinin kullanımı ile ilgili kaynak bulunmamaktadır.

Adhezyon; iki yüzey arasında, ya bağ kurarak ya da birbirinin içine geçmesi sonucu veya bunların her ikisinin birden katılımı ile bir arada tutabilmesi için gerekli olan yüzeyler arasında oluşan kuvvettir. İki yüzeyin çok yakın bir şekilde diğerine bağlanmasıyla adsorbsiyon/spesifik adhezyon teorisi açıklanabilir. Adhezyonun temeli, bağlanma bölgesi boyunca meydana gelen ikincil kimyasal etkileşim olarak açıklanır. Polimerlerin doğal polihidroksil ve polarlık etkisi nedeniyle oduna reçinenin bağlanmasında bu teori daha etkin bir mekanizma olarak düşünülmektedir.

Mekanik bağlanma teorisi, odunun yüzeyinde sertleşen makro ve mikro kusurlara sahip reçinelerin fiziksel mekanik bağlanması adhezyon olarak tanımlanmaktadır. Odunun selülozik geçirgen bir yapısı vardır. Odunun bağlanmasında kullanılan çoğu yüzey işlem sıvıları hücre boşluklarına nüfuz ederler. Odun ve vernik sıvısının bağlanma gücünde mekanik bağlanma rol oynar. Odun yüzeylerinde vernik uygulamadan önce hazırlık işlemlerinde kusurlar meydana gelir. Eğer bu kusurlar giderilmezse yüzey işlem sıvısı ile

odun arasındaki bağlantı çok zayıf olmaktadır. Bu nedenle yüzey işlem sıvısının oduna bağlanmasında yüzey pürüzlülüğü önemli rol oynamaktadır.

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

### 1.11.2. Odun - Reçine Bağ Oluşumu

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

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

### 1.12. Literatür Özeti

Kazayawoko (1996) yaptığı doktora çalışmasında; odun lif-polipropilen kompozitlerinin adhezyon mekanizmasını ve yüzey karakteristiklerini incelemiştir. Odun ve yüzey işlem maddesi etkileşimini ortaya koymuş, temas açısı ve pull-off test yöntemi ile adhezyon değerlerini belirlemiştir. Sonuç olarak yapılan işlemlerin adhezyonu iyileştirebileceği sonucuna varmıştır[23].

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

Sandberg (1999), Ladin ve Sarıçam odunlarından hazırlanan radyal ve teğet kesitli örnekleri CCA (bakır/krom/arsenik) ve çeşitli kimyasallarla emprenye ederek dış hava koşullarına karşı dayanıklılıkları incelemiştir. İşleme tabi tutulmuş ve tutulmamış örnekler üzerinde mikro düzeyde incelemeler gerçekleştirilmiştir. 33 aylık süre sonucunda, 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 odununda, radyal kesitlerde başlangıçta sınır çizgilerinde ve daha sonra ilkbahar odununda çatlamların oluştuğu gözlemlenmiştir. Ayrıca aynı radyal ve teğet kesitlerde renk değişimleri olduğu ve hücre çökmeleri ile karşılaşıldığını belirtmiştir[38].

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

Richter, Feist ve Knaebe(1995) yüzey işlemlerinin performansı üzerine yüzey pürüzlülüğünün etkisini 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 [40].

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

Jaic ve Zivanovic (1997), kayın (*Fagus moesiace*) ve meşe (*Quercus petraea*) ağaç türü odunlarından hazırlanan örneklerde % 7.3, % 10.3, ve % 13 olmak üzere 3 farklı rutubet miktarında farklı oranlardaki polyol ve izosiyattan oluşturulan poliüretan verniklerde bileşim farklılığının yüzey işlem özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Verniklerin uygulama viskoziteleri 16 s (DIN cup 4' e göre) seçilmiş ve kuru film kalınlığı

ise yaklaşık 60 µm olarak ölçülmüştür. Adhezyon direncinin belirlenmesi için pull-off test yönteminden yararlanılmış, ayrıca örneklerde sertlik ve çizilme dirençleri de belirlenmiştir. Sonuç olarak; en iyi adhezyon değerinin % 10.3 rutubet miktarındaki örneklerde elde edildiğini, kayın odununun adhezyon direncinin meşeden daha yüksek çıktığını, polyol miktarının izosiyanat miktarına oranının 2 olarak elde edilen karışımın en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir [42].

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

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

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

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

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

yüzey özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini, adhezyon direnci ve ıslanabilirliğinin kayın odununda daha iyi olduğunu belirtmişlerdir[47].

Paprzycki ve Liptakova (1994); dolgu ve son kat selülozik vernik sistemlerinde, katlar arası bağlanma ve adhezyon etkileşimini incelemişlerdir. Çalışmada kayın odunundan hazırlanan örnekler üzerinde farklı serbest yüzey enerjisine sahip selülozik dolgu ve son kat vernikler uygulanmıştır.

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

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

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

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

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

Liptakova, Kusela ve Poprzycki (1981); kayın ve sarıçam ağaç odunlarında polistirenin adhezyonunu incelemişlerdir. % 8 rutubet miktarındaki örnekler üzerine polistiren lake boyayı 4 farklı viskozitede uygulamışlardır. Uygulamada kuru film kalınlığı 150 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 [54].

Feist (1996), 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 [55].

Ahola (1995), ağaç malzeme ve boya arasındaki adhezyon üzerindeki çalışmasında adhezyon üzerine ön işlemlerin ve dış hava koşullarının etkisini incelemiştir. Bunun için yorma (torgue) testini kullanmıştır. Ağaç koruyucularla işleme tabi tutulmuş ve tutulmamış odun örnekleri kullanarak bunları boyadıktan sonra dış hava koşullarında bırakmıştır. Boyaların adhezyonu iki farklı bağl 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 örneklerinin de emülsiyon boya adhezyonun düşük olduğunu açıklamıştır[56].

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

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

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

Meijer, Tburich, Militz (1998), modern odun kaplamaların penetrasyonu üzerine çalışmalarında 5 farklı yüzey işlem maddesi (üçü farklı su bazlı, biri yüksek katı madde oranlı, diğeri solvent bazlı) ve 3 farklı ağaç türü (çam, ladin ve meranti) kullanılmıştır. Penetrasyonu yüzey işlem sistemlerinin ahşap kaplamaların kapiler boşluklarına akışı ile belirtmişlerdir.

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 [60].

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

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

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

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



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Deney Materyali

Çalışmada deney materyali olarak 3 ağaç türü ve 2 vernik türü kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Ağaç Türleri

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan, yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Subsp. *Barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.(Link.)) 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 örneklerin alındığı alanlar olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarında ağaç türlerinin homojen meşçerelerden olmasına özen gösterilmiş ve basit rastlantı örnekleme yöntemine göre örnek ağaçlar seçilmiştir. Ağaçların seçilmesinde; yaş, bakı, çap yükselti gibi yetiştirme ortamı özellikleri göz önünde tutulmuştur. Seçilen ağaçların yetiştiği ortamı en iyi temsil edebilecek, kusursuz gövde yapısına sahip, düzgün ve sağlam ağaçlardan olmasına özen gösterilmiştir. Bunun için ağaç türlerine ait yetiştirme yerlerinden alınan adet, kesit şeklinin, öz- diri odun durumu ve zımpara etkisini incelemek amacıyla Doğu Kayını, Doğu Ladini, Sakallı Kızılağaç ağaç türlerine ait 60'ar adet olmak üzere toplam 180 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır.[65].

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

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

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

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

### 2.1.1.1. 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'in kıyı bölgelerine ek olarak Karadeniz ardı alanlarda da (Amanoslar) yetişir. 30-40 m kadar boylanabilen 1 m. den daha fazla çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli 1.sınıf orman ağacıdır [26].

Doğu kayını ormanları, 1060822 ha. koru ve 274964 ha bozuk koru olmak üzere toplam 1335786 ha. yer 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 sırada yer almaktadır [27,28].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 2.1.2. Vernik Türü

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

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

Vernik Çeşitleri	Yoğunluk (g/ cm <sup>3</sup> )	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

## 2.2. Deneme Metodları

Örnekler üzerinde mikrodalga ve ısıtma olarak iki farklı uygulama yöntemi seçilmiştir.

### 2.2.1. Mikrodalga Uygulaması

Hazırlanan örnekler 4 grup olarak tasnif edilmiştir. İlk grup kontrol örneği olarak alınmış, diğer gruplar ise 30 sn, 60 sn ve 90 sn süresizce mikrodalga işlemi için fırında mikrodalga uygulamasına tabii tutulmuşlardır.

### 2.2.2. Isıtma Uygulaması

Hazırlana örnekler 3 gruba ayrılmış bunlar 25 C<sup>0</sup> , 35 C<sup>0</sup> , 45 C<sup>0</sup> ısı işlemine tabii tutularak vernikler bu sıcaklıkta uygulanmıştır.

## 2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması ve Verniklerin Uygulanması

Çalışma için seçilen ağaçların yaklaşık olarak 2,5 - 5,5 m yükseklikleri arasından 1,20-1.50 m boylarında tomruklar alınarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarına getirilmiştir. Tomruklar şerit testere

makinesinde biçilerek, 3 cm kalınlığında 11 cm genişliğinde toleranslı boyutta parçalar elde edilmiştir. Daha sonra bu parçalar iyi havalandırılan bir yerde uygun şekilde istif edilerek doğal kurumaya bırakılmıştır.

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

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

Tablo 6. Vernik türleri ve karışım miktarları [39]

Vernik Çeşitleri	Vernik (Kısım)	Sertleştirici (Kısım)	İnceltici (Kısım)
Selülozik Dolgu Vernik	100	0	80
Selülozik Son Kat Mat Vernik	100	0	80
Poliüretan dolgu verniği	100	50	20
Poliüretan son kat mat vernik	100	25	80

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

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

vernük uygulaması sonrası ise 400 no'lu alüminyum oksitli kâğıt zımpara bantları kullanılmıştır.

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

Böylece tüm işlemleri tamamlanan bu parçalardan standart boyutlarda deney örnekleri elde edilmiştir.

## 2.4. Deney Yöntemleri

### 2.4.1. Yoğunluklar

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

$$\rho = \frac{m}{v} \text{ g/cm}^3 \quad (2)$$

Burada;

$$\rho = \text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)} \quad m = \text{Örnek ağırlığı (g)} \quad v = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

### 2.4.2. Kuru Film Kalınlığı

Kuru film kalınlığının belirlenmesi için vernük türüne ait örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4138 [70] esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla kuru film kalınlığı ölçme aleti (Erichsen P.I.G. 455) kullanılmış ve kuru film kalınlıklar  $\pm 5$  mm duyarlılıkla belirlenmiştir[Şekil2].



Şekil 2. Kuru film kalınlığı ölçme aleti

### 2.4.3. Aşınma İndeks Değeri

Aşınma indeksi değerinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 100x100x7 mm boyutlarındaki 4' er örnekten yararlanılmıştır ve ASTM D 4060-10 esaslarına uygun olarak yapılmıştır.

Buna göre; örnekler üzerinde aşınma indeksi (1), ağırlık kaybı (2) ve her bir devirdeki aşınma miktarı (3) belirlenmiştir.

Bu amaçla örneklerin aşınma direnci öncesi ve aşınma sonrası ağırlıkları  $\pm 0,01$  g duyarlılıkta belirlenmiştir.

Aşınma indeksi I, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanacaktır,

$$I = \frac{(A-B) 100}{C} \quad (3)$$

Burada:

- A : Aşınma testi öncesi örneğin ağırlığı, g,
- B : Aşınma testinden sonra örneğin ağırlığı, g,
- C : Aşınmada kaydedilen devir sayısı.

### 2.4.4. Parlaklık Testi

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak ISO 2813 belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Yüzey parlaklık ölçüm cihazı (Surface gloss meter) [12].

Yüzey parlaklık ölçüm cihazı gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir. Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır. Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri ISO 2813 standardında belirtilen esaslar çerçevesinde 23±2°C sıcaklık ve %50±5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir. 60°±2 parlaklık seviyesinde test edilerek, elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir.

Ölçümler her bir yüzey için liflere paralel ve dik olacak şekilde selülozik ve poliüretan vernik uygulanmış bütün örnekler üzerinde, denemeler öncesi ve denemeler sonrası ölçülerek bu değerlerin aritmetik ortalamaları için ayrı ayrı yapılmıştır.

## 2.5. İstatistik Yöntemler

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

Ağaç türleri, vernik çeşitleri, kesit şekli ve pürüzlülük özelliklerinin karşılaştırılmasında farklılık olup olmadığını belirlemek için varyans analizi kullanılmıştır. Farklılık oluşturduğu durumlarda Tukey-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 7’de verilmiştir.

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

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

#### 3.2. Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türlerine göre ve aynı tür vernik çeşidine göre kuru film kalınlıkları belirlenerek Tablo 8 ve Tablo 9’ da verilmiştir.

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

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

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

Tablo 9. Poliüretan vernik uygulanan örneklerin kuru film kalınlıkları( $\mu\text{m}$ )

Ağaç Türleri	$\bar{X}$	S	V
Sakallı Kızılağaç	119,50	5,20	27,05
Doğu Kayını	120,42	4,10	19,81
Doğu Ladini	121,20	3,90	15,21

Poliüretan vernikteki en yüksek kuru film kalınlığı Ladin, en düşük kuru film kalınlığı ise Doğu Kayını örneklerinde görülmüştür. Genel olarak bakıldığında ise ağaç türlerine ait poliüretan vernik kuru film kalınlığı birbirine yakın çıkmıştır.

### 3.3. Aşınma İndeksi

#### 3.3.1. Vernik Türleri İçin Aşınma İndeksi Değerleri

##### 3.3.1.1. Selülozik Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri

Selülozik vernik ile muamele edilen örneklerin aşınma indeksi değerleri Tablo 10'da olduğu gibi elde edilmiştir.

Tablo 10. Selülozik vernik uygulanan örneklerin aşınma indeksi değerleri

Ağaç türü	İşlem Türü	$\bar{X}$	S
Ladin	Kontrol	1,06	0,07
	MD30	1,08	0,08
	MD60	1,07	0,10
	MD90	0,99	0,07
	25 C <sup>0</sup>	0,98	1,06
	35 C <sup>0</sup>	0,98	0,20
	45 C <sup>0</sup>	0,94	0,02
Kızılağaç	Kontrol	0,99	0,06
	MD30	0,93	0,08
	MD60	0,97	0,07
	MD90	0,98	0,06
	25 C <sup>0</sup>	1,10	0,05
	35 C <sup>0</sup>	1,09	0,12
	45 C <sup>0</sup>	1,13	0,04
Kayın	Kontrol	0,92	0,06
	MD30	0,93	0,04
	MD60	0,89	0,05
	MD90	0,88	0,13
	25 C <sup>0</sup>	0,93	0,11
	35 C <sup>0</sup>	0,87	0,10
	45 C <sup>0</sup>	1,05	0,02

### 3.3.1.1.1. Ağaç ve İşlem Türünün Selülozik Vernik Aşınma İndeksi Üzerine Etkisi

Selülozik vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Selülozik vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	,479 <sup>a</sup>	20	,024	3,834	***
Intercept	82,665	1	82,665	13232,33	***
Ağaç.Türü	,171	2	,086	13,709	***
İşlem.Türü	,054	6	,009	1,452	B.D
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	,253	2	,021	3,379	**
Error	,394	63	,006		
Total	83,538	84			
Corrected Total	,873	83			

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

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, selülozik vernik için, ağaç türünün etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. İşlem türünün etkisi ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı belirlenmiştir.

Buna göre selülozik vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları. (MD = mikrodalga )

Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme		
			1	2	
İşlem Türünün Etkisi	MD90	2	,9533		
	35 C	12	,9808		
	MD30	12	,9817		
	MD60	12	,9825		
	Kontrol	12	,9950		
	25 C	12	1,0100		
	45 C	12	1,0408		
Ağaç Türünün Etkisi	Kayın	28	0,9286		
	Ladin	28		1,0175	
	Kızılağaç	28		1,0300	

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre, selülozik vernikte ağaç türünün etkili olduğu, bunların iki farklı grupta toplandıkları görülmüştür. İşlem farklılığının ise selülozik vernikte aşınma indeksi üzerine etkisinin olmadığı görülmektedir

### 3.3.1.2. Poliüretan Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri

Poliüretan vernik türüne ait örneklerin aşınma indeksi değerleri belirlenip Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. Poliüretan vernik türüne ait örneklerin aşınma indeksi değerleri

Ağaç türü	İşlem Türü	$\bar{X}$	S
Ladin	Kontrol	1,41	0,07
	MD30	1,47	0,08
	MD60	1,55	0,21
	MD90	1,56	0,21
	25 C <sup>0</sup>	1,42	0,15
	35 C <sup>0</sup>	1,40	0,14
	45 C <sup>0</sup>	1,33	0,24
Kızılağaç	Kontrol	1,47	0,32
	MD30	1,67	0,17
	MD60	1,57	0,15
	MD90	1,52	0,17
	25 C <sup>0</sup>	1,53	0,14
	35 C <sup>0</sup>	1,34	0,04
	45 C <sup>0</sup>	1,32	0,17
Kayın	Kontrol	1,24	0,04
	MD30	1,30	0,10
	MD60	1,35	0,14
	MD90	1,27	0,10
	25 C <sup>0</sup>	1,02	0,17
	35 C <sup>0</sup>	1,14	0,14
	45 C <sup>0</sup>	1,17	0,24

#### 3.3.1.2.1. Poliüretan Vernikte Aşınma İndeksi Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi

Poliüretan vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Poliüretan vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	2,089 <sup>a</sup>	20	,104	3,587	***
Intercept	161,463	1	161,463	5544,1	***
Ağaç.Türü	1,268	2	,634	21,766	***
İşlem.Türü	,571	6	,095	3,265	**
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	,251	12	,021	,718	B.D
Error	1,835	63	,029		
Total	165,388	84			
Corrected Total	3,924	83			

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

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte ağaç türünün %0,1 yanılma olasılığı, işlem türünün ise % 1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü ve işlem türünün karşılıklı etkileşimlerinin ise % 5 yanılma olasılığı ile etkili olmadığı görülmektedir.

Buna göre poliüretan vernikte aşınma indeksi üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey Testi sonuçları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları

Kaynak	Zımpara Farkı	N		
			1	2
İşlem Türünün Etkisi	45 °C	12	1,2783	
	35 °C	12	1,2975	1,2975
	25 °C	12	1,3283	1,3283
	Kontrol	12	1,3758	1,3758
	MD90	12	1,4508	1,4508
	MD30	12	1,4817	1,4817
	MD60	12		1,4925
Ağaç Türünün Etkisi	Kayın	28	1,2143	
	Ladin	28		1,4521
	Kızılağaç	28		1,4929

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre işlem türünün etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, en düşük aşınma indeksi değerinin 45 °C lik uygulamada gerçekleştiği görülmektedir, Ağaç türleride 2 farklı grupta toplanmış, en düşük aşınma indeksi değeri Kayın odununda bulunmuştur.

### 3.4. Parlaklık (Gloss)

#### 3.4.1. Vernik Türleri İçin Parlaklık Değerleri

##### 3.4.1.1 Selülozik Vernik İçin Parlaklık Değerleri

Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri belirlenip Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri

Ağaç türü	İşlem Türü	Liflere Paralel		Liflere Dik	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Ladin	Kontrol	84,92	6,34	88,64	4,10
	MD30	89,70	2,20	85,04	1,31
	MD60	94,22	4,08	90,18	4,10
	MD90	82,30	6,48	73,58	7,30
	25 C <sup>0</sup>	93,32	4,00	87,26	2,02
	35 C <sup>0</sup>	70,50	4,05	66,04	4,07
	45 C <sup>0</sup>	96,16	2,12	92,72	5,97
Kızılağaç	Kontrol	91,52	4,33	81,90	3,72
	MD30	88,68	4,68	86,70	4,15
	MD60	90,64	3,83	86,90	2,39
	MD90	90,18	1,70	84,94	2,97
	25 C <sup>0</sup>	85,00	4,06	81,76	5,51
	35 C <sup>0</sup>	99,00	2,21	96,26	2,81
	45 C <sup>0</sup>	89,14	4,30	89,34	5,60
Kayın	Kontrol	93,88	3,18	89,40	4,24
	MD30	95,10	1,46	90,26	2,02
	MD60	63,70	0,80	60,50	1,31
	MD90	60,82	0,34	62,96	1,06
	25 C <sup>0</sup>	84,22	4,07	79,72	6,43
	35 C <sup>0</sup>	71,44	1,33	73,16	1,56
	45 C <sup>0</sup>	82,80	5,29	76,82	2,75

### 3.4.1.1.1. Selülozik Vernikte Parlaklık Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi

#### 3.4.1.1.1.1. Liflere Paralel Yönde Parlaklık

Selülozik vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17’de verilmiştir.



Tablo 17. Selülozik vernikte parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	11238,309 <sup>a</sup>	20	561,915	39,586	***
Intercept	769064,671	1	769064,67	54179,	***
Ağaç.Türü	2568,473	2	1284,237	90,473	***
İşlem.Türü	2488,865	6	414,811	29,223	***
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	6180,971	12	515,081	36,287	***
Error	1192,360	84	14,195		
Total	781495,340	105			
Corrected Total	12430,669	104			
P > 0,05 ise BD, 0,05 <P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, liflere paralel yönde parlaklık üzerine ağaç türü, işlem türü ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Buna göre selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları

Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme		
			1	2	3
İşlem Türünün Etkisi	MD90	15	77,7667		
	35 C	15	80,3133	80,3133	
	MD60	15		82,8533	
	25 C	15			87,5133
	45 C	15			89,3667
	Kontrol	15			90,1067
	MD30	15			91,1600
Ağaç Türünün Etkisi	Kayın	35	78,8514		
	Ladin	35		87,3029	
	Kızılağaç	35			90,5943

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre işlem türünün etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, en düşük liflere paralel parlaklık değerlerinin 90 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Ağaç türünün etkisinin ise 3 farklı grupta olduğu, en düşük parlaklık değeri Kayın odununda belirlenmiştir.

### 3.4.1.1.1.2. Liflere Dik Yönde Parlaklık

Selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Selülozik vernikte liflere dik parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	9791,058 <sup>a</sup>	20	489,553	30,496	***
Intercept	707726,630	1	707726,630	44087,531	***
Ağaç.Türü	2090,201	2	1045,101	65,104	***
İşlem.Türü	2343,877	6	390,646	24,335	***
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	5356,980	12	446,415	27,809	***
Error	1348,432	84	16,053		
Total	718866,120	105			
Corrected Total	11139,490	104			
P > 0,05 ise BD, 0,05 < P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, liflere dik yönde parlaklık üzerine ağaç türü, işlem türü ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin % 0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir.

Buna göre selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları

Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme				
			1	2	3	4	5
İşlem Türünün Etkisi	MD90	15	3,8267				
	35 C	15		78,4867			
	MD60	15		79,1933	79,1933		
	25 C	15			82,9133	82,9133	
	45 C	15				86,2933	86,2933
	Kontrol	15				86,6467	86,6467
	MD30	15					87,3333
Ağaç Türünün Etkisi	Kayın	35	76,1171				
	Ladin	35		83,3514			
	Kızılağaç	35			86,8286		

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre işlem türünün etkisinin 5 farklı grupta toplandığı, en düşük liflere paralel parlaklık değerlerinin 90 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Ağaç türünün etkisinin ise 3 farklı grupta olduğu, en düşük parlaklık değeri Kayın odununda belirlenmiştir.

### 3.4.1.2. Poliüretan Vernik İçin Parlaklık Değerleri

Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri belirlenip Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri

Ağaç türü	İşlem Türü	Liflere Paralel		Liflere Dik	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
Ladin	Kontrol	37,22	2,49	36,80	2,42
	MD30	36,12	3,11	36,32	1,91
	MD60	42,80	3,97	39,98	2,08
	MD90	35,74	1,74	33,64	0,82
	25 C <sup>0</sup>	45,76	3,25	42,52	3,56
	35 C <sup>0</sup>	38,52	1,85	38,10	2,30
	45 C <sup>0</sup>	35,62	1,67	33,98	1,97
Kızılağaç	Kontrol	38,82	2,75	36,48	3,46
	MD30	37,24	0,77	38,06	1,87
	MD60	41,58	3,82	42,74	2,75
	MD90	37,34	1,59	36,10	1,19
	25 C <sup>0</sup>	41,16	2,69	40,36	2,88
	35 C <sup>0</sup>	36,72	3,44	37,94	1,39
	45 C <sup>0</sup>	35,34	2,53	33,26	1,92
Kayın	Kontrol	41,86	4,38	39,90	3,87
	MD30	41,38	1,99	39,92	0,48
	MD60	39,92	3,33	41,42	3,47
	MD90	33,34	0,46	33,40	0,93
	25 C <sup>0</sup>	42,74	2,70	41,58	2,65
	35 C <sup>0</sup>	35,40	2,83	34,36	1,82
	45 C <sup>0</sup>	36,54	1,57	36,04	1,70

### 3.4.1.2.1. Poliüretan Vernikte Parlaklık Üzerine Ağaç Türü ve İşlem Türünün Etkisi

#### 3.4.1.2.1.1. Liflere Paralel Yönde Parlaklık

Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	1032,413 <sup>a</sup>	20	51,621	6,999	***
Intercept	156662,035	1	156662,035	21239,841	***
Ağaç.Türü	5,252	2	2,626	,356	B.D
İşlem.Türü	755,564	6	125,927	17,073	***
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	271,598	12	22,633	3,069	**
Error	619,572	84	7,376		
Total	158314,020	105			
Corrected Total	1651,985	104			
P > 0,05 ise BD, 0,05 <P < 0,01 ise *, 0,01 < P < 0,001 ise **, P < 0,001 ise ***					

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine ağaç türünün % 5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı, işlem türünün ise % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü ve işlem türünün karşılıklı etkileşimlerinin ise % 1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Buna göre poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları

Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme			
			1	2	3	4
İşlem Türünün Etkisi	MD90	15	35,4733			
	45 C	15	35,8333			
	35 C	15	36,8800	36,8800		
	MD30	15	38,2467	38,2467		
	Kontrol	15		39,3000	39,3000	
	MD60	15			41,4333	41,4333
	25 C	15				43,2200
Ağaç Türünün Etkisi	Kızılağaç	35	38,3143			
	Kayın	35	38,7400			
	Ladin	35	38,8257			

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerien ağaç türünün etkisinin olmadığı, işlem türünün ise 4 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir. En düşük parlaklık değerlerinin 45 ° C ve 90 dakikalık mikrodalga uygulamasında olduğu görülmektedir.

#### 3.4.1.2.1.2. Liflere Dik Yönde Parlaklık

Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24’da verilmiştir.

Tablo 24. Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	Önem Düzeyi
Corrected Model	945,237 <sup>a</sup>	20	47,262	8,520	***
Intercept	149688,193	1	149688,193	26983,579	***
Ağaç.Türü	10,395	2	5,198	,937	B.D
İşlem.Türü	758,493	6	126,416	22,788	***
Ağaç.Türü * İşlem.Türü	176,349	12	14,696	2,649	**
Error	465,980	84	5,547		
Total	151099,410	105			
Corrected Total	1411,217	104			

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

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine ağaç türünün % 5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı, işlem türünün ise % 0,1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü ve işlem türünün karşılıklı etkileşimlerinin ise % 1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Buna göre poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları

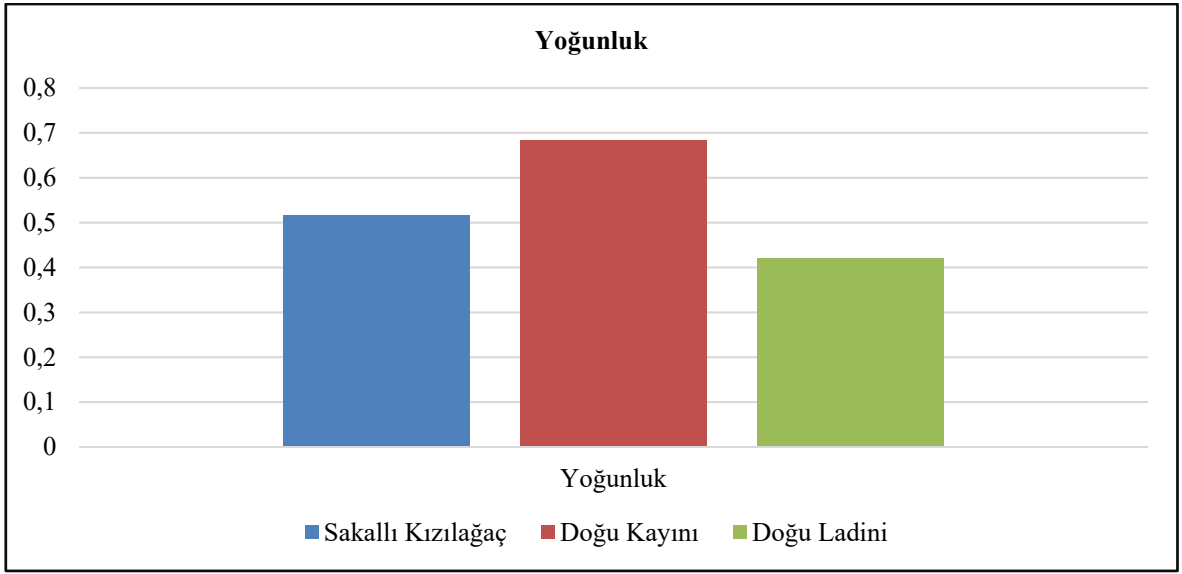
Kaynak	Zımpara Farkı	N	Alt Küme		
			1	2	3
İşlem Türünün Etkisi	MD90	15	34,3800		
	45 C	15	34,4267		
	35 C	15	36,8000	36,8000	
	Kontrol	15		37,7267	
	MD30	15		38,1000	
	MD60	15			41,3800
	25 C	15			41,4867
Ağaç Türünün Etkisi	Ladin	35	37,3343		
	Kızılağaç	35	37,8486		
	Kayın	35	38,0886		

Yapılan Tukey testi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere dik yönde parlaklık üzerine ağaç türünün etkisinin olmadığı, işlem türünün ise 3 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir. En düşük parlaklık değerlerinin 45 ° C ve 90 dakikalık mikrodalga uygulamasında olduğu görülmektedir.

## 4. İRDELEME

### 4.1. Yoğunluklar

Ağaç türlerine ait belirlenen hava kurusu (  $r = \% 12$  ) yoğunluk değerleri Şekil 4’de verilmiştir.

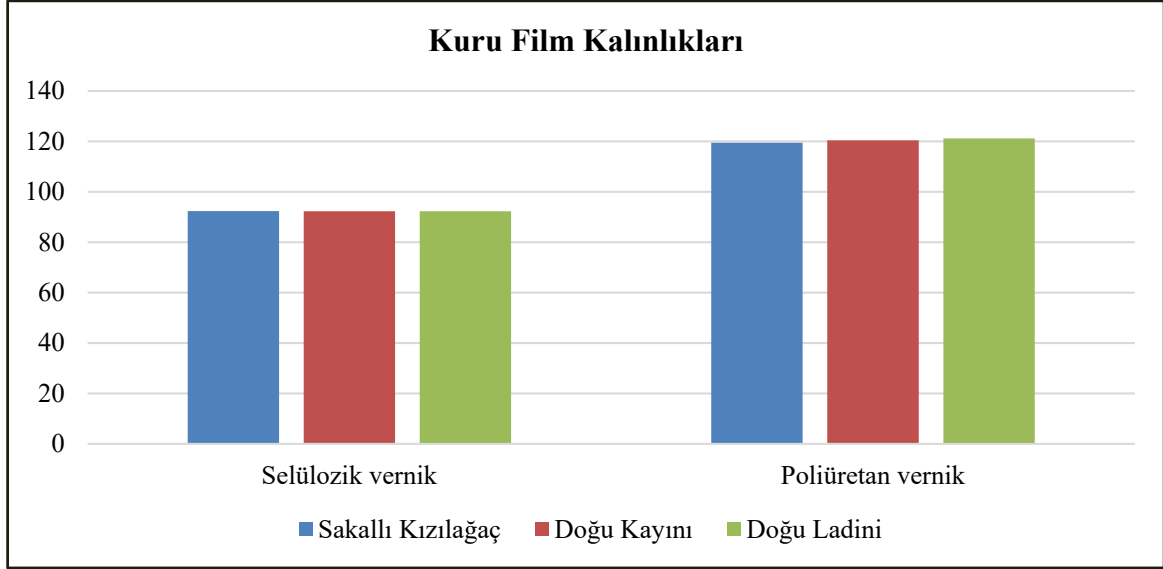


Şekil 4. Ağaç türlerinin yoğunluk değerleri

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

### 4.2. Kuru Film Kalınlıkları

Ağaç türlerine ait örneklere uygulanan selülozik verniğin oluşturduğu kuru film kalınlığı Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Ağaç türlerinde verniklerin kuru film kalınlıkları

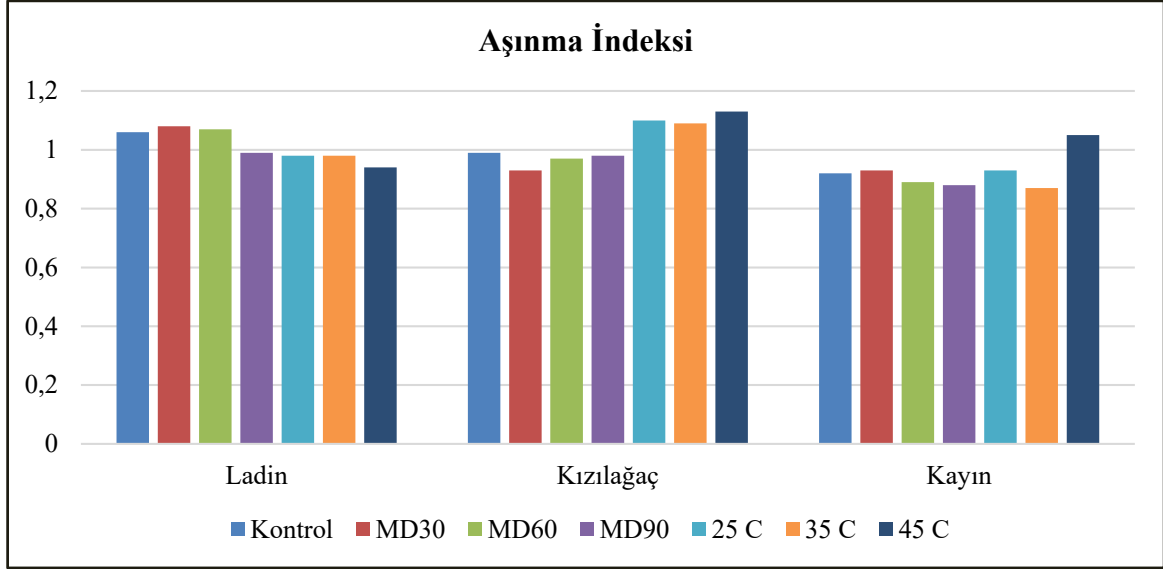
Buna göre; Ağaç türlerine ait selülozik verniğin kuru film kalınlığı genel itibarıyla birbirine yakın çıkmıştır. En fazla film kalınlığı Sakallı Kızılağaçta (92,63), en az da Doğu ladininde (91,36) da görülmüştür.

### 4.3. Aşınma İndeksi Değerleri

#### 4.3.1. Selülozik Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri

Selülozik verniğe ait mikrodalga ve ısıtma işlemlerinin etkisini gösteren ortalama Aşınma indeksi değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir.





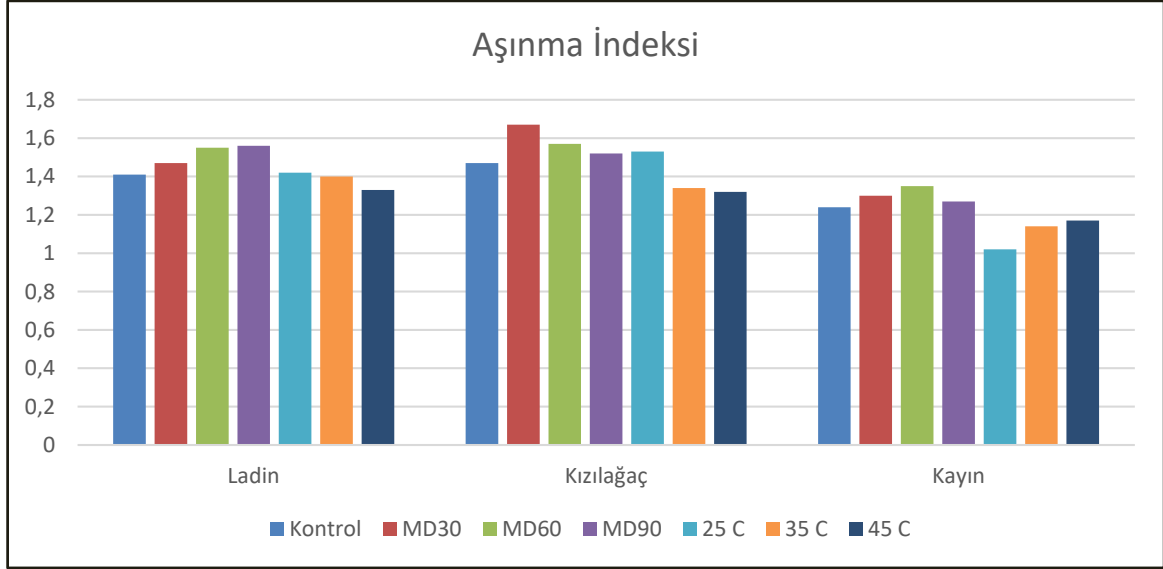
Şekil 6. Selülozik vernikte mikrodalga ve ısıtma işleminin aşınma indeksi değerleri

Buna göre; ağaç türleri ele alındığında ladin odununda işlem farklılığının aşınma direncine etkisi belirgin değildir. En düşük aşınma indeksi değeri 45 °C lik ısıtma işleminde, en yüksek ise 30 sn lik mikrodalga işleminden gerçekleşmiştir. Kızılağaç odununda ise selülozik vernik için işlem farklılığının aşınma indeksi değerine etkili olduğu görülmüştür. Kızılağaç odunu için 30 ve 60 sn lik mikrodalga uygulamasının aşınma indeksi değerini azalttığı görülmüştür. Isıtma işlemleri ise aşınma direncine etkisi olmadığı görülmüştür. Kayın odununda ise işlem farklılığının selülozik vernik için aşınma indeksi değerine etkisinin olmadığı görülmüştür, En düşük aşınma indeksi değeri 35 °C lik ısıtma işleminde gerçekleşmiş, en yüksek aşınma ise 45 °C ısıtma işleminde gerçekleşmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında selülozik vernik için en düşük aşınma indeksi değeri Kayın odununda 0,92 ile çıkmış, bunu sırasıyla 1,01 ile Ladin ve 1,03 ile Kızılağaç odunu izlemiştir.

#### 4.3.2. Poliüretan Vernik İçin Aşınma İndeksi Değerleri

Poliüretan verniğe ait mikrodalga ve ısıtma işlemlerinin etkisini gösteren ortalama Aşınma indeksi değerleri Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Poliüretan vernikte mikrodalga ve ısıtma işleminin aşınma indeksi değerleri

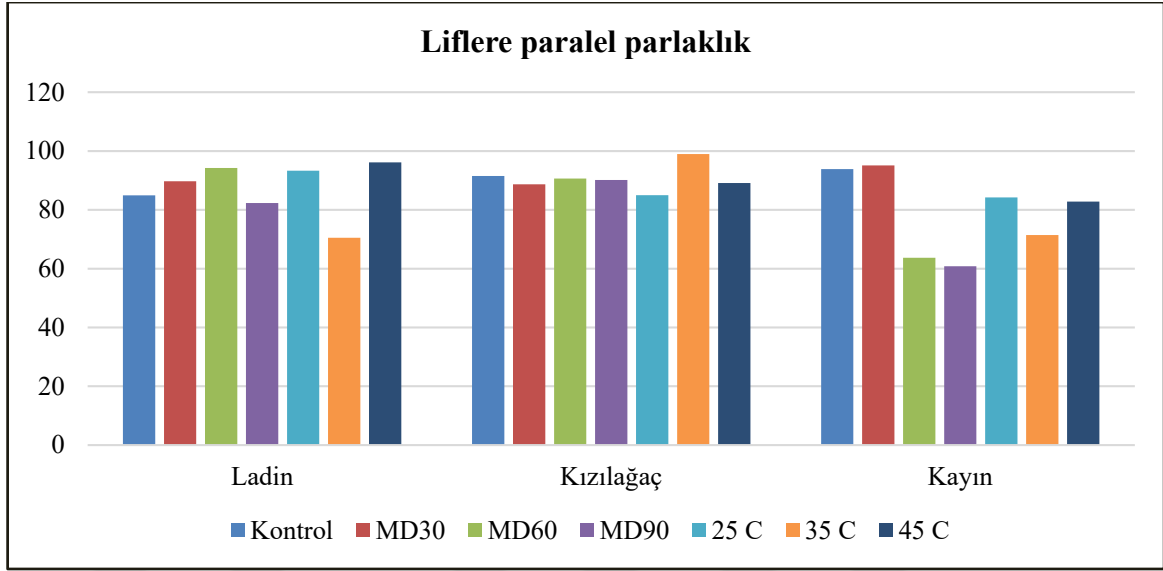
Buna göre; ağaç türleri ele alındığında ladin odununda işlem farklılığının aşınma direncine etkisi belirgin değildir. En düşük aşınma indeksi değeri 45 °C lik ısıtma işleminde, en yüksek ise 90 sn lik mikrodalga işleminden gerçekleşmiştir. Kızılağaç odununda ise poliüretan vernik için işlem farklılığının aşınma indeksi değerine etkili olmadığı görülmüştür. Kızılağaç odunu için 35 °C ve 45 °C lik ısıtma uygulamasının aşınma indeksi değerini azalttığı görülmüştür. Isıtma işlemlerinin ise aşınma direncine etkisi olmadığı görülmüştür. Kayın odununda ise işlem farklılığının selülozik vernik için aşınma indeksi değerine etkisinin olmadığı görülmüştür, En düşük aşınma indeksi değeri 25 °C lik ısıtma işleminde gerçekleşmiş, en yüksek aşınma ise 60 sn lik mikrodalga işleminde gerçekleşmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında Poliüretan vernik için; en düşük aşınma indeksi değeri 1,21 ile Kayın odununda bulunurken bunu sırasıyla 1,45 ile ladin ve 1,49 ile Kızılağaç odunu izlemiştir. Kayın odunu daha düşük aşınma indeksi değeri göstermiştir.

#### 4.4. Parlaklık

##### 4.4.1. Selülozik Vernikte Mikrodalga ve Isıtma İşlemlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi

Selülozik vernik uygulanmış ağaç türlerinde mikrodalga ve ısıtma işlem farklılığının liflere paralel parlaklık değerine etkisi Şekil 8’te verilmiştir.

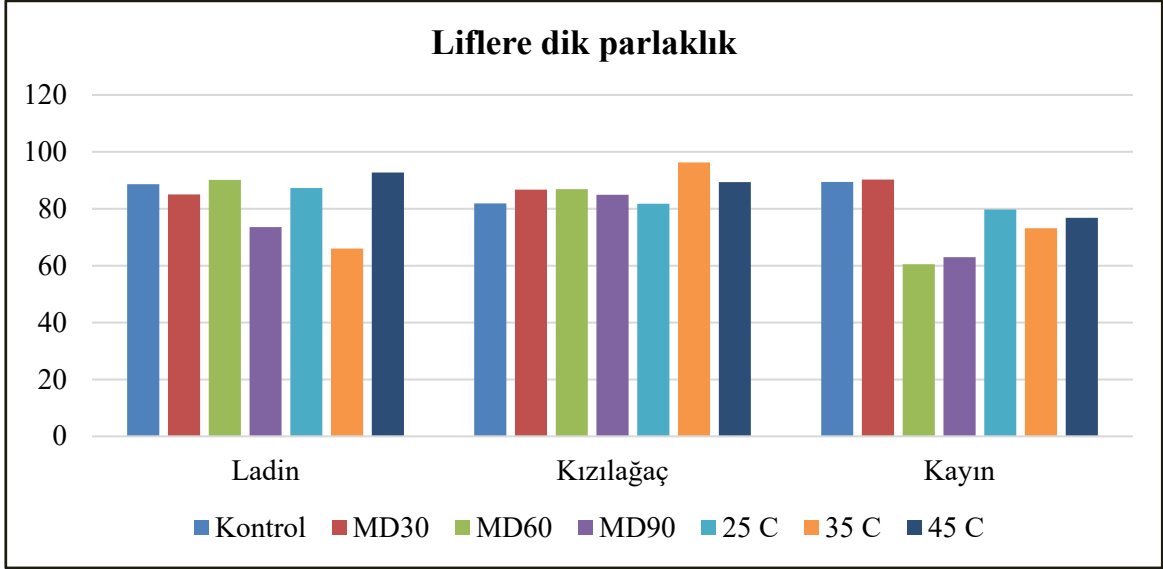


Şekil 8. Selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerleri

Selülozik vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 70.5 ve 82.3 ile 35 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 96,16 ile 45 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 25 °C ısıtma ve 30 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 35 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 30 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 sn lik mikrodalga işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere paralel yönde parlaklık değeri en düşük Kayın odununda çıkarken, en yüksek ise Kızılağaç odunu örnekleri çıkmıştır.

Selülozik vernik uygulanmış ağaç türlerinde mikrodalga ve ısıtma işlem farklılığının liflere dik parlaklık değerine etkisi Şekil 9'da verilmiştir.



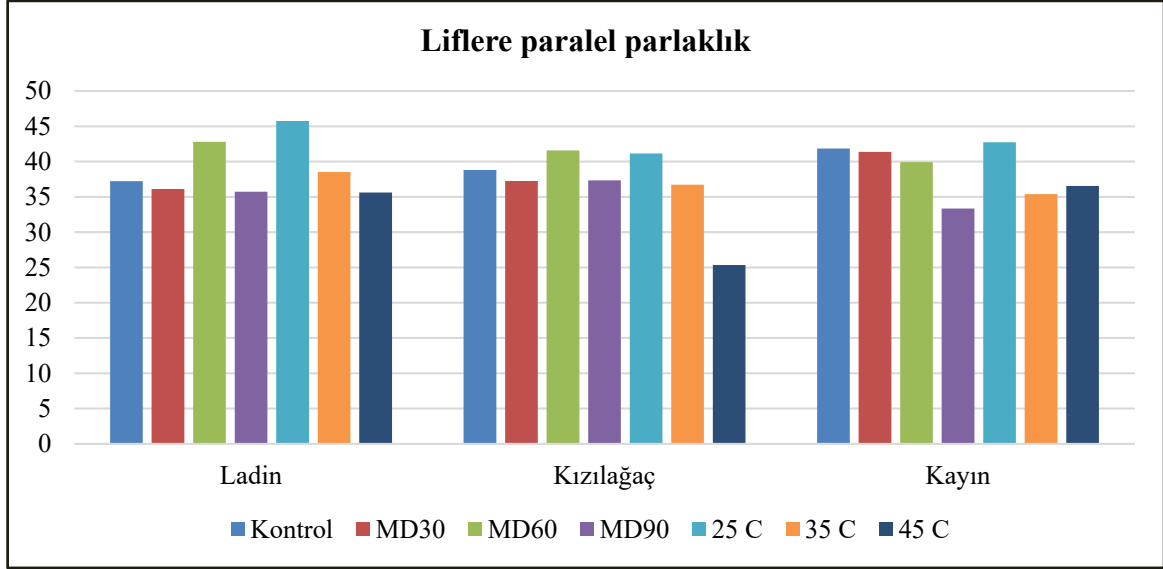
Şekil 9. Selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık değerleri

Selülozik vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 66,04 ve 73,58 ile 35 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 96,16 ile 45 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için , en düşük liflere paralel parlaklık değeri 25 °C ısıtma işleminde çıkarken en yüksek 35 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere dik yönde parlaklık değeri en yüksek 30 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 sn lik mikrodalga işleminde tespit edilmiştir

Ağaç türleri ele alındığında liflere paralel yönde parlaklık değeri en düşük Kayın odununda çıkarken, en yüksek ise Kızılağaç odunu örnekleri çıkmıştır.

#### 4.4.2. Poliüretan Vernikte Mikrodalga ve Isıtma İşlemlerinin Parlaklık Üzerine Etkisi

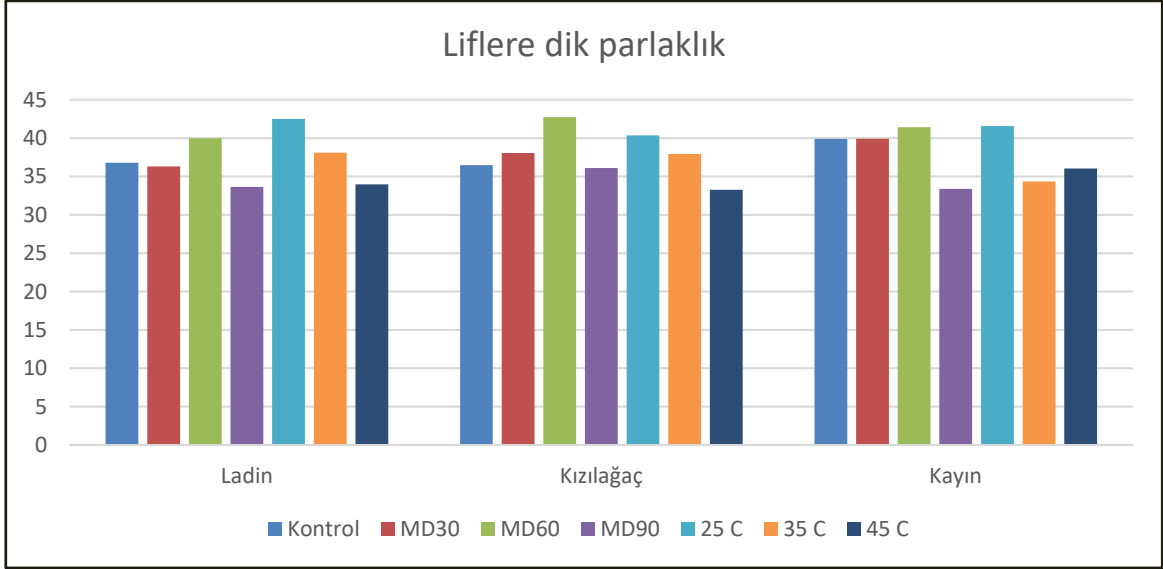
Poliüretan vernik uygulanmış örneklerde mikrodalga ve ısıtma işlemlerinin liflere paralel parlaklık üzerine Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerleri

Poliüretan vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 45 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 25°C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 45 °C ısıtma ve 30 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 25 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 90 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 25 °C lik ısıtma işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında parlaklık değerlerinde farklılık olmadığı belirlenmiştir. Şekil 11 de verilmiştir.



Şekil 11. Poliüretan vernikte liflere dik yönde parlaklık değerleri

Poliüretan vernik için liflere dik yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 45 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 25°C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 45 °C ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 25 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere dik yönde parlaklık değeri en yüksek 90 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 25 °C lik ısıtma işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere dik parlaklık değerlerinde farklılık olmadığı belirlenmiştir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Yoğunluk

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

### 5.2. Kuru Film Kalınlığı

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

### 5.3. Aşınma İndeksi

Aşınma indeksi değeri olarak selülozik vernik ele alındığında, Kayın odunu en düşük aşınma indeksi değerine sahip olurken en yüksek ise Kızılağaç odununda çıkmıştır. Kayın odunun yoğunluğunda dolayı aşınma indeksi değerleri düşük çıkmıştır. İşlem türü olarak, işlem farklılığının etkisinin olmadığı ancak 30 sn lik ve 90 sn lik mikrodalga işlemi ile  $35 \text{ } ^\circ\text{C}$  lik ısıtma işleminin aşınma indeksini düşürdüğü görülmüştür.

Ağaç türleri ele alındığında ladin odununda işlem farklılığının aşınma direncine etkisi belirgin değildir. En düşük aşınma indeksi değeri  $45 \text{ } ^\circ\text{C}$  lik ısıtma işleminde, en yüksek ise 30 sn lik mikrodalga işleminden gerçekleşmiştir. Kızılağaç odununda ise selülozik vernik için işlem farklılığının aşınma indeksi değerine etkili olduğu görülmüştür. Kızılağaç odunu için 30 ve 60 sn lik mikrodalga uygulamasının aşınma indeksi değerini azalttığı görülmüştür. Isıtma işlemleri ise aşınma direncine etkisi olmadığı görülmüştür. Kayın odununda ise işlem farklılığının selülozik vernik için aşınma indeksi değerine etkisinin olmadığı görülmüştür, En düşük aşınma indeksi değeri  $35 \text{ } ^\circ\text{C}$  lik ısıtma işleminde gerçekleşmiş, en yüksek aşınma ise  $45 \text{ } ^\circ\text{C}$  ısıtma işleminde gerçekleşmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında selülozik vernik için en düşük aşınma indeksi değeri Kayın odununda 0,92 ile çıkmış, bunu sırasıyla 1,01 ile Ladin ve 1,03 ile Kızılağaç odunu izlemiştir.

Poliüretan vernik için Aşınma indeksi değeri ele alındığında, Kayın odunu en düşük aşınma indeksi değerine sahip olurken en yüksek ise Kızılağaç odununda çıkmıştır. Kayın odunun yoğunluğunda dolayı aşınma indeksi değerleri düşük çıkmıştır. İşlem türü olarak, işlem farklılığının etkisinin olduğu, 25, 35 ve 45 °C lik ısıtma işleminin aşınma indeksini düşürdüğü görülmüştür.

Poliüretan vernik için ağaç türleri ele alındığında ladin odununda işlem farklılığının aşınma direncine etkisi belirgin değildir. En düşük aşınma indeksi değeri 45 °C lik ısıtma işleminde, en yüksek ise 90 sn lik mikrodalga işleminden gerçekleşmiştir. Kızılağaç odununda ise poliüretan vernik için işlem farklılığının aşınma indeksi değerine etkili olmadığı görülmüştür. Kızılağaç odunu için 35 °C ve 45 °C lik ısıtma uygulamasının aşınma indeksi değerini azalttığı görülmüştür. Isıtma işlemleri ise aşınma direncine etkisi olmadığı görülmüştür. Kayın odununda ise işlem farklılığının selülozik vernik için aşınma indeksi değerine etkisinin olmadığı görülmüştür, En düşük aşınma indeksi değeri 25 °C lik ısıtma işleminde gerçekleşmiş, en yüksek aşınma ise 60 sn lik mikrodalga işleminde gerçekleşmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında Poliüretan vernik için; en düşük aşınma indeksi değeri 1,21 ile Kayın odununda bulunurken bunu sırasıyla 1,45 ile ladin ve 1,49 ile Kızılağaç odunu izlemiştir. Kayın odunu daha düşük aşınma indeksi değeri göstermiştir.

#### **5.4. Parlaklık**

Selülozik vernik için liflere paralel parlaklık değerleri incelendiğinde Kayın odunu en düşük parlaklık değerine sahipken, en yüksek parlaklık ise Kızılağaç odununda belirlenmiştir. Buda mikrodalga ve ısıtma işlemlerinin en fazla kayın odununda etkili olduğunu göstermiştir. İşlem türü olarak selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine 90 sn lik mikrodalga uygulaması en düşük sonucu vermiştir. Parlaklığın önemli olduğu yerlerde mikrodalga uygulaması olarak 30 sn seçilmesi uygun olacaktır. Liflere dik yönde incelendiğinde yine en düşük kayın odununda en yüksek ise kızılağaç odununda belirlenmiştir. Aynı şekilde liflere dik yönde parlaklık üzerine 90 sn lik mikrodalga



uygulaması olumsuz etki gösterirken 30 sn lik mikrodalga uygulaması olumlu etki göstermiştir.

Selülozik vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 70.5 ve 82.3 ile 35 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 96,16 ile 45 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 25 °C ısıtma ve 30 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 35 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 30 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 sn lik mikrodalga işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere paralel yönde parlaklık değeri en düşük Kayın odununda çıkarken, en yüksek ise Kızılağaç odunu örnekleri çıkmıştır.

Selülozik vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 66,04 ve 73,58 ile 35 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 96,16 ile 45 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için , en düşük liflere paralel parlaklık değeri 25 °C ısıtma işleminde çıkarken en yüksek 35 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere dik yönde parlaklık değeri en yüksek 30 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 sn lik mikrodalga işleminde tespit edilmiştir

Ağaç türleri ele alındığında liflere paralel yönde parlaklık değeri en düşük Kayın odununda çıkarken, en yüksek ise Kızılağaç odunu örnekleri çıkmıştır.

Poliüretan vernik için ağaç türleri hem liflere dik hemde liflere paralel yönde parlaklık üzerine ele alındığında bir fark bulunamamıştır. İşlem türü olarak poliüretan vernik için 90 sn lik mikrodalga olumsuz etki gösterirken 25 °C lik ısıtma uygulaması olumlu etki göstermiştir.

Poliüretan vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 45 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 25°C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 45 °C ısıtma ve 30 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 25 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 90 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 25 °C lik ısıtma işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında parlaklık değerlerinde farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Poliüretan vernik için liflere dik yönde parlaklık değerleri ele alındığında Ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 45 °C lik ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde, en yüksek ise 25°C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için, en düşük liflere paralel parlaklık değeri 45 °C ısıtma ve 90 sn lik mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek 25 °C lik ısıtma işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere dik yönde parlaklık değeri en yüksek 90 sn lik mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 25 °C lik ısıtma işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere dik parlaklık değerlerinde farklılık olmadığı belirlenmiştir.



## 6. KAYNAKLAR

1. Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul,2000.
2. Malkoçoğlu, A., Yüzey işlemleri Ders Notlar (Yayınlanmamış), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon,2001.
3. Anonym, Chapter 16. Finishing of Wood, Wood Handbook,: Wood As An Engineering Material, UDSA Service, Madison,1982.
4. Cassens, D.L., Wood Finishing: Selection and Application of Exterior Finishes of Wood, North Central Region Extension Publ. 135, West Lafayette,1980.
5. Martin, E., The Importance Of Finishing, Furniture Finishing Textbook, Furniture Production, Tennessee,1979.
6. Wheeler, E., Wood Structure And Properties, Finishing Eastern Hardwoods, USDA,1983.
7. Sönmez, A., Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri 1, Ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara,2000.
8. Anonim, Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları 2, Bartın OrmanFakültesi.
9. Ones, D., Flat Line Finishing With Wet Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
10. Lulian, D., Flat Line Finishing With Dry Films, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison, 1983.
11. Currier,G., Furniture Finishing Processes And Systems, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison,1983.
12. Leach, N.J., Modern Wood Finishing Techniques, Linden Publishing, California, 1993.
13. Tichy, R.J., Interior Wood Finishing: Industrial Use Guide, Wood Materials and Engineering Laborotory, Washington State University, Washington,1997.
14. Martin, E., Topcoat, Furniture Finishing Textbook,FurnitureProduction, Tennessee, 1979.
15. Anonym, Daly' s Wood Finishing Class Nptes, Dalys Inc, WA,1990.
16. Atkinson, S., Furbiture Finishing, Sunset Boolc and Magazine, USA,1994.
17. Wicks, Z., Jones E. ve Pappas, S., Organic Coatings Science And Technology, Wiley Interscience Publication, USA, 1989.

18. Beatty, L. ve Penboss, I., Surface Coatings Raw Materials And Their Usage, Chapman And Hall Publications, London,1993.
19. Hawks L. K.,Wood Finishing And Refinishing, Utah State University, USA,1995.
20. Sönmez, A., Ağaç işlerinde Üstyüzey İşlemleri , 2. Cilt, ders Notları, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara,2003.
21. MEGEP, Kimya Teknolojisi, Ahşap Yüzeyleri Boyama, Ankara,2009.
22. Budakçı, M., Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Üretimi, Politeknik Dergisi, 9, 1, Düzce,2006
23. Kazayawoko, M., Surface Characterisation and Mechanisms of Adhesion In Wood Fibre- Polypropylene Compozites, Doctora Thesis, Graduate Deparment of Forestry. University of Toronto,1996.
24. Schmid, R., Aspect of Wood Adhesion: Applications of C CP/MAS NMR and Fracture Testing, Doctora Thesis, Faculty of Virginia Polytechnic Institue and State University,1988.
25. Çolakoğlu, G., Ağaç Malzeme Yapıştırıcıları ve Ders Uygulama Teknikleri, Basılmamış Ders Notları, Trabzon.,2002.
26. Saatçioğlu, F., Silvikültür I. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:22, İstanbul,1976.
27. Konukçu M , Ormancılığımız, Turkish Forestry, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.,1999.
28. Malkoçoğlu, A., Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Odununun Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon,1994.
29. Berkel,A.,AğaçMalzemeTeknolojisi,I.Cilt,I.U.OrmanFak.,İ.Ü.YayınNo:1448,
30. O.F. Yayın No:147, İstanbul, 1970.
31. 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.
32. Bozkurt. Y. ve Erdin N., Ağaç Teknolojisi, I.Ü. Orman Fak., I.Ü. Yayın No:3598, Fak. Yayın No:45, İstanbul,1997.
33. Giray. N., Sarıçam Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları El Kitabı Dizisi 7, Müh. Yay. Serisi:67, Ankara,1994.
34. Berkel, A., Orman Ağaç ve Ağaççıkları Odunlarını Teşhis Kılavuzu, I.Ü. Orman Fak. Yayın No:451, Orman Fak. Yayın No 14, İstanbul1950.

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. Anşin R., Tohumlu Bitkiler, Trabzon,2001.
37. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Türkiye’de Yetişen Endüstriyel Öneme Sahip Ağaçların Anatomik, Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri, İ.Ü. Ayrı Baskı,2002
38. Meijer, M. ve Militz, H., Wet Adhesion of Low-VOC Coatings on Wood :A Quantative Analysis, Progress in Organic Coatings, 38 (2000)223-240.
39. Sandberg, D., Weathering on Radial And Tangential Surfacesof Pine and Spruce,Holzforshung, 53,4 (1999)355-364.
40. Sadoh, T. ve Nakato, K., Surface Properties of Wood in Physical and Sensory Aspects, Wood Science and Technology, 21 (1987)11-15.
41. Richter, K., Feist, W. ve Knaebe, M., The Effect of Surface Roughness on The Performance of Finishes:1. Roughness Characterization and Stain Performance, Forest Products Journal, 47,7-8 (1995)91-97.
42. Feist, W., Pointing and Finishing Exterior Wood, Journal ofCoatingTechnology, 68 (1996)22-26.
43. Jaic, M. ve Zivanovic, R., The Influence of the Ratio ofthePolyurethane Coating Components on The Quality of Finished Wood Surface, Holz als Roh-und Wekstoff, 55 (1997)319-322.
44. Cassens, D. L., ve Feist, W.C., Exterior Wood In The South:Selection, Application, and Finishes. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-69. Madison, WI,1991.
45. Sönmez, A., Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,1989.
46. Torelli, N., Mexican Tropical Hardwoods: Attempt to End-use-Grouping, Holz als Roh-und Wekstoff, 54 (1996)213-216
47. Ahmad Shakri, M.S., Finishing Properties of Acacia Mangium, Paraserianthes Falcataria and Gmelina Arborea Timbers: Some Impartant Parameters, Journal of Tropical Foret Producys, 1, 1 (1995) 83-89.
48. Jaic, M. Zivanovic, R. ve Janezic, T.S. and Dekanski, A., Comporison of Surface Properties of Beech- and Oakwood as determined by ESCA Method, Holz als Roh- und Wekstoff, 54 (1996) 37-41
49. Paprzycki,O. ve Liptakova, E., The relation Between The Work Of Adhesion And The İnterlayer Adherence In Primer – Top Coat Systes, Annals Of Warsaw Agricultural University, 566W Forestry And Wood Technology 45 (1994)37-51

50. Williams, R. S ve Feist, w. C., Effect of Preweathering, Surface Roughness and Wood Species on the Performance of Paint and Stains, Journal of the Coating Technology, 66(1994)109-121.
51. Rischbieth, J. R. ve Bussell, K. R., The Paint-Holding Properties of Australian Woods, Journal of the Oil&Colour Chemists, 40 (1957)306-320
52. Liu, C.T. Lii, W.J. ve Wang, C. K., Laminated Bamboo for High Value Added Products: Study on the Finishinf Properties of Bamboo, Forest Products Industries, 13, 4 (1994)528-543
53. Manev, T., Effect of Sanding on the Roughness of Stained and Lacquered Surfaces, Drvna-Industrija, 43, 3 (1992)92-99.
54. Mahlberg, R., Adhesion of Paint on Wood Substrate. Part 1. Effect of Substrate Factors, Technical Research Centre of Finland, 476 (1987)1-55.
55. Liptotova, E., Kudela, J. ve Popryzki, O., The Adhesion of Polystyrene of Wood, Holz als Roh und Werkstoff, 49, 1 (1981)31-37.
56. Feist, W., Pointing And Finishing Exterior Wood, Journal Of Coating Technology, 68 (1996)22-26,
57. Ahola, P., Adhesion Between Points And Wooden Substracts. Effects Of Pretreatments And Weathering Of Wood, Materials And Structures, 28 (1995) 350- 356
58. Bagner, A., Work of adhesion as A Criterior for Determination of Optimum Surface Tension in Adhesives, Druna Indstrija, 46, 4 (1995)187-194.
59. Meijer, M., Bibliographic Citition, Wagenin Agricultural University,1999.
60. Zivanovic, R., Joic, M. ve Irlie,M., Wetting Properties Of Wood In Correlation With Coatings Adhesion, Proceedinds Of The Fourth International Conference On Development Of Wood Science, UK, 1989, 471-474.
61. Meijer, M.,Thurich, K. ve Militz, H., Comparative Study on Penetration Characteristics of Modern Wood Coatings, Wood Science and Technology, 32, 5 (1998)347-365.
62. Nussbaum, R.M., The Critical Time Limit to AVOID Natural Inactive of Spruce Surface (Piceaq abies) Intended for Painting A Gluting, Holz als Roh und Werkstaff, 54 (1996)26-29.
63. Shukla, K.S. ve Gupta, S., Finizhing Qualities Of Some Indian Woods, Indian Forester, 109, 2 (1983)80-90.
64. Skolmen, S.G., Some Woods Of Hawaii Properties And Uses Of 16 Commercial Species, USDA Forest Service General Technical Report, 1974,No:PSW-8
65. Wagenfuhr, R., Electron Microscopic Investigations Of The Structure Of Surfaces And Interfaces In Woodtechnology, Holztechnolg, , 10,1 (1969)37-40.

66. Kalıpsız, A., Bilimsel Araştırma, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2076/216, İstanbul, 1976
67. TS 4176, Odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve labaatuar numunesi alınması, T.S.E., Ankara I Baskı Kasım 1976.
68. Anonim, Dewelux Boya Katoloğu, İzmir, 2002.
69. TS 2472, Odunda Fiziksel Ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini,
70. T.S.E. Ankara, 1. Baskı, Kasım 1976.
71. DIN 4768, Determination Of Values Of Surface Roughness Parameters, DIN, May, 1990.
72. ASTM D 4138, Test Method for Measurement Of Dry Film Thickness Of Protective, ASTM, Philadelphia, 1971.
73. ASTM D 4541, Test Method For Pull-Off Strength of Coatings Using Portable, ASTM, Philadelphia, 1978.
74. Vitosyte, J. ve Ukvalbergiene K., nad Keturakis G., The effects of surface roughness strength of coated ash (*Fraxinus excelsior* L.) and Birch (*Betula* L.) wood, Materilas Science, 18 (4) 2012, 347-351.
75. Özdemir, T., Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003, Trabzon
76. Matuana, L., Balatinecz, J. ve Park, C., Effect of Surface Properties on The Adhesion Between PVC And Wood Veneer Laminates, Polymer Engineering and Science, 38, 5 (1998) 765-773.
77. Feist, W.C., Finishing of Wood, Chapter 16, Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Agric. Handb. 72, U.S. Department of Agriculture, Washington, 1987.

## ÖZGEÇMİŞ

2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2016 yılında bu bölümden mezun oldu. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme dalında Yüksek Lisans programına başladı.

