

**NANOPARTİKÜLLER İLE MODİFİYE EDİLEN
VERNİKLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**2016
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Tuğçe ÜNAL

**NANOPARTİKÜLLER İLE MODİFİYE EDİLEN VERNİKLERİN BAZI
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Tuğçe ÜNAL

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ocak 2016**

Tuğçe ÜNAL tarafından hazırlanan "NANOPARTİKÜLLER İLE MODİFİYE EDİLEN VERNİKLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. 22/ 01/ 2016

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan: Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (ASÜ)



Üye : Doç. Dr. M. Hakan AKYILDIZ (KÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Günay ÖZBAY (KBÜ)



...../...../2016

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

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



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

Tuğçe ÜNAL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NANOPARTİKÜLLER İLE MODİFİYE EDİLEN VERNİKLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Tuğçe ÜNAL

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Ocak 2016, 64 sayfa

Bu çalışma, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunu üzerine uygulanan, nanopartiküller ile modifiye edilen su bazlı vernik ve cam cila verniklerinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmiştir. Bu amaçla; sarıçam ve Doğu kayını örneklerinden 2 vernik (su bazlı, cam cila), 2 kimyasal (SiO_2 , TiO_2) ve % 2 oran (%1, %3) olmak üzere 8 farklı kombinasyonda örnekler hazırlanmıştır. Deney örnekleri ASTM D 3023 esaslarına göre verniklenmiş ve daha sonra üç hafta süre ile laboratuvar koşullarında kurumaya bırakılmıştır. Verniklerin yüzeye yapışma direnci ASTM D 4541, renk değeri ASTM D 2244, parlaklık değeri ASTM D 523, katı madde miktarı TS 1752 ve yüzey pürüzlülüğü TS 2495 EN ISO 3274 ve TS 6212 EN ISO 4288 standartlarına göre belirlenmiştir.

Deney sonuçlarına göre; katman kalınlığı en yüksek Doğu kayını odununda %3 TiO_2 ile modifiye edilen cam cila vernikli örneklerde ($285\mu\text{m}$) bulunmuştur.

Verniklerin yapışma direnci değerinde ise en yüksek Doğu kayınında %3 SiO₂ bulunan cam cila vernikli örneklerde (3,51 MPa), renk değişiminde L değeri sarıçam odununda %3 titanyum dioksit ile modifiye edilen su bazlı vernikli örneklerde (94,19), *a* değeri kontrol örneğine göre %1 silisyum dioksit ile modifiye edilen cam cila vernikli örneklerde (10,61), *b* değeri kontrol örneğine göre %1 silisyum dioksit ile modifiye edilen cam cila vernikli örneklerde (41,58) bulunmuştur. Yüzey parlaklığında ise en yüksek Doğu kayını odununda %1 titanyum dioksit bulunan cam cila vernikli örneklerde (85,04) tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğünde cam cila vernikli örnekler en yüksek değerleri vermiştir. Buna göre Ra, Rt ve Rz değerleri sarıçam odununda %3 silisyum dioksit bulunan örneklerde sırasıyla (9,46µm), (45,28µm) ve (38,67µm), Rsm değeri ise kontrol örneğine göre sarıçam odununda %1 silisyum dioksit bulunan örneklerde (1,62µm) belirlenmiştir.

Sonuç olarak; parlaklığın önemli olduğu yerlerde cam cila verniğinin, açık renk veya beyaza yakın renk kullanılması istenen yerlerde titanyum dioksit bileşiğinin kullanılması, yapışma direncinin önemli olduğu yerlerde silisyum dioksit bulunan verniklerin ve yüzey pürüzlülüğünün aranmadığı yerlerde ise titanyum dioksit ile modifiye edilen cam cila verniğinin kullanılması önerilebilir.

Anahtar Sözcükler : Silisyum dioksit, titanyum dioksit, nano teknoloji, ağaç malzeme, yapışma direnci, yüzey pürüzlülüğü.

Bilim Kodu : 1204.5.064

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF VARNISH MODIFIED BY NANOPARTICLES

Tuğçe ÜNAL

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Industrial Engineering**

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

January 2016, 64 pages

This research was made to investigate physical and mechanical properties of water based varnish and glass lacquer varnish modified by nanoparticles and applied over wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Oriental beech (*Fagus orientalis* L.). For this purpose, 8 different combinations of 2 varnish types (water based and glass lacquer), 2 chemicals (SiO₂ and TiO₂) and 2 ratios (1% and 3%) were sampled over Scots pine and Oriental beech. After the test samples were varnished in accordance with ASTM D3023, they were allowed to dry under normal conditions for three weeks. Pull-off adhesion strength of the varnishes was determined according to ASTM D4541, color scales according to ASTM D2244, gloss ratings according to ASTM D523, volatile and non-volatile matters according to TS 1752 and surface roughness according to TS 2495 EN ISO 3274 ve TS 6212 EN ISO 4288 basis.

According to test results: highest layer thickness, 0,52 μm , is found on Oriental beech sample of water based varnish with %3 titanium dioxide (TiO_2); highest pull-off adhesion strength, (3,51MPa), is found on Oriental beech sample of glass lacquer varnish with 3% of silicon dioxide (SiO_2). In color difference L unit, (94,19), is found on Scots pine sample of water based varnish with 3% of titanium dioxide; *a* unit, (10,61), on glass lacquer varnish samples with 1% of silicon dioxide; *b* unit, (40,61), found on Oriental beech sample of glass lacquer varnish with 1% of silicon dioxide. In surface gloss ratings, highest value, (85,04), is found on Oriental beech sample of water based varnish with 1% of titanium dioxide. In surface roughness highest values found on samples of glass lacquer varnish: arithmetic mean value, R_a (9,46 μm), roughness height, R_t (69,44 μm), R_z (48,79 μm), are found on Oriental beech sample with 3% of silicon dioxide; highest R_{sm} (1,62 μm), is found on Scots pine sample with 1% of silicon dioxide.

As a result, it is suggested to use glass lacquer varnish with 1% of titanium dioxide when surface gloss is important; water based varnish with 3% of titanium dioxide, when light color surface is required; glass lacquer with 3% of silicon dioxide when pull-off adhesion strength is important; or water based varnish when surface smoothness is important.

Keywords : Silicon dioxide, titanium dioxide, nano-technology, wood, pull-off adhesion strength, surface roughness.

Science Code : 1204.5.064

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamın konu belirlenmesi, araştırma konusunun seçimi, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı sayın danışman hocam Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN'a, istatistiksel çalışma aşamasında destek gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Raşit ESEN'e, laboratuvar çalışmalarında ve bilgi alışverişinde yardımcı olan Arş. Gör. Erkan Sami KÖKTEN'e, manevi desteğini her zaman üzerimde hissettiğim Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİNKOL'a ve KBÜ Orman Fakültesinin tüm akademik ve idari personeline teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca, maddi ve manevi açıdan her türlü desteklerini esirgemeyen anne ve babama tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Tuğçe ÜNAL
KARABÜK, 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1.	1
GENEL BİLGİLER	1
BÖLÜM 2.	4
LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.2. NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ	8
2.2.1. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları	8
2.3. AĞAÇ MALZEMENİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	9
2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü	9
2.3.1.1. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler	10
2.3.1.2. Yüzey Pürüzlülüğünde Kullanılan Parametreler	12
2.3.2. Yüzey Parlaklığı	13
2.3.3. Renk.....	14
2.4. AĞAÇ MALZEMENİN YAPIŞMA ÖZELLİKLERİ.....	14
2.4.1. Yapışma Direnci	14
2.4.1.1. Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler	15
2.4.1.2. Moleküler Çekim Kuvvetleri	15
2.4.1.3. Moleküler Kohezyon	16

	<u>Sayfa</u>
2.4.1.4. Adezyon (Tutunma).....	17
2.5. (TiO ₂) TİTANYUM DİOKSİT.....	18
2.6. (SiO ₂) SİLİSYUM DİOKSİT	18
2.7. VERNİKLER.....	19
2.7.1. Su Bazlı Vernik	19
2.7.2. Cam Cila.....	20
BÖLÜM 3.	21
MATERYAL VE DENEY METOT.....	21
3.1. MATERYAL.....	21
3.1.1. Ağaç Malzeme.....	21
3.1.1.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	21
3.1.1.2. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> L.)	22
3.1.2. Verniklerin Bazı Teknik Özellikleri.....	22
3.1.2.1. Yoğunluk	22
3.1.2.2. Viskozite	22
3.1.3. Deney Örnekleri Ve Verniklerin Hazırlanması.....	24
3.2. DENEY METOT	25
3.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	25
3.2.2. Yüzey Parlaklığı Ölçümü	25
3.2.3. Renk Ölçümü.....	27
3.2.4. Yüzeye Yapışma Direnci Ölçümü.....	28
3.2.5. Verniklerde Katı Madde Miktarı Tayini.....	29
3.2.6. Verniklerde Kuru Katman Kalınlığı Tayini	30
BÖLÜM 4.	32
BULGULAR VE TARTIŞMASI.....	31
4.1. VERNİKLERİN ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR	31
4.1.1. Verniklerin Katı Madde Miktarı.....	31
4.1.2. Verniklerin Kuru Katman (Film) Kalınlığı	32
4.2. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİNE AİT BULGULAR.....	34
4.3. RENK DEĞİŞİMİNE AİT BULGULAR	37

	<u>Sayfa</u>
4.3.1. L Değeri.....	37
4.3.2. a Değeri	39
4.3.3. b Değeri	41
4.4. YÜZEY PARLAKLIğINA AİT BULGULAR	43
4.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜğÜNE AİT BULGULAR.....	45
4.5.1. Ra Değeri.....	45
4.5.2. Rt Değeri	48
4.5.3. Rz Değeri.....	50
4.5.4. Rsm Değeri.....	52
BÖLÜM 5.	54
SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Yüzey pürüzlülüğünün sınıflandırılması.....	10
Şekil 2.2. Yüzey pürüzlülüğü parametre değerleri.....	12
Şekil 3.1. Viskozite ölçüm cihazı.....	23
Şekil 3.2. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü.....	25
Şekil 3.3. Gloss-metrenin ölçme prensibi	26
Şekil 3.4. BRAIVE marka renk ölçüm cihazının kesiti	27
Şekil 3.5. Deney silindirlerinin kalıp yardımı ile yapıştırılması	28
Şekil 3.6. Deney silindiri ve yapıştırılan koruyucu katman kesilmesi.....	28
Şekil 3.7. Çekme deneyi test cihazı	29
Şekil 3.8. Katman kalınlığı ölçüm cihazı	30

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Ahşap malzemenin yapışmasını etkileyen faktörler	15
Çizelge 3.1. Verniklerin bazı teknik özellikleri	23
Çizelge 4.1. Verniklerin katı madde miktarı (%).....	31
Çizelge 4.2. Verniklerin kuru katman kalınlığı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm).....	32
Çizelge 4.3. Verniklerin kuru katman kalınlığı değerlerine ait çoklu varyans analizi.....	33
Çizelge 4.4. Verniklerin yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (MPa)	34
Çizelge 4.5. Verniklerin yapışma direncine ait çoklu varyans analizi.....	36
Çizelge 4.6. Verniklerin yapışma direnci değerlerine ait homojenlik grupları.....	36
Çizelge 4.7. L değerine ait aritmetik ortalamalar.....	37
Çizelge 4.8. Renk L değerine ait çoklu varyans analizi.....	38
Çizelge 4.9. Renk L değerlerine ait homojenlik grupları.....	38
Çizelge 4.10. a değerine ait aritmetik ortalamalar	39
Çizelge 4.11. a değerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.12. a değerine ait homojenlik grupları.....	40
Çizelge 4.13. b değerine ait aritmetik ortalamalar	41
Çizelge 4.14. b değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.15. b değerine ait homojenlik grupları.....	42
Çizelge 4.16. Yüzey parlaklığına ait aritmetik ortalamalar	43
Çizelge 4.17. Yüzey parlaklığına ait çoklu varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.18. Yüzey parlaklığına ait homojenlik grupları	45
Çizelge 4.19. Ra değerine ait aritmetik ortalamalar (µm).....	46
Çizelge 4.20. Ra değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.21. Ra değerine ait homojenlik grupları	47
Çizelge 4.22. Rt değerine ait aritmetik ortalamalar (µm)	48
Çizelge 4.23. Rt değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.24. Rt değerine ait homojenlik grupları	49

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.25. Rz değerine ait aritmetik ortalamalar (μ).....	50
Çizelge 4.26. Rz değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.27. Rt değerine ait homojenlik grupları	51
Çizelge 4.28. Rsm değerine ait aritmetik ortalamalar (μ).....	52
Çizelge 4.29. Rsm değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.30. Rsm değerine ait homojenlik grupları	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

SiO₂ : silisyum dioksit

TiO₂ : titanyum dioksit

nm : nanometre

m : metre

µm : mikro metre

mm : milimetre

mm² : milimetre kare

N : newton

MPa : megapascal

Au : altın

C : karbon

H : hidrojen

O : oksijen

ZnO : çinko oksit

WO₃ : tungsten tri oksit

gr : gram

°C : santigrat derece

Pa : pascal

V : hacim

cm³ : santimetre küp

s : saniye

KISALTMALAR

- ISO : International Organization for Standardization (Uluslar arası standartlar örgütü)
- ASTM: American Society for Testing and Materials (Amerikan test ve malzeme kurumu)
- TS : Türk Standartı
- TSE : Türk Standartları Enstitüsü
- EN : Avrupa Normu
- CIEL : Commission International de L'Eclairage (Uluslar arası aydınlatma komisyonu)
- Ra : Profil sapmalarının aritmetik ortalaması
- Rt : Profilin toplam yüksekliği
- Rsm : Profil elemanlarının ortalama uzunluğu
- Rz : On nokta pürüzlülüğü ortalama değeri
- SB : Su bazlı vernik
- TB : Tek bileşenli parke verniği

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

Ağaç malzeme farklı renk ve görünüşe sahip olması, ısıyı az iletmesi, dokunulduğu zaman sıcak ve soğuk hissi vermemesi, ısı kaybının az olması, ısıtma masraflarının az olması, el ve makinelerde kolayca işlenebilmesi, çivi, vida ve tutkal ile kolayca birleştirilebilmesi, çarpma esnasında ses çıkarmaması, özgül ağırlığının düşük olmasına rağmen direncinin yüksek olması, bina içindeki rutubet oranına bağlı kalmaksızın yüzeyinde rutubet yoğunlaşmaması gibi özellikleri nedeni ile diğer malzemelere göre daha çok tercih edilme sebebidir (Kurtoğlu, 1986).

Biyolojik bir malzeme olan ahşap, biyotik (böcek, termit, küf ve çürüklük mantarları vb.) ve abiyotik etkenler (dış hava koşulları, yangın vb.) tarafından bozundurulabilmektedir. Odun ve odun esaslı malzemelerin çelik ve beton gibi diğer yaygın olarak kullanılan malzemelere benzer güvenilir bir hizmet sunabilmesi için bu etkenlere karşı korunması gerekmektedir (Köse ve Temiz, 2013).

Modern odun koruma teknolojisi farklı kimyasal formülasyonlar ile emprenye işlemini ve odun modifikasyonunu içerir. En yaygın uygulama ise koruyucu maddeler ile ahşap malzemeyi emprenye etmek ve böylece ahşap malzemenin biyotik ve abiyotik etkenlere karşı korunmayı sağlamaktadır. Bu kapsamda odunun korunmasını, üst yüzey işlemlerinden ayıran bir özelliktir. Üst yüzey işlemleri boya, vernik gibi koruyucu işlemlerin ağaç malzeme yüzeyine uygulanmasını içerirken odun koruma işlemi kimyasal maddenin odun içine emdirilmesini sağlamaktadır (Köse ve Temiz, 2013). Günümüzde odun yüzeyleri nanoteknolojik kimyasallarla ve modifiye edilmiş ürünlerle kaplanmaktadır.

Nanobilim ve nanoteknoloji terimlerindeki nano eki uzunluk biriminden gelmektedir. Nanometre metrenin milyarda biridir. Nanobilim ve nanoteknoloji 1 ile 100 nm

boyutundaki maddelerden yeni yapılar elde etme, analiz etme, kontrol etmeyi içerir. Nanobilim fizik, kimya, biyoloji ve malzeme bilimlerinin doğruları ve metodlarını kullanarak atomların diziliş, maddenin nano boyutlarda yeniden yapılandırılmasını ve karakterizasyonunu inceleyen bilim dalıdır. Nanoteknoloji ise nanobilimin bulgularını ve geliştirdiği metodları mühendislik disiplini ile ürüne dönüştürmeyi amaçlamıştır (Çeliker, 2005).

Nanobilim ve nanoteknoloji çeşitli alanlarda hızla yaşamımıza girmektedir. Bu alanlar bilişim ve haberleşmeden başlamakta, savunma sanayi, uzay ve uçak teknolojileri ve hatta moleküler biyoloji ve gen mühendisliğine kadar uzanmaktadır (Nanoteknoloji strateji grubu, 2004).

Nanoteknoloji araştırmaları malzemenin yapısını molekül düzeyinde değiştirme olanağı sağlamaktadır. Araştırmacılar molekülleri yeniden dizayn ederek pek çok fonksiyonu aynı üründe bir araya getirebilirler. Değişik gaz ve sıvı geçirgenlikleri elde edilebilir. Nanoparçacıkların ilavesi ile ürünlerde ışığa ve alev direnç, güçlü mekanik ve ısı performans ve gazlara karşı yüksek bariyer özellikleri sağlanır (Çeliker, 2005).

Ahşap yüzeylerde kullanılan vernikler ve vernik sistemleri, gün geçtikçe kalite talepleri ve çevre koruma bilincine paralel olarak değişim ve gelişim göstermişlerdir. Bu gelişimin son halkası ise, araştırmada ele alınan nanoteknoloji ürünü verniklerdir. Nanoteknolojik verniklerin, özellikleri sayesinde, gelecek 5-10 yıl içerisinde, geleneksel verniklerin yerini alacağı aşağıdaki maddeler halinde belirtilmektedir (Sönmez, 1989). Nanoteknolojik ürünlerin bazı iyi yönleri aşağıdaki gibidir:

- Sınırlı ya da sıfır solvent kirliliği
- Daha iyi ürün kalitesi
- Daha az bakım maliyetleri
- Mükemmel proses kontrol
- Daha düşük laboratuvar maliyetleri

Bu çalışmada; sarıçam ve Doğu kayını örneklerinin yüzeylerinde farklı vernik ve kimyasallar kullanılarak farklı oranlarda st yüzey işlemi uygulanarak yüzey pürüzlülüğü, katman kalınlılığı, yüzey parlaklığı, renk ve yapışma direnci değerlerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. LİTERATÜR ÖZETİ

Nanoteknoloji; 100 nanometreden küçük boyutlarda maddelerin anlaşılması, kontrol edilmesi, atomik seviyede değiştirilip, işlevsel hale getirilmesi olarak tanımlanabilir. Nanobilim ile ilgili yapılan en yaygın tanım ise; atom ve moleküler boyutta ölçüm, izleme ve üretim yapabilme ve bu boyutlarda yeni özellikleri işleyebilme olarak tanımlanmaktadır (Arnall, 2003).

Nanoteknolojik ürünlerde piyasada en çok kullanılan veya modifiye etmekte kullanılan TiO_2 ve SiO_2 'dir.

Titanyum dioksit (TiO_2) birçok kullanım alanında tercih edilen bir metal oksittir. Boyamalarda beyaz pigment olarak, fotovoltaiik veya elektrokromik aygıtlarda, sensörlerde, kozmetikte, kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Gözükten bölgede yüksek geçirgenliğe sahip olması, yüksek kırılma indisine sahip olması gibi birçok özelliği sayesinde optik uygulamalarda en çok kullanılan malzeme olmasını göstermektedir. Dolayısıyla boyutları nanoparçacıklara ulaştığında optiksel kaplama, doğrusal olmayan optiksel aygıtlarda (Elim vd. 2003), yüksek kırılma indisli aygıtlarda (Lee vd. 2001), optiksel dalga kılavuzlarında, güneş panellerinde de geniş ve yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır.

Silisyum dioksit (SiO_2), doğada yaygın olarak kum ya da kuartz halinde bulunur. Camın birçok türünün ve çimento gibi malzemelerin temel bileşenini silisyum dioksit oluşturmaktadır. Silisyum dioksit düşük termal genleşme katsayısına sahiptir ve yüksek erime sıcaklığından dolayı ısıya karşı dayanıklı bir malzemedir. Saf kristal halindeki kuartzların bileşiminden oluşan kristalleşmiş silisyum dioksit, bu sebeple

fırın yapımında kullanılmaktadır. Sentetik amorf silisyum dioksit, saydam ve renksiz camı oluşturur; cam bardaklar, şişeler ve pencere camlarının üretiminde kullanılmaktadır (Özüğür, 2012). Ancak bu ürünler modifiye veya karışımda kullanıldığı durumlarda ağaç malzemenin yüzeye tutunması veya malzemede konumu incelenmesi gerekir. Literatürde yüzey pürüzlülüğü ile ilgili nano boyutta olmasa da bazı çalışmalar yapılmıştır.

Ağaç malzemede yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanı tutunma (adezyon) direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) odunlarından hazırlanan deney örnekleri 80,120 ve 180 numaralı zımparalar ile zımparalanarak yüzey pürüzlülük değerleri ISO 4287'ye göre TIME TR 200 iğne uçlu tarama cihazı ile ölçülmüştür (Tutgun, 2013).

Sarıçam, kayın ve meşe odunundan elde edilen deney örnekleri %8, %12, %15 rutubet miktarlarına getirilmiş ve yüzeylerine selülozik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulanarak, ağaç türü ve rutubet miktarının vernik katmanı tutunma direncine etkileri gözlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, farklı rutubet miktarındaki ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan verniklerin tutunma direncine, rutubet miktarı, ağaç türü ve vernik çeşidinin etkisi önemli bulunmuş, en yüksek tutunma direncinin %8 rutubetteki meşe odununa uygulanan poliüretan vernikte elde edildiği belirtilmiştir (Bayram, 2004).

Doğu kayını, sarıçam, kestane ve sapsız meşe odunu örneklerine bazı kimyasal maddelerle renk açma işlemi yapıldıktan sonra su bazlı ve sentetik verniklerin liflere dik ve paralel yönde renk ve parlaklık etkilerini araştırmıştır. Araştırmalar sonucunda; en yüksek parlaklık değeri sarıçam odununda (61,05), Doğu kayını odununda ise (67,85) bulunmuştur (Atar, 1999).

“Türkiye’ de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması” konulu çalışmada; 5 farklı ağaç türü Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* L.), Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata*

(C.A.Mey.) Yalt.), Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), 3 farklı vernik çeşidi poliüretan, akrilik ve selülozik vernik kullanmıştır. Hazırlanmış deney örnekleri üstünde hava kurusu yoğunluk, pürüzlülük, kuru film kalınlığı, yapışma direnci, çizilme direnci, aşınma ağırlık kayıpları, parlaklık ve ultramikroskopik incelemeler yapmıştır. Sonuç olarak kuru film kalınlıkları Doğu Ladini'nde poliüretan vernikte 116,33 µm, akrilik vernikte 114,66 µm, selülozik vernikte 87 µm, Doğu Kayını'nda poliüretan vernikte 116,33 µm, akrilik vernikte 114,66 µm, selülozik vernikte 85 µm olarak bulunmuştur. Yapışma dirençleri Doğu Kayını'nda; poliüretan vernikte 2,52 N/mm², akrilik vernikte 3,06 N/mm², selülozik vernikte 1,86 N/mm², Doğu Ladini'nde; poliüretan vernikte 2,40 N/mm², akrilik vernikte 2,86 N/mm², selülozik vernikte 1,67 N/mm² elde edilmiştir. Yapışma direncinde ise vernik türlerinin yüzeye yapışma dirençleri arasında anlamlı bir fark olduğu, en yüksek yapışma direncinin akrilik vernikte, en düşük yapışma direncinin ise selülozik vernikte elde edildiği belirtilmiştir (Özdemir, 2003).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinin yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanmıştır.. Yapışma dirençleri Doğu Kayını'nda; selülozik vernikte 1 kat (dolgu + 1 kat son kat) 1,949 MPa, 2 kat (dolgu + 2 kat son kat) 2,490 MPa, poliüretan vernikte 1 kat 4,003 MPa, 2 kat 4,856 MPa, akrilik vernikte 1 kat 4,420 MPa, 2 kat 4,066 MPa ve su bazlı vernikte 1 kat 3,891 MPa, 2 kat 3,398 MPa olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre; ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olarak etki ettiğini göstermiştir (Budakçı ve Sönmez, 2010).

Verniklerin yüzeye yapışma direncini ölçmek için pnömatik sistemle çalışan adezyon deney cihazı tasarlayıp üretimini gerçekleştirmiş, deneme yapmak üzere yapılan bir çalışmada; sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies* sp.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus Petraea* L.) odunları üzerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su çözücülü vernik uygulayarak, vernik katmanlarının yüzeye

yapışma direncini belirlemiştir. Farklı ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, deney cihazı ve katman kalınlığının etkisinin önemsiz olduğu elde edilmiştir (Budakçı, 2003).

Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin etkilerini incelenmiş ve 3. kat vernik uygulamalarının sertlik üzerinde etkili olmadığını ancak parlaklık artışına etkili olduğunu ve polimerik esaslı verniklerde, katman kalınlığını arttırmanın yüzeye yapışma direnci artışına etkili olduğunu tespit etmiştir. Kuru katman kalınlığı sentetik vernikte 1.kat (100µm), 2. kat (150µm) ve 3. kat (200µm), poliüretan vernikte 1.kat(90µm), 2. kat (128µm) ve 3. kat (171µm) ve akrilik vernikte 1.kat (95µm), 2.kat (135µm) ve 3.kat (180µm) olarak bulunmuştur (Budakçı, 1997).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarından elde edilen deney örnekleri %8, %10, %12 rutubet miktarına getirilmiş, yüzeylerine tek bileşenli ve çift bileşenli su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü ve rutubet miktarının vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve renk değerleri ile yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre; kırmızı ve sarı renk değerlerinde ağaç türü ve vernik çeşidi etkisi önemli, rutubet miktarı etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Kırmızı renk değeri, Doğu kayını ile çift bileşenli su bazlı vernikte (11,60), sarı renk değeri ise sarıçam ile çift bileşenli su bazlı vernikte (30,11) %12 rutubette en yüksek değerde elde edilmiştir (Pelit, 2007).

Kayın ve kavak ağacının yüzey pürüzlülüğü üzerine değişik işleme tekniklerinin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 80 numara kum ile zımparalanmış yüzeyde ortalama pürüzlülük (Ra) (5,63µm), on noktanın ortalama pürüzlülüğü (Rz) (52,81), merkez derinlik pürüzlülüğü (Rk) (18,30µm), azalmış en yüksek nokta (Rpk) (6,39µm) ve azalmış dış derinliği (Rvk) (10,77µm), kavak odununda ise; Ra (4,50µm), Rz (45,10µm), Rk (13,48µm), Rpk (5,45µ) ve Rvk (8,12µm) elde edilmiştir. Sonuç olarak kayın ve kavak örneklerinin yüzey karakteristikleri arasında önemli istatistik farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Kılıç vd. 2006).

Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından hazırlanan örnekler ile ağaç türü, ağaç malzemenin işlenme özelliklerinden rendeleme ve zımparalama, kesiş yönü, rutubet değişimi için ayrı ayrı yüzey pürüzlülüğünü belirlemiştir. Sonuç olarak; Doğu kayını odununun Sarıçam odununa göre daha pürüzsüz bir yüzey verdiğini saptamıştır (Baykan, 1996).

2.2. NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ

Nano Yunanca'dan alınmış sözcük olup, son derece küçük, ufacık anlamına gelmektedir. Ölçü birimi olarak 1 nanometre (nm) yani metrenin milyarda biridir. Nanoteknoloji (ve Nanobilim) nm boyutta maddenin özelliklerini, dinamiklerini inceleyen bilim ve teknoloji dalıdır. Bu tanımı daha da kısıtlayacak olursak nanoteknoloji, boyutu 100 nm'den az olan madde ve sistemleri inceleyen bir bilim dalıdır. Küçüklük konusunda birkaç örnek vermek gerekirse; kandaki alyuvar hücresi 7000 nm, su molekülü 0,3 nm genişliğinde olduğu ifade edilmektedir (Kayır ve Baçcıl, 2010).

2.2.1. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları

Nanoteknoloji geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu alanlar; nano boyutlu elektronik, optik, nano biyolojik sistemler, nano ilaçlar ve yeni malzemeler gibi birçok uygulamaları kapsamaktadır. Bu sebeple, nano boyutlu malzemelerin üretimi, nano boyuttaki özelliklerini anlama, nano malzemelerle yapılan cihazların tasarımı ve üretimi, nano boyutlu malzemelerin karakterizasyonu, yeni cihazların tasarımı ve üretimi için nanoteknoloji, fizikçiler, kimyacılar, malzeme bilimcileri, moleküler biyologların çalışması gereken önemli bir konudur (Guozhong, 2004).

Nanoyapı ve nanoteknolojinin potansiyel uygulama alanları, malzeme üretim, elektronik, eczacılık, ilaç, sağlık, enerji, kimya, fizik, boya, batarya, bilgisayar ve bilişim teknolojisinde hızla ilerleme göstermektedir.

2.3. AĞAÇ MALZEMENİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili çalışmalara ilk olarak metal endüstrisinde ve 1930'lu yıllarda başlanıldığı bilinmektedir. Ağaç malzemelerin yüzey pürüzlülüğü üzerine araştırmaları ise metal endüstrisinden sonra başlamış ve Kollman 1957, Ehlers 1958, Marian ve arkadaşları 1958, Suchsland 1957 ve Pahlitzsch 1961 tarafından devam ettirilmiştir (Çabukoğlu, 2007).

Pürüzlülük; üretimde uygulanan işlemler sonucu parça yüzey kısmında oluşan dalgalanma ve şekil hataları dışında kalan, yeterince düşük ve periyodik olarak tekrar eden düzensizliklere denilmektedir. Ahşabın yapışma yeteneğini etkilemesi, zayıflattırması ve imalat sırasında ürün kalitesini korumak amacıyla orman ürünleri endüstrisinde yüzey pürüzlülüğünün kontrolü kaçınılmaz hale gelmiştir (Korkut, 2005).

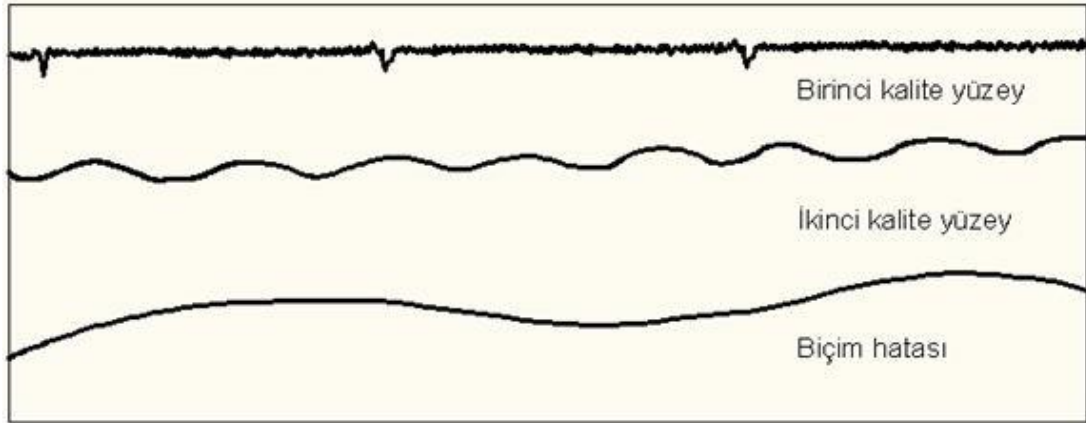
Orman ürünleri endüstrisinde yapılan yüzey pürüzlülüğü denemelerinde metal endüstrisinde olduğu gibi uygun test yöntemi ve değerlendirmesinin tam olarak yerleşmediği gözlenmektedir. Bunun nedenleri olarak; odunun heterojen yapısı yanında mevcut yöntemlerin her birinin hız, duyarlılık vb. gibi bazı sınırlamaları gösterilmektedir (Çabukoğlu, 2007). Bugüne kadar deneme yapılmış ve halen kullanılmakta olan yöntemler arasında "dokumalı iğneli tarama" yönteminin, diğer yüzey pürüzlülük ölçme yöntemlerine göre avantajlı bir ölçme yöntemi olacağı belirtilmiştir (Yalçınkaya, 1997).

Yapılan araştırmalarda; yüzeyler birinci sınıf, ikinci sınıf ve bozuk tekstür olmak üzere üç bölümde incelenmiştir (Stumbo, 1960). Bazı faktörler Şekil 2.1'de verilmiştir. Bu gruplandırmada;

Birinci sınıf yüzey: Kesici aletlerin normal hareketlerinden oluşan yüzeydir. Freze ve planya bıçağı izleri ve testere diş izleri normal hareketler sonucunda oluşmaktadır.

İkinci sınıf yüzey: Makinede oluşan aşınma veya bakım hatalarını gösteren yüzeydir. Hatalı vibrasyonlar, uygun diş profiline sahip olmayan testereler, körlenmiş diş ve bıçaklarla uygulanan biçme ve kesme işleri sonucu elde edilen yüzeylerdir.

Bozuk yüzey: Malzemenin genel şeklinde oluşan biçim bozulmaları, örneğin burulma, bükülme, çukurlaşma gibi kusurları içeren yüzeylerden oluşmaktadır (Stumbo, 1960).



Şekil 2.1. Yüzey pürüzlülüğünün sınıflandırılması.

2.3.1.1. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler

Odun anizotropik yapıya sahip bir malzeme olmasından dolayı homojen malzemelerle karşılaştırıldığında kendine ait bazı özellikler taşımaktadır. Farklı anatomik yapıya sahip olması ile odun; kesme, biçme, rendeleme ya da zımparalama gibi işlemlerle yapılsa bile yüzeyde tamamen düzgün bir yüzeye sahip olunamamaktadır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003). Bu nedenle odunda yüzey pürüzlülüğü, ilk olarak anatomik yapıya, ikinci olarak ise odunun işlenmesinde kullanılan makine, işleme faktörleri, işleme yöntemleri, rutubet, vb. etkilere bağlı olarak değişmektedir (Sieminski ve Skarzynska, 1987).

Bu doğrultuda ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörleri odun türünün anatomik yapısından kaynaklanan faktörler ve odunun işlenmesinden kaynaklanan faktörler olmak üzere iki grupta incelemek uygun olacaktır.

Odunun Anatomik Yapısından Kaynaklanan Pürüzlülük

Odunun farklı makineler ile işlenmesi sırasında odunu oluşturan hücrelerin kesici aletler ile kesilmesi sonucunda bu hücreler arasında oyuklar oluştuğu, bu oyukların ölçüleri üzerine ise ağaç türü, ilkbahar-yaz odunu oranı ve odunun enine, radyal veya teğet yönde kesilmesinin etkili olduğu, bunun da odunun yüzey pürüzlülüğünü etkilediği belirtilmiştir (Stumbo, 1963; Peters and Cumming, 1970; Söğütü, 2005).

Ayrıca, ağaç malzemenin yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişebilen yıllık halka genişliği ve odun yoğunluğu da yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Yıllık halka içindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerinde oldukça etkisi vardır. Yapılan çalışmalarda yıllık halka içerisindeki yaz odunu kısmının ilkbahar odunu kısmına göre daha düşük pürüzlülük değerleri oluşturduğu belirtilmiştir (Gurau, 2004; Ulusoy, 2011; Tiryaki, 2012).

Bu durum ilkbahar odunu ve yaz odunu hücre çeperi yapılarının birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Ohashi vd. 2001). Ayrıca, odun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, lif kopmaları, lif uzunluğu ve odunun doğal büyüme karakteristiklerinden olan budak, lif kıvrıklıkları ve basınç odunu oluşumu da pürüzlülüğü arttırıcı yönde etki yapmaktadır (Sieminski and Skarzynska, 1987; Akbulut ve Ayrılmış, 2006). Odunun işleme yönü de yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Teğet kesit radyal kesite oranla genellikle daha düzgün yüzeyler oluşturmaktadır (Örs ve Baykan, 1999; Örs ve Demirci, 2003).

Odunun İşlenmesinden Kaynaklanan Pürüzlülük

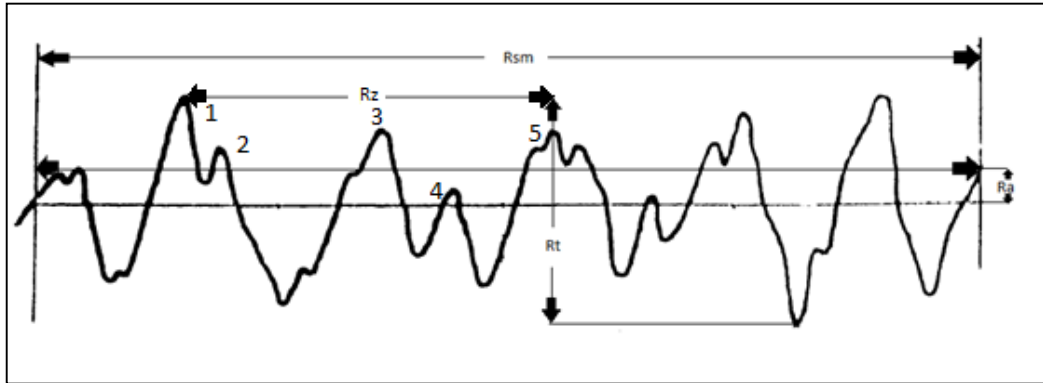
Odunun işlenmesinde kesici sayısının, besleme hızının ve kesiş derinliğinin de yüzey pürüzlülüğü üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Genellikle, kesiş derinliği ve besleme hızı arttıkça yüzey kalitesinin kötüleştiği, kesici sayısındaki artışın ise yüzey kalitesini arttırdığı belirtilmiştir (Usta vd. 2007; Tiryaki, 2012; Tiryaki vd. 2014). Ayrıca, Fujiwara vd. yapmış olduğu bir çalışmada besleme hızı gibi işlemede etkili olan değişkenlerin uygun bir şekilde seçilmediği takdirde istenilen yüzey kalitesinin elde edilemeyeceğini bildirmiştir. Bu nedenden dolayı, işlemede daha düzgün odun

yüzeyleri elde edilmesi bakımından kesici sayısının artırılıp düşük besleme hızlarında yapılması gerektiğini önermektedir (Mcmillin and Lubkin, 1959; Stewart, 1976).

Yüzey pürüzlülüğü değerini etkileyen diğer bir etken ise, odunun işlem anında sahip olduğu rutubet yüzdesidir. Rutubet; odundaki liflerin esnekleşmesine ve dolayısıyla kesme anında liflerin ayrılmayıp kabarmasına neden olmaktadır. Yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, düşük rutubet oranına sahip numunelerin daha düşük pürüzlülük değerleri oluşturduğu belirtmişlerdir (İlter vd. 2002).

2.3.1.2. Yüzey Pürüzlülüğünde Kullanılan Parametreler

Yüzey pürüzlülüğü ile ilgili parametreler; profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilini veren, profilin yükseklik veya yüzey düzlemine dik girinti ve çıkıntıların oluşturduğu düzensizlikleri oluşturmaktadır (Örs, 1999). Odun yüzeylerinin pürüzlülüklerinin sayısal olarak ifade edilmesinde genellikle R_a , R_t , R_{sm} ve R_z parametrelerinden yararlanılmaktadır.



Şekil 2.2. Yüzey pürüzlülüğü parametre değerleri.

Ortalama Pürüzlülük Değeri (R_a)

Ortalama pürüzlülük (R_a), pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara ait tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır (Mitutoyo SJ-301, 2001). R_a , pürüzlülük profili ile bu profilin ortalama çizgisi arasındaki alandır.

Ortalama pürüzlülük parametresi, yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde en çok kullanılan parametredir. Bununla birlikte ortalama pürüzlülük parametresi, yüzeyin yapısına ait tam bir bilgi vermek için yeterli değildir (Tiryaki, 2014).

On Nokta Pürüzlülüğü Ortalama Değeri (Rz)

Rz pürüzlülük parametresi, pürüzlülük profili boyunca yer alan en yüksek beş tepe ve en derin beş çukurun ortalama değerleri toplamıdır (Mitutoyo SJ-301, 2001).

Profilin Toplam Yüksekliği (Rt)

Bir numune uzunluğu içinde profilin en yüksek ve en alçak noktaları arasında kalan yükseklik farkıdır (Aksulu vd. 2001).

Profil Elemanlarının Ortalama Uzunluğu (Rsm)

Bir numune uzunluğu olarak tanımlanır (Aksulu vd. 2001).

2.3.2. Yüzey Parlaklığı

Parlaklık, malzeme yüzeyine gelen ışınların yansımaları özelliğidir. Ağaç malzeme en parlak yüzey öz ışınlarının levha veya parlak aynalar halinde bulunduğu radyal kesitte gözlemlenmiştir. Bu nedenle parlak öz ışını levhaları bulunan meşe, kayın, çınar ve akçağaç'ta ayna kesişi denilen öz ışınlarına paralel kesişler yapılarak parlak görünümlü yüzeyler elde edilmektedir. Odun yıllık halkalara teğet yönde daha az parlak olup, enine kesitte parlaklık göstermemektedir (Örs ve Keskin, 2001).

İşlenmiş ağaç malzeme yüzeylerine farklı cila ve verniklerle istenilen parlaklık verilebilir. Böylece sağlanan yapay parlaklık yüzeysel olduğu halde, doğal parlaklık derinlere kadar ağaç malzeme mevcuttur. Doğal parlaklık her zaman önemli bir özellik sayılmamakla birlikte mobilya endüstrisinde odunun daha fazla cilayı alma kabiliyeti önemli olmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

2.3.3. Renk

Odunun rengi beyazdan siyaha kadar bütün renk farklılıklarını içermektedir. Kesim yapıldıktan kısa bir zaman sonra, hava teması ile oksidasyon sonucu odunun rengi koyulaşır (Örs ve Keskin, 2001).

Odunun rengi aynı ağaçta bile yeknesak olmayıp farklılıklar gösterebilir. Renk farklılığının bir diğer sebebi de yoğunluk farklılığı oluşması nedeniyle ışınların farklı yansımalarıdır. Genel olarak koyu renkli odunların yoğunlukları yüksektir (Örs ve Keskin, 2001).

2.4. AĞAÇ MALZEMENİN YAPIŞMA ÖZELLİKLERİ

2.4.1. Yapışma Direnci

Yapışma, cisimlerin kendi atom ve molekülleri arasındaki çekim gücü olan kohezyon ve cisimlerin birbirine tamamen birleşik olan yüzeylerinde iki ayrı cismin atom ve moleküllerinin karşılıklı olarak birbirleriyle çekim gücü olan adezyon bağları ile bir birlerini çekmelerine denmektedir (Altınok, 1995).

2.4.1.1. Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler

Ahşap malzeme, birçok farklı uygulamalarda vernik yardımıyla kaplanmakta ve bu işlem için çok çeşitli vernikler kullanılmaktadır. Bu birleştirme süresince birçok etken odun-odun ve odun-vernik arasında gerçekleşebilecek bağlanmalara etki etmektedir.

Çizelge 2.1. Ahşap malzemenin yapışmasını etkileyen faktörler (Rowell, 2005).

Ahşap' dan Kaynaklanan	Üretim Yönteminden Kaynaklanan	Kullanım Yerinden Kaynaklanan	Emprenye' den Kaynaklanan
Tür	Yapıştırma Miktarı	Direnç Miktarı	Retensiyon Miktarı
Yoğunluk	Tutkalın Dağılımı	Makaslama Modülü	Emprenye Tipi
Nem Oranı	Rutubet Oranı	Şişme Daralma	Kullanılan Metot
Kesiş Yönü	Sıcaklık	Yorulma	Kullanılan Madde Miktarı
Odun Çeşidi	Açma-Kapama Süresi	Bozulma Miktarı	Emprenyenin Yüzeyde Yayılması
Reaksiyon Odunu	Basınç Miktarı	Bozulma Tipi	Penetrasyonu
Lif Açısı	Basınç Süresi	Kullanım Oranı	Emprenye Süresi
Porozitesi	Ön Muameleler	Sıcaklık	-
Yüzey Kabalığı	Yapışma Süresi	Hidroliz Direnci	-
Kuruma Zararları	-	Biyolojik Saldırı	-
İşlenme Zararları	-	UV Işıkları	-
Yüzeyin Temizliği	-	Elastikiyet Modülü	-
Yüzey Enerjisi	-	-	-
Ekstraktifler	-	-	-

2.4.1.2. Moleküler Çekim Kuvvetleri

Katı, sıvı ve gaz durumundaki maddeleri bir arada tutan kuvvetler ile ilgili yapılan çalışmalar iki varsayım ön plana çıkartmaktadır.

- Moleküller arasında birden fazla türde moleküler çekim kuvveti vardır.
- Aynı çekim kuvvetinin birden fazla farklı derecesi bulunmaktadır.

İkinci varsayımın doğruluğu ispatlanmıştır. Bu kuvvetler, birinci ve ikinci valans kuvvetleri olarak iki şekilde kabul edilmiştir (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Birinci valans kuvvetleri:

Farklı iki molekülün iki atomu arasında veya bir molekülün kendi atomları arasında doğrudan kurulan kimyasal bağlardır. Bu kimyasal bağlar;

- Metalik bağ,
- İyonik bağ,
- Kovalent bağ olmak üzere 3 çeşittir.

Metalik bağ, aynı kutuplu iyonlar arasında kurulur ve üst yüzey işlemi için kullanılan malzemelerde bu bağ oluşumu görülmemektedir. İyonik bağ zıt kutuplu iyonlar arasında oluşmakla beraber, inorganik madde tepkimelerinde önemli olup üst yüzey malzemelerinde çok az kullanılır. Kovalent bağ iki atom arasında elektron alışverişine göre kurulur. Atomlar nötr haldedir. Elektron alışverişi sonucu atomun dış elektron çekirdeği tamamlanır. İki ya da üç bağlı kovalent bağlar iki atom arasında gerçekleştiği için birinci valans kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Sönmez ve Budakçı, 2004).

İkinci valans kuvvetleri:

Bu kuvvet Van Der Waals kuvvetleri olarak da bilinmektedir. Moleküller arasında gelişen bu kuvvetler, moleküler yapıda elektrostatik olarak aktif olan bölümlerin çekiminin bir sonucudur. Moleküller (+) veya (-) elektrik yüklü olabileceği gibi elektriksiz olarak nötr halde de olabilirler. Molekül içerisindeki (+) ve (-) kutuplar simetrik olarak düzenlenmiş ise, molekül "a polar", asimetrik şekilde düzenlenmiş ise "polar" olarak adlandırılır. Moleküllerin polarite farklılığı ikinci valans kuvvetini etkiler. Moleküllerin sahip oldukları polarite derecesi, ikinci valans kuvvetinin gücünü belirler (Sönmez, 1989).

2.4.1.3. Moleküler Kohezyon

Hidrokarbonlarda hidrojen ve karbon elementlerini bir arada tutan kuvvet birinci valans kuvvetleri olup, fiziksel durumunu ikinci valans kuvvetleri belirler. Bu

kuvvetler daha küçük molekülden oluşan parafinde daha zayıftır. Bu sebeple parafin polietilene göre zayıf bir katıdır (Sönmez ve Budakçı, 2004).

2.4.1.4. Adezyon (Tutunma)

Adezyon; iki yüzey arasında, bağ kurarak ya da birbirinin içine geçmesiyle veya her ikisinin birden kullanılması ile bir arada tutulabilmesi için gerekli olan yüzeyler arası kuvvetler olarak tanımlanmaktadır. Adezyonu, organik bir katmanı kaldırmak, yapışkan bir bağlantıyı kopartmak, bir bandı çıkarmak vb. için gerekli kuvvet olarak tanımlamak mümkündür (Sönmez, 1989).

Kimyasal adezyon:

Vernik katmanı ile odun yüzeyi arasında kurulan bağıdır. Polimerizasyon tepkimeleri ile sertleşen verniklerin molekülleri arasında C=C, C=O, C=H bağları oluşmaktadır. Selülozun kimyasal yapısında C,H,O elementleri olması sebebi ile polimerler ile selüloz yapı arasında kimyasal bağ kurulacağı düşünülmektedir (Sönmez, 2000).

Elektrostatik adezyon:

Farklı iki malzemenin teması halinde, yük transferinden doğan elektrik yüklü bir çift tabaka meydana gelir. Bu durumda, iki tabakayı birbirinden kopartmak için kuvvet gerekmektedir (Sönmez, 1989). İki cam parçası birbirine sürtüldüğünde birleşme ara kesitinde meydana gelen çekim gücüne elektrostatik (spesifik) adezyon denilmektedir (Tutgun, 2013).

Mekanik adezyon:

Ağaç malzeme boyuna kesilmiş hücrelerin lümen boşlukları ve hücreler arası boşlukların meydana getirdiği bir pürüzlülük oluşumu olduğu, sıvı halde iken boşluklara dolan ve orada sertleşerek katı hale gelen vernik ile yüzey arasında elektrostatik ve kimyasal adezyonlardan farklı oluşan bu bağa mekanik adezyon denilmektedir (Sönmez, 2000).

Asit – baz adezyon:

Sulu bir çözeltide proton fazlılığı asidik, hidroksit fazlılığı ise bazik özellik göstermektedir (Sönmez ve Budakçı, 2004). Bu açıklamaya göre, katman ile yüzey arasındaki asit-baz etkileşimi yapışmadaki bağ kuvvetini, yüzeydeki asit veya baz değişimleri katmanın adezyonunu arttırmaktadır (Sönmez, 1989).

2.5. (TiO₂) TİTANYUM DİOKSİT

Titanyum dioksit (TiO₂) birçok uygulamada kullanılmakta olan bir metal oksittir. Boyamalarda beyaz pigment olarak, fotovoltaiik veya elektrokromik aygıtlarda, sensörlerde, kozmetikte, kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Görünür bölgede yüksek geçirgenliğe sahip olması, yüksek kırılma indisine sahip olması gibi bir çok özelliği sayesinde optik uygulamalarda en çok kullanılan malzeme olmasını göstermektedir. Dolayısıyla boyutları nanoparçacıklara ulaştığında optiksel kaplama, doğrusal olmayan optiksel aygıtlarda (Elim vd. 2003), yüksek kırılma indisli aygıtlarda (Lee vd. 2001), optiksel dalga kılavuzlarında, güneş panellerinde de yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

TiO₂; ZnO, WO₃ gibi metal oksitlere göre atık suyun geri kazanılmasında daha çok kullanılmaktadır. TiO₂'in avantajları; TiO₂ ucuzdur ve verimi yüksektir, atık suların toksitesini gidermede endüstri için çok önem taşımaktadır (Matthews , 1993).

2.6. (SiO₂) SİLİSYUM DİOKSİT

Silisyum dioksit, doğada yaygın olarak kum veya kuartz halinde bulunur. Camın birçok türünün ve çimento gibi malzemelerin temel bileşenini oluşturmaktadır. Silisyum dioksit; cam, jel, porselen, arojel gibi birçok türde üretilebilir. Silisyum dioksit düşük termal genleşme katsayısına sahiptir ve yüksek erime sıcaklığı sebebiyle ısıya karşı dayanıklı bir malzemedir. Silisyum dioksit nanotoz ve silisyum dioksit nanoparçacıkları nano ölçekteki diğer parçacıkların da sahip olduğu gibi yüzey alanı büyük olan parçacıklardır. Saf kristal halindeki kuartzların birleşiminden oluşan kristalleşmiş silisyum dioksit, bu nedeni ile fırın yapımında kullanılmaktadır.

Sentetik amorf silisyum dioksit, saydam ve renksiz camı oluşturur; cam bardaklar, şişeler ve pencere camlarının üretiminde kullanılmaktadır. Silisyum dioksit deri ürünleri gibi bazı eşyaların nem almasını önlemek amacıyla kurutucu madde olarak karşımıza çıkmaktadır. Silisyum dioksit sulu çözeltisi olan silisik asit şeklinde ise diş plaklarını aşındırma amacıyla diş macunu olarak kullanılmaktadır (Özüğür, 2012).

Silisyum dioksit nanoparçacıkları mikro ve nano elektromekanik sistemler gibi nanoelektronik ve fotonik sistemlerde; biyo-işaretçiler, biyo-teşhis ve biyo-sensörler gibi biyonano malzemelerde; polimerler, tekstil ürünleri, yakıt hücreleri katmanları, kompozitler ve güneş enerjisi malzemesi olarak da kullanılmaktadır (Özüğür, 2012).

2.7. VERNİKLER

2.7.1. Su Bazlı Vernik

Su çözücülü sistemlerin üretim, tüketim ve kullanımlarının son yıllarda ortalamanın üstünde artış göstermesi, su çözücülü sistemlerin üretimde kullanılan farklı özellikteki reçinelerin üretiliyor olmasından kaynaklanmaktadır. Söz edilen reçineler birden fazla çeşitte bulunup, alkid, polyester, epoksi, akrilik ve poliüretan esaslı olabilmektedir (Blanche, 1997; Sönmez ve Budakçı, 2004).

Boya-vernik üretiminde çözücü olarak genellikle solventler kullanılmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde çevre koruma ve insan sağlığına verilen önem artıkça solvent kullanımı azaltılmaya başlamıştır. Çözüme yardımcı olması sebebiyle yapılan hukuki düzenlemeler ile boya-vernik üretiminde su çözücülü polimerlerin kullanımını hızlandırmıştır. Aslında su çözücülü sistemler boya olarak uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Ağaç işleri sektörüne su bazlı verniğin girişini güçleştiren sebepler, ilk zamanlarda kullanılan örneklerinin ağaç malzemedeki lif ve doku kabarması olmasından dolayı, tamir bakım imkânlarının az oluşu ve mobilya fabrikalarının cila hatlarındaki kurutma kabinlerinin metal kısımlarının su buharı etkisiyle paslanabileceği düşüncesinden kaynaklanmıştır (Sönmez ve Budakçı, 2001).

Su bazlı vernikler, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, genelde renksiz, kokusuz üretilen ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir (Yıldız, 1999).

2.7.2. Cam Cila

Cam Cila verniği sentetik esaslı tek komponentli bir verniktir (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Sentetik vernik, sentetik reçinelerin uygun sıvılarda eritilmesi yolu ile hazırlanır. Sentetik verniklerin kuruması; eritici, inceltici sıvıların buharlaşmasına bağlı olmaktadır (Sönmez, 1989).

Sentetik vernik, üretiminde kullanılan yağlardan dolayı diğer verniklere kıyasla daha yumuşak ve esnek katmanlar oluşturmaktadır. Su ve neme karşı dayanıklı olup diğer verniklere göre yüzeye yapışma mukavemeti zayıftır. Işık geçirgenliği olan katmanlarda ultraviyole ışınları ahşabın ısınmasına ve içerisindeki nemin buharlaşmasına neden olmaktadır. Oluşan buhar basıncı verniğin ağaç malzeme yüzeyi ile bağlantısını keserek yüzeyin pul pul kalkmasına ve dökülmesine sebep olur (Sönmez, 1995).

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

Çalışmanın diğer bölümlerinde cam cila vernikten tek bileşenli parke verniği olarak bahsedilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE DENEY METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Ağaç Malzeme

Yapılan çalışmada, ağaç malzeme olarak; Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunları kullanılmıştır.

3.1.1.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)

Sarıçam odunu, genellikle Avrupa ve Asya'da yaygın olarak yetişen ağaç türlerinden biridir. Ülkemizde sarıçam Kuzey Anadolu, Bursa, Eskişehir, Kütahya bölgelerinde görülmektedir. Enine kesit kısmında yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak görünüştedir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda olup, 100-150 µm çapında ve enine kesitte daire şeklinde görünüştedir. Özışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere sık sık rastlamak mümkündür (Örs ve Keskin, 2001). Diri odun sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı, kırmızımsı kahverengindedir. Kesim işleminden sonra daha da koyulaşır. Sarıçam odunu parlak mattır (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Binalarda iç ve dış kısımlarda, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, kaplama levha, kontrplak, lif ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde ve mobilya yapımı gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 2000).

3.1.1.2. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.)

Fagaceae familyası türlerinden olup, ülkemizde doğal olarak yetişmektedir ve en geniş yayılış alanı Karadeniz ormanlarında görülmektedir. Öz ve diri odun arasında renk farkı yoktur. Kayın odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Olgun odun özelliklerine sahiptir. Geniş öz ışınları çıplak gözle görebilmek mümkündür. 80 yaş üzerindeki ağaçlarda kırmızımsı kahverenginde düzensiz şekilli, iç kısımlarda ise dalgalı şeritli ve kırmızı yürek oluşumu adı verilen bir öz odun bulunmaktadır. Odunu sert ve ağırdır (Bozkurt ve Göker, 2000).

İşlenmesi kolaydır, soyulabilir, kesilebilir, çok iyi tormalanabilmektedir. Yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük çekilmemektedir (Bozkurt ve Göker, 2000).

Geniş bir kullanım alanına vardır. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, alet sapları, tornacılıkta, kontrplak, kaplama levha, parke, fiçî sanayinde, karoser yapımı, yonga levha, lif levha ve kağıt odunu olarak, emprenye edildiğinde ise travers yapımında kullanılır. Ayrıca odun kömürü yapımında da kayın odunu değerlendirilmektedir (Bozkurt ve Göker, 2000).

3.1.2. Verniklerin Bazı Teknik Özellikleri

3.1.2.1. Yoğunluk

Yoğunluk, kütle (m) / hacim (V) eşitliğinden belirlenir. Hazırlanan vernik karışımlarının beher yardımıyla ağırlık ve hacimlerini ölçüp verilen eşitlikten yoğunluk değeri elde edilmiştir.

3.1.2.2. Viskozite (Dinamik)

Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Yüksek viskozite ortamın kalın akışlı olduğunu, düşük viskozite ise ince akışlı olduğunu göstermektedir. Gerekli vernik karışımları hazırlanıp ölçüme başlanmıştır. Ölçümlerde Rotary Viscometers “ST-

2020'' cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1). Cihaz için ölçüm sıcaklığı 20°C' ye ayarlanmış ve L2 başlığı kullanılmıştır. Birimi megapaskal×saniye' dir (MPa.s).



Şekil 3.1. Viskozite ölçüm cihazı.

Verniklerin yoğunluk ve viskozite değerleri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Verniklerin bazı teknik özellikleri.

Vernik Çeşidi	Yoğunluk (gr/cm ³)	Viskozite (MPa.s)
SB+SiO ₂ +%1	1,001	12,1
SB+SiO ₂ +%3	1,025	15,1
SB+TiO ₂ +%1	1,005	19,6
SB+TiO ₂ +%3	1,035	20,4
SB (Kontrol)	0,952	14,9
TB+SiO ₂ +%1	0,853	35,1
TB+SiO ₂ +%3	0,889	36,7
TB+TiO ₂ +%1	0,896	45,3
TB+TiO ₂ +%3	0,93	47,2
TB (Kontrol)	0,851	41,5

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, TiO₂: Titanyum dioksit, SiO₂: Silisyum dioksit

3.1.3. Deney Örnekleri Ve Verniklerin Hazırlanması

Deney örnekleri, I. sınıf ağaç malzemedden, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları içermeyen, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere radyal gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından TS 1476 ve ASTM D 358 esaslarına uygun olarak hazırlanmıştır (TSE 1476, 1984; ASTM D 358, 2007).

Kaba halde kesilen örneklerin hava kurusu hale gelmesi için deney örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $\%65 \pm 5$ bağıl nemde olan iklimlendirme dolabında ağırlığı değişmez hale gelene kadar bekletilmiştir. Hava kurusu hale gelen numuneler daire testere makinesinde $100 \times 100 \times 10$ mm boyutlarına getirilmiştir. Ağaç türü (2), vernik (2), kimyasal (2) ve farklı kimyasal oranları (2) için 5'er adet olmak üzere ve kontrol örnekleri için toplam 100 adet deney örneği hazırlanmıştır. İlk olarak elle 120 numara kum zımpara ile daha sonrada titreşimli zımpara makinesi ile 180 numara kum zımpara ile her bir deney örneği ön ve arka yüzü olmak üzere zımparalanmıştır.

Deney örneklerinin verniklenmesi ASTM D 3023 esaslarına uyularak yapılmıştır (ASTM D 3023, 1981). Vernikler 0,01 gr hassasiyetli analitik terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Vernikler; $\%1$ oranı için 18,25 gr (vernik) + 6,5 gr (çözücü) + 0,25 gr (kimyasal) ve $\%3$ oranı için 18 gr (vernik) + 6,25 gr (çözücü) + 0,75 gr (kimyasal) olmak üzere 25 şer gr'dan oluşan 8 farklı karışım hazırlanmıştır.

Verniklerde uygulanan birinci kat dolgu katmanı olarak kabul edilmiştir ve fırça yardımıyla uygulama yapılmıştır. Uygulamada verniğin kuruması için katlar arasında 48 saat bekletilmiş olup her seferinde 220 numara kum zımpara ile zımparalanmıştır. Daha sonra ikinci kat vernik uygulanması yapılmıştır ve uygulama sonrası gerekli kuruma olduktan sonra tekrar zımparalanıp son kat vernik uygulaması püskürtmeli tabanca yardımıyla yapılmıştır.

Verniklenen örnekler, $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nemdeki laboratuvar şartlarında tam kurumayı sağlamak amacıyla üç hafta süre ile kurumaya bırakılmıştır.

3.2. DENEY METODU

3.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Yüzey pürüzlülük ölçümleri TS 2495 EN ISO 3274 ve TS 6212 EN ISO 4288 esaslarına uyularak, ardışık farklılıklarını ölçebilen TIME TR-200 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı yapılmıştır.

Ölçümler, liflere paralel yönde yapılmıştır. Cihaz 2,5 mm ölçme adımı ve aralığı 20 mm olan iki çizgi arasında yerleştirilmiştir. Ölçülecek örnek ve cihazın yer düzlemine paralellik durumu kontrol edildikten sonra ölçüm başlatılmıştır. Cihaz, yüzey pürüzlülüğünü tarama iğnesinin 5 µm çaplı ucunu, örnek yüzeyinde aşağı-yukarı hareket ettirerek yüzeyde bulunan girinti ve çıkıntıların profilini çıkartarak ölçmektedir (Şekil 3.2). Profil girinti ve çıkıntıların arasında bulunan ortalama değer (Ra), en yüksek 5 tepe ve en derin 5 çukurun ortalama değeri (Rz), en yüksek ve en alçak noktalar arasındaki fark (Rt) ve bir numune uzunluğu (Rsm) değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü.

3.2.2. Yüzey Parlaklığı Ölçümü

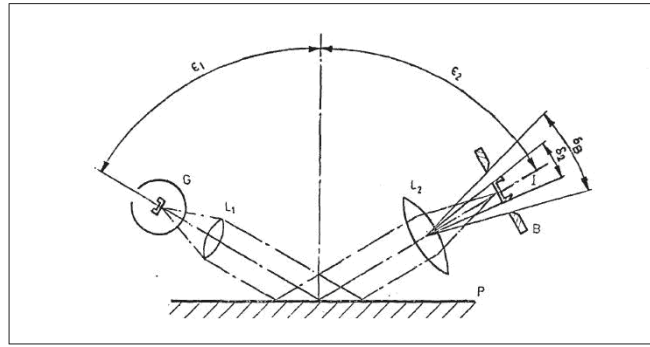
Verniklenmiş deney numunelerinin ışığı yansıtma yeteneğinden yararlanılarak ve TS 4318 EN ISO 2813 esaslarına uyularak parlaklık ölçme cihazı (Gloss-metre) ile parlaklık ölçümleri yapılmıştır.

Deney cihazı, bir ışık kaynağı ile paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney parçasına yönelten mercek sistemi, fotosel ve yansıyan ışık konisini alan bir cihazdır (Budakçı, 1997).

Boya ve vernik katmanlarının parlaklık ölçümü 20° , 60° ve 85° 'de olmak üzere 3 şekilde yapılmaktadır:

- 60° 'de, hem parlak hem de mat boya vernik filmlerinde,
- 20° 'de, parlaklığı 60° 'de 70 birimden fazla olan çok parlak boya veya verniklerin ayırımında
- 85° 'de, parlaklığı 60° 'de 10 birimden daha az olan mat boya ve verniklerin ayırımında kullanılmaktadır (Budakçı, 1997).

Ölçümlerde $60^\circ \pm 2^\circ$ 'de ölçüm yapan parlaklık cihazı kullanıldı. Ölçümlerden önce ölçülecek deney örneğinin temizliğine özen gösterildi. Cihaz işlem aralıklarında kalibre edildi. Parlaklık ölçümleri ASTM D 523 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Parlaklık ölçüm cihazının kesit kısmı şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Gloss-metrenin ölçme prensibi (Sönmez, 1989).

G= Işık kaynağı,

L1,L2= Mercekler,

B= Alıcı pencere,

P= Boya filmi,

δ_B = Alıcı açıklığı= $4,4 \pm 0,1^\circ$,

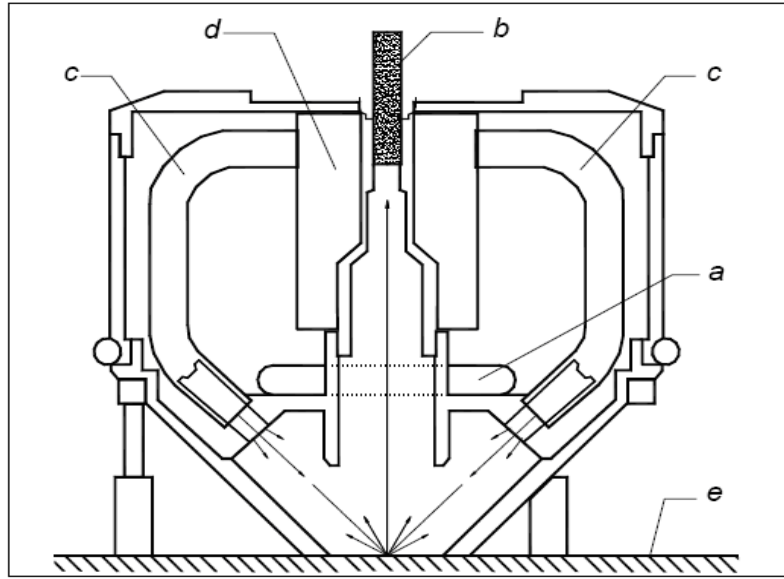
δ_2 = Kaynak görüntü açısı= $0,75 \pm 0,25$,

$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 60^\circ \pm 2^\circ$,

I= Filament görüntüsü

3.2.3. Renk Ölçümü

Deney örnekleri ölçüm yapılmadan önce üzerindeki kir ve tozdan temizlenmiş ve ölçüme hazırlanmıştır. Örneklerin renk ölçümleri, ASTM D 2224’de belirtilen esaslara göre BRAIVE marka renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır. CIEL*a*b* renk sistemine göre ölçüm yapabilen cihazın kesiti Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



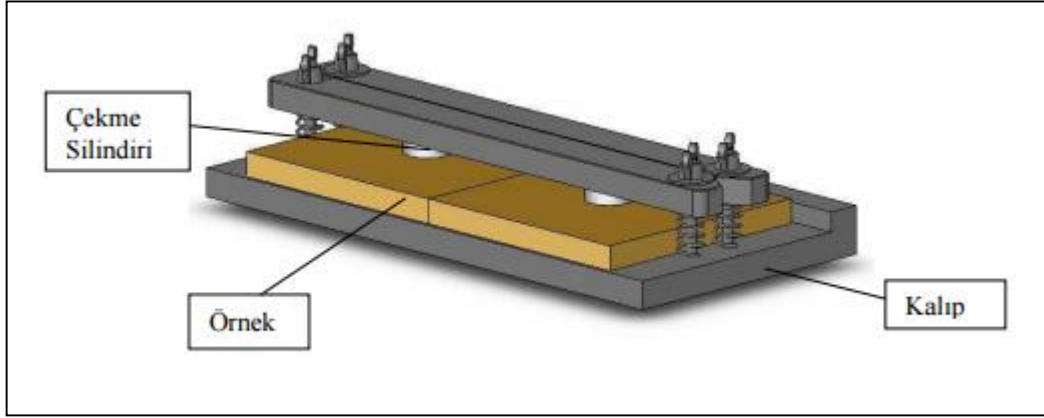
Şekil 3.4. BRAIVE marka renk ölçüm cihazının kesiti (Sönmez ve Budakçı, 2004).

- a: Xenon ark lambası
- b: Fiber optik kablo(ölçüm için)
- c: Fiber optik kablo(ışık iletimi için)
- d: Birleştirme odası
- e: Deney numunesi

CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L^* a^* b^* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L^* siyah-beyaz(siyah için $L^*=0$, beyaz için $L^*=100$) ekseninde, a^* kırmızı yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b^* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (Oliver vd. 1992).

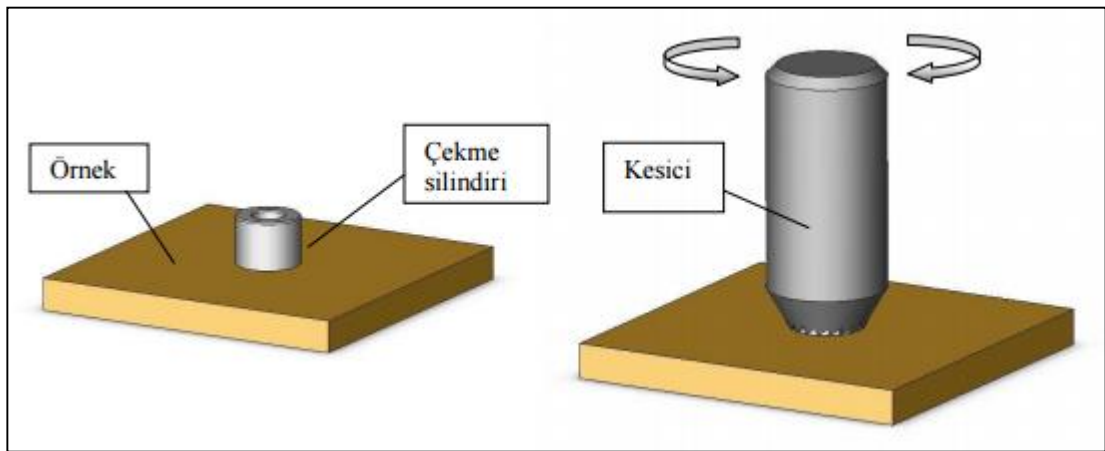
3.2.4. Yüzeye Yapışma Direnci Ölçümü

Deney örnekleri yüzeylerine $\varnothing 20$ mm'lik çekme silindirleri, özel kalıp yardımı ile oda sıcaklığında çift bileşenli yapıştırıcı yardımıyla yapıştırılmış ve tam kuruma elde etmek için 48 saat süreyle normal şartlarda kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 3.5).

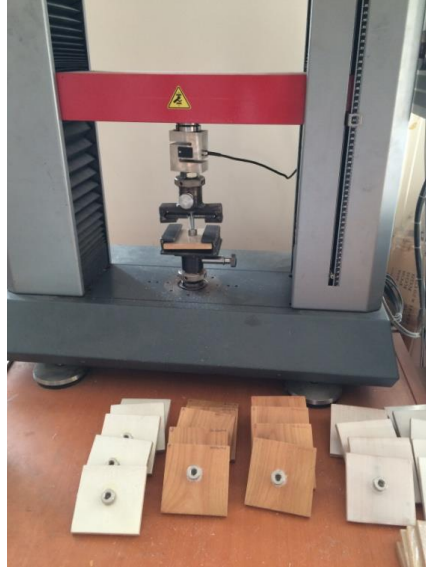


Şekil 3.5. Deney silindirlerinin kalıp yardımı ile yapıştırılması (Budakçı, 2003).

Daha sonra deney silindiri çevresi kesici bir aparat yardımı ile ağaç malzeme yüzeyine kadar kesilerek, yalnızca silindirin yapışma yüzeyindeki katman kopartılmaya çalışılmıştır ve kopma anındaki kuvvet kaydedilmiştir (Şekil 3.6). Yüzeye yapışma direnci ASTM D 4541 esaslarına uyularak 5 tonluk universal çekme cihazıyla ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Deney silindiri ve yapıştırılan koruyucu katman kesilmesi (Budakçı, 2003).



Şekil 3.7. Çekme deneyi test cihazı.

3.2.5. Verniklerde Katı Madde Miktarı Tayini

Katı madde ölçümünün amacı; eşit miktarda katman yüzeyi hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; TS 1752 esaslarına uyularak, vernik karışımlarının darası önceden alınarak $5 \pm 0,2$ gr olacak şekilde kaplara konulmuştur. Daha sonra etüv de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılmıştır. Yeniden tartımları yapılarak katı madde miktarı için formül (1)'den faydalanılmıştır (Budakçı, 1997).

$$V_u = G - D \quad (3.1)$$

$$C_b = G - E \quad (3.2)$$

$$\%K_m = \frac{V_u - C_b}{V_u} \times 100 \quad (3.3)$$

eşitlikleri yardımıyla katı madde miktarı belirlenmektedir (Budakçı, 1997).

V_u = Uygulanan vernik

G = Yaş ağırlık

ζ_b = Buharlaşan çözücü

D= Dara

K_m = Katı madde

E= Kuru ağırlık

3.2.6. Verniklerde Kuru Katman Kalınlığı Tayini

Karşılaştırılmalı testlerde vernik katman kalınlıkları etkili bir faktördür. Deney örnekleri yüzeylerine uygulanıp tam kuruma gerçekleştikten sonra verniklerin kuru katman kalınlıkları; ASTM D 6132-13 ve TS EN ISO 2808 esaslarına uyularak ölçülmüştür. Ölçümlerden önce cihaza ait kalibrasyon kontrol levhasında deneme ölçümleri alınarak kalibre edilmiştir. Numune üzerindeki vernik katmanı, gösterge iğnesinin girebileceği büyüklükte, numunenin farklı bölgelerinden ağaç yüzeyine kadar kaldırıldı ve ibrenin gösterdiği rakamlar mikron cinsinden okundu (Şekil 3.8.). Ölçümler örnek yüzeylerinin farklı bölgelerinden alındı ve elde edilen bu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak kuru katman kalınlığı hesaplandı (Budakçı, 1997; Pelit, 2014).



Şekil 3.8. Katman kalınlığı ölçüm cihazı.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMASI

4.1. VERNİKLERİN ÖZELLİKLERİNE AİT BULGULAR

4.1.1. Verniklerin Katı Madde Miktarı

Çalışmada kullanılan su bazlı vernik ve tek bileşenli parke vernikli karışımların katı madde miktarı Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Verniklerin katı madde miktarı (%).

Vernik çeşidi	Katı madde miktarı
SB+SiO ₂ +%1	29,8
SB+SiO ₂ +%3	30,9
SB+TiO ₂ +%1	30,1
SB+TiO ₂ +%3	30,8
SB (Kontrol)	38,9
TB+SiO ₂ +%1	51,7
TB+SiO ₂ +%3	53,3
TB+TiO ₂ +%1	52,8
TB+TiO ₂ +%3	53,2
TB (Kontrol)	58,5

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, TiO₂: Titanyum dioksit, SiO₂: Silisyum dioksit

Çalışmada kullanılan tek bileşenli parke verniklerinin katı madde miktarı en yüksek değerde (% 58,5), en düşük ise %1 SiO₂ bulunan su bazlı vernikli örneklerde (% 29,8) elde edilmiştir.

4.1.2. Verniklerin Kuru Katman (Film) Kalınlığı

Deney örnekleri yüzeyine uygulanan farklı vernik karışımlarının kuru katman kalınlığı değerlerine ait aritmetik ortalamalar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Verniklerin film kalınlığı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	100	2,45
		TB	110	1,53
	SiO ₂ +%3	SB	120	1,26
		TB	140	2,46
	TiO ₂ +%1	SB	200	3,08
		TB	210	3,61
	TiO ₂ +%3	SB	240	3,57
		TB	250	3,02
	Kontrol	SB	150	0,00
		TB	180	0,00
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	150	1,91
		TB	170	2,49
	SiO ₂ +%3	SB	120	2,81
		TB	180	3,57
	TiO ₂ +%1	SB	220	3,20
		TB	235	3,32
	TiO ₂ +%3	SB	260	2,65
		TB	285	2,89
	Kontrol	SB	170	0,00
		TB	200	0,00

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin verniklerin kuru katman kalınlığı sarıçam odununda en yüksek %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke verniklerinde (250 μm), en düşük %1 SiO₂ bulunan su bazlı vernikli örneklerde (100 μm), Doğu kayınında ise en yüksek %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (285 μm), en düşük %3 SiO₂ su bazlı vernik örneklerinde (120 μm) elde edilmiştir.

Budakçı (1997) yaptığı bir çalışmada, ahşap verniklerinde katman kalınlığının bazı özellikleri üzerine etkilerini araştırmış ve 3. kat vernik uygulamalarının parlaklığı

arttırdığını ve katman kalınlığını arttırmanın yüzeye yapışma mukavemetini arttırdığını tespit etmiştir. Kuru katman kalınlığı 1 kat (100 μ m), 2 kat (150 μ m) ve 3 kat (200 μ m), poliüretan vernikte 1 kat (90 μ m), 2 kat (128 μ m) ve 3 kat (171 μ m) ve akrilik vernikte 1 kat (95 μ m), 2 kat (135 μ m) ve 3 kat (180 μ m) olarak bulunmuştur. Kuru katman kalınlığı değerleri tez çalışması ile metot olarak uyum sağlamasına rağmen verniklere kimyasal karışımı nedeniyle farklılık göstermekte, bu da sonuçların farklı olduğunu ispatlamaktadır.

Ağaç türü, kimyasal ve vernik çeşidi ile bunların karşılıklı etkileşimlerinin verniklerin kuru katman kalınlığı değerleri üzerindeki önemini belirtmek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Verniklerin kuru katman kalınlığı değerlerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P \leq 0,05
Düzeltilmiş Model	11,443(a)	19	0,602	1,689	0,056
Sabit Terim	49,26	1	49,26	190,506	0,000
Ağaç Türü	1,070	1	1,070	1,555	0,216
Kimyasal	2,237	4	0,559	1,317	0,271
Vernik Çeşidi	1,586	1	1,586	0,350	0,556
Ağaç Türü*Kimyasal	35,225	4	8,806	1,253	0,296
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	46,817	1	46,817	2,921	0,091
Kimyasal*Vernik Çeşidi	30,439	4	7,609	2,437	0,054
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	51,325	4	12,831	1,806	0,136
Hata	21,061	80	0,045		
Toplam	81,764	100			
Düzeltilmiş Model	32,504	99			

Çoklu varyans analizi sonucuna göre, verniklerin kuru katman kalınlığı değerleri önemsiz bulunmuştur. Bu anlamda vernikler katman kalınlığı anlamında birbiri yerine kullanılabilir.

4.2. YÜZEYE YAPIŞMA DİRENCİNE AİT BULGULAR

Deney örneklerinin yüzeyine uygulanan farklı vernik karışımlarının yüzeye yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Verniklerin yüzeye yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (MPa).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	3,14	0,763
		TB	2,16	0,997
	SiO ₂ +%3	SB	2,85	0,708
		TB	3,37	0,719
	TiO ₂ +%1	SB	3,06	0,679
		TB	2,07	0,586
	TiO ₂ +%3	SB	3,01	0,879
		TB	1,75	0,811
	Kontrol	SB	1,27	0,000
		TB	1,38	0,000
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	2,46	0,677
		TB	2,68	0,518
	SiO ₂ +%3	SB	2,10	1,235
		TB	3,51	0,820
	TiO ₂ +%1	SB	2,59	0,491
		TB	2,11	0,669
	TiO ₂ +%3	SB	2,71	0,148
		TB	2,76	0,981
	Kontrol	SB	1,42	0,000
		TB	2,06	0,000

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını ağaçları üzerine çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin yüzeye yapışma direnci değeri sarıçam odununda en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (3,37 MPa), en düşük kontrol örneğine göre %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli vernikli örneklerde (1,75 MPa), Doğu kayınında ise; en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (3,51 MPa), en düşük kontrol örneğine göre su bazlı verniklerde (2,10 MPa) elde edilmiştir.

Sarıçam'da en iyi yapışma direnci değerini %3 SiO₂ karışımı su bazlı vernikli örnekler vermiştir. Silisyum dioksit %3 karışımla su bazlı verniğin kimyasal yapısında veya yapışma direncinde, kontrol örneklerine göre, olumsuz bir reaksiyon göstermemiştir.

Literatürde Budakçı ve Sönmez (2010), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinin yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanmıştır. Yapışma dirençleri Doğu Kayını'nda; selülozik vernikte 1 kat (dolgu + 1 kat son kat) 1,949 MPa, 2 kat (dolgu + 2 kat son kat) 2,490 MPa, poliüretan vernikte 1 kat 4,003 MPa, 2 kat 4,856 MPa, akrilik vernikte 1 kat 4,420 MPa, 2 kat 4,066 MPa ve su bazlı vernikte 1 kat 3,891 MPa, 2 kat 3,398 MPa olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırma sonuçları, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olarak etki ettiğini göstermiştir. Literatür sonuçları, bu tez çalışması ile kullanılan vernikler ve metot olarak benzerlik göstermesine rağmen kimyasal karışımlar edeniyle farklılık göstermektedir.

Ağaç türü, kimyasal ve vernik çeşidi ile bunların karşılıklı etkileşimlerinin verniklerin yüzeye yapışma direnci değerleri üzerindeki önemini belirtmek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çoklu varyans analizi sonucuna göre ağaç türü, vernik, ağaç malzeme-kimyasal ikili etkileşimi, ağaç malzeme-kimyasal-vernik üçlü etkileşimi önemsiz diğer tüm etki ve bunların karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Çizelge 4.5. Verniklerin yapışma direncine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	41,247(a)	19	2,171	4,599	0,000
Sabit Terim	588,596	1	588,596	1.247,040	0,000
Ağaç Türü	0,025	1	0,025	0,054	0,818
Kimyasal	22,150	4	5,538	11,732	0,000
Vernik Çeşidi	0,383	1	0,383	0,812	0,370
Ağaç Türü*Kimyasal	2,051	4	0,513	1,086	0,369
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	5,988	1	5,988	12,686	0,001
Kimyasal*Vernik Çeşidi	9,715	4	2,429	5,146	0,001
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	0,934	4	0,233	0,495	0,740
Hata	37,760	80	0,472		
Toplam	667,603	100			
Düzeltilmiş Model	79,007	99			

Ağaç türü, kimyasal ve vernik çeşidi düzeyinde yüzeye yapışma direnci değerleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan homojenlik grubu Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Verniklerin yüzeye yapışma direnci değerlerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
SiO ₂ +%3	20	2,90	A
SiO ₂ +%1	20	2,66	A
TiO ₂ +%3	20	2,56	A
TiO ₂ +%1	20	2,46	A
Kontrol	20	1,53	B
LSD± 0,92			

Çizelgeye göre verniklerin yüzeye yapışma direnci değeri, en yüksek %3 oranında SiO₂ bulunan deney örneklerinde (2,90 MPa), en düşük ise kontrol deney örneğinde (1,53 MPa) elde edilmiştir.

4.3. RENK DEĞİŞİMİNE AİT BULGULAR

4.3.1. L Değeri

Deney örneklerinin yüzeyine uygulanan farklı vernik karışımlarının L değerine ait aritmetik ortalamalar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. L değerine ait aritmetik ortalamalar.

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	77,38	4,875
		TB	73,33	1,136
	SiO ₂ +%3	SB	78,66	2,352
		TB	76,41	2,334
	TiO ₂ +%1	SB	88,28	2,119
		TB	82,98	0,869
	TiO ₂ +%3	SB	94,19	0,695
		TB	93,06	1,463
	Kontrol	SB	81,96	0,141
		TB	78,81	1,774
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	62,65	2,466
		TB	57,99	2,485
	SiO ₂ +%3	SB	61,12	1,897
		TB	60,83	1,852
	TiO ₂ +%1	SB	83,59	2,581
		TB	80,35	1,577
	TiO ₂ +%3	SB	93,14	0,609
		TB	91,50	0,741
	Kontrol	SB	62,52	1,598
		TB	56,85	1,039

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nanokimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin L değeri sarıçam odununda en yüksek %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernik örneklerde (94,19), en düşük %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke verniklerde (73,33), Doğu kayını odununda ise; %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernikli örneklerde (93,14), en düşük kontrol örneğine göre %1 SiO₂ tek bileşenli parke vernikli örneklerde (57,99) elde edilmiştir.

Ağaç türü, kimyasal ve vernik çeşidi ile bunların karşılıklı etkileşimlerinin L değeri üzerindeki önemini belirtmek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Renk L değerine ait çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	14911,614(a)	19	784,822	195,977	0,000
Sabit Terim	589.578,266	1	589.578,266	147.223,033	0,000
Ağaç Türü	3.278,708	1	3.278,708	818,723	0,000
Kimyasal	9.872,861	4	2.468,215	616,336	0,000
Vernik Çeşidi	246,364	1	246,364	61,519	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	1.440,259	4	360,065	89,911	0,000
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	0,035	1	0,035	0,009	0,925
Kimyasal*Vernik Çeşidi	54,695	4	13,674	3,414	0,012
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	18,691	4	4,673	1,167	0,332
Hata	320,373	80	4,005		
Toplam	604.810,253	100			
Düzeltilmiş Model	15.231,987	99			

Çoklu varyans analizi değerlerine göre ağaç malzeme-vernük etkileşimi ve ağaç malzeme-kimyasal-vernük üçlü etkileşimi önemsiz, diğer tüm etki ve bunların karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur (P≤0,05).

Ağaç türü, kimyasal ve vernük çeşidi düzeyinde yüzeye yapışma direnci değerleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan homojenlik grubu Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Renk L değerlerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
TiO ₂ +%3	20	92,97	A
TiO ₂ +%1	20	83,80	B
Kontrol	20	70,03	C
SiO ₂ +%3	20	69,26	C
SiO ₂ +%1	20	67,84	D
	LSD±	1,41	

Çizelgeye göre en yüksek renk L değeri %3 TiO₂ deney örneklerinde (92,97), en düşük %1 SiO₂ bulunduran deney örneklerinde (67,84) elde edilmiştir.

4.3.2. *a* Değeri

a değerine ait ortalama değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. *a* değerine ait aritmetik ortalamalar.

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	3,29	1,523
		TB	3,75	1,228
	SiO ₂ +%3	SB	1,76	0,843
		TB	3,72	1,762
	TiO ₂ +%1	SB	2,04	0,885
		TB	0,81	0,435
	TiO ₂ +%3	SB	0,81	0,213
		TB	0,02	0,585
	Kontrol	SB	2,36	0,364
		TB	1,72	1,064
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	9,23	1,822
		TB	10,61	2,268
	SiO ₂ +%3	SB	10,58	0,475
		TB	10,20	2,000
	TiO ₂ +%1	SB	2,90	0,970
		TB	0,16	0,724
	TiO ₂ +%3	SB	0,37	0,257
		TB	0,09	0,547
	Kontrol	SB	9,23	0,350
		TB	11,25	0,180

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin *a* değeri en yüksek %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerinde (3,75), en düşük %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (0,02) bulunmuştur. Doğu kayınında ise kontrol örneğine göre tek bileşenli parke vernikli örneklerde (10,61), en düşük %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerinde (0,09) elde edilmiştir.

Sarıçam ve Doğu kayını odununun renk değişimine ilişkin *a* değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. *a* değerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	1797,178(a)	19	94,588	75,804	0,000
Sabit Terim	1.679,156	1	1.679,156	1.345,690	0,000
Ağaç Türü	471,129	1	471,129	377,567	0,000
Kimyasal	891,108	4	222,777	178,535	0,000
Vernik Çeşidi	2,685	1	2,685	2,152	0,146
Ağaç Türü*Kimyasal	364,684	4	91,171	73,065	0,000
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	0,133	1	0,133	0,106	0,745
Kimyasal*Vernik Çeşidi	47,733	4	11,933	9,563	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	19,707	4	4,927	3,948	0,006
Hata	99,824	80	1,248		
Toplam	3.576,158	100			
Düzeltilmiş Model	1.897,003	90			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre vernik ve ağaç malzeme-vernik etkileşimi önemsiz, diğer etki ve karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.12’de verilmektedir.

Çizelge 4.12. *a* değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
SiO ₂ +%1	20	6,72	A
SiO ₂ +%3	20	6,57	A
Kontrol	20	6,14	A
TiO ₂ +%1	20	1,48	B
TiO ₂ +%3	20	0,43	C
LSD± 1,89			

Çizelgeye göre en yüksek değer % 1 SiO₂ bulunan deney örneklerinde (6,72), en düşük değer ise %3 TiO₂ bulunan deney örneklerinde (0,43) elde edilmiştir.

4.3.3. *b* Değeri

b değerine ait ortalama değerler Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. *b* değerine ait aritmetik ortalamalar.

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	25,99	1,451
		TB	41,58	2,527
	SiO ₂ +%3	SB	24,84	1,156
		TB	33,90	0,616
	TiO ₂ +%1	SB	3,53	0,850
		TB	17,64	1,752
	TiO ₂ +%3	SB	2,11	0,396
		TB	7,17	1,229
	Kontrol	SB	25,60	0,802
		TB	42,87	0,098
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	28,85	1,101
		TB	31,66	1,436
	SiO ₂ +%3	SB	29,09	0,372
		TB	30,37	1,128
	TiO ₂ +%1	SB	3,04	0,734
		TB	11,65	0,700
	TiO ₂ +%3	SB	1,42	0,514
		TB	5,13	0,501
	Kontrol	SB	29,30	0,275
		TB	31,76	0,342

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam odunu deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin *b* değeri en yüksek kontrol örneğine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (41,58), en düşük %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernik örneklerinde (2,11), Doğu kayını odununda ise en yüksek kontrol örneğine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (31,66), en düşük %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernik örneklerde (1,42) elde edilmiştir.

Sarıçam ve Doğu kayını odununun renk değişimine ilişkin *b* değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. *b* değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	21903,229(a)	19	1.152,802	1.013,269	0,000
Sabit Terim	47.634,372	1	47.634,372	41.868,816	0,000
Ağaç Türü	0,615	1	0,615	0,540	0,464
Kimyasal	18.544,239	4	4.636,060	4.074,922	0,000
Vernik Çeşidi	2.759,401	1	2.759,401	2.425,409	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	149,202	4	37,301	32,786	0,000
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	77,247	1	77,247	67,897	0,000
Kimyasal*Vernik Çeşidi	326,289	4	81,572	71,699	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	46,236	4	11,559	10,160	0,000
Hata	91,016	80	1,138		
Toplam	69.628,617	100			
Düzeltilmiş Model	21.994,245	99			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç türü önemsiz, diğer tüm etki ve karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur (P≤0,05).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.15’de verilmektedir.

Çizelge 4.15. *b* değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
Kontrol	20	34,88	A
SiO ₂ +% 1	20	33,77	B
SiO ₂ +% 3	20	29,55	C
TiO ₂ +% 1	20	8,46	D
TiO ₂ +% 3	20	2,44	E
LSD± 1,09			

Çizelgeye göre en yüksek *b* değeri kontrol deney örneğinde (34,88), en düşük *b* değeri ise %3 TiO₂ (2,44) elde edilmiştir.

Literatürde Pelit (2007) yaptığı bir çalışmada, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunlarından elde edilen deney örnekleri %8, %10, %12 rutubet miktarına getirilmiş ve yüzeylerine tek bileşenli ve çift bileşenli su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü ve rutubet miktarının vernik katmanlarının sertlik, parlaklık ve renk değerleri ile yüzeye yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Kırmızı renk değeri, Doğu kayını ile çift bileşenli su bazlı vernikte (11,60), sarı renk değeri ise sarıçam ile çift bileşenli su bazlı vernikte (30,11) %12 rutubette en yüksek değerde bulunmuştur. Bu çalışma sonuç olarak, bu tez çalışması ile kullanılan vernik ve metot olarak benzerlik göstermesine rağmen kimyasal karışımlar nedeniyle farklılık göstermektedir.

4.4. YÜZEY PARLAKLIĞINA AİT BULGULAR

Deney örnekleri yüzeyine uygulanan farklı vernik karışımlarının yüzey parlaklığı değerlerine ait aritmetik ortalamalar Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Yüzey parlaklığına ait aritmetik ortalamalar.

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	57,62	5,318
		TB	23,38	2,511
	SiO ₂ +%3	SB	39,00	2,873
		TB	20,14	0,378
	TiO ₂ +%1	SB	71,44	3,506
		TB	82,30	1,311
	TiO ₂ +%3	SB	47,26	2,250
		TB	80,26	3,129
	Kontrol	SB	69,90	0,000
		TB	81,80	0,000
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	46,20	9,320
		TB	26,88	2,009
	SiO ₂ +%3	SB	38,90	2,969
		TB	22,72	0,649
	TiO ₂ +%1	SB	73,58	3,591
		TB	85,04	0,563
	TiO ₂ +%3	SB	49,74	3,173
		TB	82,54	2,291
	Kontrol	SB	65,10	0,000
		TB	72,60	0,000

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar ile hazırlanan vernik karışımlarının sarıçam ve Doğu kayını odunları üzerine uygulandığında yüzey parlaklığı değeri en yüksek sarıçam odununda %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (82,3), en düşük %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (20,14) tespit edilmiştir. Doğu kayını odununda en yüksek %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (85,04), en düşük %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (22,72) elde edilmiştir.

Literatürde Atar (1999) yaptığı bir çalışmada, Doğu kayını, sarıçam, kestane ve sapsız meşe odunu örneklerine bazı kimyasal maddelerle renk açma işlemi yapıldıktan sonra su bazlı ve sentetik verniklerin liflere dik ve paralel yönde yapmış olduğu renk ve parlaklık etkilerini araştırmıştır. Araştırmalar sonucunda; en yüksek parlaklık değeri sarıçamda (61,05), Doğu kayını odununda ise (67,85) bulunmuştur. Literatür araştırması, bu tez çalışması ile metot olarak benzerlik göstermesine rağmen verniğe farklı kimyasal madde karışımı nedeniyle farklılık göstermektedir.

Çam ve kayın ağacının yüzey parlaklığına ait çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yüzey parlaklığına ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	64560,046(a)	19	3.397,897	338,873	0,000
Sabit Terim	302.170,090	1	302.170,090	30.135,492	0,000
Ağaç Türü	40,960	1	40,960	4,085	0,047
Kimyasal	47.296,852	4	11.824,213	1.179,231	0,000
Vernik Çeşidi	81,722	1	81,722	8,150	0,005
Ağaç Türü*Kimyasal	340,876	4	85,219	8,499	0,000
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	28,090	1	28,090	2,801	0,098
Kimyasal*Vernik Çeşidi	16.496,550	4	4.124,138	411,301	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	274,996	4	68,749	6,856	0,000
Hata	802,164	80	10,027		
Toplam	367.532,300	100			
Düzeltilmiş Model	65.362,210	99			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç malzeme-vernük ikili etkileşimi önemsiz, diğér tüm etki ve karşılıklı etkileşimler önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.18’ de verilmektedir.

Çizelge 4.18. Yüzey parlaklığına ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
TiO ₂ +%1	20	78,09	A
Kontrol	20	72,35	B
TiO ₂ +%3	20	64,95	C
SiO ₂ +%1	20	38,52	D
SiO ₂ +%3	20	20,94	E
LSD± 5,69			

Çizelgeye göre en yüksek yüzey parlaklığı değeri %1 TiO₂örneklerinde (78,09), en düşük yüzey parlaklığı değeri ise %3 SiO₂ bulunan deney örneklerinde (20,94) elde edilmiştir.

4.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE AİT BULGULAR

4.5.1. Ra Değeri

Ra değerine ait ortalama değér Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Ra değerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	1,97	0,283
		TB	5,16	1,133
	SiO ₂ +%3	SB	3,91	2,168
		TB	9,46	1,305
	TiO ₂ +%1	SB	1,37	0,493
		TB	0,94	0,262
	TiO ₂ +%3	SB	1,03	0,450
		TB	0,79	0,570
	Kontrol	SB	3,81	0,519
		TB	2,38	0,375
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	1,56	0,291
		TB	4,54	0,855
	SiO ₂ +%3	SB	2,01	0,629
		TB	9,05	2,030
	TiO ₂ +%1	SB	0,83	0,165
		TB	0,56	0,283
	TiO ₂ +%3	SB	1,17	0,368
		TB	1,03	0,162
	Kontrol	SB	2,28	0,349
		TB	2,65	0,817

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nano- teknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney örneklerinin Ra değeri en yüksek sarıçam odununda %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (9,46 μm), en düşük %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (0,79 μm), Doğu kayını odununda en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (9,05 μm), en düşük ise %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (0,56 μm) elde edilmiştir.

Sarıçam ve Doğu kayını odununda Ra değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Ra değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	632,602(a)	19	33,295	43,183	0,000
Sabit Terim	785,569	1	785,569	1.018,865	0,000
Ağaç Türü	5,885	1	5,885	7,633	0,007
Kimyasal	352,508	4	88,127	114,299	0,000
Vernik Çeşidi	49,457	1	49,457	64,145	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	1,020	4	0,255	0,331	0,857
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	7,817	1	7,817	10,139	0,002
Kimyasal*Vernik Çeşidi	206,830	4	51,707	67,063	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	9,085	4	2,271	2,946	0,025
Hata	61,682	80	0,771		
Toplam	1.479,853	100			
Düzeltilmiş Model	694,284	99			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç malzeme-kimyasal ikili etkileşimi önemsiz, diğer tüm etki ve karşılıklı etkileşimler önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.21’de verilmektedir.

Çizelge 4.21. Ra değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
SiO ₂ +%3	20	6,11	A
SiO ₂ +%1	20	3,31	B
Kontrol	20	2,53	C
TiO ₂ +%3	20	1,12	D
TiO ₂ +%1	20	0,92	D
LSD± 0,1			

Çizelgeye göre Ra değeri en yüksek %3 SiO₂ örneklerinde (6,11) , en düşük değer ise %1 TiO₂ bulunan deney örneklerinde (0,92) elde edilmiştir.

4.5.2. Rt Değeri

Rt değerine ait ortalama değer izelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Rt değerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	15,37	3,967
		TB	42,93	17,892
	SiO ₂ +%3	SB	29,27	17,062
		TB	45,28	10,182
	TiO ₂ +%1	SB	13,95	8,103
		TB	12,03	1,985
	TiO ₂ +%3	SB	14,57	6,868
		TB	12,58	3,952
	Kontrol	SB	19,35	0,958
		TB	22,23	0,000
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	11,38	2,046
		TB	41,29	12,289
	SiO ₂ +%3	SB	14,15	4,148
		TB	43,44	16,413
	TiO ₂ +%1	SB	5,87	1,104
		TB	5,43	2,642
	TiO ₂ +%3	SB	10,03	1,983
		TB	9,43	1,957
	Kontrol	SB	12,67	2,909
		TB	13,99	1,106

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Çeşitli vernik ve nano teknolojik kimyasallar ile hazırlanan vernik karışımlarının sarıçam ve Doğu kayını odunları üzerine uygulandığında Rt değeri en yüksek sarıçam odununda %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (45,28 μm), en düşük %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (12,03 μm), Doğu kayını odununda en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (43,44 μm), en düşük ise; %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (5,43 μm) elde edilmiştir.

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarının Rt değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları izelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Rt değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	3401,066(a)	19	1.790,109	26,889	0,000
Sabit Terim	45.220,108	1	45.220,108	679,235	0,000
Ağaç Türü	526,675	1	526,675	7,911	0,006
Kimyasal	18.201,160	4	4.550,290	68,348	0,000
Vernik Çeşidi	4.357,479	1	4.357,479	65,452	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	79,310	4	19,828	0,298	0,879
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	239,420	1	239,420	3,596	0,062
Kimyasal*Vernik Çeşidi	10.259,800	4	2.564,950	38,527	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	348,223	4	87,056	1,308	0,274
Hata	5.326,003	80	66,575		
Toplam	84.558,176	100			
Düzeltilmiş Model	39.338,069	99			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç malzeme-kimyasal, ağaç malzeme-vernük ikili etkileşimi ve ağaç malzeme-kimyasal-vernük üçlü etkileşimi önemsiz, diğer tüm etki ve karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.24'de verilmektedir.

Çizelge 4.24 Rt değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
SiO ₂ +%3	20	44,28	A
SiO ₂ +%1	20	27,74	B
Kontrol	20	17,06	C
TiO ₂ +%3	20	9,01	D
TiO ₂ +%1	20	8,21	D
LSD± 0,7			

Çizelgeye göre Rt değeri en yüksek %3 SiO₂ bulunan deney örneklerinde (44,28µm), en düşük değer ise %1 TiO₂ bulunan deney örneklerinde (8,21µm) elde edilmiştir.

4.5.3. Rz Değeri

Rz değerine ait aritmetik değerler izelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Rz değerine ait artimetik ortalamalar (μm).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	9,92	1,385
		TB	25,36	5,511
	SiO ₂ +%3	SB	18,04	10,252
		TB	38,67	5,462
	TiO ₂ +%1	SB	7,03	2,673
		TB	4,30	1,057
	TiO ₂ +%3	SB	8,48	3,504
		TB	4,15	2,633
	Kontrol	SB	7,15	1,492
		TB	10,83	0,000
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	7,15	1,257
		TB	22,32	4,970
	SiO ₂ +%3	SB	9,31	1,558
		TB	34,79	9,238
	TiO ₂ +%1	SB	3,87	0,534
		TB	2,96	1,328
	TiO ₂ +%3	SB	6,37	1,170
		TB	2,78	0,631
	Kontrol	SB	7,49	1,256
		TB	8,27	0,232

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nano- teknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney rneklerinin Rz değeri sarıçam odununda en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (38,67 μm), en düşük %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (4,15 μm), Doğu kayınında en yüksek %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (34,79 μm), en düşük ise; %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (2,78 μm) elde edilmiştir.

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarının Rz değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları izelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Rz değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	16130,567(a)	19	848,977	53,654	0,000
Sabit Terim	17.074,205	1	17.074,205	1.079,066	0,000
Ağaç Türü	127,837	1	127,837	8,079	0,006
Kimyasal	8.965,293	4	2.241,323	141,649	0,000
Vernik Çeşidi	1.548,013	1	1.548,013	97,832	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	9,837	4	2,459	0,155	0,960
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	100,376	1	100,376	6,344	0,014
Kimyasal*Vernik Çeşidi	5.249,166	4	1.312,292	82,935	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	130,044	4	32,511	2,055	0,095
Hata	1.265,850	80	15,823		
Toplam	34.470,622	100			
Düzeltilmiş Model	17.396,417	99			

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç malzeme-kimyasal-vernük üçlü etkileşimi önemsiz, diğer tüm etki ve karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur (P≤0,05).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.27’de verilmektedir.

Çizelge 4.27. Rz değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
SiO ₂ +%3	20	30,20	A
SiO ₂ +%1	20	16,19	B
Kontrol	20	8,43	C
TiO ₂ +%3	20	5,95	CD
TiO ₂ +%1	20	4,54	D
LSD± 1,39			

Çizelgeye göre en yüksek %3 SiO₂ bulunan deney örneklerinde (30,20µm), en düşük değer ise %1 TiO₂ bulunan deney örneklerinde (4,54µm) elde edilmiştir.

4.5.4. Rsm Değeri

Rsm değerine ait aritmetik ortalama değeri izelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Rsm değerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Ağaç Türü	Kimyasal	Vernik	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	SiO ₂ +%1	SB	0,92	0,169
		TB	1,62	0,971
	SiO ₂ +%3	SB	0,74	0,536
		TB	1,19	0,062
	TiO ₂ +%1	SB	1,33	0,440
		TB	1,05	0,246
	TiO ₂ +%3	SB	0,90	0,133
		TB	0,68	0,353
	Kontrol	SB	3,64	0,368
		TB	3,50	0,000
Doğu Kayını	SiO ₂ +%1	SB	0,88	1,019
		TB	1,24	0,237
	SiO ₂ +%3	SB	0,92	0,351
		TB	1,12	0,131
	TiO ₂ +%1	SB	1,05	0,183
		TB	1,06	0,684
	TiO ₂ +%3	SB	0,78	0,215
		TB	0,66	1,012
	Kontrol	SB	3,12	0,000
		TB	2,97	0,841

TB: Tek bileşenli parke verniği (cam cila), SB: Su bazlı vernik, SiO₂: Silisyum oksit, TiO₂: Titanyum oksit

Sarıçam ve Doğu kayını deney örnekleri üzerine çeşitli vernik ve nanoteknolojik kimyasallar uygulanarak hazırlanan deney rneklerinin Rsm değeri en yüksek sarıçam odununda kontrol örneğine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (1,62 μm), en düşük %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (0,68 μm), Doğu kayınında en yüksek kontrol örneğine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (1,24 μm), en düşük ise; %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (0,66 μm) elde edilmiştir.

am ve kayın ağacının Rsm değerine ait çoklu varyans analizi sonuçları izelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Rsm değerine ait çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P≤0,05
Düzeltilmiş Model	658,649(a)	19	34,666	130,402	0,000
Sabit Terim	368,534	1	368,534	1.386,311	0,000
Ağaç Türü	29,305	1	29,305	110,236	0,000
Kimyasal	333,177	4	83,294	313,327	0,000
Vernik Çeşidi	19,559	1	19,559	73,575	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal	97,370	4	24,343	91,569	0,000
Ağaç Türü*Vernik Çeşidi	17,486	1	17,486	65,776	0,000
Kimyasal*Vernik Çeşidi	77,285	4	19,321	72,680	0,000
Ağaç Türü*Kimyasal*Vernik Çeşidi	84,467	4	21,117	79,435	0,000
Hata	21,267	80	0,266		
Toplam	1.048,450	100			
Düzeltilmiş Model	679,916	99			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre tüm etki ve karşılıklı etkileşimler önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$).

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.30'da verilmektedir.

Çizelge 4.30. Rsm değerine ait homojenlik grupları.

Kimyasal	Örnek Sayısı	Std. Sp	Homojenlik Grubu
Kontrol	20	5,56	A
SiO ₂ +%1	20	1,16	B
TiO ₂ +%1	20	1,12	B
SiO ₂ +%3	20	0,87	B
TiO ₂ +%3	20	0,86	B
LSD± 4,39			

Çizelgeye göre en yüksek Rsm değeri kontrol deney örneklerinde (5,56µm), en düşük değer ise %3 TiO₂ bulunan deney örneklerinde (0,86µm) elde edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Kılıç ve diğeri (2006), Kayın ve Kavak ağacının yüzey pürüzlülüğü üzerine değişik işleme tekniklerinin etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 80 kum ile zımparalanmış yüzeyde kayın odununda ortalama pürüzlülük (Ra) (5,63µm), on noktanın ortalama pürüzlülüğü (Rz) (52,81µm), merkez derinlik pürüzlülüğü (Rk) (18,30µm), azalmış en yüksek nokta (Rpk) (6,39µm) ve azalmış dış derinliği (Rvk) (10,77µm), kavak odununda ise; Ra (4,50µm), Rz (45,10µm), Rk (13,48µm), Rpk (5,45µm) ve Rvk (8,12µm) elde edilmiştir. Sonuç olarak; Kayın ve Kavak örneklerinin yüzey karakteristikleri arasında önemli istatistik farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Diğeri bir çalışmada ise Baykan (1996), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından hazırlanan örnekler ile ağaç türü, ağaç malzemenin işleme özelliklerinden olan rendeleme ve zımparalama, kesiş yönü, rutubet değişimi için ayrı ayrı yüzey pürüzlülüğünü belirlemiştir. Sonuç olarak; Doğu kayını odununun sarıçam odununa göre daha pürüzsüz bir yüzey verdiğini saptamıştır.

Bu çalışmalar sonuç olarak, bu tez çalışması bazı ölçüm parametreleri ile benzerlik göstermesine rağmen verniğe kimyasal madde karışımları nedeniyle farklılık göstermektedir.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, nanopartiküller ile modifiye edilen verniklerin ağaç malzeme üzerine uygulandıktan sonra bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan deneyler sonrasında tespit edilen bulgulardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Verniklerin katman kalınlığında ağaç türü, kimyasal madde ve vernik çeşidinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Verniklerin katman kalınlığı Doğu kayını odununda %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (285 µm), sarıçam odununda ise %3 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (250 µm) en yüksek değerde elde edilmiştir. Bunun nedeni Doğu kayını odununun yoğunluğunun sarıçam odununa göre fazla olması dolayısıyla vernik emilimini azaltacağı için ve yüzeyde daha kalın bir katman oluşacağından daha yüksek elde edildiği düşünülebilir.

Verniklerin yüzeye yapışma direncine ait bulguların değerlendirilmesinde ağaç türü, kimyasal madde ve vernik çeşidinin etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Bu incelemelere göre ağaç türü ve vernik çeşidinin önemsiz, kimyasal maddelerin önemli olacağı bulunmuştur. Verniklerin yüzeye yapışma direnci Doğu kayını odununda %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (3,51MPa), sarıçam odununda ise %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (3,37MPa) en yüksek değerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre; silisyum dioksit nanoparçacıklarının yüzey alanı büyük olan parçacıklar olduğundan dolayı yüzeye temas eden yüzey alanının fazla olması adezyon kuvvetini arttırmasına bununda yapışma direncini arttırabileceği söylenebilir. Sarıçam odununda reçine, tanen, yağ ve benzeri ekstraktif maddelerin bulunması olanağı sarıçam odununda yapışma direncini azaltıcı yönde etki ettiği düşünülebilir.

Renk değişimine ait bulgularda L değerinin istatiksels olarak değerlendirilmesinde ağaç türü, kimyasal madde ve vernik çeşidinin önemli olduğu bulunmuştur. L değeri Doğu kayını odununda %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernikli örneklerde (93,14), sarıçam odununda ise %3 TiO₂ bulunan su bazlı vernikli örneklerde (94,19) en yüksek değerde elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; titanyum dioksit maddesinin beyazlatıcı özelliği olmasından dolayı, su bazlı verniğin renksiz olması ve sarıçam odununun Doğu kayını odununa göre daha açık renkte olması sebebiyle en yüksek değerde buldukları söylenebilir.

Renk değişimine ait *a* kırmızılık değerinin istatiksels olarak değerlendirilmesinde vernik çeşidinin önemsiz, ağaç türü ve kimyasal maddesinin önemli olduğu bulunmuştur. *a* değerine ait en yüksek değer Doğu kayını odununda kontrol örneklerine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (10,61), sarıçam odununda ise %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde (3,75) elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre; Doğu kayını odununun sarıçam odununa göre yüksek çıkmasının nedeni Doğu kayını odununun kırmızısı renkte olmasından ve titanyum dioksitin beyazlatıcı özelliğinden dolayı silisyum dioksit bulunan örneklerde yüksek değerde bulunduğunu açıklayabiliriz.

Renk değişimine ait *b* sarılık değerinin istatiksels sonuçlarında ise; ağaç türünün önemsiz, kimyasal maddelerin ve vernik çeşidinin önemli olduğu bulunmuştur. *b* değerine ait en yüksek değer Doğu kayını (31,66) ve sarıçam (41,58) odunlarında kontrol örneklerine göre %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde elde edilmiştir. Bu verilere göre; titanyum dioksitin beyazlatıcı, silisyum dioksitin renksiz olması özelliğinden dolayı silisyum dioksit bulunan örneklerde, tek bileşenli parke verniğinin görüntü olarak sarımsı bir renge sahip olması ve sarıçam odununun Doğu kayını odununa göre açık renkte olması sebebi ile *b* değerinin bu özelliklerdeki örneklerde yüksek değerde bulunduğu şekilde açıklanabilir.

Yüzey parlaklığına ait bulguların istatiksels olarak değerlendirilmesinde ağaç türü, kimyasal madde ve vernik çeşidinin önemli olduğu bulunmuştur. Yüzey parlaklığı en yüksek Doğu kayını (85,04) ve sarıçam (82,30) odununda %1 TiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre; tek bileşenli

parke verniğinin su bazlı verniğe göre daha parlak bir yüzey oluşturmamasından dolayı tek bileşenli parke verniği kullanılan örneklerde yüksek değerlerde bulunduğu söylenebilir.

Yüzey pürüzlülüğüne ait bulgularda Ra, Rt, Rz, Rsm değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ağaç türü, kimyasal maddelerin ve vernik çeşidinin önemli olduğu bulunmuştur. Ra değeri en yüksek Doğu kayını (9,46µm) ve sarıçam (9,05µm) odunlarında %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde, Rt değeri en yüksek Doğu kayını (43,44µm) ve sarıçam (45,28µm) odunlarında %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde, Rz değeri en yüksek Doğu kayını (34,79µm) ve sarıçam (38,67µm) odunlarında %3 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde ve Rsm değeri Doğu kayını (1,24µm) ve sarıçam (1,62µm) odunlarında %1 SiO₂ bulunan tek bileşenli parke vernikli örneklerde elde edilmiştir. Sonuçlara göre; vernikleme öncesinde yapılan zımparalama işlemleri ile örnek yüzeylerinde meydana gelen pürüzlülüğün olabileceği, silisyum dioksitin yüzey alanının büyük olmasından oluşan tekstür farklılığından ve ayrıca vernik karışımlarının ahşap yüzeyindeki boşlukları tam olarak dolduramamasından dolayı yüzey pürüzlülüğünü etkileyebileceği şeklinde açıklanabilir.

Bu çalışma sonrasında aşağıdaki öneriler de bulunulabilir;

- Yüzeye yapışma direncinin önemli olduğu yerlerde silisyum dioksit bulunan verniklerin,
- Açık renk veya beyaza yakın bir renk kullanılması istenen yerde titanyum dioksit bileşiğinin,
- Kırmızımsı ve sarımsı renk kullanılması istenen yerde silisyum dioksit bulunan tek bileşenli parke verniğinin,
- Parlaklığın önemli olduğu yerlerde titanyum dioksit bulunan tek bileşenli parke verniğinin,
- Yüzey pürüzlülüğünün aranmadığı yerlerde ise titanyum dioksit bulunan tek bileşenli parke verniğinin kullanılması önerilebilir.

Bu bilgiler doğrultusunda titanyum dioksit, silisyum dioksit, su bazlı vernik ve tek bileşenli parke verniğinin çeşitli yerlerde güvenle kullanılacağı önerilebilir.

KAYNAKLAR

Akbulut, T., and Ayrilmis, N., "Effect of compression wood on surface roughness and surface absorption of medium density fiberboard", *Silva Fennica*, 40 (1): 161-167 (2006).

Aksulu, M., Ganioglu, O., Yandayan T., ve TMMOB Makine Mühendisleri Odası, "Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ve yüzey pürüzlülüğü parametreleri", *IV.Ulusal Ölçümbilim Kongresi* (2001).

Altınok, M., "Sandalye tasarımında gerilme analizine göre mukavemet elemanlarının boyutlandırılması", Doktora Tezi, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-33 (1995).

Arnall, A. H., "Artificial intelligence and robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies", *Future Technologies, Today's Choices Nanotechnology* (2003).

ASTM D 2244: "Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates", *ASTM Standards*, ABD (2007).

ASTM D 358: "Wood to be used as panels weathering tests of coatings", *American Society for Testing and Materials* (2007).

ASTM D 3023: "Determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents", *American Society for Testing and Materials* (1981).

ASTM D 4541: "Standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers", *American Society for Testing and Materials*, 12-15 (1995).

ASTM D 523: "Standard test method for specular gloss", *American Society for Testing and Materials*, West Conshohocken, PA, USA, 5 (1994).

ASTM D 6132-13: "Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic coating thickness gage", *American Society for Testing and Materials*, 1-5 (2013).

Atar, M., "Renk açıcı kimyasal maddelerin ağaç malzemede üst yüzey işlemlerine etkileri", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-55 (1999).

Aydın, İ., ve Çolakoğlu, G., "Odun yüzeylerinde pürüzlülük ve pürüzlülük ölçüm yöntemleri", *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1 (2): 92-102 (2003).

Baykan, İ., “Rendelenmiş ve zımparalanmış masif ağaç malzeme yüzeylerinde yüzey pürüzlülüğüne ilişkin araştırmalar”, Doktora Tezi, **K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon (1996).

Bayram, M., “Ağaç malzeme rutubet miktarının verniklerin yüzeye yapışma direncine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, **G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (2004).

Blanche, C., “Used to polyurethane and polymers from waterbased systems”, **European Coatings Journal**, 27-44 (1997).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., ve Erdin, N., “Odun anatomisi”, **İ. Ü. Orman Fakültesi Yayını**, İstanbul, 117-120 (2000).

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

Budakçı, M., “Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi”, Doktora Tezi, **G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 3-68 (2003).

Budakçı, M., ve Sönmez, A., “Bazı ahşap verniklerin farklı ağaç malzeme yüzeylerindeki yapışma direncinin belirlenmesini”, **G. Ü. Müh. Mimarlık Fak. Dergisi**, 25 (1): 111 – 118 (2010).

Çabukoğlu, F., “Masif parkelerde kalite sınıflarına göre yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Düzce (2007).

Çeliker, G., “Ambalaj sektöründe nanoteknoloji ve uygulamaları”, **4. Uluslar Arası Ambalaj Kongresi**, İzmir, 1, 2 (2005).

Elim, H.I., Ji, W., Yuwono, A.H., Xue, J.M., and Wang, J., “Ultrafast optical nonlinearity in poly(methylmethacrylate)- TiO₂ nanocomposites”, **Appl. Phys. Lett.**, 82,16,2961-2693 (2003).

Erdin, N., ve Bozkurt, Y., “Odun anatomisi ders kitabı”, Gözden geçirilmiş 2. Basım, Yayın No: 5145, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**, İstanbul, 331-333, 351-353 (2013).

Guozhong, C., “Nanostructures and Nanomaterials”, February 13, 2006, **World Scientific Publishing Company Inc.**, Singapore (2004).

Gurau, L., “The roughness of sanded wood surfaces”, PhD Dissertation, **Forest Products Research Centre**, Brunel University, United Kingdom (2004).

ISO 4287: “Geometrical product specifications surface texture profile method terms, definitions and surface texture parameters”, *International Standart Organization* (1997).

İlter, E., Çamlıyurt, C., ve Balkız, Ö.D., “Uludağ Göknaı (Abies bornmülleriana Mattf) odunun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar”, *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara, 281 (2002).

Kayır, Z., ve Baçcıl, E., “Nanoteknoloji nedir?”, *15. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi*, Ankara (2010).

Kılıç, M., Hızıroğlu, S., and Burdurlu, E., “Effect of machining on surface roughness of wood”, *Building and Environment*, 1074-1078 (2006).

Köse, G., ve Temiz, A., “Mobilya dergisi”, *KTÜ Orman Fakültesi*, Trabzon (2013).

Korkut, S., “Yüzey pürüzlülüğü çalışmaları”, *Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi*, 10 (1): 10-16 (2005).

Kurtoğlu, A., “Kapı ve pencere endüstrisinde kullanılan ağaç türleri”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, İstanbul (1986).

Lee, L.H., and Chen, W.C., “High- refractive- index thin films prepared from Trialkoxysilane-capped Poly(methyl methacrylate)- Titanie materials”, *Chem. Mater.*, 13: 1137-1142 (2001).

Matthews R.W., “In Photocatalytic purification and treatment of water and air”, *Ollis D.F., Al-Ekabi H., Elsevier*, Amsterdam (1993).

Mcmillin, C.W., and Lubkin, J.C., “Circular sawing experiments”, *Forest Products Journal*, 10: 361-367 (1959).

Mitutoyo, SJ-301, “Surface roughness tester, user’s manual”, *Mitutoyo Corporation*, Japan (2001).

Nanoteknoloji Strateji Grubu, “2023 Projesi, Nanobilim ve nanoteknoloji stratejileri”, *Tübitak*, Ankara (2004).

Ohashi, Y., Sahri, M. H., Yoshizawa, N., and Itoh, T., “Annual rhythm of xylem growth in rubberwood (Hevea brasiliensis) trees grown in Malaysia”, *Holzforschung*, 55 (2): 151-154 (2001).

Oliver, J. R., Blakeney, A. B., and Allen, H. M., “Measurement of flour color in color space parameters”, *Cereal Chem*, 69: 546-551 (1992).

Örs, Y., ve Baykan, İ., “Masif ağaç malzemede rendeleme ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkileri”, *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23 (3): 577-582 *Tübitak*, Ankara (1999).

Örs, Y., ve Keskin, H., “Ağaç malzeme bilgisi”, *G. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 43-218 (2001).

Örs, Y., ve Demirci, S., “Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) ve meşe (*Qercus petraea* L.) odunlarında yüzey düzgünlüğüne kesiş yönü ve zımparalamanın etkisi”, *Politeknik Dergisi*, 6 (2): 491-495 (2003).

Özdemir, T., “Türkiye’ de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması”, Doktora Tezi, *K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon (2003).

Özüğür, B., “SiO₂ esaslı nanomalzemelerin hazırlanması ve karakterizasyonu”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, (2012).

Pelit, H., “Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernik katman özelliklerine etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara (2007).

Pelit, H., “Yoğunlaştırma ve ısı işleminin Doğu kayını ve sarıçamın bazı teknolojik özellikleriyle üst yüzey işlemlerine etkisi”, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, Ankara (2014).

Peters, C., and Cumming, D.S., “Measuring wood surface smoothness: A Review”, *Forest Products Journal*, 20 (12): 40-43 (1970).

Rowell, R., “Handbook of wood chemistry and wood composites”, *CRC Press*, ISBN 0-8493-1588-3, New York, USA (2005).

Sahoo, S. K., Parveen, S., and Panda, J. J., “The present and future of nanotechnology in human health care”, *Nanomedicine*, 3: 20-31 (2007).

Sieminski, R., and Skarzynska, A., “Surface roughness of different species of wood after sanding”, *Przemysl Drzewny*, 38 (9): 23-25 (1987).

Söğütlü, C., “Bazı faktörlerin zımparalanmış ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, *Politeknik Dergisi*, 8 (4): 345-350 (2005).

Sönmez, A., “Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 44-89 (1989).

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

Sönmez, A., “Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri I- hazırlık ve renklendirme”, *Çizgi Matbaacılık*, Ankara, 70-74 (2000).

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

Sönmez, A., ve Budakçı, M., “Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri, koruyucu katman ve boya/vernik sistemleri”, *G. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara, 18-90 (2004).

Stewart, H.A., “Abrasive planing across the grain with higher grit numbers can reduce finish”, *Forest Products Journal*, 20(4): 49-51 (1976).

Stumbo, D. A., “Surface texture measurement methods”, *Forest Product Journal*, 4: 299-304 (1960).

Stumbo, D. A., “Surface texture measurement methods”, *Forest Products Journal*, 13: 299-304 (1963).

Tiryaki, S., “Bazı ağaç türü odunlarının işlenmesinde güç tüketiminin ve yüzey pürüzlülüğünün araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon (2012).

Tiryaki, S., Malkoçoğlu, A., and Özşahin, Ş., “Using artificial neural networks for modeling surface roughness of wood in machining process”, *Construction and Building Materials*, 66: 329–335 (2014).

Tiryaki, S., “Odunun işlenmesinde yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili faktörler”, *S. D. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 176-182 (2014).

TS 1752: “Boyalar ve vernikler, uçucu ve uçucu olmayan maddelerin miktarlarının tayini”, *T. S. E.*, Ankara, 1-7 (1974).

TS 2495 EN ISO 3274: “Geometrik mamül örnekleri (gmö)- Yüzey yapısı: Profil metodu- temas uçlu (iğneli) ölçme cihazlarının anma karakteristikleri”, *T. S. E. Standartı*, Ankara, 1-19 (2005).

TS 4318 EN ISO 2813: “ Boyalar ve vernikler – Metalik olmayan boya filmlerinin 20, 60 ve 85 açılarda parlaklık tayini”, *T. S. E.*, Ankara (2002).

TS 6212 EN ISO 4288: “Mamülün geometrik özellikleri (gps)- Yüzey yapısı: Profil metodu- Yüzey yapısının değerlendirilmesi için kurallar ve işlemler”, *T. S. E. Standartı*, Ankara, 1-10 (1999).

TS EN ISO 2808: “Boyalar ve vernikler-Film kalınlığı tayini”, *T. S. E. Standartı*, Ankara, 1-50 (2007).

T.S.E. 1476: “Odunda fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için homojen meşcerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması”, *T. S. E.*, Ankara, 1-12 (1984).

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

Ulusoy, H., “Bazı ağaç türü odunlarının anatomik yapıları ve işleme koşullarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, Doktora Tezi, **K. T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon (2011).

Usta, İ., Demirci, S., and Kılıç, Y., “Comparison of surface roughness of Locust Acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) and European Oak (*Quercus petraea* (Mattu.) Lieble.) in terms of the preparative process by planning”, **Building and Environment**, 42: 2988-2992 (2007).

Yalçinkaya, Ö., “Sapsız meşe ve karaçamın yüzey pürüzlülük değerlerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (1997).

Yıldız, E., “Su bazlı boya ve kaplamalar beklentiler ve su bazlı poliüretan bağlayıcı sistemler”, **Tübitak**, 235-240 (1999).

ÖZGEÇMİŞ

Tuğçe ÜNAL 1990 yılında Karabük' de doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; Karabük Demir Çelik Lisesi, Fen Bilimleri Bölümü'nden mezun olduktan sonra 2008 yılında Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne girdi; 2013 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl içinde Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Anabilim Dalı altında yüksek lisans programını 2016 Ocak'ta tamamladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres :Şirinevler Mah. Kıbrıs Cad. Kudret Apt. No:18/10 KARABÜK

Tel : 0 (544) 260 70 78

E-posta : tgc.unal@gmail.com