

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN (MERMER TOZU, GRAFEN, TİTANYUM
DİOKSİT) AĞAÇ MALZEMELERİN VERNİKLENME VE YAŞLANDIRMA
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

EKİM 2024

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN (MERMER TOZU, GRAFEN, TİTANYUM
DİOKSİT) AĞAÇ MALZEMELERİN VERNİKLENME VE YAŞLANDIRMA
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 11 / 09 / 2024

Tezin Savunma Tarihi : 16 / 10 / 2024

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR

Trabzon 2024

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Özlem BOZDOĞAN BALÇIK Tarafından Hazırlanan

**ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN (MERMER TOZU, GRAFEN, TİTANYUM
DİOKSİT) AĞAÇ MALZEMELERİN VERNİKLENME VE YAŞLANDIRMA
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 19 / 09 / 2024 gün ve 2069 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR

Üye : Prof. Dr. Tuncer DİLİK

Üye : Prof. Dr. Kadri Cemil AKYÜZ

Üye : Prof. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA

Üye : Prof. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Çeşitli Katkı Maddelerinin (Mermer Tozu, Grafen, Titanyum Dioksit) Ağaç Malzemelerin Verniklenme ve Yaşlandırma Özellikleri Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme programında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması, yürütülmesi ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her türlü desteğiyle yanımda olan ve çalışmalarına yön veren danışman hocam Prof. Dr. Turgay Özdemir’e ve ailesine teşekkürlerimi arz ederim. Çalışmam boyunca çalışmamın farklı aşamalarında desteklerini gördüğüm Doktora Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Kadri Cemil Akyüz’e ve Prof. Dr. Esat Gümüşkaya’ya hocalarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim. TUBİTAK projesi üyeleri Prof. Dr. Semra Çolak’a, Doç. Dr. İbrahim Yıldırım’a teşekkür ederim. Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından “122O827” numaralı “Çeşitli Katkı Maddelerinin (Mermer Tozu, Grafen, Titanyum Dioksit) Verniklerin Aşınma Direnci Üzerine Etkisi” ve “123O221” numaralı “Çeşitli Katkı Maddelerinin (Mermer Tozu, Grafen, Titanyum Dioksit) Verniklerin Yapay Yaşlandırma ile Performanslarının Belirlenmesi” projeler ile desteklenmiştir. Projelere verdiği destekten ötürü TÜBİTAK’a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışma TUBİTAK Bideb 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı ve YÖK 100/2000 öncelikli alanlar doktora bursu ile desteklenmiştir. Tez çalışmamın bir kısmını Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yapan Prof. Dr. Nevzat ÇAKICIER’e teşekkür ederim. Maddi ve manevi desteklerini tüm hayatım boyunca esirgemeyen, bu konuma gelmem için sonsuz özveride bulunan sevgili annem Sebile BOZDOĞAN’a, ‘doktor’ unvanını aldığımı en çok görmesini istediğim babam Orhan BOZDOĞAN’a teşekkür ederim. Tez çalışmamın başından sonuna kadar yanımda bulunan ve yardımcı olan sevgili eşim Koray BALÇIK’a teşekkür ederim.

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Çeşitli Katkı Maddelerinin (Mermer Tozu, Grafen, Titanyum Dioksit) Ağaç Malzemelerin Verniklenme ve Yaşlandırma Özellikleri Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/10/2024

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	X
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
TABLolar DİZİNİ.....	XV
KISALTMALAR DİZİNİ	XXIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Yaşamda Ahşabın Yeri	2
1.3. Odunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı	2
1.4. Açık Hava Koşullarında Odunu Bozan Etmenler.....	4
1.4.1. Biyotik Etmenler	5
1.4.2. Abiyotik Etmenler	7
1.5. Açık Havada Oğunda Meydana Gelen Değişmeler.....	9
1.5.1. Fiziksel ve Makroskobik Değişmeler.....	9
1.5.2. Kimyasal Değişmeler	10
1.5.3. Mikroskobik Değişmeler.....	10
1.6. Açık Hava Koşullarına Karşı Ahşabın Korunması.....	11
1.6.1. Doğı Kayını (<i>Fagus Orientalis</i> Lipsky)	11
1.6.2. Anadolu Kestanesi (<i>Castanea Sativa</i> Mill.)	12
1.6.3. Sarıçam (<i>Pinus Sylvestris</i> L.)	12
1.6.4. Doğı Ladini (<i>Picea Orientalis</i> L. (Link.)).....	12
1.6.5. Emprenye Maddeleri ve Yöntemleri	13
1.6.6. Modifikasyon Yöntemleri	14
1.7. Üst Yüzey İşlemleri	15
1.7.1. Üst Yüzey İşlemleri Tanımı ve Amaçları	15

1.7.2. Üst Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler.....	15
1.7.3. Üst Yüzey İşlemlerinin Başarısını Etkileyen Odun Özellikleri	17
1.7.4. Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sınıflandırılması.....	21
1.7.5. Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları.....	22
1.7.6. Üst Yüzey İşlemleri Uygulama Alanları	22
1.7.7. Ağaç Malzemenin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması.....	23
1.7.8. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri.....	26
1.7.9. Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri	38
1.7.10. Vernikler.....	40
1.8. Grafen	42
1.9. Titanyum Dioksit (TiO ₂).....	47
1.10. Mermer Tozu	49
1.11. Adhezyon ve Odunda Adhezyon Teorisi.....	53
1.11.1. Adhezyon Teorisi	53
1.11.2. Odun-Reçine Bağ Oluşumu	54
1.11.3. Odun Adhezyonu.....	55
1.12. Çalışmanın Problemi.....	55
1.13. Çalışmanın Amacı.....	56
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	58
2.1. Deney Materyali	58
2.1.1. Ağaç Malzeme.....	58
2.1.2. Vernik Çeşitleri	58
2.1.3. Katkı Maddeleri.....	59
2.2. Deney örneklerinin hazırlanması	59
2.2.1. Vernik ve Katkı Maddeleri Karışımlarının Hazırlanması	59
2.2.2. Verniklerin Uygulanması	60
2.3. Deney Yöntemleri.....	61
2.3.1. Katı Madde Miktarı	62
2.3.2. Kuru Film Kalınlığı	62
2.3.3. Yapışma Direnci.....	62
2.3.4. Aşınma Direnci	63
2.3.5. Aşınmada Meydana Gelen Ağırlık Kayıpları.....	63
2.3.6. Salınımsal Sertlik Değerinin Belirlenmesi	64

2.3.7. Parlaklık Testi	64
2.3.8. UV Yapay Hızlandırılmış Yaşlandırma Uygulaması	65
2.3.9. Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi	66
2.3.10. İstatistiksel Yöntemler	66
2.4. Katkı Maddeleri Kodları ve Oranları	67
3. BULGULAR	68
3.1. Katı Madde Miktarı	68
3.2. Kuru Film Kalınlığı	68
3.3. Yapışma Direnci	69
3.3.1. Su Bazlı Verniklerin Yapışma Dirençleri	69
3.3.2. Poliüretan Verniklerin Yapışma Dirençleri	74
3.4. Aşınma Direnci	79
3.4.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Dirençleri	79
3.4.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Dirençleri	84
3.5. Aşınmada Ağırlık Kayıpları	89
3.5.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kayıpları	89
3.5.2. Poliüretan Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kayıpları	94
3.6. Salınımsal Sertlik Değerleri	99
3.6.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri	99
3.6.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri	105
3.7. Parlaklık Testi	111
3.7.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık Değerleri	111
3.7.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık Değerleri	116
3.8. Salınımsal Sertlik Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	122
3.8.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri	122
3.8.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri	127
3.9. Parlaklık Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	133
3.9.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık Değerleri	133
3.9.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık Değerleri	143
3.10. Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	153
3.10.1. Su Bazlı Verniklerin Yüzey Pürüzlülük Değerleri	153
3.10.2. Poliüretan Verniklerin Yüzey Pürüzlülük Değerleri	171
3.11. Aşınma Direnci Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	189

3.11.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci Değerleri	189
3.11.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci Değerleri	189
3.12. Yapışma Direnci Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	190
3.13. UV Yapay Yaşlandırma Öncesi ve Sonrası Örneklerin Fotoğrafları	190
3.13.1. Su Bazlı Vernikli Örneklerin Fotoğrafları	190
3.13.2. Poliüretan Vernikli Örneklerin Fotoğrafları.....	192
4. TARTIŞMA.....	195
4.1. Yapışma Direnci	195
4.1.1. Su Bazlı Verniklerin Yapışma Direnci.....	195
4.1.2. Poliüretan Verniklerin Yapışma Direnci	200
4.2. Aşınma Direnci	203
4.2.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci	203
4.2.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci.....	207
4.3. Aşınmada Ağırlık Kaybı.....	210
4.3.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kaybı	210
4.3.2. Poliüretan Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kaybı	213
4.4. Salınımsal Sertlik Direnci	216
4.4.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci	216
4.4.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci	220
4.5. Parlaklık	223
4.5.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık	223
4.5.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık.....	228
4.6. Salınımsal Sertlik Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	233
4.6.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci	233
4.6.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci	238
4.7. Parlaklık (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	241
4.7.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık	241
4.7.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık.....	247
4.8. Yüzey Pürüzlülüğü (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	251
4.8.1. Su Bazlı Verniklerin Yüzey Pürüzlülüğü.....	251
4.8.2. Poliüretan Verniklerin Yüzey Pürüzlülüğü	255
4.9. Aşınma Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	259
4.9.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci	259

4.9.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci.....	260
5. SONUÇLAR.....	262
5.1. Yapışma Direnci	262
5.2. Aşınma Direnci	263
5.3. Aşınmada Ağırlık Kaybı.....	263
5.4. Salınımsal Sertlik Direnci	264
5.5. Parlaklık	265
5.6. Salınımsal Sertlik Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	266
5.7. Parlaklık (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	266
5.8. Yüzey Pürüzlülüğü (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)	267
5.9. Aşınma Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası).....	268
6. ÖNERİLER	269
7. KAYNAKLAR.....	272
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

ÇEŞİTLİ KATKI MADDELERİNİN (MERMER TOZU, GRAFEN, TİTANYUM DİOKSİT) AĞAÇ MALZEMELERİN VERNİKLENME VE YAŞLANDIRMA ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR
2024, 285 Sayfa

Bu çalışmada farklı oranlarda çeşitli katkı maddelerinin verniklerle karıştırılarak, ağaç malzemelerin radyal ve teğet kesitler üzerine püskürtme yöntemi ile uygulanarak yüzey işlem testleri ve UV yapay yaşlandırma performansları belirlenmiştir. Çalışmada dört ağaç türü (Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Doğu ladini (*Picea orientalis*)), iki vernik türü (su bazlı ve poliüretan vernik), üç katkı maddesi grafen (%0.25, %0.50, %1), mermer tozu (% 2,5, %5) ve titanyum dioksit (%1, %2) çeşitli oranlarda kullanılmıştır. Yüzey işlem testleri yapışma direnci, aşınma direnci, aşınmada ağırlık kayıpları, salınımsal sertlik direnci ve parlaklık testi yapılmıştır. UV yapay yaşlandırma testi 0-200-400-600 saatlik zaman dilimlerinde yapılarak, öncesi, sırası ve sonrasında örneklerin salınımsal sertlik direnci, parlaklık testi, yüzey pürüzlülük, aşınma direnci ve yapışma direnci testi yapılmıştır. Sonuç olarak su bazlı verniklerin performansı poliüretan verniklerin performansından düşüktür. Grafen teğet kesitte poliüretan vernikle beraber aşınma direncini arttırmış, parlaklığı düşürmüştür. Titanyum dioksit yapışma direncini, salınımsal sertlik direncini arttırmıştır. Mermer tozu aşınma direncini, salınımsal sertlik direncini arttırmıştır. UV yapay yaşlandırma sonrası yüzey pürüzlülüğünü titanyum dioksit azaltırken, grafen ve mermer tozu arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Grafen, kayın, kestane, ladin, mermer tozu, sarıçam, titanyum dioksit

Doctoral Thesis

SUMMARY

EFFECT OF VARIOUS ADDITIVES (MARBLE POWDER, GRAPHENE, TITANIUM DIOXIDE) ON VARNISHING AND AGING PROPERTIES OF WOOD MATERIALS

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK

Karadeniz Technical University
Institute of Science and Technology
Department of Forest Industrial Engineering
Advisor: Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR
2024, 285 Page

In this study, surface treatment tests and UV artificial aging performances were determined by mixing various additives with varnishes at different ratios and applying them by spraying method on radial and tangential sections of wood materials. Four wood species (Eastern beech (*Fagus orientalis* L.), Anatolian chestnut (*Castanea sativa*), Yellow pine (*Pinus sylvestris*), Eastern spruce (*Picea orientalis*)), two varnish types (water-based and polyurethane varnish), three additives graphene (0.25%, 0.50%, 1%), marble powder (2.5%, 5%) and titanium dioxide (1%, 2%) were used at various rates. Surface treatment tests were performed for adhesion resistance, abrasion resistance, weight loss in abrasion, oscillatory hardness resistance and gloss test. UV artificial aging test was performed in 0-200-400-600 hours time periods and oscillatory hardness resistance, gloss test, surface roughness, abrasion resistance and adhesion resistance tests were performed before, during and after the samples. As a result, the performance of water-based varnishes is lower than that of polyurethane varnishes. Graphene increased the abrasion resistance and decreased the gloss with polyurethane varnish in the tangential section. Titanium dioxide increased the adhesion resistance, oscillatory hardness resistance. Marble powder increased wear resistance, oscillatory hardness resistance. Titanium dioxide decreased the surface roughness after UV artificial aging, while graphene and marble powder increased it.

Keywords: Beech, chestnut, graphene, marble powder, spruce, titanium dioxide, yellow pine

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Kerestede lif yönü.....	18
Şekil 2.	Vernik ve Boyaların Yapısı	26
Şekil 3.	Ultrasonik karıştırıcı (Foto Bozdoğan Balçık)	60
Şekil 4.	Vernik Uygulamaları (Foto Bozdoğan Balçık)	61
Şekil 5.	Parlaklık ölçüm cihazı (Foto Bozdoğan Balçık)	65
Şekil 6.	Radyal kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri	191
Şekil 7.	Teğet kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri	192
Şekil 8.	Radyal kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri	193
Şekil 9.	Teğet kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri	194
Şekil 10.	Katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	195
Şekil 11.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	197
Şekil 12.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	199
Şekil 13.	Katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	200
Şekil 14.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	201
Şekil 15.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri.....	203
Şekil 16.	Katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	204
Şekil 17.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	205
Şekil 18.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	206
Şekil 19.	Katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	207
Şekil 20.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	208
Şekil 21.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri.....	210
Şekil 22.	Katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları	211
Şekil 23.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları.....	212
Şekil 24.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları.....	213
Şekil 25.	Katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları	214
Şekil 26.	Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları.....	215
Şekil 27.	Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları.....	216

Şekil 28. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	217
Şekil 29. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik	218
Şekil 30. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	219
Şekil 31. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	220
Şekil 32. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	221
Şekil 33. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	223
Şekil 34. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık	224
Şekil 35. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	225
Şekil 36. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık.....	226
Şekil 37. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	227
Şekil 38. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	228
Şekil 39. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık	229
Şekil 40. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	230
Şekil 41. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık.....	231
Şekil 42. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	232
Şekil 43. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık.....	233
Şekil 44. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik	234
Şekil 45. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	235
Şekil 46. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	237
Şekil 47. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	237
Şekil 48. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	238
Şekil 49. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik	239
Şekil 50. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	240
Şekil 51. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci	241
Şekil 52. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık.....	242
Şekil 53. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	243
Şekil 54. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık.....	245
Şekil 55. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık	246
Şekil 56. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık	246
Şekil 57. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık.....	247
Şekil 58. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık.....	248
Şekil 59. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık.....	249
Şekil 60. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık	250
Şekil 61. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık	251

Şekil 62. Katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük	252
Şekil 63. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük.....	253
Şekil 64. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük.....	254
Şekil 65. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin pürüzlülük	255
Şekil 66. Katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük	256
Şekil 67. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük.....	257
Şekil 68. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük.....	258
Şekil 69. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük.....	259
Şekil 70. Katkı maddeleri ve ağaç türlerinin aşınma direnci	260
Şekil 71. Katkı maddeleri ve ağaç türlerinin aşınma direnci	261



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Verniklerin yoğunlukları	58
Tablo 2.	Katkı maddelerinin özellikleri	59
Tablo 3.	Çalışmada yapılan deneyler	61
Tablo 4.	Yüzey sınıfları	63
Tablo 5.	Katkı maddeleri kodları ve oranları	67
Tablo 6.	Kullanılan katkı maddeli verniklerin katı madde miktarları (%).....	68
Tablo 7.	Vernik türlerine ait ortalama kuru film kalınlıkları (µm)	68
Tablo 8.	Su bazlı verniklerin yapışma direnci değerleri	69
Tablo 9.	Yapışma direnci etkisine ait varyans analiz sonuçları	70
Tablo 10.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	70
Tablo 11.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	71
Tablo 12.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	72
Tablo 13.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	72
Tablo 14.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	73
Tablo 15.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	73
Tablo 16.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	73
Tablo 17.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	74
Tablo 18.	Poliüretan verniklerin yapışma direnci değerleri.....	74
Tablo 19.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	75
Tablo 20.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	75
Tablo 21.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	76
Tablo 22.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	77
Tablo 23.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları.....	77
Tablo 24.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	78
Tablo 25.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	78

Tablo 26.	Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	78
Tablo 27.	Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	79
Tablo 28.	Su bazlı verniklerin aşınma direnci değerleri	80
Tablo 29.	Aşınma direnci etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	80
Tablo 30.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	81
Tablo 31.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	81
Tablo 32.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	82
Tablo 33.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	83
Tablo 34.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	83
Tablo 35.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	83
Tablo 36.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	84
Tablo 37.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	84
Tablo 38.	Poliüretan verniklerin aşınma direnci değerleri.....	85
Tablo 39.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	85
Tablo 40.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	86
Tablo 41.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	86
Tablo 42.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	87
Tablo 43.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	88
Tablo 44.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	88
Tablo 45.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	88
Tablo 46.	Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	89
Tablo 47.	Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	89
Tablo 48.	Su bazlı verniklerin aşınmada ağırlık kayıpları değerleri.....	90
Tablo 49.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine varyans analiz sonuçları	90
Tablo 50.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	91
Tablo 51.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	91
Tablo 52.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	92

Tablo 53.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	93
Tablo 54.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	93
Tablo 55.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	93
Tablo 56.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	94
Tablo 57.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	94
Tablo 58.	Poliüretan verniklerin aşınmada ağırlık kayıpları verileri	95
Tablo 59.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine varyans analiz sonuçları	95
Tablo 60.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	96
Tablo 61.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	96
Tablo 62.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	97
Tablo 63.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	98
Tablo 64.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	98
Tablo 65.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	98
Tablo 66.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	99
Tablo 67.	Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	99
Tablo 68.	Su bazlı verniklerin salınımsal sertlik değerleri	100
Tablo 69.	Salınımsal sertlik üzerine varyans analiz sonuçları	101
Tablo 70.	Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	101
Tablo 71.	Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	102
Tablo 72.	Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	103
Tablo 73.	Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	103
Tablo 74.	Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	104
Tablo 75.	Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	104
Tablo 76.	Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	104
Tablo 77.	Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	105
Tablo 78.	Poliüretan verniklerin salınımsal sertlik değerleri	106
Tablo 79.	Salınımsal sertlik üzerine varyans analiz sonuçları	106

Tablo 80. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	107
Tablo 81. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	108
Tablo 82. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	109
Tablo 83. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları	109
Tablo 84. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	110
Tablo 85. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	110
Tablo 86. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	110
Tablo 87. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	111
Tablo 88. Su bazlı verniklerin parlaklık değerleri	112
Tablo 89. Parlaklık üzerine varyans analiz sonuçları	113
Tablo 90. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	113
Tablo 91. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	114
Tablo 92. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	115
Tablo 93. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	115
Tablo 94. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	116
Tablo 95. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	116
Tablo 96. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	116
Tablo 97. Poliüretan verniklerin parlaklık değerleri.....	117
Tablo 98. Parlaklık üzerine varyans analiz sonuçları	118
Tablo 99. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	118
Tablo 100. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	119
Tablo 101. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	120
Tablo 102. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	120
Tablo 103. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	121
Tablo 104. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	121
Tablo 105. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	121
Tablo 106. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri	122
Tablo 107. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri.....	123
Tablo 108. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri	124
Tablo 109. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri.....	125
Tablo 110. Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları	126

Tablo 111. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	126
Tablo 112. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	127
Tablo 113. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	127
Tablo 114. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri	128
Tablo 115. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri ...	129
Tablo 116. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri...	130
Tablo 117. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri	131
Tablo 118. Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları	132
Tablo 119. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	132
Tablo 120. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	133
Tablo 121. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	133
Tablo 122. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri	134
Tablo 123. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri	135
Tablo 124. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri	136
Tablo 125. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri	137
Tablo 126. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri	138
Tablo 127. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri	139
Tablo 128. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri	140
Tablo 129. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri	141
Tablo 130. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	142
Tablo 131. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	143
Tablo 132. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	143
Tablo 133. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	143
Tablo 134. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri	144

Tablo 135. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri	145
Tablo 136. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri	146
Tablo 137. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri	147
Tablo 138. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık verileri.....	148
Tablo 139. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri	149
Tablo 140. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri	150
Tablo 141. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri	151
Tablo 142. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	152
Tablo 143. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	153
Tablo 144. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	153
Tablo 145. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları	153
Tablo 146. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	154
Tablo 147. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	155
Tablo 148. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	156
Tablo 149. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	157
Tablo 150. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	158
Tablo 151. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	159
Tablo 152. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	160
Tablo 153. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	161
Tablo 154. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	162
Tablo 155. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	163
Tablo 156. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	164

Tablo 157. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	165
Tablo 158. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	166
Tablo 159. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	167
Tablo 160. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	168
Tablo 161. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	169
Tablo 162. Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	170
Tablo 163. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	170
Tablo 164. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	171
Tablo 165. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	171
Tablo 166. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	172
Tablo 167. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	173
Tablo 168. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	174
Tablo 169. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	175
Tablo 170. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	176
Tablo 171. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	177
Tablo 172. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	178
Tablo 173. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	179
Tablo 174. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	180
Tablo 175. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	181
Tablo 176. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	182
Tablo 177. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	183

Tablo 178. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri	184
Tablo 179. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	185
Tablo 180. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	186
Tablo 181. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri.....	187
Tablo 182. Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları	188
Tablo 183. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	188
Tablo 184. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	189
Tablo 185. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları.....	189
Tablo 186. Su bazlı verniklerin aşınma direnci değerleri	189
Tablo 187. Poliüretan verniklerin aşınma direnci değerleri.....	190

KISALTMALAR DİZİNİ

R: Radyal kesit

T: Teğet kesit



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ahşap, insanların kullandığı temel ve çok yönlü kullanılan bir biyomalzeme olarak bilinmektedir. İnsanlar ağaçlardan elde ettikleri ahşabı işleyerek çeşitli araçlar, yapılar, mobilyalar ve diğer ürünleri üretmişlerdir (Örs ve Keskin, 2008; Chen vd., 2021).

Ahşabın tarih öncesi dönemlerdeki kullanımı, taş devri insanları tarafından yapılan basit aletler ve konutlarla başlamış, orta çağda mobilyalar ve ahşap yapıları kapsayan büyük bir zenginliğe ulaşmıştır. Sanayi devrimiyle ahşap işleme teknolojilerinde önemli gelişmeler yaşanmış olup bu gelişmeler sayesinde ahşap malzeme kullanımı hızla artmıştır. Fabrikasyon süreçleri ve makine kullanımı, ahşap ürünlerin seri üretimini mümkün hale getirmiştir. Günümüzde pek çok farklı endüstri ve sektörde kullanılmaktadır. Mobilya, inşaat, ambalaj, enerji üretimi ve birçok el sanatları alanında yaygın olarak tercih edilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Doğal bir malzeme olması, estetik özellikleri ve sürdürülebilirliği nedeniyle günümüzde çok kullanılan bir mühendislik ürünüdür. Sınırlı orman kaynakları ve günümüzdeki artan tüketim sebebiyle endüstriyel alandaki ahşabın uzun süre kullanılabilmesi ve estetik değerinin artırılabilmesi için çeşitli üst yüzey işlemleri uygulamasını zorunlu kılmaktadır. Üst yüzey işlemleri, ahşap malzemelerin görünümünü, dayanıklılığını ve kullanım ömrünü önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle ahşap ürünlerin tasarımı ve üretimi sırasında doğru yüzey işlemlerinin seçilmesi büyük bir önem arz etmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Ahşap malzemelerin kullanılacağı yer ve amaç, özel yüzey işlemleri gerektirebilir. Örneğin, dış mekân ahşap ürünleri genellikle daha dayanıklı kaplamalarla işlenirken, iç mekân mobilyalarında daha dekoratif ve dokunsal özelliklere odaklanılabilmektedir. Ahşap malzemelerde yaygın olarak uygulanan üst yüzey işlemleri; vernikleme, cila, boya, patina uygulamaları, ahşap kaplama ve ısıl işlemler sıralanabilir (Blanchette vd, 1990; Kurtoğlu, 2000).

Her bir üst yüzey işlemi, ahşap malzemenin kullanım amacına, estetik tercihlere ve çevresel koşullara bağlı olarak seçilebilmektedir. Bu işlemler malzemenin ömrünü uzatarak sürdürülebilir bir kullanım sağlayabilmektedir. Üst yüzey işlemlerinin en önemli özellikleri

arasında ahşabın yaşlanmaya karşı direncini artırmak bulunmaktadır. Ahşap malzemenin yaşlanması, zaman içinde çeşitli doğal ve çevresel etmenlere maruz kalması sonucu ortaya çıkan değişiklikleri ifade eder (Blanchette vd, 1990).

Ahşap malzeme, nem, güneş ışığı, sıcaklık değişimleri, hava kirliliği, mantarlar ve böcekler gibi faktörlere karşı duyarlılık göstermektedir. Bu faktörler, ahşabın yapısında çeşitli değişikliklere neden olabilmektedir. Malzemenin yaşlanmasının nedenleri renk değişikliği, çatlama, büzülme, mantar ve böcek hasarı, yüzeyde kabarma ve soyulmalar, kötü kokular, deformasyon ve fiber ayrışmadır. Ahşap malzemenin yaşlanma süreci, kullanılan ahşap türüne, çevresel koşullara ve malzemenin nasıl korunduğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Blanchette vd, 1990; Örs ve Keskin, 2008).

Ahşap malzemenin bakımı, düzenli temizlik, uygun kaplamaların uygulanması ve uygun koşullarda depolanması gibi önlemlerle yaşlanma süreci kontrol altında tutulabilir.. Ahşap malzemenin korunması ve ömür boyu dayanıklılığı, ekonomik açıdan oldukça önemlidir (Blanchette vd, 1990).

1.2. Yaşamda Ahşabın Yeri

Ahşap yıllar boyunca kullanılarak, kimyası, anatomisi, fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından çeşitli ihtiyaçların karşılanmasına ve gereksinimlerin giderilmesine katkıda bulunan önemli bir malzemedir. Ahşap malzeme başka malzemelerle birleştirilerek ya da tek başına yaşamın her alanında uygulanabilir mühendislik malzemesi olmuştur.

Ahşap; hayat kalitesinin artırılması ve refahın yükseltilmesi yoluyla insanların yaşama bağlanmalarını destekleyen benzersiz karakteristik özellikleri sayesinde çeşitli ihtiyaçların karşılanması ve gereksinimlerin giderilmesinde öne çıkan bir malzemedir. Bu sebeplerle ahşap, medeniyetin gelişimine büyük katkılarda bulunarak, tüm insanlık için benzersiz bir mühendislik malzeme olarak kabul edilmektedir.

1.3. Odunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı

Bir ağacın ana gövdesini oluşturan sert ve lifli dokuya odun denir. Odunun anatomik yapısı; odun lifleri, odunun hücreleri, yıllık halkalar ve diğer yapıları içerir. Odunun temel bileşenini oluşturan uzun ince hücrelere odun lifleri (selüloz lifleri) denir. Bu lifler ağaç

boyunca uzanır ve odunun dayanıklılığında sorumludur. Selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi polimerlerden oluşan bir matris içinde düzenlenmiş hücre duvarlarına sahiptir. Bu maddeler, oduna dayanıklılık ve sertlik kazandırır. Hemiselüloz hücre duvarı ve liflerin arasında bulunurken lifleri birbirine bağlayarak hücre duvarının esnekliğini artırır. Lignin hücre duvarlarında bulunur ve sertleştirici özelliğe sahiptir (Kurtoglu 2000; Günay, 2007). Selüloz ise odun sert, dayanıklı olmasını sağladığı gibi ağacın dik durmasını sağlar.

Odun hücreleri; suseptibil hücreler (su taşıma hücreleri), odun lif hücreleri ve parankima hücrelerinden oluşur. Suseptibil hücreler (su taşıma hücreleri); su ve minerallerin yükseltilmesinden sorumlu olan ksilem hücreleridir. Odun lif hücreleri; ana strüktürü oluşturan uzun lif hücreleridir. Parankima hücreleri; odunun metabolik aktivitelerini destekleyen hücreleridir (Kurtoglu 2000; Merev 2003).

Traheitler; ksilem hücreleri arasında su taşıyan hücrelerdir. Büyüme halkaları; ağaç her yıl büyüme halkaları oluşturur. İlkbahar ve yaz aylarında oluşan hücreler genellikle daha büyük ve daha hafiftir, kışın oluşan hücreler ise daha küçük ve yoğundur. Bu büyüme halkaları, ağacın yaşını belirlemenin yanı sıra iklim koşulları ve çevresel değişikliklere dair bilgiler sağlar (Kurtoglu 2000; Merev 2003; Richter, 2015).

Kambiyum tabakası; ağacın genişlemesinden sorumlu olan bir hücre tabakasıdır. Kambiyum hücreleri, yeni ksilem ve floem hücreleri oluşturarak ağacın kalınlığını artırır. Bu anatomik özellikler, ağaç türlerine ve çeşitli çevresel etkenlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Odunun bu özellikleri, ağacın büyümesi, dayanıklılığı, su taşınması ve diğer biyolojik fonksiyonları üzerinde etkili olan kompleks bir yapı sunmaktadır (Kurtoglu 2000; Merev 2003; Richter, 2015).

Odunun kimyasal yapısı, kompleks bir yapıya sahip ve çeşitli bileşenleri içermektedir. Odunun temel kimyasal bileşenleri genellikle selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktif maddeler ve minerallerdir. Selüloz; odunun ana yapı taşıdır ve odun liflerinin çoğunu oluşturur. Uzun ve düz zincirli glikoz moleküllerinden oluşur. Oduna dayanıklılık ve mekanik mukavemet kazandırır. Hemiselüloz, selüloza benzer bir şekilde yapısal bir polisakkarittir, ancak daha kısa ve daha dallı zincirlere sahiptir. Odunun liflerinin arasındaki matrisi oluşturur ve selüloza göre daha çeşitli şekerler içerir. Lignin; odunun dayanıklılığını ve sertliğini sağlayan bir polimerdir. Selüloz ve hemiselülozu bir arada tutarak odun liflerini birleştirir. Lignin aynı zamanda su geçirmezlik ve kimyasal dayanıklılık gibi özelliklere de katkıda bulunmaktadır. Ekstraktif Maddeler; reçineler, yağlar, reçinöz maddeler ve diğer organik bileşenleri içeren maddelerdir. Bu maddeler,

oduna özgü koku ve renkleri etkileyebilir ve aynı zamanda odunun kullanım özelliklerini etkileyebilir. Mineraller; odun içerdiği minerallerle sertleşir ve mineraller aynı zamanda odunun fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Bu mineraller genellikle odunun hücre duvarlarında bulunur. Odunun kimyasal yapısı, ağacın türüne, çevresel koşullara ve büyüme şartlarına göre farklılık gösterir. Ayrıca, odunun işlenmesi sırasında uygulanan işlemler (örneğin, kurutma, presleme, emprenye gibi) kimyasal özellikleri üzerinde etkili olabilir (Kurtoglu 2000; Merev 2003; Herzog ve ark., 2004).

Ağaç gövdesinden alınan kesitler üç farklı biçimde enine, radyal ve teğet olabilir. Enine kesit, odunun boyuna doğru kesilmesiyle oluşan yüzey alanını ifade eder. Traheler, öz, öz ışınları, yıllık halkalar ve reçine kanalları bu kesitte gözlemlenebilir. Ağacın makroskopik yapısı en iyi enine kesit incelenerek anlaşılır. Gövdenin merkezinde bulunan kısım öz, bu kısmın çevresindeki alan öz odununu, öz odunun çevresindeki bölge diri odun, diri odunu takip eden kısımda kambiyum ve en dış kısımda kabuk bulunmaktadır. Radyal kesit, tomruğun gövdeye ve öz ışınlarına paralel yönde kesilmesi ile elde edilir. Radyal kesitte öz ışınları görülmez ya da uzun ve kısa hatlar oluşturur. Teğet kesit ise, tomruğun yıllık halkalara teğet olacak şekilde kesilmesi ile elde edilir. Ağaç kabuğu soyulduğunda ortaya çıkan yüzey teğet yüzey olarak adlandırılır (Bozkurt ve Erdin, 2000; Örs ve Keskin, 2001).

Odun, birçok kimyasal bileşenden oluşmaktadır. Yan bileşenler (ekstraktifler, çözünmeyen bileşikler) ve asıl hücre çeperi bileşenlerinden (holosüloz ve lignin) oluşur. Holoselülozlar ise selüloz ve hemiselülozlardan oluşur. Odun kimyasal olarak incelendiğinde, hücre çeperinin büyük bir bölümünde selüloz, hemiselüloz ve lignin bulunmaktadır. Ağaç türlerine bağlı olarak odunun kimyasal yapısı değişiklik gösterir. Selüloz, yapraklı ağaçlarda ise %40-45 oranında, iğne yapraklı ağaçlarda %45-50 oranında bulunur. Lignin, yapraklı ağaçlarda ise %25 oranında, iğne yapraklı ağaçlarda %20-30 bulunur ve ek olarak ekstraktif maddeler ve kül miktarı da mevcuttur (Milton, 1995; Hafizoğlu ve Deniz, 2012).

1.4. Açık Hava Koşullarında Odunu Bozan Etmenler

Ahşap malzemeler, dış hava koşullarında biyotik ve abiyotik etkiler tarafından bozunmaya uğrar. Açık hava koşullarında odunu bozan birçok etken bulunmaktadır. Bu faktörler, odunun çürümesine, bozulmasına veya yapısal bütünlüğünü kaybetmesine neden

olabilir. Açık hava koşullarında odunu bozan etmenler rutubet, ultraviyole (UV) ışınları, mantar ve bakteriler, böcek ve larvalar, oksidasyon, hava kirliliği ve mekanik stres sıralanabilir. Bu bozucu etmenleri kısaca açıklarsak rutubet; ağaç lifleri suya karşı hassastır. Sürekli maruz kalınan yağmur, kar, sis veya yüksek rutubet oranları, odunun yüksek miktarda su emerek kabarmasına yol açar. Bu durum, odunun çatlamasına, bozulmasına ve mantar oluşumuna neden olabilir (Yıldız, 2005; Güler, 2011).

Ultraviyole (UV) ışınları; güneş ışığındaki ultraviyole (UV) radyasyonu, odunun yüzeyine zarar verebilir. Bu ışınlar, odun liflerini parçalayabilir, renk değişikliklerine neden olabilir ve yüzeyde çatlamalara yol açabilir (Yıldız, 2005).

Mantar ve bakteriler; odun, rutubetli ortamlarda mantar ve bakterilere karşı hassastır. Mantarlar, özellikle yüksek rutubet ve sıcaklık koşullarında odunun çürümmesine neden olur. Çürüme süreci, odunun dayanıklılığını ve yapısal bütünlüğünü azaltmaktadır. Böcek ve larvalar; odun, böcek ve larvalar için besleyici bir ortam sunar. Termitler, odun böcekleri ve diğer zararlı organizmalar, odunu delerek veya yiyerek zarar vermektedirler. Bu durum, odunun dayanıklılığını ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Yıldız, 2005; Cichowlaz, 2004).

Oksidasyon; metal objelerle temas halinde olan odun, zaman içinde oksitlenme sürecine maruz kalabilir. Bu durum, odunun renginin değişmesine ve metal ile odun arasında kimyasal reaksiyonlara neden olabilir. Hava kirliliği; ağaçlar, hava kirliliği nedeniyle zarar görebilir. Asit yağmurları, atmosferdeki kimyasal maddeler, egzoz gazları ve diğer hava kirlleticileri, odunda renk değişikliklerine sebep olduğundan yüzey bozulmaları olur. Mekanik Stres; rüzgâr, yağış, donma-çözülme döngüleri gibi doğal mekanik stres faktörleri, odunu zorlayabilir ve çatlamalara neden olabilir (Kurtoglu 2000; Yıldız, 2005).

Odunun bu etmenlere maruz kalması, özellikle açık hava koşullarında kullanılan yapılar veya mobilyalar için risk faktörüdür. Bu yüzden, odunun düzenli bakımı, uygun koruyucu kaplamaların kullanılması ve ahşap ürünlerin doğru koşullarda depolanması oldukça önemlidir (Kurtoglu 2000; Yıldız, 2005; Güler, 2011).

1.4.1. Biyotik Etmenler

Odunu bozan biyotik etmenler, yani yaşayan organizmalar, genellikle odunun bozulmasına neden olan mikroorganizmalar ve böceklerdir. Biyotik etmenler mantarlar,

bakteriler, termitler, ağaç kurdu ve diğer böcekler, kabuk böcekleri, mantarlar ve böceklerin sembiozisi, küf ve diğer organizmalardır (Yıldız, 2005).

Bu bozucuları kısaca açıklarsak, mantarlar; odunun en yaygın bozucularından biridir. Odunun selüloz ve lignin gibi bileşenlerini parçalayarak çürütmesine neden olabilir. Bazı mantar türleri, özellikle rutubetli ortamlarda, odunun çürütmesine ve bozulmasına katkıda bulunabilmektedir (Günay, 2002; Yıldız, 2005).

Bakteriler; özellikle nemli koşullarda, odunun çürütmesine ve bozulmasına neden olabilir. Odunun içindeki organik maddeleri parçalayabilir ve ayrıştırabilir (Yıldız, 2005).

Termitler; odunu yiyen ve parçalayan böcekler arasında en bilinenleridir. Odun içinde tüneller açarak beslenmeleri ile bilinir. Odunun içindeki selüloz ve diğer organik maddeleri tüketirler, bu da odunun yapısal bütünlüğünü bozar (Günay, 2002; Yıldız, 2005).

Ağaç kurdu ve diğer böcekler; odunun içine tüneller açarak beslenir. Bu tür böcekler, odunun iç yapısını zayıflatarak dayanıklılığını azaltabilirler. Kabuk böcekleri; ağacın kabuğu altında yaşayan ve odunu yiyen böceklerdir. Odunun içine yumurta bırakarak larvalarını beslemek için tüneller açabilirler.

Küf ve diğer mikroorganizmalar; odunun yüzeyinde ve içinde bulunan küf ve diğer mikroorganizmalar, rutubetli koşullarda odunun çürütmesine neden olabilirler. Ayrıca, bu mikroorganizmalar odunun rengini de değiştirebilirler (Yıldız, 2005).

Mantarlar ve böceklerin sembiozisi; odunu çürütüp yumuşattıktan sonra, bu çürük odunu termitlere veya diğer böceklerle daha kolay erişebilecek hale getirirler. Bu biyotik etmenler, odunun doğal olarak çürütmesine ve bozulmasına neden olabilir. Odunun korunması ve dayanıklılığını artırmak için sürdürülebilir orman yönetimi, uygun depolama ve ahşap koruma yöntemleri kullanılabilir (Kurtoglu 2000; Yıldız, 2005).

Ağaç malzeme kurduğunda, birçok biyotik etkene karşı dirençli olabilir. Bu nedenle, ağaç malzeme genellikle fırınlama işlemiyle kurutularak kullanılır. Ancak, kullanım yerindeki rutubet oranının artması, ağaç malzemenin nem seviyesini yükseltir. Bu durumda, ağaç malzeme çeşitli risklere maruz kalabilir ve çürüme olasılığı artabilir. Ahşap malzemede biyolojik tahribat genellikle mantarlar, böcekler ve bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Bu etkilerin şekli ve etkileri, ağaç çeşidine göre farklılık gösterir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Mantar zararlarına karşı, diri odun öz oduna göre daha dayanıksızdır. Bu direnç, ağaç türüne ve ekstraktif madde miktarına göre değişir. Böcekler, ağaç malzemesini besin kaynağı veya barınak olarak kullanmaktadırlar. Bir ağaç malzemenin böcek istilasına

uğraması, rutubet değerinin az veya çok olması ile ilgili değildir. Bazı böcek türleri yüksek rutubet seviyelerinde yaşarken, diğer türler düşük rutubet miktarlarında bile yaşayabilir. Böcekler, ahşabın yüzeyinde ve içinde hem mikroskobik hem de makroskobik tahribatlar yapabilirler (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Tek hücreli en küçük organizma bakterilerdir ve yaşadıkları ortama göre aerob (oksijenle yaşayan) ve anaerob (oksijensiz yaşayan) olarak iki gruba ayrılır. Aerob bakteriler, gelişebilmek için oksijene ihtiyaç duyar ve selülozun parçalanmasını hidrolitik bir şekilde gerçekleştirirler. Öte yandan, anaerob bakteriler, oksijene ihtiyaç duymadan enerji elde etmek için fermentasyon süreçlerini kullanırlar. Özellikle suya doymuş ahşap malzemeye zarar verebilirler. Bakteriler, hücre çeperi ve geçit zarları üzerinde aşındırma etkisi oluşturabilirler ve genellikle bölgesel veya düzensiz hasarlara neden olurlar. Bakteri etkisi, ahşabın geçirgenliğini artırabilir. Uzun süre bakteri etkisi altında kalan ahşap malzemede direnç özellikleri ciddi şekilde azalabilir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.4.2. Abiyotik Etmenler

Abiyotik etmenler çevre ile ilgili canlı olmayan faktörlerdir. Rutubet, sıcaklık değişiklikleri, güneş ışığı, rüzgâr ve hava kirliliği sıralanabilir. Bu etmenleri açıklarsak, rutubet; odunun çürümesine, mantar ve bakterilerin gelişimine uygun bir ortam sağlayabilir. Sıcaklık değişiklikleri; odunun genişleyip büzülmesine neden olarak çatlaklara yol açabilir. Ağaç malzeme rutubeti kullanıldığı ortamdan farklı ise dış ortamlar arasında rutubet alışverişi yaparak daralma ve genişleme meydana gelir. Bu rutubet alışverişi sırasında malzemenin şeklinde meydana gelen değişimler sebebi ile hücre çeperlerinde deformasyonlar oluşabilir. Buda malzemede çatlama ve çarpılmalara sebep olur. Aşırı sıcaklık da odunun kurumasına ve çatlamasına neden olabilir. Güneş ışığı; uzun süreli güneş maruziyeti, odunun rengini değiştirebilir, kurumasına neden olabilir ve çatlamalara yol açabilir. Bu değişiklikler ağaç türüne göre değişiklik gösterir. Rüzgâr; odunun yüzeyinde aşındırmaya ve aşınmaya neden olabilir. Bu özellikle dış mekân mobilyaları veya yapılar için geçerlidir. Hava kirliliği; aşırı hava kirliliği, odunun yüzeyini kirletebilir ve kimyasal reaksiyonlara neden olarak bozulmasına yol açabilir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Kurtoğlu 2000; Yıldız, 2005).

• Odunun Fotodegradasyonu

Odunun güneş ışığına maruz kalması nedeniyle fiziksel ve kimyasal yapısında meydana gelen bozulma sürecine odunun fotodegradasyonu denir. Bu süreç, özellikle açık hava koşullarında, odunun uzun süreli güneş ışığına maruz kaldığı durumlarda gerçekleşir (Kurtoğlu 2000; Yıldız, 2005).

Fotodegradasyon, odunun iç ve dış yapısına zarar verebilir, bu da malzemenin dayanıklılığını azaltır. Fotodegradasyonun neden olduğu başlıca etkiler renk değişimi, yüzey çatlamaları, lignin bozulması, yüzeyde pul pul dökülme, kuruma ve büzülmedir. Bu etkileri açıklarsak, renk değişimi; güneş ışığı, odunun rengini değiştirebilir. Özellikle doğal renkleri olan ahşap malzemeler, UV ışınlarına maruz kaldıkça solabilir veya gri bir renk alabilir. Yüzey çatlamaları; güneş ışığı, odunun yüzeyinde çatlamalara neden olabilir. Bu çatlamlar genellikle odun liflerinin açılmasına ve yüzeydeki bozulmalara yol açabilir. Lignin bozulması; odunun kimyasal parçası olan lignin, güneş ışığına maruz kaldıkça bozulabilir. Lignin bozulması, odunun dayanıklılığını azaltabilir ve çürüme eğilimini artırabilir. Yüzeyde pul pul dökülmelere sebep olur. Bu durum, odunun yüzeyindeki hücrelerin zarar görmesi sonucu ortaya çıkar. Kuruma ve büzülme; fotodegradasyon, odunun nem içeriğini etkileyebilir. Bu durum, odunun kurummasına ve daralmasına neden olabilir, bu da çatlaklara yol açabilir (Kurtoğlu 2000; Yıldız, 2005).

Fotodegradasyon, özellikle dış mekanlarda kullanılan ahşap malzemelerde yaygın bir sorundur. Bu nedenle, ahşap ürünlerin korunması için güneş ışığına karşı dayanıklı kaplamaların kullanılması, düzenli bakım yapılması ve ahşabın direk güneş ışığına maruz kaldığı durumlarda gölgelendirme önlemlerinin alınması önemlidir. Ahşap malzemeye herhangi bir koruma işlemi yapılmadan dış ortamda kullanılırsa UV ve rutubet gibi bozunduruş etmenlerinden dolayı odunda çeşitli bozunmalar meydana gelir. UV ışınları, fotodegradasyonda en önemli bozucu etmen olarak öne çıkmaktadır. Öncelikle, UV ışınları odunun renginde değişikliklere neden olur, bu da odunda makromoleküler boyutunda bozunmalara yol açar. Sonuç olarak, malzemede erozyon, çatlama ve yarılmalar meydana gelir. Bu durumun nedeni, çeperdeki ligninin bozularak suyun etkisiyle odundan uzaklaşması ve selüloz liflerinin gevşemesidir. Kromoforik gruplar da odunun fotodegradasyonunda önemlidir. Kromoforik gruplar ışığın absorbe edilmesini sağlayarak kimyasal bağların kopmasına sebebiyet verir (Kartal, 1992; Temiz, 2005).

• Fotodegradasyonun Kimyası

Odunun fotodegradasyonu, özellikle güneş ışığının etkisiyle odunun kimyasal bileşenlerinde meydana gelen değişiklikleri içerir. Bu kimyasal değişiklikler genellikle odunun yüzeyinde gerçekleşir ve malzemenin fiziksel özelliklerinde bozulmaya yol açabilir (Kurtoglu 2000; Yıldız, 2005).

Odunun fotodegradasyonu sırasında gerçekleşen bazı kimyasal değişiklikler lignin, selüloz ve hemiselüloz bozunması, serbest radikal oluşumu, kimyasal bağların kırılması, kararsız hidrojen bağlarıdır. Ağaç malzemenin zaman içinde yıkımlanması dış ortam koşullarının etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu yıkımlanmalar odunun bileşenleri lignin, selüloz ve hemiselülozların bozunmalarından meydana gelmektedir. Ağaç malzeme yapısı gereği ışığı absorplayarak malzemenin yüzeyinde fotokimyasal bozulmalar başlatır. Malzeme üzerinde kimyasal bağların kopması ile fotokimyasal bozulmalar başlar. Malzeme üzerinde oluşan foto degradasyon etkisi ile serbest radikaller oluşur. Serbest radikallerin oluşumunun sebebi lignindir. Malzemenin ışığı emmesi içerisinde bulunan lignin miktarı ile doğru orantılıdır. Ligninin bozulmasında yapısında bulunan reaktifler, kopma reaksiyonlarını yapabilecek enerjiler arası etkileşimler, renklenme ve bozulma yapacak aktivasyon grupları etkilidir (Kartal,1992; Temiz vd. 2005).

1.5. Açık Havada Odunda Meydana Gelen Değişmeler

Açık havada odun, çeşitli çevresel etkenlere karşı karşıya kaldığı zaman iç yapısında çeşitli değişimlere uğrar. Bu değişimler, odunun fiziksel, kimyasal ve görsel özelliklerinde ortaya çıkabilir. Açık havada odunda meydana gelen değişimler renk değişimi, çatlamalar ve büzölmeler, yüzeyde kabarma ve pul pul dökölme, lignin bozunması, bakteri, mantar ve böcek zararı, minerallerin yıkanması, yosun ve küf oluşumu sıralanabilir. (Kurtoglu 2000; Yıldız, 2005).

1.5.1. Fiziksel ve Makroskobik Değişmeler

Dış ortamın etkisi ile ahşap malzemede fiziksel değişimler meydana gelir. Özellikle dış ortamdaki su ve ışığın etkisi oldukça büyüktür. Ahşap malzemenin yüzeyinde oluşan degradasyonlar hücre çeperlerinin bağlarını zayıflatarak hücreler arası etkileşimin kopması

ile gerilmeler ve çatlaklar oluşur. Ahşap malzemede görülen ilk değişim yüzeydeki sararma sonrasında ağarma ve daha sonra kahverengileşmektedir. Bu değişim her ağaç türünde farklılık gösterir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2009).

1.5.2. Kimyasal Değişmeler

Açık hava koşullarıyla karşı karşıya kalan odun, çeşitli kimyasal değişmelere uğrayabilir. Bu değişimler genellikle odunun kimyasal bileşenlerinde, özellikle selüloz, hemiselüloz, lignin gibi ana bileşenlerde meydana gelir (Kurtoğlu 2000; Yıldız, 2005).

1.5.3. Mikroskobik Değişmeler

Açık hava koşullarına karşı karşıya kalan odun, mikroskobik düzeyde çeşitli değişimlere uğrayabilir. Bu değişimler genellikle odunun hücresel düzeyinde ve mikroorganizmaların etkisiyle ortaya çıkabilir. Mantar ve bakteri kolonizasyonu; açık havada odun, nemli koşullar altında mantar ve bakterilerin kolonizasyonuna açıktır. Bu mikroorganizmalar, odunun hücresel yapısına zarar verebilir, çürümeye neden olabilir ve odunun dayanıklılığını azaltabilir. Böcek aktivitesi; açık havada odun böcek zararlarına karşı daha savunmasızdır. Böcekler, odunun içine tünel açabilir, ahşabı delip geçerek yapısal zararlara neden olabilir ve odunun mikro yapılarını değiştirebilir. Selüloz liflerinin ayrışması; nemli ortamlarda, selüloz lifleri mikroorganizmalar tarafından ayrışabilir. Bu durum, odunun dayanıklılığını ve mekanik özelliklerini azaltabilir. Küf ve yosun oluşumu; nemli koşullar, odun yüzeyinde küf ve yosun oluşumuna neden olabilir. Bu mikroorganizmalar, odunun mikro yapısına etki edebilir ve estetik bozulmalara neden olabilir. Mineral çözünmesi; açık havada odun, yağmur veya diğer nem kaynakları nedeniyle içerdiği minerallerin yıkanmasına maruz kalabilir. Bu durum, odunun mineral içeriğinin mikro düzeyde değişmesine yol açabilir. Selülozun yapısındaki değişiklikler; güneş ışığı ve nem, selüloz moleküllerinin kimyasal yapısında değişimlere sebep olur. Bu değişiklikler, selülozun mikro düzeyde çatlamasına ve ayrışmasına yol açabilir. Bu mikroskobik değişimler, odunun sağlamlığını, dayanıklılığını ve görsel özelliklerini etkileyebilir. Bu nedenle, odunun düzenli bakımı, uygun kaplamaların kullanılması ve

uygun depolama koşullarının sağlanması, bu mikroskobik değişimlere karşı korunma sağlayabilir (Kurtoğlu 2000; Yıldız, 2005).

Ahşap malzemede ilk bozulmalar ilkbahar odununda başlar. Bu bozulmalar traheidlerin radyal çeperlerinin kenarlı geçitlerinde bulunan delikciklerdir. Buda hücre çeperinde büzölmelere sebep olur. Mikro düzeyde çatlaklar meydana gelir (Temiz, 2005).

1.6. Açık Hava Koşullarına Karşı Ahşabın Korunması

Çalışmada iki geniş yapraklı, iki iğne yapraklı olmak üzere toplam dört ağaç türü kullanılmıştır. Bunlara ait genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

1.6.1. Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky)

Kayingillere (Fagaceae) ait bir ağaç türüdür. Gürcistan, Rusya, Türkiye, İran ve Ermenistan gibi Güneydoğu ve Orta Avrupa ile Güneybatı Asya'nın bazı bölgelerinde doğal olarak yetişir. Dağlık alanlarda ve nemli topraklarda bulunur. 30–40 metre boylarında, grimsi renkli kabuklara, çatlaksız düz bir gövdeye sahiptir. Odunu oldukça değerlidir ve birçok özellik taşır. İşlenmiş haliyle kayın odunu, dayanıklılığı, işlenebilirliği ve estetik özellikleri nedeniyle birçok kullanım alanında kullanılır. Odunu açık kahverengi ile sarımsı kahverengi renktedir. Zamanla koyulaşabilir. Lif deseni düzenli ve çekici bir görünüme sahiptir. Öz odun ve diri odun arası renk farkı yoktur. Olgun odun özelliğine sahip kırmızımsı beyaz renktedir. Tekstür yeknesak ve ince, düzgün lifli, ince iğne çizikli az dekoratif yapıdadır. Düzgün bir yüzey verdiğiinden dolayı iyi cila tutar. Öz ışınları gözle görülebilir. Odunu yoğun, sert ve ağırdır. Bu özelliği ile dayanıklılığını artırırken işlenmesini zorlaştırır. Fakat buharlama yöntemi ile kolaylıkla bükülebilir. Kurutma işleminin özenli yapılması gereken bir türdür. Yarıılma özelliği fazladır. Yüksek oranda çalışır. İşlenmesi kolay ve düzgün yüzey verir. Doğal dayanıklılığa sahip olsa bile yine de uygun bir koruma yapılmalıdır. Mobilya yapımında, döşeme malzemelerinde, kapı ve pencere çerçevelerinde, oyma işlerinde ve lüks iç tasarımlarda tercih edilen bir malzemedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.6.2. Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.)

30 m'ye kadar boy yapabilen, geniş dağınık tepeli ve kabuğu kahverengimsi-gri boyuna çatlaklı olan ağaçlardır. *Castanea* cinsinin ülkemizde doğal olarak yetişen tek türüdür (Yılmaz, 2020).

Diri odunu dardır. Rengi ise kirli sarımsı beyaz renktedir. Taze halde öz odunu açık kahverengidir ve kurudukça daha koyu kahverengi alır. Öz odunu tanen içeriğinden dolayı dayanıklıdır. Odunu halkalı trahelidir. Öz ışınları belirgin değildir (Berkel, 1970; Merev, 1998).

Odunu sert ve orta ağırlıktadır. Kurultulması zor, eğilme direnci düşüktür. İşlenmesi kolaydır. Düzgün yüzey verir. Yapı kerestesi, şarap fıçısı, mobilya, tel direği ve deniz araçları için kullanılmaktadır (Berkel, 1970; Çolakoğlu, 2002).

1.6.3. Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.)

20-40 metre boylarında, zarif gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı veya sağlam ve düzgün gövdeli, geniş tepeli ve kalın dallı bir yapıya sahip olup her zaman yeşil bir ağaçtır. Genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kısımlarında kabuk, kirli sarımsı kırmızı veya kırmızımsı kahverengi tonlarda görülür. Bu ağaç türünün odunları çeşitli kullanım alanlarına sahiptir ve değerli odunları bulunmaktadır. Canlı odun kısmı dar ve soluk kahverengi tonlarda iken, öz odun geniş ve belirgin bir kırmızı renge sahiptir. Odunu orta derecede yumuşak, orta ağırlıktadır. Çalışma orta derecededir. Eğilme direnci oldukça yüksektir. İyi bir şekilde tutkallanabilir. İnşaat sektöründe, gemi güverte döşemesinde, kâğıt, tel ve maden direği olarak kullanılmaktadır (Berkel, 1970; Merev, 1998).

1.6.4. Doğu Ladini (*Picea Orientalis* L. (Link.))

40-50 metre, bazen de 60 metre boya ulaşabilen, 1.5-2 metre çapında dolgun ve düzgün gövdeli, sivri tepeli önemli bir orman ağacıdır. Genç gövdelerde kabuk genellikle açık renkli ve düzgün, yaşlı gövdelerde ise koyu renkli ve çatlaklıdır. Dallar, çevresel olarak gövdenin tamamına yayılmıştır. Doğu ladin'in yayılışı yereldir ve Kuzeydoğu Anadolu'nun sahil kesimleri ile Kafkasya'da doğal olarak bulunur. Odunu yumuşak ve orta

ağırlıktadır. Kolay yarılr. Direnç deęerleri dūşūktūr. Fakat ağırlıęına oranla yūksēk direnç deęerleri gōsterir. alıřması azdır. Gū emprenye edilir. Az dayanıklıdır. Yapı malzemeleri, maden direęi,mūzik aletlerinde için kullanılmaktadır (Berkel, 1970; Merev, 1998).

1.6.5. Emprenye Maddeleri ve Yōntemleri

Emprenye, ahřap malzemeyi çeřitli dıř etkenlere karřı korumak amacıyla uygulanan bir iřlemdir. Odun koruma iřlemleri uzun yıllardır uygulanmaktadır. İlk zamanlarda doęal bulunan hayvansal ve bitkisel kaynaklardan yapılmaktadır. Mısır'da ilk sedir yaęının kullanılması bunun bir ōrneęidir. Odun korumanın temel amacı ahřap malzemenin kullanım sūresini (idari muddetini) uzatmaktır. Endūstrinin geliřimi ile birlikte ahřap korunmada yeni kimyasal maddeler (kreozot, bakır, çinko, arsenik) kullanılmaya bařlanmıřtır. Bu kimyasal içerikli maddeler tek bařına ya da çeřitli kombinasyonlar yapılarak kullanılmıřtır. Emrenye maddeleri yaęlı, organik ōzūcūlū ve suda ōzūnen emprenye maddeleri olmak ūzere ū grup altında toplanmıřtır (Bozkurt ve ark.,1993; Milton, 1995; Yıldız, 2005; Kartal, 2009; Berkin, 2022).

Yaęlı emprenye maddeleri ahřaptan yıkanma oranını fazla olduęu ıslak alanlarda kullanılır. Fakat yūzeyde yaęlı bir tabaka oluřtuęundan ūst yūzey iřlem maddesi uygulaması yapılmaz. Organik ōzūcūlū emprenye maddeleri petrol destinasyonlarında elde edilen, bōcek ve mantar zararlıları için kullanılan maddelerdir. Suda ōzūnmedięinden dolayı yıkanmazlar. Emprenye iřlemi yapıldıtan sonra organik ōzūcūler buharlařarak ahřapta kimyasallar kalarak koruma saęlamaktadır. Suda ōzūnen emprenye maddeleri ise oldukça çeřitli olup, mantar ve bōcek gibi arızların ōnūne geçmektedir (Bozkurt ve ark.,1993).

Emprenye maddelerinin çeşitliliğinin yanında emprenye yōntemleride oldukça çeşitlilik gōsterir. Başın uygulaması yapılan ve yapılmayan yōntemler, besi suyunu çıkarılması, yerinde bakım ve difūzyon metotları yōntemleridir. (Bozkurt vd., 1993; Yıldız, 2005).

1.6.6. Modifikasyon Yöntemleri

Hücre çeperinin temel yapısının teknoloji yardımıyla değiştirilmesi işlemidir. Ahşap malzemelerin özelliklerini geliştirmek ve dayanıklılık seviyesini artırmak için bir dizi modifikasyon yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, ahşabın fiziksel, mekanik veya kimyasal özelliklerini değiştirmeyi amaçlar. Ahşap malzemelerde kullanılan bazı modifikasyon yöntemleri termal, amonyak, asit, enzimatik, silikat, polimer modifikasyondur. Termal Modifikasyon; ahşabın ısıtılması, özellikle yüksek sıcaklıklarda (genellikle 160-260 °C arası) gerçekleşen bir modifikasyon yöntemidir. Bu işlem ahşabın su emilimini azaltır, çürümesini önler ve dayanıklılığını artırır. Termal modifikasyon aynı zamanda ahşabın boyutsal stabilitesini artırabilir. Amonyak modifikasyonu; ahşap malzemeler, amonyak buharına maruz bırakılarak modifiye edilebilir. Bu işlem, ahşabın renk tonunu değiştirebilir, suya karşı direncini artırabilir ve böcek direncini artırabilir. Asit modifikasyonu; ahşap malzeme, asit solüsyonlarına maruz bırakılarak modifiye edilebilir. Bu yöntem, ahşabın özellikle rengini değiştirebilir ve dayanıklılığını artırabilir. Enzimatik modifikasyon; enzimler kullanılarak ahşabın hücresel yapısını değiştiren bir modifikasyon yöntemidir. Bu yöntem, ahşabın özellikle nem direncini ve dayanıklılığını artırabilir. Silikat modifikasyonu; ahşap malzeme, silika solüsyonları ile işlenerek modifiye edilebilir. Bu işlem, ahşabın suya direncini ve çürüme direncini artırabilir. Polimer modifikasyonu; ahşap polimerleştirici maddelerle işlenebilir. Bu işlem, ahşabın mekanik dayanıklılığını ve kimyasal direncini artırabilir. Her modifikasyon yöntemi, belirli uygulama alanlarına ve ahşap türlerine özgü avantajlar ve dezavantajlar içerir. Modifikasyon işlemleri genellikle ahşabın kullanılacağı ortama ve beklentilere bağlı olarak seçilir (Freeman ve ark., 2003; Hill, 2006; Schultz ve ark., 2007).

Kimyasal, fiziksel, termal ve enzimatik modifikasyon yöntemleri vardır. Endüstrileşen yöntemler ise, dimetiloldihidroksi etilen üre (DMDHEU), sıcak yağ işlemi, furfurilasyon, asetilasyon ve ısıl işlem sıralanabilir. Ülkemizde ısıl işlem (termal) ve asetilasyon sanayide kullanılmaktadır. Modifikasyon yöntemleri abiyotik ve biyotik zaraalılara karşı dayanıklı, çevreye zararsız, malzemede boyutsal kararlılığı iyi ve UV dayanımını fazla malzemeler elde edilmesini sağlar (Freeman ve ark., 2003; Hill, 2006).

1.7. Üst Yüzey İşlemleri

Ahşap malzemelerin üst yüzeyi çeşitli işlemlerle şekillendirilebilir ve iyileştirilebilir. Tarihsel süreçte, ağaç malzemedan üretilen ahşap elemanların korunması, temizlenmesi ve estetik değerini artırmak amacıyla gerçekleştirilen işlemler, yüzey işlemleri olarak adlandırılmaktadır (Şanıvar, 1991; Sönmez, 2005). Bu işlemler, renklendirme, ağartma ve koruyucu katman oluşturmaya içermektedir. Üst yüzey işlemleri, ahşap malzemelerin estetik ve fonksiyonel özelliklerini artırmak için çeşitli yöntemleri içerir. Seçilen işlemler, kullanılacak ortama, tasarım tercihlerine ve ahşap türüne bağlı olarak değişebilir.

1.7.1. Üst Yüzey İşlemleri Tanımı ve Amaçları

Üst yüzey işlemlerinin estetik, koruma ve temizlik olarak üç amacı vardır. Estetiklik birçok kişi için tasarım ve görünüm için önemli bir faktördür. Bunun yanında iç ve dış mekanlarda ahşap malzemenin korunmasında önemlidir. Koruma amaçları sıralandığında; ağaç malzemenin dış ortamda korunması, rutubet alışverişini belirli ölçülerde engelleyerek çalışmasını azaltmak, ağaç malzemenin mekanik ve kimyasal etkilere, odun zararlılarına karşı korunması, ağaç malzemenin doğal halinin dış ortam şartlarına karşı korunması, ağaç malzemenin doğal özelliklerinin mümkün olduğunca uzun süre korunması bulunmaktadır. Temizlik amaçları sıralandığında; oyuncak ve gıda maddesi taşıyan kapların kirlenmesinin yüzey işlemleri ile önlendiği, yüzey işlemi uygulanan malzemenin kolayca temizlenebildiği göze çarpmaktadır. Estetik amaçları ise; ağaç malzemenin doğal halinin daha belirgin hale getirmek amacıyla yapılan üst yüzey işlemleri kullanılır. Bu süreç aynı zamanda dengesiz ve kusurlu renk hatalarını düzelter, düşük değerli ahşap malzemedan yapılan donanımların değerini artıran, aynı mobilyada kullanılan farklı ağaç türlerinin renk farklılıklarını gideren ve günün moda koşullarına uygun renk ve parlaklığı ağaç malzeme yüzeyine kazandırmayı amaçlayan bir dizi işlemi içerir. (Flexner,1994; Kurtoğlu, 2000).

1.7.2. Üst Yüzey İşlemlerini Etkileyen Faktörler

Ahşap malzemedan üst yüzey işlemlerini etkileyen faktörler; ağaç türü, rutubet miktarı, yüzey pürüzlülüğü, işleme teknolojisi, yüzey işleme teknikleri ve çevresel

koşullardır. Ahşap malzemenin türleri farklı özellikler gösterir. Yumuşak, sert ya da açık, koyu renkli malzemeler yüzey işlemlerini etkiler. Ahşap malzemenin rutubeti, özellikle malzemenin işlenmesini önemli ölçüde etkiler. Ahşap malzeme çevresel koşullara bağlı olarak genişleyip daralabilir. Bu nedenle yüzey işlemleri öncesi ahşap malzemenin rutubetinin kontrol edilmesi gerekli bir işlemdir. Ahşabın doğal olarak düzgün olmaması ve yüzey pürüzlülükleri, işlemlerin sonucunu etkiler. Ahşap işleme için kullanılan kesici takımların türü, kesme hızı, takım kesici kenarının geometrisi ve kesici takımın aşınma direnci gibi faktörler, işleme sonuçlarını etkiler. Ahşabın işlenme hızı ve besleme hızı, elde edilmek istenen yüzey kalitesini ve işleme sonuçlarını etkiler. Ahşap işleme için kullanılan teknoloji, örneğin torna, freze, cila veya lazer işleme gibi, malzemenin üst yüzeyine uygulanan işlemleri belirler. Ahşap malzeme üzerine uygulanan yüzey işleme teknikleri, örneğin zımpara, vernikleme, yağlama gibi işlemler, ahşabın görünümünü ve dayanıklılığını etkiler. İşleme sırasında ve sonrasında çevresel koşullar, ahşap malzemenin davranışını etkileyebilir. Bu etmenlerin bir kombinasyonu, ahşap malzemenin üst yüzey işlemlerini belirleyen faktörlerdir. İşleme sürecinde bu etmenlerin dikkate alınması istenilen sonuçları elde etmede önemlidir. Ahşap malzeme rutubete duyarlıdır. Bunun sebebi selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşur. Rutubet içeriği, ahşabın boyutsal kararlılığını etkiler (Williams, 1999; Williams, 2005).

Kullanım yerine göre malzemeye uygulanan işlemler değişmektedir. Dış ortamda kullanılacak malzemeler için dikkate alınması gereken dış faktörler şunlardır: ışık, yağmur, don, rüzgâr, sis, havanın rutubeti, hava kirliliği, mantar ve böcekler, çarpma, aşınma, temizlik malzemeleri. Dış ortamda kullanılacak malzemelerde, yüzey işlemlerinin öncelikle koruma amaçlı olduğu görülmektedir. İç ortamda kullanılacak malzemelerde ise odunun ve kullanıldığı ortamın rutubeti, daralma, genişleme, çatlak oluşumu, ekstraktif malzemeler gibi iç faktörler önemlidir. İç ortamda kullanılacak malzemelerde üst yüzey işlemlerinin temel amacı genellikle estetik kaygılara odaklanmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Doğru ve etkili bir koruma sayesinde uzun süreli bir kullanım sağlar. Tarihsel olarak birçok yüzey işlem maddesi ahşap koruma amaçlı olarak kullanılmıştır (Feist, 1984; Feist, 1988; Feist, 1990; Williams ve Feist, 1999; Creemers ve ark., 2002). Ancak, bu üst yüzey uygulamaları, ahşap malzemeyi biyolojik zararlılara karşı etkili bir şekilde koruyamamaktadır. Dış ortam koşullarında kullanılması ile birkaç yıl sonra yüzeyden yıkanmaktadır.

Günümüzde çevreci yaklaşımlar arttıkça, yeni koruyucular, standartlar veya katkı maddeleri geliştirilmeye devam edilmektedir (Evans ve ark., 1997; Jacques, 2000; Atılgan ve ark., 2011).

Ahşap malzemelerde yapılan üst yüzey işlemleri, odun türü, kesim ve üretim yöntemi, boyutsal değişim ve anatomik yapısı gibi özelliklere bağlı olarak dış ve iç ortam koşullarına karşı dayanım performansını etkilemektedir. (Williams, 1999).

1.7.3. Üst Yüzey İşlemlerinin Başarısını Etkileyen Odun Özellikleri

- Anatomik Yapı

Ağaç malzemenin türü, yüzey işlemlerinin uygulanması ve yapışma direncini etkileyen kritik bir özelliktir. Bu bağlamda, üst yüzey işleminin kalitesini özgül ağırlık (genel özgül ağırlık, ilkbahar-yaz odunu yoğunluk farkı, ilkbahar ve yaz odunu sınırında yoğunluk farkının keskinliği), yaz odunu bandının genişliği, özışını hücreleri (sayısı ve konumu), traheler (boyut ve konumu), ekstraktif madde içeriği, yıllık halka (bazı türler diğer türlere oranla daha hızlı büyüyebilir, bu da yıllık halkayı etkileyebilir) unsurlar etkilemektedir (Williams, 1999).

Ağaç malzemelerdeki farklılıklara bağlı olarak yüzey işleme özelliklerini üç grupta sınıflandırabiliriz:

1. Kolay uygulanabilir üst yüzey işleme sahip türler, ilkbahar odunundan yaz odununa geçişin düzgün ve basamaklı olduğu türlerdir.
2. Orta derecede kolaylıkla uygulanabilen üst yüzey işleme sahip türler, dar yaz odunu bantlarına ve belirgin bir ilkbahar odunundan yaz odununa geçişe sahip olan türlerdir.
3. Zor uygulanan üst yüzey işleme sahip türler, geniş yaz odunu bantlarına ve belirgin bir ilkbahar odunundan yaz odununa geçişe sahip olan türlerdir. (Örs ve Keskin, 2001; Williams, 2005).

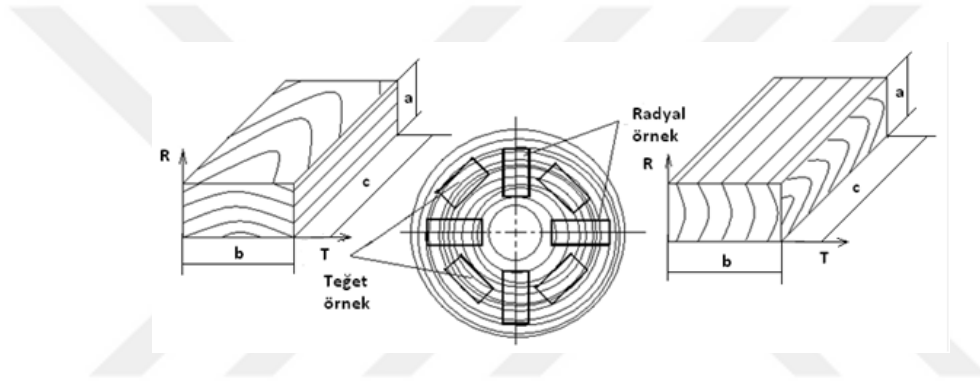
- Yoğunluk

Ağaç malzemenin yoğunluğu, işleme sırasında oldukça önemlidir. Ağaç malzemenin bulunduğu ortamdan rutubet alışverişi yaparak, bünyesinde daralma ve genişlemeler olur. Bu gibi değişimler yoğunlukla doğru orantılıdır. Bu sebeple dış ortamda veya rutubetli ortamlarda kullanılacak ağaç malzemelerin düşük yoğunlukta tercih edilmesi gerekir. Bu

sayade daha az çalışma olacağından yüzey işlem performansının dayanımı artar (Kurtoglu, 2000).

- Kereste, Biçme ve Üretim Teknikleri

Kereste, ilkbahar ve yaz odunu hücrelerinin farklı lif açılarına göre üretilmesiyle elde edilir. Yıllık halkalar kereste yüzeyine bir tarafta dik diğer bir tarafta paraleldir. Bu iki uç arasında farklı lif açıları bulunmaktadır. Kereste öz oduna yakın kesildiğinde anormal odun hücreleri içerir. Bu anormal hücreler genç odunu temsil eder ve normal oduna kıyasla enine boyuna boyutsal olarak (%0.1-0.2) daha fazla değişir (%2). Kabuğun ve öz odunun kenarından liflere paralel kesilen keresteler, çatlamaya ve yarılmaya daha yatkındır (Feist 1984; Williams 1999).



Şekil 1. Kerestede lif yönü

İyi bir yüzey işlemi yapmak ve elde edilen yüzeyden iyi bir performans almak için, uygun bir odun yüzeyi seçilmelidir. Bu bağlamda, dik lifli yüzeyler, paralel lifli yüzeylere göre performansı daha iyidir. Dış ortam koşullarında kullanılacak kerestelerde işleme ihtiyacını en aza indirmek amacıyla dik lifli yüzeyler tercih edilmektedir (Williams, 1999).

- Rutubet Miktarı

Odunun içinde bulunan su miktarına rutubet miktarı denir. Su ya da su buharı, hücre duvarında ya da hücre boşluklarında bulunabilir. Odunun türüne bağlı olarak, içinde bulunan su miktarı değişiklik gösterir. Rutubet içeriği %30'dan fazla olduğunda odunun ağırlığında artışa neden olabilir. Bu su, hücre çeperinde bulunan selüloz ve hemiselüloza bağlıdır. Hücre çeperindeki bağlı su miktarı, lif doygunluk noktasına (%28) ulaşmalıdır (Örs ve Keskin, 2001).

Odun, higroskopik bir malzeme olarak dış çevreden su alışverişi yapar. Bu alışveriş, odunun bulunduğu çevrenin bağıl nem oranıyla doğrudan ilişkilidir. Odunun çevresiyle su alışverişi, dengeye ulaşana kadar devam eder. Odunun hücre lümeninde bulunan serbest su

tamamen buharlaştığında, odunun nem oranı sadece hücre çeperine bağlı su kaldığında, lif doygunluk noktasına (LDN) ulaşır. LDN değeri ağaç türlerine bağlı olarak %22 ile %35 arasında değişir, genellikle ortalama LDN değeri %28 olarak kabul edilir (Williams, 2005).

Odunun bağlı suyu kayboldukça, selüloz zincirleri birbirine yaklaşarak daralır; aksi durumda, su doldukça selüloz zincirleri arasında bir genişleme meydana gelir. Ancak, oduna üst yüzey işlemi uygulandığında, absorpsiyon ve desorpsiyon oranlarında değişiklikler olabilir, ancak LDN değeri genellikle sabit kalır. Genellikle kışın odunun rutubet miktarı artarken, yaz aylarında azalır. Nemli bölgelerde odunun rutubet içeriği %20'nin üzerine çıkabilir. Hızlı bir kurutma işlemi uygulandığında odun çatlaklar, yarılmalar, eğilmeler ve bükülmeler gösterebilir (Williams, 1999).

Oduna uygulanan üst yüzey işleminin kalitesini sağlamak için malzemenin doğru rutubet değerinde olması önemlidir. Yüzey işlemi uygulanan odunun ortalama rutubet içeriği, hizmet ömrü boyunca koruma sağlamalıdır. Başarılı bir işlem için doğru parametrelerin doğru zamanlarda uygulanması gerekmektedir. Odunun rutubeti %20'yi aştığında ve bu malzeme üzerine yüzey işlemi uygulandığında kabarmalar meydana gelebilir. Ayrıca, suda çözünen ekstraktif madde içeren odunlarda, yüzey işlem maddesinin rengini değiştirerek estetik görünümünü bozabilir (Feist ve Hon, 1984; Williams, 1999; Örs ve Keskin, 2001).

- Boyutsal Değişim (Daralma, Genişleme)

Odunun türüne ve çeşitliliğine bağlı olarak boyutsal değişim farklılık gösterir. Boyutsal değişim radyal yönde teğet yöne göre değişim daha düşüktür. Dolayısıyla yüzey işleminin kalıcılığı artar. Ayrıca, özgül ağırlığı düşük türlerde yüzey işlem maddesinin tutunumu daha fazladır (Feist, 1984; Williams, 1999; Örs ve Keskin, 2001).

- Odunun Yüzey Özellikleri

Odunda yüzey özellikleri odunun yapısı ve işleme özelliklerine bağlıdır. Odunun damar yapısı, malzemenin işleme direncini ve yüzeyin düzgünlüğünü etkiler. Damarlar, ahşap üzerinde farklı renk ve dokulara neden olabilir. Örneğin odunun yapısında dalgalı liflilik olduğu zaman kullanılan yüzey işlem maddesini çok fazla içine çeker. Buda yüzeyde koyulaşmalara sebep olur. İşleme özelliklerine göre ise kesme, soyma üretim yöntemleri ile elde edilen kaplamalarda iç bölgelerde çatlaklar oluşur. Presleme aşmasında çatlaklı kısımlar dışa gelerek belirginleşir. Ayrıca kesiş yönü de oldukça önemlidir. Teğet yönde kesilmiş parçalar zamanla yaz odunu tabakasında gevşek lifliliğin oluşmasına neden olabilir. Gevşek lifli bir malzemeye uygulan yüzey işlem katmanının çatlamasına sebep

olur. Yüzey işlemi yapılacak olan malzemenin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için planyalama, frezeleme, tornalama gibi işlemlerden sonra zımparalama yapılmalıdır. Bu sayede yüzey işlemleri doğru ve ekonomik bir şekilde uygulanır (Kurtoğlu, 2000).

- Renk

Odunun doğal rengi ve deseni, işleme sonrası görünümü etkiler. Bu estetik özellikler, genellikle mobilya ve dekorasyon projelerinde önemlidir. Masif ağaç malzemeye saydam bir yüzey işlemi uygulandığı zaman malzemenin renk ve desen yönünden farklılık oranının düşük olmasına dikkat edilmelidir. Dikkat edilmediği durumlarda geri dönüşü oldukça zordur. Bir miktar renklendirme ya da ağartma işlemi ile giderilmektedir. Ağaç malzemenin rengi zaman içinde rengi koyulaşmaktadır. Bu koyulaşma öz odunda daha fazla olmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

- Permabilite (Geçirgenlik)

Geçirgenlik, ağaç malzemedeki sıvının içe ya da dışa doğru hareketidir. Permabilite de hem ağaç malzemenin özellikleri hem de kullanılan yüzey işlem sıvısının akıcılığı önemli rol oynar. Permabilitesi yüksek olan ağaç malzemelerde hem yüzey işlemlerinin hem de emprenye işlemlerinin uygulanması kolaydır. Düşük vizkoziteli sıvıların nüfuz hızı ve derinlere inme oranı daha fazladır. Geçirgenliği yüksek ağaç malzemelerde vizkozitesi yüksek, düşük olan ağaç malzemelerde ise vizkozitesi düşük yüzey işlem maddeleri tercih edilir. Geçirgenlik malzemedeki katman kalınlığı oluşumunu doğrudan etkiler (Kurtoğlu, 2000).

- Odun Ekstraktifleri

Öz ve diri odunlarında yüksek miktarda ekstraktif madde bulunduran türler, örneğin ceviz, maun gibi, farklı renk tonlarına sahiptir. Öz odundaki ekstraktif maddeler, odunun rengine katkıda bulunmanın yanı sıra suda çözünür. Suda çözünebilen ekstraktif maddeler, dış hava koşullarının etkisiyle odadan yıkanarak dış ortam koşullarında renk değişikliklerine neden olabilir. Üst yüzey işlemi uygulansa bile yağmurla çözünen ekstraktifler, sarımsı, kırmızımsı veya mavimsi renk tonlarına sebep olabilir. Odun, suda çözünebilen ekstraktif maddelerin yanı sıra suda çözünebilen reçine ve yağ gibi bileşikler de içerir. Bu bileşiklerin türü, odunun yetiştiği yer ve türü üzerinde etkili olabilir. Bu bileşikler üst yüzey işlemli malzemenin rengini değiştirebilir. Ancak, bu maddeler genellikle daha çok budaklarda bulunur. Kimyasal olarak, bu bileşikler üst yüzey işlemli malzemelerden yağlı alkid üst yüzey maddelerine benzerlik gösterebilir. Bu benzerlik nedeniyle, bu tür yüzey işlem malzemelerinin formülasyonları benzer olduğundan, doğru

bir kapama sağlama konusunda sorunlar ortaya çıkabilir (Williams, 1999; rs ve Keskin, 2001).

Dolayısıyla bu kusurları kapatmak için sentetik cila olan gomlak verniği kullanılır. Gomlak verniği, budakları kapatarak su ile teması önler. Budaklardaki ekstraktif akışını engellemek zordur. Bu amaçla genellikle macunlama gibi ek işlemler uygulanır. (Feist, 1984; Williams, 1999).

Ancak, bazı kullanım yerlerinde estetik görünüm için özellikle budakların kapatılmaması tercih edilir. Bu durumda, budaklara herhangi bir kapatıcı işlem uygulanmadan odun yüzeyine vernik uygulanır ve ekstraktiflerin renklenme oluşturmasına izin verilir (Williams, 1999).

1.7.4. st Yüzey İşlem Maddelerinin Sınıflandırılması

Yüzey işlemleri kaplama malzeme tiplerine, mekanik ve sıvı yüzey işlemleri olmak üzere e grup altında toplanır (Kurtoğlu, 2000).

- **Kaplama Malzemesi Tiplerine Göre st Yüzey İşlemleri**

Kaplama malzemesi türlerine göre yüzey işlemleri üç gruba ayrılır: katı, sıvı ve diğer kaplama malzemeleri. Katı kaplama malzemeleri arasında doğal ve yapay kaplamalar (ahşap, kğit, folyo, laminant vb.) bulunurken; sıvı kaplama malzemeleri emprenye, renklendirici, boya, cila, vernik, astar vb. içerir. Diğer kaplamalar arasında ise ipek baskı, kadife kaplama gibi seçenekler yer alır (Kurtoğlu, 2000).

- **Mekanik Olarak Yapılan st Yüzey İşlemleri**

Odunun yapısal özelliklerinden yararlanılarak yakma, fırçalama, kum püskürtme gibi işlemler yapılarak estetik özellikler ön plana çıkarılarak yapılan işlemlerdir. Daha çok odunun doğal özellikleri ön plana çıkarılmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

- **Sıvı Yüzey İşlemleri**

Sıvı yüzey işlemleri, ağaç malzemenin çeşitli şekillerde işlenmesini içerir. Bunlar, ağaç malzemenin rengini değiştiren işlemler (renk açma veya ağartma, renklendirme), koruyucu st yüzey işlemleri (ağacın doğal yapısını gösteren saydam işlemler, matlaştırma, vernikleme, cilalama), ağaç malzemesinin yapısını kaplayan işlemler (lake boyama, renkli vernikleme), ve ağaç malzemesinin yapısını değiştiren işlemler (desen baskılı yüzey işlemleri). Bu son kategoride, doğrudan ağaç malzemesinin doğal yapısı üzerine desen

baskıları, astarlanmış ağaç malzeme üzerine desen baskıları ve oto-mekanik yolla yapılan desen baskıları bulunur (Kurtoğlu, 2000).

1.7.5. Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları

Üst yüzey işlemleri uygulanmasının üç amacı vardır (Kurtoğlu, 2000).

- **Koruma Amaçları**

Ağaç malzeme iç ve dış ortamlardaki çeşitli bozunduruca etkilere maruz kaldığı zaman yıkımlanmaktadır. Malzemenin ömrünü uzatmak ve yıkılmayı önlemek amacıyla yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

- **Estetik Amaçları**

Her ağacın kendine özgü rengi, dokusu ve kokusu vardır. Yaşayan ağaçta pigmentler kabuk tarafından korunmaktadır. Fakat kesildikten sonra bu özelliklerini kaybeder. Yüzey işlemleri ile ağacın doğal güzelliği, rengi ve deseni belirgin hale gelir. Güzelliği daha çok vurgulanabilir. Malzemenin doğal yapısında oluşan kusurlar giderilerek kullanıma kazandırılır. Renklendirme işlemleri ile düşük kaliteli malzemelerin değeri artırılabilir (Kurtoğlu, 2000).

- **Hijyenik Amaçları**

Yüzey işlemleri sayesinde malzeme üzerinde toz ve kir tutunması engellenir. Malzemenin temizlenmesini kolaylaştırır. Yüzey işlemli malzeme ısıyı az ilettiğinden dolayı mikrop oluşumunu engeller. Buda ürünün hijyenini artırır (Kurtoğlu, 2000).

1.7.6. Üst Yüzey İşlemleri Uygulama Alanları

Üst yüzey işlemlerinin kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir: bina dışı (korunaklı: rüzgar, yağmur, güneş ve kar etkilerine karşı korunaklı; sıcaklık ve nem değişimlerine kısmen korunaklı olanlar (pencere ve dış kapılar); korunaksız olanlar (balkonlar, dış kapılar ve ahşap yapılar)), bina içi (mobilya, parke, duvar ve tavan kaplamaları), ve diğer kullanım alanları (bahçe mobilyaları, çeşitli alet ve araç gereçler) (Kurtoğlu, 2000).

1.7.7. Ağaç Malzemenin Yüzey İşlemlerine Hazırlanması

Malzemenin yüzey işlemlerine hazırlanması oldukça önemlidir. İşleme öncesinde malzemenin durumunu iyileştirmeyi ve istenen sonuçları elde etmeyi amaçlar. Malzeme üzerindeki kusurlar yüzey işlemlerini olumsuz etkiler. Malzeme işlem öncesinde temiz ve düzgün olmalıdır. Malzemenin yüzey işlemlerine hazırlanması için yapılan ön işlemler ile genel bilgiler aşağıda verilmiştir (Kurtoğlu, 2000).

• Onarma İşlemleri

Ahşap malzemenin onarım işlemleri, çeşitli sebeplerle meydana gelen çatlaklar, delikler, çürükler ve diğer hasarları düzeltmeyi amaçlar. Bu onarımlar, malzemenin görünümünü iyileştirmek, dayanıklılığını artırmak ve ömrünü uzatmak için gerçekleştirilir. Ağaç malzemenin yüzeyinde genellikle büyük ve küçük kusurlar olmak üzere iki tür onarım gerekebilir. Küçük kusurların düzeltilmesinde onarım macunları yeterli olabilirken, büyük kusurların giderilmesi için yama işlemi uygulanır. Kaliteli çalışmalarda onarma macunları tercih edilmez. Büyük kusurlar genellikle düşük budak ya da malzeme işleme sırasında ortaya çıkan kopmalardır. Budaklarla ilgili kusurların giderilmesinde budak matkapları kullanılır (Kurtoğlu, 2000).

• Lekelerin Uzaklaştırılması

Ahşap yüzeydeki renk değişiklikleri, lekeler veya boya soyulmaları, uygun boya ile düzeltilebilir. Mobilya ve doğrama üretiminde işlem sırasında tutkal, pas, alkali ve reçine lekeleri ya da bant lekeleri görülmektedir. Bu lekeler yüzey işlem maddeleri gibi yüzey kalırlar ve yüzey işlem maddesi ile entegre olamadığından farklı bir görüntü ile yüzeyde görünürler (Kurtoğlu, 2000).

• Islatma İşlemleri

Ahşap malzemede ıslatma işlemleri, ahşabın işlenmesi, temizlenmesi, yumuşatılması veya diğer özel uygulamalar için kullanılır. Ahşap malzemenin genellikle su ile ıslatılması, ahşabın yumuşamasına ve işlenmesini kolaylaştırmaya yardımcı olabilir. Bu işlem, ahşabın formunu değiştirmek veya üzerindeki lekeleri çıkarmak amacıyla kullanılabilir. Mobilya üretimi sırasında, ilk ve son ıslatma olarak bilinen işlemler günümüzde daha çok son ıslatma yöntemiyle uygulanmaktadır. İlk ıslatma işlemi, mekanik etkiler sonucu ezilen ağaç liflerini eski haline getirmeyi amaçlar. Ancak günümüzde, seri üretim teknikleriyle bu tür kusurların önlenmesi nedeniyle bu işlem genellikle kullanılmamaktadır. Son ıslatma

işlemi ise, ağaç malzemedede zımparalama sonucu oluşan kusurların giderilmesinde kullanılır (Kurtoğlu, 2000).

•Renk Açma (Ağartma) İşlemleri

Ahşap malzemedede ağartma işlemleri, genellikle malzemenin rengini açmak veya lekeleri hafifletmek amacıyla yapılır. Ağartma işlemleri, ahşap yüzeyin istenilen renk tonuna ulaşması veya mevcut lekelerin, yaşlanmanın veya diğer faktörlerin etkilerinin azaltılması için uygulanabilir. Çeşitli oksidasyon ve redüksiyon yöntemleri ile ağaç malzemedeki pigmentlerin uzaklaştırılması işlemlerine renk açma (ağartma) denir. Ağartma işlemlerinin ağaç malzemedede uygulanmasının nedenleri renk değişikliği, lekelerin giderilmesi, ahşap tipleri arasındaki renk uyumsuzluğu, ahşabın yaşlanmasının giderilmesi, leke öncesi ön hazırlık ve estetik tercihlerdir. Renk değişikliği; ahşap zamanla doğal olarak renk değişiklikleri yaşayabilir. Bu renk değişiklikleri genellikle güneş ışığı, hava, nem ve diğer çevresel etkenlerden kaynaklanır. Ağartma işlemi, ahşabın orijinal rengine daha yakın bir renk tonuna geri dönmesini sağlar. Lekelerin giderilmesi; ahşap yüzeyindeki lekeler, su lekeleri veya yaşlanma nedeniyle oluşan lekeler gibi unsurlar, ağartma işlemi ile hafifletilebilir veya tamamen giderilebilir. Ahşap tipleri arasındaki renk uyumsuzluğu; ahşap malzeme farklı türlerde ahşap kullanılması durumunda renk uyumsuzluğu ortaya çıkabilir. Ağartma işlemi, farklı ahşap türleri arasındaki renk farklılıklarını azaltabilir ve homojen bir görünüm sağlayabilir. Ahşabın yaşlanmasının giderilmesi; ahşap malzeme zamanla doğal olarak yaşlanabilir ve bu süreçte renginde değişiklikler meydana gelebilir. Ağartma işlemi, ahşabın genç ve taze bir görünüm kazanmasına yardımcı olabilir. Leke giderme öncesi hazırlık; ahşap yüzeyi boyamadan veya kaplamadan önce, ahşabın rengini açmak ve daha eşit bir yüzey elde etmek için ağartma işlemi yapılabilir. Bu, lekenin daha homojen bir şekilde emilmesine ve renk tutmasına yardımcı olabilir. Estetik tercihler; ağartma işlemi, belirli bir tasarım veya dekorasyon amacıyla ahşap malzemenin rengini değiştirmek isteyenler için bir seçenek olabilir. Ağartma işlemi, ahşap malzemenin türüne ve istenilen sonuca bağlı olarak farklı yöntemlerle uygulanabilir. Örneğin, kimyasal ağartma, oksijenle ağartma veya güneş ağartması gibi çeşitli teknikler kullanılabilir. Ancak, ağartma işlemi dikkatlice yapılmalı ve ahşap malzemeye zarar vermemek için doğru malzemeler ve yöntemler seçilmelidir. Ağartma işlemleri zorunlu olmadıkça uygulanmaması gerekir. Renk açma işlemlerinin amaçları malzemenin istenmeyen renginin değiştirilmesi, seri üretimde tek düze rengin sağlanması, istenen tonlarda renklendirilemeyen ağaç malzemenin renginin açılması, ağaç malzemedeki lekelerin

giderilmesi ve öz ve diri odun arasındaki istenmeyen renk farklılığın giderilmesi sıralanabilir (Kurtoğlu, 2000).

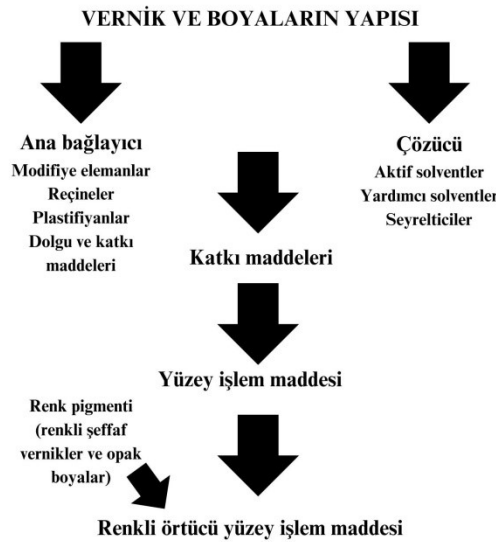
• Zımparalama İşlemleri

Ahşap malzemenin zımparalanması, çeşitli amaçlarla yapılan bir işlemdir ve genellikle ahşap yüzeyin düzgünleştirilmesi, pürüzlülüklerin giderilmesi, lekelerin veya boyaaların çıkarılması, yüzeyin hazırlanması ve son kaplama işlemlerine uygun bir zemin oluşturulması gibi nedenlerle gerçekleştirilir. Yüzey pürüzsüzleştirme; ahşap malzemenin doğal olarak düz olmaması veya üretim sürecinde oluşan çatlaklar, yüzey pürüzlülükleri veya keskin kenarlar, zımparalama ile düzeltilir. Bu sayede ahşap yüzeyi daha düzgün ve estetik bir görünüme sahip olur. Ahşabın hazırlanması; ahşap yüzeyi boyama, vernikleme veya cilalama gibi kaplama işlemleri öncesinde zımparalanır. Bu, kaplama malzemelerinin daha sağlam tutunmasını sağlar ve daha homojen bir sonuç elde edilmesine yardımcı olur. Boya veya kaplama kalınlığının ayarlanması; zımparalama, ahşap malzemenin üzerindeki eski boyaları, vernikleri veya kaplamaları çıkarmak için kullanılabilir. Ayrıca, yeni bir kaplama uygulamadan önce eski kaplamaların yüzeyden temizlenmesi ve kalınlığının ayarlanması için de zımpara işlemi uygulanabilir. Lekelerin giderilmesi; ahşap üzerinde oluşan lekeler, su lekeleri veya diğer kalıcı izler, zımparalama ile hafifletilebilir veya tamamen giderilebilir. Bu işlem, ahşap yüzeyin temizlenmesine ve daha temiz bir görünüme kavuşmasına yardımcı olur. Ahşap yüzeyin hizalanması; ahşap parçaların birleştirilmesi veya montajı sırasında ortaya çıkan düzensizlikler, zımparalama ile düzeltilir. Bu, ahşap malzemenin birleştirildiği yerlerde düzgün ve eşit bir yüzey elde edilmesine yardımcı olur. Çapak ve kenar temizliği; ahşap malzeme kesildiğinde veya işlendiğinde çapaklar ve keskin kenarlar oluşabilir. Zımparalama işlemi bu çapakları temizler ve kenarları daha düzgün hale getirir. Ahşap yüzeyin yumuşatılması; ahşap yüzeydeki sert veya keskin kenarların, köşelerin veya kabartılmış alanların yumuşatılması için zımparalama yapılır. Bu, kullanıcı güvenliği açısından önemlidir. Zımparalama işlemi, ahşap malzemenin kullanım amacına ve istenilen sonuca bağlı olarak farklı zımpara türleri ve granül (tane) büyüklükleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Özellikle dikkatli bir şekilde yapılan zımparalama işlemi, ahşabın daha iyi bir yüzey vermesini sağlar. Son kaplama işlemleri için uygun bir taban oluşturur. Zımparalama işlemi malzemenin yüzey işlemlerine hazırlanmasında temel işlem olarak nitelendirilir. Rendeleme, planyalama, frezeleme gibi işlemlerden sonra oluşmuş kusurları gidermek için kullanılır. Düzgün ve kusursuz bir yüzey elde etmek için, elle veya makine ile iki veya üç aşamalı bir

zımparalama işlemi yapılmalıdır. İlk zımparalama (malzeme yüzeyindeki makine işlemleri ve ön hazırlıklardan kaynaklar kusurları gidermek), ara zımparalama (ilk zımparalama işleminden sonra yüzeyin pürüzsüz bir hale getirilmesi) ve son zımparalama (renklendirmeden sonra oluşan kusuru gidermek) işlemleri yapılır (Kurtoğlu, 2000).

1.7.8. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler ve Özellikleri

Şu anda boya ve vernik sektörü, hızla evrim geçiren ve uluslararası düzeyde önemli bir sektör olarak kabul edilebilir. Üretilen boya ve vernikler, çeşitli endüstri türleri için büyük miktarlarda talep görmektedir. Boya ve vernikler genellikle karmaşık formülasyonlardır ve bir dizi farklı madde içerirler. Bu maddeler, boya veya verniğin özelliklerini belirler ve uygulama alanına göre değişiklik gösterebilir. Boya ve vernikler genellikle kompleks karışımlardır ve çeşitli özelliklere sahip farklı maddeler içerirler. Boya, genellikle bir bağlayıcı, pigmentler, çözücüler ve çeşitli katkı maddelerinden oluşur. Vernikler ise genellikle bir bağlayıcı, çözücüler, katkı maddeleri ve bazen pigmentler içerir. Verniklerin ve boyaların yapısının şematik gösterimi aşağıdaki Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Vernik ve boyaların yapısı

Bağlayıcı (reçine); boya ve verniklerin temel bileşeni, filmlerin oluşturulmasından sorumlu, yapışma, esneklik ve direnç gibi özellikleri belirler. Örnek bağlayıcılar arasında

akrilik, alkid, epoksi, poliüretan ve fenol formaldehit reçineler bulunabilir. Pigmentler; renk veren partiküllerdir. Opaklık, renk yoğunluğu ve renk stabilitesi sağlarlar. Titanyum dioksit, demir oksitleri, krom oksit yeşili gibi pigmentler kullanılabilir. Çözücüler; boyanın veya verniğin uygulandığı yüzeye yayılmasını sağlar. Genellikle su, alkol, mineral tiner veya organik çözücüler kullanılır. Çözücüler, bağlayıcıyı çözerek boyanın veya verniğin uygulama sırasında düzgün bir şekilde yayılmasını sağlar. Katkı maddeleri; kuruma süresini kontrol eden, reolojiyi düzenleyen ve diğer özellikleri etkileyen maddeler içerir. Stabilizatörler, antifoaming ajanlar, katalizörler ve UV absorbanlar gibi çeşitli katkı maddeleri bulunabilir. Su veya çözücü bazlı boya ve vernik özellikleri; su bazlı boyalar ve vernikler genellikle çevre dostudur ve düşük uçucu organik bileşen içerir. Çözücü bazlı ürünler genellikle daha hızlı kurur ancak çözücülerin çevresel etkileri ve uçuculuğu nedeniyle bazı sağlık riskleri olabilir. Epoksi ve poliüretan bazlı boya ve vernik özellikleri; yüksek dayanıklılık, kimyasal direnç ve aşınma direncine sahiptirler. Genellikle endüstriyel uygulamalarda kullanılır. Her bir boya ve vernik türü, özel uygulama alanlarına ve gereksinimlere yönelik farklı özelliklere sahip olabilir. Ürün etiketlerini ve üreticinin talimatlarını dikkatlice incelemek, belirli bir boya veya vernik türünün özelliklerini daha iyi anlamaya yardımcı olacaktır. Bu ürünler, ahşap işçiliği ve mobilya sektöründe geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Kaplanan ahşap yüzeyler, yüksek dekoratif özellikleriyle öne çıkar ve mekanik hasara, sıcaklık değişimlerine, rutubet gibi etkenlere karşı koruma sağlar. Ahşap malzemenin son işlemi olan yüzey işlemleri için birçok farklı türde boya ve vernik bulunsun da sürekli olarak yeni boyalara ve teknolojilere olan ihtiyaç devam etmektedir. Üreticiler ve kullanıcıları memnun edecek koruyucu ve dekoratif kaplamalar oluşturmak için çeşitli yöntemler ve teknolojiler sürekli olarak araştırılmaktadır (Bashkistrova ve ark., 2022).

Boyalar genellikle ahşap, kâğıt, çeşitli metaller, plastikler ve birçok kompozit yapıya uygulanan malzemeler olarak bilinir. Bu malzemeler genellikle koruma ve süsleme amacı taşır, ikinci rol ise kılık değiştirme yeteneğini içerir. Koruyucu rol, alt tabakayı çevresel etmenlerden, özellikle de ultraviyole radyasyon, nem ve oksijen gibi faktörlerden koruma işlevini içerir (Bentley, 2001).

Boya ve verniklerin yapısını bağlayıcılar, pigmentler, katkı maddeleri ve çözücü ve inceltici maddeleri oluşturur. Farklı çeşitlerde kombinasyonlar oluşturularak farklı ürünler ortaya çıkar (Kurtoğlu, 2000).

• Bağlayıcı Maddeler

Bağlayıcılar yüzey işlem maddesi için önemi bağlanmayı sağlayarak, malzemenin koruma ve görselliğini artırmak amacı ile kullanılır. Bağlayıcılar (reçineler), pigmentleri bir arada tutan ve yüzeye bağlayan maddelerdir. Boyanın dayanıklılığını ve yapışma özelliklerini etkiler. Yüzey işlem maddesinin ağaç malzemeye uygulama yapıldıktan sonra kuruması sonucu yüzeyde katman ve film oluştururlar. Reçineler bağlayıcı madde olarak kullanılır. Bağlayıcı maddeler doğal kökenli ve yapay kökenli olarak üretilir. Doğal kökenli olanlar kolafan, sandarak, dammar, kopal, gomlak, balmumu ve mum sıralanır. Fakat doğal reçinelerin kullanımı sırasında ortaya çıkan çeşitli sorunlardan dolayı yapay kökenli bağlayıcı maddeler ortaya çıkmıştır. Yapay kökenli bağlayıcılar genellikle yüksek molekül ağırlıklı organik maddelerden oluşur, ancak bazı durumlarda anorganik maddeler de kullanılabilir. Bu bağlayıcı maddeler, yapılarına göre üç ana grupta sınıflandırılabilir. Bunlar termoplastlar, elastomerler ve duroplastlardır (Kurtoğlu, 2000).

Termoplastlar; Polimerik malzemelerden türetilen termoplastik reçinelerdir. Bu termoplastik reçineler, belirli bir sıcaklık aralığında yumuşayarak şekil alabilir ve bu işlem tekrarlanabilir. Bu özellik, termoplastları sertleşmez, yanmaz veya çatlamaz hale getirir. Yüksek sıcaklıklarda esnek hale gelen ve soğuduklarında tekrar sertleşen maddeler, sıcaklık etkisiyle değişen özelliklere sahiptir. Bu tür malzemeler, genellikle sıcaklığa bağlı olarak elastik bir yapı gösterir. Örneğin, polivinilklorür (PVC), polistirenler (PS), polietilenler (PE) ve polivinil asetatlar (PVA) bu kategoriye örnek olarak verilebilir (Kurtoğlu, 2000). Polivinil Asetat (PVA); su bazlı boyalarda kullanılan bir termoplastiktir. Emülsiyon boyalarında bağlayıcı olarak sıkça kullanılır. Akrilik (Polimetil Metakrilat); akrilik reçineler, su bazlı boyalarda ve bazı solvent bazlı boyalarda bağlayıcı olarak kullanılır. Akrilik boyalar, dış mekân uygulamaları için dayanıklılık ve renk stabilitesi sağlar. Polietilen; endüstriyel kaplamalarda ve bazı spreyci boyalarda kullanılan bir termoplastiktir. Esneklik, darbe direnci ve kimyasal direnç sağlar. Polipropilen; dış cephe kaplamalarında ve bazı özel uygulamalarda kullanılır. Dayanıklılık, korozyon ve hafiflik direnci gibi özelliklere sahiptir. Kopolimerler ve karışımlar; boya formülasyonları genellikle farklı termoplastik reçinelerin kopolimerlerini veya karışımlarını içerir. Bu, farklı özellikleri birleştirerek istenilen performans özelliklerini elde etmeye yardımcı olabilir. Bu termoplastik reçineler, boyanın yüzeye yapışmasını, dayanıklılığını, esnekliğini ve diğer mekanik özelliklerini belirlemede önemli bir rol oynar. Boya endüstrisinde tercih edilen termoplastikler, çeşitli performans özellikleri ve geniş bir uygulama yelpazesi

sunarak farklı gereksinimleri karşılamak amacıyla özel olarak geliştirilmiştir (Kursoğlu, 2000; Kovan 2002; Tojiboyev ve Muhiddinov, 2022).

Elastomerler; elastomerkopoliüretanlar veya diğer elastomerik malzemelerdir. Elastik özelliklere sahip polimerik malzemelerdir. Boya endüstrisinde elastomerler, boyanın film oluşturmaya yardımcı olur ve belirli özelliklere sahip olmasını sağlar. Yüksek sıcaklıklarda elastik özellik gösteren molekül yapıları çapraz bağlı maddelerdir. Örneğin neopren (NK), silikon (Sİ) ve poliüretan (PÜ) bu kategoriye örnek olarak verilebilir. Elastomerkopoliüretanlar (PU); poliüretanlar genellikle elastomerik özelliklere sahip olduklarından boya formülasyonlarında kullanılırlar. Dayanıklılık, esneklik ve aşınma direnci sağlayabilirler. Özellikle dış cephe kaplamalarında, otomotiv boyalarında ve endüstriyel kaplamalarda kullanılırlar. Akrilik elastomerler; akrilik reçinelerin elastomerik özelliklerle modifiye edilmiş versiyonlarıdır. Esneklik ve darbe dayanımı sağlarlar. Bu tür elastomerler genellikle dış cephe kaplamalarında ve elastomerik kaplamalarda kullanılır. Silikon elastomerler; genellikle yüksek sıcaklık direnci ve elastik özellikler nedeniyle özel uygulamalarda kullanılır. Yangın geciktirici ve yüksek sıcaklık dayanımı gerektiren yerlerde kullanılabilirler. Nitril kauçuk (NBR); kimyasal ve yağlara karşı direnci nedeniyle endüstriyel kaplamalarda kullanılan bir elastomer türüdür. Sızdırmazlık uygulamalarında ve özel kaplamalarda kullanılabilir. Fluoroelastomerler (Viton); özellikle yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı, kimyasallara karşı direnç sağlayan elastomerlerdir. Otomotiv endüstrisinde, özellikle yakıt sistemlerinde ve yüksek sıcaklık uygulamalarında kullanılırlar. Elastomerler, genellikle boyalara esneklik, darbe dayanımı, yüksek sıcaklık ve kimyasallara karşı dayanım gibi özellikler kazandırmak için kullanılır. Boya formülasyonları, spesifik uygulama gereksinimlerini karşılamak üzere farklı elastomer türlerini içerebilir (Kursoğlu, 2000; Karlı ve ark., 2012).

Duroplastlar; sertleşen, kalıcı bir yapıya sahip olan polimerik malzemelerdir. Bu tür malzemeler, bir kez sertleştikten sonra tekrar eritilemezler veya yumuşayamazlar. Duroplastlar genellikle dayanıklı, sert ve kimyasal dirence sahiptirler, bu nedenle bazı özel uygulamalarda boyalarda kullanılabilirler. Sertleştirdikten sonra dönüşümsüz özellik gösteren, yüksek sıcaklıklarda kırılabilir yapıya sahip maddelerdir. Örneğin doymamış polyester (UP), fenol formaldehit (FF), üre formaldehit (UF), melamin formaldehit (MF) bu kategoriye örnek olarak verilebilir. Epoksi reçineler; sertleştirici ile karıştırıldığında kimyasal reaksiyona girerek sertleşen ve dayanıklı bir yapı oluşturan duroplastlardır. Yüksek mukavemet, kimyasal direnç ve yapışma özellikleri nedeniyle genellikle zemin

kaplamaları, kaplamalar ve yapıştırıcılar gibi birçok endüstriyel uygulamada kullanılır. Aminoplast reçineler; formaldehit ile birlikte amin içeren bileşenlerin polimerizasyonu ile sertleşen bir tür duroplasttır. Ayna kaplamaları, mobilya kaplamaları ve dekoratif kaplamalar gibi uygulamalarda kullanılır. Üre formaldehit reçineler; üre ve formaldehitin birleşimiyle oluşan ve sertleştirildikten sonra dayanıklı bir yapıya sahip olan duroplastlardır. MDF (orta yoğunluklu lif levha) ve sunta gibi ahşap bazlı malzemelerin kaplanması ve laminasyonunda kullanılabilirler. Fenol formaldehit reçineler; fenol ve formaldehitin polimerizasyonu ile sertleşen bir türdür. Elektrik izolasyon malzemeleri, laminate levhalar ve dayanıklı kaplamalarda kullanılabilirler. Bu duroplastlar, genellikle endüstriyel ve özel uygulamalarda kullanılan dayanıklı ve kalıcı kaplamalar oluşturmak için boyalarda kullanılır. Bu reçinelerin sertleşme süreci, özellikle belirli sıcaklık ve zaman şartlarında kontrol edilir, bu da özel ihtiyaçlara uygun özelliklere sahip boyaların üretilmesine olanak tanır. (Kurtoğlu, 2000).

- Çözücü ve inceltici maddeler

Boya ve verniklerde kullanılan çözücüler ve incelticiler, ürünün viskozitesini ayarlamak, uygulama kolaylığını artırmak ve malzemenin yüzeye yayılmasını sağlamak gibi amaçlarla kullanılırlar. Bu maddeler, genellikle çeşitli organik çözücülerden oluşur. Boyanın uygulanabilir kıvamını sağlayan, pigmentleri ve bağlayıcıyı çözen maddelerdir. Çözücüler; bağlayıcı maddelerin kimyasal yapısını bozmadan kullanılabilir duruma gelmesini sağlayan maddelerdir. İncelticiler; akışkanlığı arttıran çözücü özellikte olmayan maddelerdir. Yaygın olarak kullanılan çözücüler ve incelticilerden bazılarını açıklarsak, mineral tiner; genellikle petrole dayalı bir çözücüdür. Yağlı boyalarda, alkid reçineli boyalarda ve diğer bazı solvent bazlı boyalarda inceltici olarak kullanılır. Aromatik solventler; toluen, ksilen ve nafta gibi maddeler içeren organik çözücülerdir. Bazı özel uygulamalarda, özellikle endüstriyel kaplamalarda ve bazı polyester reçineli boyalarda kullanılır. Alifatik solventler; hidrojenlenmiş beyaz spirit, heptan ve oktandiol gibi alifatik çözücülerdir. Alifatik solventler genellikle güvenlik ve çevresel nedenlerle tercih edilir. Ayrıca, çoğu alifatik solvent düşük kokulu ve düşük uçuculuk özelliklerine sahiptir. Aseton; hızlı buharlaşan bir çözücüdür ve genellikle akrilik ve vinil esaslı boyalarda kullanılır. Aseton, birçok reçine ve polimeri çözebilir, bu nedenle belirli uygulamalarda dikkatlice kullanılmalıdır. Butil asetat; orta buharlaşma hızına sahip bir çözücüdür. Çoğunlukla ahşap cilalarında, mobilya verniklerinde ve bazı endüstriyel kaplamalarda kullanılır. Metil etil ketone (MEK); hızlı buharlaşan bir çözücüdür ve çoğunlukla

endüstriyel kaplamalarda ve metal boyamada kullanılır. İyi bir çözücüdür, ancak uygulama sırasında dikkatli kullanılmalıdır. Propilen glikol etil eter (PGE); düşük kokulu bir çözücüdür ve genellikle su bazlı boyalarda kullanılır. Toksik olmayan bir alternatiftir. Bu çözücüler ve incelticiler, boyanın konsistansını düzenleyerek uygulama sürecini kolaylaştırır ve istenilen kaplama sonuçlarını elde etmeye yardımcı olur. Fakat, bu maddelerin kullanımına dair güvenlik kurallarına ve yerel düzenlemelere dikkat edilmelidir. (Cassens, 1980,Kurtoğlu, 2000).

- Katkı (dolgu) maddeleri

Boya ve verniklerde kullanılan katkı maddeleri, ürünün özelliklerini geliştirmek, performansını artırmak veya uygulama sürecini kolaylaştırmak amacıyla eklenen çeşitli maddelerdir. Bu katkı maddeleri, genellikle reçineler, pigmentler, çözücüler ve diğer temel bileşenlerle birlikte kullanılarak belirli özelliklere yönelik özel formülasyonlar oluşturulmasına yardımcı olur. Katkı (dolgu) maddeleri, boyanın performansını artırmak, rengi ayarlamak, kuruma süresini kontrol etmek gibi çeşitli amaçlarla eklenen maddelerdir. Yüzey işlem maddelerinin var olan özelliklerine ek özellikler katmak için kullanılan maddelerdir. Örneğin kurutucu maddeler, biozidler, aşındırıcı maddeler, bağlayıcı maddeler, matlaştırma maddeleri, ışığa karşı koruyucu maddeler, yumuşatıcılar ve akıcılığı sağlayıcı maddeler bu kategoriye örnek olarak verilebilir. Boyalar ve verniklerde sıkça kullanılan bazı katkı maddelerini açıklarsak, stabilizatörler; antioksidanlar ve UV stabilizatörler gibi maddeler, ürünün renk stabilitesini ve kimyasal direncini artırmak amacıyla eklenir. Islak tutucular (wetting agents); yüzeye yayılma özelliklerini geliştirmek ve substrata daha iyi yapışmayı sağlamak için kullanılır. Kuruma hızlandırıcılar; kuruma süresini kısaltan maddelerdir. Reoloji modifiyerleri; ürünün viskozitesini düzenleyen maddelerdir. Uygulama işlemi sırasında iyi dağılım ve kontrol sağlar. Antibakteriyel ve antifungal maddeler; boyaların ve verniklerin yüzeyinde bakteri ve küf oluşumunu önleyen maddelerdir. Katılaştırıcılar ve çapraz bağlayıcılar; bazı durumlarda, reçinelerin sertleşmesini hızlandıran veya iyileştiren maddelerdir. Yüzey aktif maddeler; emülsiyon boyalarında kullanılır ve yağ fazı ile su fazı arasındaki etkileşimi iyileştirir. Fluorlu katkıları; suya dayanıklılık ve leke direnci gibi özellikleri artırmak amacıyla kullanılır. Matlaştırıcılar ve parlaklık vericiler; boyanın yüzey parlaklığını ayarlamak için kullanılır. Matlaştırıcılar mat bir görünüm sağlarken, parlaklık vericiler ise yüksek parlaklık elde etmek için kullanılır. Dolgu maddeleri; talk, kalsit, silika gibi dolgu maddeleri, boyanın kapsama gücünü artırmak, maliyeti düşürmek için kullanılır. Bu katkı maddeleri, farklı

boyutlarda ve sektörlerde kullanılan boyalar ve vernikler için özel formülasyonlar geliştirmek üzere tasarlanır. Her bir katkı maddesi, belirli bir performans veya estetik özellik elde etmeye yönelik belirli bir amaç için eklenir. (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Kurtoğlu, 2000).

- Kurutucu maddeler (Sikatifler)

Boya ve verniklerde kullanılan katkı maddeleridir ve genellikle reçinelerin oksidatif kuruma sürecini hızlandırmak için kullanılırlar. Oksidatif kuruma, oksijenle reçineler arasındaki kimyasal reaksiyonlar sonucunda film oluşumunu sağlar. Sikatifler bu süreci hızlandırarak kuruma süresini kısaltır ve ürünün kullanılabilir hale kısa sürede getirir. Kurşun, kobalt, mangan gibi metal oksit ve metal tuzları çözeltileridir. Özellikle yağlı olan yüzey işlem maddelerini (bezir yağı, alkid reçinesi) kurutmak için kullanılır. Bu kurumayı dışarıdan fazla miktarda maddenin oksijen almasını sağlayarak yaparlar. Sikatifler genellikle %2-4 oranında kullanılır. Fazla oranda kullanılması halinde istenilen etkiler meydana gelmez. Yaygın olarak kullanılan bazı sikatif türlerini açıklarsak, kobalt sikatifler; kobalt, genellikle kuruyucu tuzlar veya kompleksler şeklinde kullanılır. Kuru film oluşturmadaki etkisi nedeniyle alkid reçineleri gibi oksidatif kuruma yapan reçinelerle sıklıkla kullanılır. Mangan sikatifler; mangan, kuruma hızını hızlandırmak için kullanılan başka bir metaldir. Genellikle alkid reçinelerinde ve diğer oksidatif kuruma yapan sistemlerde bulunabilir. Kalsiyum sikatifler; kalsiyum, alkid reçinelerin ve diğer oksidatif kuruma yapan reçinelerin kuruma sürecini desteklemek amacıyla kullanılır. Çinko sikatifler; çinko, özellikle alkid reçinelerin kuruma sürecini iyileştirmek için kullanılır. Çinko sikatifler, diğer metal kurutucularla birlikte kullanılarak daha etkili sonuçlar elde edilmesine yardımcı olabilir. Demir sikatifler; demir, genellikle bitkisel yağlar ve alkid reçinelerde oksidatif kuruma sürecini hızlandırmak için kullanılır. Sikatiflerin doğru bir şekilde kullanılması, boyanın veya verniğin belirli bir uygulama alanına uygun hızlı ve etkili bir kuruma sağlar. Ancak, miktarları kontrol etmek önemlidir, çünkü aşırı kullanım kuruma sürecini olumsuz etkileyebilir. Bundan dolayı, üretici talimatlarına ve formülasyon yönergelerine dikkat edilmelidir. (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

- Koruyucu Maddeler (Biyositler)

Boyalar ve vernikler genellikle biyositler içerebilir. Biyositler, bu ürünlerde mikroorganizmaların (mantarlar, bakteriler, algler vb.) büyümesini engelleyen veya öldüren kimyasal maddelerdir. Rutubetli yerlerde mantar ve bakteri gelişiminin

engellenmesi için kullanılır. Fakat insan sağlığına zararlı olduğundan dolayı standartlara uygun bir şekilde kullanılmalıdır (Kurtoğlu, 2000).

Biozitler genelde fungusitler, bakterisitler ve algisitlerden koruma özelliklerine göre gruplanır. Fungisitler (mantar öldürücüler); mantarların büyümesini engelleyen veya öldüren maddelerdir. Bu, boyalardaki küf ve mantar oluşumunu önlemeye yardımcı olabilir. Bakterisitler (bakteri öldürücüler); bakterilerin çoğalmasını engelleyen veya öldüren maddelerdir. Bu, boyaların yüzeylerinde bakteri oluşumunu kontrol etmeye yardımcı olabilir. Algisitler (alg öldürücüler); alglerin büyümesini önleyen veya öldüren maddelerdir. Bu, özellikle dış mekân uygulamalarında güneş ışığı ve nem nedeniyle oluşabilen alg oluşumunu engellemeye yardımcı olabilir. Biozitler, boyalar ve verniklerin depolama koşulları, uygulama alanları ve çevresel etkileri gibi faktörlere bağlıdır. Ayrıca, çevre dostu biyositlerin tercih edilmesi, endüstriyel uygulamalarda önemli bir konudur (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

• Bağlanmayı Kuvvetlendiriciler

Boya ve verniklerde bağlanmayı kuvvetlendirici maddeler, bu ürünlerin alt tabakaya (genellikle bir yüzey veya zemin) daha iyi yapışmasını sağlamak için kullanılan katkıdır. Bu maddeler, yüzey hazırlığı, yapışma gücü, dayanıklılık ve genel performansı artırmaya yardımcı olabilir. Bu maddeler yüzey işlem maddesinin ıslanma yeteğini artırarak yüzey geriliminin düşmesini sağlar. Boya ve verniğin içinde bulunan dolgu maddelerini stabilize eder (Kurtoğlu, 2000).

Yaygın bağlanmayı kuvvetlendirici maddeler primerler (astarlar), adhezyon promöterleri, yüzey aktivatörleri, silanlar, siloksanlar ve epoksi reçinelerdir. Primerler (astarlar); boya veya vernik uygulamadan önce yüzeyin astarlanması, bağlanmayı kuvvetlendirebilir. Astarlar, genellikle poröz yüzeylerde boya veya verniğin daha iyi tutunmasına yardımcı olur. Adhezyon promotörleri; bu maddeler yüzeydeki boya veya verniğin alt yüzeyle daha iyi bağlanmasını sağlamak için kullanılır. Metal, plastik veya diğer malzemelerle uyumluluğu artırmak için adhezyon promotörleri kullanılabilir. Yüzey aktivatörleri; yüzeyin ıslanabilirliğini artırarak bağlanmayı güçlendirebilir. Bu, boya veya verniğin yüzey üzerinde daha iyi yayılmasına ve tutunmasına yardımcı olabilir. Silanlar ve siloksanlar; bu organik bileşenler, yüzeyle kimyasal bir bağ oluşturarak bağlanmayı artırabilir. Özellikle beton, taş veya mineral yüzeylerde kullanıldığında etkilidir. Epoksi reçineler; yüzeyle birleşen ve güçlü bir bağ oluşturan özel bir kimyasal yapısı olan bağlanmayı kuvvetlendirici maddelerdir. Epoksi tabanlı astarlar veya kaplamalar özellikle

metal yüzeylerde kullanıldığında güçlü bağlanma sağlayabilir (Wheeler, 1983; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Her bir malzeme ve uygulama için en uygun bağlanma kuvvetlendirici madde türüne göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle ürün etiketlerini, üretici önerilerini ve profesyonel tavsiyeleri dikkate almak önemlidir.

• Aşındırıcı Maddeler

Boyalar ve verniklerde kullanılan aşındırıcı maddeler genellikle matlaştırma veya yüzey hazırlığı gibi amaçlarla kullanılır. Bu maddeler, yüzeyin pürüzsüz olmasını sağlamak, boyanın kuvvetli bir şekilde yapışmasını ve dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılabilir. Ancak aşındırıcı maddelerin kullanımı dikkatlice kontrol edilmelidir, çünkü aşırı kullanım yüzeyin zarar görmesine neden olabilir. Bu maddelerin ısı iletkenliği fazla olduğundan dolayı malzemenin zımparalanabilme yeteneğini artırır. Fakat astar boya veya dolgu, verniklerin direnç özelliklerini azaltır (Cassens, 1980; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Boyalarda ve verniklerde kullanılan bazı yaygın aşındırıcı maddeleri açıklarsak; silika (kuarz); mineral kökenli bir malzemedir ve yüzey hazırlığı için sıklıkla kullanılır. Silika, boyanın malzeme yüzeyine daha iyi tutunmasını sağlamak amacıyla kullanılan bir aşındırıcıdır. Alümina; alüminyum oksit mineralidir ve aşındırıcı özelliklere sahiptir. Boya ve verniklerde kullanılan alümina genellikle yüzeyin pürüzlülüğünü artırmak ve boyanın tutunmasını sağlamak için kullanılır. Titanyum dioksit; beyaz renkli bir pigmenttir, ancak bazen aşındırıcı özellikleri nedeniyle yüzey hazırlığı için kullanılabilir. Poliüretan mikroküreler; bazı durumlarda mikro boyuttaki poliüretan küreler aşındırıcı maddeler olarak kullanılabilir. Bu küreler, yüzeyi hafifçe matlaştırabilir ve boya uygulaması için daha iyi bir taban oluşturabilir. Aşındırıcı maddelerin kullanımı uygulama yönergelerine ve üreticinin önerilerine uygun olmalıdır. Aşındırıcılar, yüzeyi hazırlamak ve boya veya verniğin performansını artırmak için dikkatlice kontrol edilen miktarlarda kullanılmalıdır. Aksi takdirde istenmeyen etkilere neden olabilirler. (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997)

• Tikotropik Maddeler

Tikotropik maddeler, boyalar ve vernikler gibi viskoz sıvılarda kullanılan özel türdeki maddelerdir. Tikotropik maddeler, bu tür ürünlerin uygulama ve işleme özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılır. Tikotropi, bir malzemenin deformasyon veya karışım sonrasında viskozitesinin geçici olarak düşmesi ve ardından kendi kendine geri

kazanması anlamına gelir. Dikey durumda kullanılacak olan malzemelere yüzey işlem maddesi uygulaması sırasında kullanılarak yüzey işlem sıvısının akmamasını sağlar (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997; Kurtoglu, 2000).

Boyalar ve verniklerde sıklıkla kullanılan bazı tiksotropik maddeleri açıklarsak; Bentonit kil; doğal bir tiksotropik madde olarak bilinir. Su emme özelliğine sahiptir ve boyalarda viskozitenin kontrol edilmesine yardımcı olabilir. Hekzaamin; bu organik bileşik, özellikle ağır metallerin inhibisyonu ve tiksotropik özellikler sağlamak için kullanılabilir. Polimerler; bazı özel polimerler, boyalarda tiksotropi sağlamak amacıyla kullanılır. Örneğin metil selüloz gibi polimerler tiksotropik özelliklere katkıda bulunabilir. Silikatlar; boyaların ve verniklerin viskozitesini kontrol etmek için kullanılabilen inorganik maddelerdir. Tiksotropik maddeler, özellikle dikey yüzeylerde uygulama sırasında sıvının daha iyi yapışmasını sağlamak ve sıvının damlamasını engellemek için kullanılır. Bu özellik, ürünün istenilen kalınlıkta ve düzgünlükte uygulanmasına yardımcı olabilir. Tiksotropik özellikler, ayrıca depolama sırasında ürünün karışımının ve dağılımının istikrarını sağlayarak ürünün performansını artırabilir. (Cassens, 1980; Wheeler, 1983)

• Matlaştırma Maddeleri

Matlaştırma maddeleri, boyalar ve verniklerde kullanılarak yüzeyin parlaklığını azaltan ve mat bir görünüm elde etmeye yardımcı olan katkı maddeleridir. Bu maddeler genellikle mikro partiküller veya özel kimyasal bileşikler içerir. Matlaştırıcı maddelerin içerisinde mum ve kurutucu maddeler bulunur. Yüzeye gelen ışığı dağınık olarak yansıttığı için mat bir görünüm vermektedir (Cassens, 1980; Kurtoglu, 2000).

Boyalarda ve verniklerde kullanılan bazı matlaştırma maddelerini açıklarsak; Silika (kuarz); genellikle matlaştırıcı olarak kullanılan doğal bir mineraldir. Farklı partikül boyutları ve yüzey özellikleri ile farklı matlık dereceleri elde edilebilir. Kalsiyum karbonat; boyalarda ve verniklerde matlık sağlamak için kullanılan bir diğer yaygın bileşendir. Hem doğal hem de sentetik formları bulunabilir. Talk (magnezyum silikat); yumuşak bir mineral olup matlaştırıcı ve kaydırmazlık özellikleri nedeniyle boyalarda ve kaplamalarda kullanılır. Silikon dioksit; nano boyutta kullanıldığında yüksek transparan matlık sağlayabilen bir matlaştırıcıdır. Polimer mikroküreler; matlaştırıcı özelliklere katkıda bulunabilir. Bu mikroküreler genellikle polietilen gibi polimerlerden yapılır ve yüzeyde mikro gözenekli bir yapı oluşturarak mat bir görünüm elde edilmesine yardımcı olur. Matlaştırma maddeleri kullanıldıkları ürünün özelliklerine ve uygulama gereksinimlerine

bağlı olarak seçilir. Bu maddelerin doğru oranda ve doğru şekilde dağıtılması istenilen matlık seviyesini elde etmek için önemlidir (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997).

• Işığa Karşı Koruyucu Maddeler

Boyalar ve vernikler genellikle ışığa maruz kalma sonucunda renklerinin solması veya malzemenin yıpranması gibi sorunlarla karşılaşabilir. Bu nedenle ışığa karşı koruyucu maddeler, ürünlerin uzun ömürlü olmalarını ve renk dayanıklılığını artırmak sağlamak için kullanılır. Işığa karşı koruyucu maddeler genellikle UV filtreleri veya absorbanları içerir. Bu maddeler gelen ışığın etkisini azaltarak dayanım sağlar. Genelde UV ışınının etkisini ısıya çevirerek bu korumayı sağlar. Koruyucu etki, malzemeye ve kullanılan yüzey işlem sıvısına bağlıdır. Uyguladıkları yüzeyde zamanla etkisi azalmaktadır (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Işığa karşı koruyucu maddelerin bazılarını açıklarsak; Halojenür filtreler, özellikle UV ışınlarını absorbe ederek boyanın veya verniğin renklerini korumaya yardımcı olabilir. Titanyum dioksit gibi malzemeler bu kategoriye girebilir. Benzotriazol ve benzofenon türevleri; bu kimyasal maddeler, UV ışınlarını absorbe ederek boyaların ve verniklerin renk stabilitesini artırabilir. Hindistan cevizi yağı; içeriğinde bulunan doğal antioksidanlar ve UV filtreleri ile boyaların ve verniklerin ışığa karşı direncini artırabilir. UV absorbent kimyasallar; kimyasal bileşenler UV ışınlarını absorbe ederek, boyaların ve verniklerin renklerini ve yapılarını koruma konusunda etkili olabilir. Fotokatalitik malzemeler; bazı özel malzemeler ışığa maruz kaldıklarında reaksiyona girerek serbest radikalleri etkisiz hale getirebilir ve bu da renk solmasını önlemeye yardımcı olabilir. Bu koruyucu maddeler, boyaların ve verniklerin kullanıldığı ortamın koşullarına, uygulama alanlarına ve ürünün özelliklerine bağlı olarak seçilir. Her zaman için ışığa karşı koruyucu maddeler, ürünlerin renk dayanıklılığını artırmak ve dış etkenlere karşı koruma sağlamak için önemli bir rol oynar.

• Akıcılığı Sağlayan Maddeler

Boya ve verniklerde akıcılığı artırmak veya uygulama sırasında düzgün bir tabaka oluşturabilmek için çeşitli akıcı ajanlar kullanılır. Bu maddeler boya veya vernik karışımının viskozitesini düşürerek daha kolay akmasını ve yüzeyin daha düzgün bir şekilde kaplanmasını sağlar (Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

Akıcılığı sağlayan maddelerden bazılarını açıklarsak; nişasta boyalarda ve verniklerde akıcılığı artırmak için kullanılan doğal bir polisakkarittir. Modifiye nişasta özellikle özel işlemlerle değiştirilmiş nişasta türleridir. Metil selüloz; bu polimerik madde

sulu veya organik çözücüler içinde çözünür ve boya veya vernik karışımlarının akışkanlığını artırabilir. Akrilik ve poliüretan polimerler; boyaların ve verniklerin reolojik özelliklerini iyileştirerek akışkanlığı artırabilir. Sıvı parafin; çoğunlukla yağ bazlı boyalarda kullanılan bir akıcı ajan türüdür. Bu madde karışımın daha iyi akmasını sağlar. Silikon yağları; özellikle su bazlı boya ve verniklerde kullanılabilir. Akıcılığı artırarak yüzeyi düzeltmeye yardımcı olarak performansı artırabilirler. Amonyum ve amin tuzları; su bazlı sistemlerde akıcılığı iyileştirmek için kullanılabilir. Boyaların ve verniklerin farklı uygulama koşullarına uyumlu ve daha iyi performans göstermesine yardımcı olabilir. Ancak kullanılan malzemelere ve uygulama gereksinimlerine bağlı olarak akıcılık dikkatlice ayarlanmalıdır (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

• Yumuşatıcılar

Malzemenin esnekliğini ve yüzey özelliklerini iyileştirmek için eklenen kimyasal katkı maddeleridir. Yumuşatıcılar, boya ve verniklerin uygulanabilirliğini artırabilir, kuruduktan sonra daha elastik bir yapı oluşturabilir ve genel performanslarını iyileştirebilirler. Vernik ve boya katmanlarını elastik hale getiren ve uçucu olmayan maddelerdir. Buharlaşarak yüzeyden uzaklaşırsa boya ya da vernik filminde gevşemelere sebep olur (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Boyalarda ve verniklerde yaygın olarak kullanılan bazı yumuşatıcı türlerini açıklarsak; Ftalat ve non-ftalat plastifikatörler; yumuşatıcı olarak kullanılan phthalate ve non-phthalate plastifikatörler genellikle polimer matrislerini esnek hale getirir ve çatlama direncini artırır. Epoksi yumuşatıcılar; epoksi reçinelerin esnekliğini artırmak ve kaplama uygulamalarında iyi performans sağlamak için kullanılabilir. Polyester yumuşatıcılar; bu tip yumuşatıcılar genellikle polyester reçinelerin mekanik özelliklerini iyileştirir ve esnekliğini artırır. Silikon yumuşatıcılar; su bazlı boyalarda kullanılabilir. Yüzeyin yumuşaklığını artırarak ve uygulama sırasında akışkanlığı geliştirerek performansı artırabilir. Poliüretan yumuşatıcılar; çeşitli reçine sistemlerinde esnekliği artırmak için kullanılır. Yumuşatıcılar, genellikle uygulama koşulları, yüzey özellikleri ve malzemelere bağlı olarak seçilir. Ayrıca, kullanıldıkları sistemde kimyasal ve mekanik stabiliteyi sağlama yetenekleri dikkate alınmalıdır (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

•Pigmentler ve Renk Maddeleri

Pigment, genellikle renk veren ve çeşitli malzemelerde kullanılan renk maddeleridir. Çoğunlukla toz halinde bulunur ve diğer malzemelere karıştırılarak renk oluşturur. Renkli pigmentler, resim sanatında, tekstil boyama, baskı, kozmetik ürünler, plastik, vernik ve boya endüstrisinde yaygın olarak kullanılır. Üst yüzey işlemlerinde kullanılan pigmentler, küçük boyutlu toz formundaki renkli çeşitli kimyasal yapıda doğal ve yapay maddelerdir. Genellikle sıvılarda çözünmezler. Pigmentler renkli ve örtücü yüzey işlemlerinde sıkça kullanılır. Pigmentlerin özellikleri arasında ışığa dayanıklılık ve homojen bir şekilde dağılarak yüksek renk tonu sağlama yeteneği bulunur. Bu özelliklerin elde edilebilmesi için pigmentlerin yeknesak bir şekilde dağılması önemlidir. Homojen olmayan pigment dağılımı topaklanmalara neden olabilir ve bu da yüzeyi olumsuz yönde etkileyebilir (Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Pigmentlerin temel özellikleri ve kullanım alanları açıklarsak; pigmentler renk oluşturma yetenekleri nedeniyle kullanılır. Renk çarkındaki farklı renklere karşılık gelen farklı pigment türleri vardır. Örneğin, mavi, kırmızı ve sarı pigmentler ana renklerdir ve bu ana renklerin karışımıyla diğer renkler oluşturulabilir. Kamuflaj ve kaplama; bir yüzeyi kaplamak ve ona renk vermek için kullanılır. Duvar boyası, araba boyası ve diğer kaplama malzemelerinde yaygındır. Koruma; bazı pigmentler güneş ışığına maruz kaldıklarında renk değiştirebilir veya malzemenin yüzeyini koruyabilir. Örneğin, titanyum dioksit pigmentleri beyaz renkte olup, güneş ışığını yansıtarak malzemeleri güneşin zararlı etkilerinden korur. Endüstriyel kullanım; plastik, kauçuk, mürekkep, seramik ve diğer endüstriyel malzemelerde renk katma veya özellik eklemek için kullanılır. Sanat; resim ve diğer sanat dallarında kullanılan pigmentler sanatçıların çeşitli renklerde eserler oluşturmalarına olanak tanır (Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

1.7.9. Katman Yapan Koruyucu Yüzey İşlemleri

Ahşap malzemedeki katman yapan yüzey işlemleri, genellikle ahşabın estetik, dayanıklılık ve kullanım süresini artırmak amacıyla uygulanan çeşitli işlemleri içerir. Doğal olarak kullanılan ağaç malzemenin iç ve dış etmenlere karşı korunumu azdır. Bu yüzden malzemenin kullanım ömrünü artırmak için yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

Ağaç malzemede katman yapan bazı yaygın yüzey işlemlerini açıklarsak; laklama; ahşap yüzeyine uygulanan bir tür kaplama malzemesidir. Genellikle şeffaf olabilir veya renkli olabilir. Lak, koruma, dayanıklılık ve estetik görünüm sağlar. Vernikleme; ahşap yüzeyini koruyan ve güzel bir parlaklık veren bir kaplama malzemesidir. Genellikle şeffaftır, ancak renkli vernikler de bulunabilir. Boya; ahşap yüzeyine renk vermek ve koruma sağlamak amacıyla uygulanabilir. Boya, ahşabın yüzeyini kapatarak çeşitli dış etkenlere karşı koruma sağlar. Yağlama; ahşap yüzeyleri beslemek ve korumak için kullanılan bir başka yöntemdir. Ahşap yağları, yüzeyin doğal görünümünü ve dokusunu korurken suya karşı dayanıklılığını artırabilir. Renklendirme; ahşap yüzeylere renk vermek amacıyla kullanıldığı gibi ahşap lekeleri ile ağacın doğal renk tonları vurgulanabilir veya değiştirilebilir. Kaplama; ahşap malzemeye farklı malzemelerin uygulanmasıyla yapılan kaplama işlemleri de katman yapan yüzey işlemleri arasında yer alır. Örneğin PVC kaplama, melamin kaplama gibi kaplama türleri ahşap malzemeye farklı özellikler kazandırabilir. Eski görünüm verme (antikleme); ahşap yüzeylere eski ve antik bir görünüm kazandırmak amacıyla özel teknikler ve malzemeler kullanılabilir. Bu işlem ahşabın görsel karakterisitik özelliklerini vurgulamak için tercih edilebilir (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

• Gözenek Macunları ve Dolgu Maddeleri

Ahşap malzemelerde kullanılan gözenek macunları genellikle ahşap yüzeydeki boşlukları, çatlakları doldurmak ve düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla kullanılır. Bu macunlar genellikle ahşap dolgu maddeleri olarak adlandırılırlar. Dolgu amaçlı kullanılan macunlar ile elde edilecek yüzeyler tek seferde elde edilirken vernikler ile birkaç katman sonra elde edilmektedir. Böylece malzeme ve iş gücü tassaffuru sağlanır. Gözenek macunları dolgu (odun tozları, tebeşir, alçı taşı ve kil) ve bağlayıcı (yağlı veya alkidli vernikler) olmak üzere iki kısımdan oluşur (Cassens, 1980; Wheeler, 1983; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997, Kurtoğlu, 2000).

Ahşap macunu; ahşap malzemelerde yaygın olarak kullanılan ahşap macunları, ahşap yüzeydeki çatlakları, delikleri ve diğer boşlukları doldurmak için formüle edilmiştir. Genellikle ahşap tozu veya elyafı, reçineler ve diğer bileşenleri içerir. Ahşap dolgu çubukları; çeşitli ahşap renklerinde ve tonlarında bulunabilen sert bir macun içerir. Ahşap yüzeydeki çatlakları veya delikleri doldurmak için kullanılır ve genellikle kuruduktan sonra zımpara yapılabilir. Epoxy ahşap dolgular; dayanıklılık ve su direnci sağlamak için kullanılır. Bu tür dolgular genellikle iki bileşenli bir karışımdır ve ahşap yüzeydeki

çatlakları doldurmanın yanı sıra güçlü bir bağ oluşturur. Akrilik dolgular; genellikle su bazlıdır ve hızlı kururlar. Ahşap yüzeydeki küçük çatlakları veya boşlukları doldurmak için kullanılır. Renk seçenekleri geniş olduğu için ahşap tonlarına uygun bir renk seçimi yapmak mümkündür. Selülozik dolgular; ahşap yüzeydeki boşlukları doldurmak için selüloz esaslı bir malzeme içerir. Hızlı kururlar ve zımpara yapılabilecekleri için kullanımı kolaydır. Ahşap malzemede kullanılan gözenek macunları ahşabın doğal görünümünü korumak veya istenilen renk ve tonlara uygun bir dolgu sağlamak amacıyla farklı bileşenler içerebilir. (Cassens, 1980; Wicks ve ark., 1989 Tichy, 1997).

1.7.10. Vernikler

Ahşap malzemelerde kullanılan vernikler ahşap yüzeyi korumak, güzelleştirmek ve dayanıklılığını artırmak amacıyla kullanılan kaplama malzemeleridir. Ahşap vernikleri genellikle ahşabın doğal güzelliğini ortaya çıkarmak, renkleri vurgulamak ve dış etkenlere karşı koruma sağlamak için kullanılır. Vernikler, sürüldükleri yüzeyde kuruduktan ya da sertleştikten sonra genellikle daha şeffaf bir katman oluşturan malzemelerdir. Genellikle çözücü ve inceltici olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Vernikleme işleminin amacı, yüzeyde sert bir tabaka oluşturarak yüzeyi dış etkenlere karşı korumak ve aynı zamanda estetik bir görünüm kazandırmaktır. Vernikler hammaddelerine göre (alkid reçinesi verniği, nitroselülozik vernik), uygulama sırasına göre (astar vernik, son kat vernik), uygulama sistemine göre (püskürtme verniği, batırma verniği), yüzey etkisine göre (parlak vernik, mat vernik), sürüldüğü yüzeye göre (mobilya verniği, yat verniği), kuruma tiplerine göre (fiziksel, kimyasal, fiziksel ve kimyasal), diğer özelliklere göre (geçirgen vernik, bir veya iki bileşenli vernikler) şeklinde çeşitli sınıflandırmalara tabi tutulurlar (Kurtoğlu, 2000).

Reçine terimi, yarı katı bir halde bulunan ve farklı amaçlar için kullanılan çeşitli doğal maddeleri tanımlamak amacıyla tarihsel bir geçmişe sahiptir. Reçine teriminin kullanımı genellikle sentetik maddeleri, örneğin fenolik reçineleri içerecek şekilde genişletilmiştir. Reçineler, karakterize edilen bir sınıf veya polimerler olarak kabul edilebilir ve çeşitli özelliklere göre sınıflandırılırlar. Bunlar arasında katı veya yarı katı fiziksel durum, şeffaflık, şekilsiz morfoloji, organik çözücülerde çözünürlük sayılabilir. Doğal reçineler bitkisel veya hayvansal kökenli olabilir. Yağ reçineleri (örneğin, çam reçinesi) veya damar adı verilen sert reçineler içerebilir. Congo ve copal gibi reçineler,

fosilleşmiş sızıntılar olarak topraktan çıkarılır. Bu reçineler genellikle çeşitli organik maddelerin (esterler, asitler, alkanlar vb.) karışımlarından ve hazırlanmaları sırasında oluşurlar. Saflaştırma işlemlerine ve olası kimyasal modifikasyonlara sıklıkla tabi tutulurlar. Doğal reçinelerin kullanımı, mevcut kaplama pazarında genellikle sınırlıdır. Ancak bazı sektörlerde kaplama özelliklerini değiştirmek için hala kullanılmaktadırlar (Bulian ve Graystone, 2009).

• Su Bazlı Vernikler

Çevre dostu ve kullanımı kolay olan vernik türleridir. Bu vernikler genellikle su ile seyreltilmiş bir polimer çözeltisinden oluşur ve genellikle su bazlı boyalar gibi çözücü içermezler. Su bazlı verniklerin avantajları arasında düşük çözücü içeriği, düşük kokulu olmaları ve kolay temizlenebilirlik bulunmaktadır. Ayrıca genellikle daha çabuk kurur ve çevre için daha az zararlıdır. Su bazlı verniklerin gelişim kazanmasının sebebi organik çözücülü maddelerden, eritici ve inceltici sıvı buharının azaltılmak istenmesidir. Su bazlı vernikler aqua vernik organik çözücü madde içeren fakat su ile inceltilebilir verniklerdir. Bağlayıcı madde türüne göre fiziksel olarak kurumakta kimyasal olarak sertleşmektedir.

Su bazlı verniklerin avantajları, çevre dostu olmalarıdır. Çünkü içerdikleri organik çözücü madde oranı genellikle %5-20 arasında olduğu için çevre zararını azaltırlar. Ayrıca, su bazlı vernik filmlerinin özellikleri diğer vernik filmleriyle karşılaştırıldığında genellikle daha iyi performans gösterir. Dezavantajlarına değinecek olursak, düzgün işlenmemiş yüzeylere uygulama yapılırsa su ile genişlemektedir. Reçine içeren odunlarda ıslanma problemi oluşmaktadır. Tam bir parlaklık elde edilemez. Yüzey işlemleri uygulaması sırasında korozyona uygun bir tesis gereklidir. Vernik sürme alet ve makinaları verniğin akıcılık özelliklerine uygun olmalıdır. Gerekli kurutma süresi, sürülen katman kalınlığına, bağlayıcı madde miktarına, kurutma metoduna göre çok geniş bir dağılım göstermektedir (Wicks ve ark., 1989; Beaaty, 1993; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

• Poliüretan Vernikler

Ahşap malzemede kullanılan poliüretan vernikler, genellikle dayanıklılık ve çizilmeye karşı direnç sağlamak amacıyla tercih edilen bir vernik türüdür. Bu tür vernikler poliüretan reçineleri içerir ve ahşap yüzeylere uygulandığında sert, şeffaf bir kaplama oluşturur. Poliüretan vernikler genellikle iç ve dış mekân ahşap ürünlerinde kullanılır. Son zamanlarda en popüler vernik türüdür. Poliüretan sistemlerinde ana bağlayıcı olarak kullanılan üretan reçineler farklı materyaller ve üretim teknikleri ile kullanıldığından dolayı verniğin kuruma süresi, katman yapma yeteneği ve uygulaması değişiklik

gösterebilir. Üretim aşamasında yağ asitleri, hint yağı türevleri, polieterler, polyester gibi değişik özellikte materyaller kullanılmakta ve verniğin ana karakteristik özelliklerini belirlemektedir. Poliüretan verniklerin en fazla kullanılan türü iki komponentli türleridir. Poliüretan verniğin seyreltme işlemi tiner ile yapılmaktadır. Poliüretan verniklerde ilk kuruma evresi çözücü buharlaşması ile olmaktadır. Üretimde kullanılan çözücüler hızlı buharlaştığı için toz tutmazlık kuruması 5 ila 10 dakika, dokunma kuruması 25 ila 30 dakika, zımpara kuruması ise 2 ila 3 saatte tamamlanmaktadır. Tam kuruma ise 2-3 haftada gerçekleşmektedir. Kuruma sırasında ortamdaki hava sirkülasyonunun veya ortam sıcaklığının artırılması ilk aşamalarda kurumada etkili olurken tam kuruma sağlanması için polimerizasyonda karşılıklı çapraz bağların kuruması gerektiğinden pek etkili olmamaktadır. Ortam rutubetinin artması kurumayı olumsuz yönde etkiler. Poliüretan verniklerin tercih edilmesindeki en önemli sebep katman yapma özelliğidir. Sert, esnek, suya karşı dirençli, aşınma direnci ve kimyasallara karşı direnci yüksektir (Beaaty, 1993; Tichy, 1997; Kurtoğlu, 2000).

1.8. Grafen

Nanoteknoloji; maddenin, atomik ve moleküler ölçekte manipüle edilerek kontrol edilmesiyle ilgilenen bir bilim ve teknoloji alanıdır. Bu alanda, 1 ila 100 nanometre (nm) boyutlarındaki maddenin molekülleri ve atomları yönlendirilerek bir araya getirilir ve bu süreç sonucunda malzemeye farklı özellikler ve işlevler kazandırılır. (Erkoç, 2007; Roco, 2011).

Ayrıca, malzemede en az bir nanometre cinsinden ölçülen karakteristik boyuta sahip fonksiyonel yapıların tasarımı, yapımı veya kullanımını içeren geniş bir terimdir (Kelsall ve ark.; 2005).

Nanoteknoloji kelimesini parçalayarak incelediğimizde, "nano" ve "teknoloji" kelimelerinden oluştuğunu görüyoruz. Nano kelimesi Yunanca kökenlidir ve "cüce" anlamına gelir. Bu kelime, herhangi bir ölçünün milyarda birini ifade eder (Özdoğan ve ark., 2006a).

Teknoloji, yararlı ve inovatif ürünler üretmeye ve tasarlamaya yönelik bilgilerin bütünüdür (Ayhan, 2002; Kut ve Güneşoğlu, 2005).

Nanoteknolojik malzemelerin faydaları konuşulduğunda, ilk akla gelenler arasında daha fazla üretim yapma kapasitesi, malzemenin temel özelliklerinden farklı özelliklere

sahip malzemeler elde etme yeteneği ve fonksiyonel malzemeler üretme olasılığı gelir. Nano ölçekli bir malzeme kullanarak malzemenin fiziksel veya kimyasal özelliklerini istenilen şekilde tasarlama ve farklı alanlarda kullanma imkânı sunar (Çimen ve Yılmaz, 2012; Dahman, 2017).

Nanoteknolojik malzemelerin pazar büyüklüğünün 340 milyar doları geçeceği ve özellikle elektronik alanındaki nanoteknolojik ürünlerin 300 milyar doları aşabileceği ifade edilmektedir (Ersan, 2007). Nanoteknoloji, yeni yüzyılda önemli bir teknoloji devrimi olarak tanımlanmış olup henüz kuluçka döneminde bulunmaktadır. Bu kritik teknolojinin 2025 yılına kadar tam anlamıyla gelişmesi ve hayatın çeşitli alanlarında etkin bir şekilde kullanılması beklenmektedir (Bayındır, 2007a).

20.yüzyılın sonlarına doğru bilim insanlarının odaklandığı nanopartikül veya nanoparçacık, bir maddenin boyutları 100 nanometre ve altında olan toz parçalarına verilen isimdir (Çıracı, 2007a). Malzemenin mevcut özelliklerini değiştirmek amacıyla, malzemenin bir veya daha fazla doğrultuda nanometre düzeyindeki nanopartikül boyutlarına indirilmesi ile bu değişiklik elde edilir. Örneğin, kırılğan bir malzeme olan seramik, tanecik büyüklüğü nanometre ölçeğine indirildiğinde daha kolay şekillendirilebilir hale gelir. Nano boyuttaki tozlarla takviye edilen kompozit malzemeler ise çok daha yüksek performans değerlerine ulaşabilirler (Kut ve Güneşoğlu, 2005; Ersöz ve ark., 2018).

Grafen, tek bir atom kalınlığında, karbon atomlarından oluşan bir malzemedir. Karbon atomlarının düzenli bir şekilde altıgen hücreler oluşturacak şekilde düzenlendiği 2 boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle grafen, tek katmanlı bir grafitir. Grafen, karbon atomlarının altıgen bir desende düzenlenmesinden dolayı üstün mekanik, elektriksel ve optik özelliklere sahiptir. Bu özellikler arasında yüksek mukavemet, esneklik, termal iletkenlik ve elektriksel iletkenlik bulunur. Bu özellikler grafenin birçok endüstriyel ve teknolojik uygulamada potansiyel olarak kullanılmasını sağlar. Nanotüpler ve fullerenler gibi karbon bazlı diğer nano yapılarla birlikte karbon nanomalzemeler sınıfını oluşturur. Grafen, elektronik, malzeme bilimi, nanoteknoloji ve diğer birçok alanda önemli uygulamalara sahiptir. Birçok endüstriyel ve teknolojik alanda çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Elektronik ve optoelektronik uygulamalar; grafen, yüksek elektriksel iletkenlik özelliği nedeniyle elektronik cihazlarda kullanılır. Transistörler, sensörler, dokunmatik ekranlar, LED'ler, güneş pilleri ve esnek elektronik cihazlar gibi birçok optoelektronik uygulamada potansiyel olarak kullanılabilir. Malzemeler bilimi; grafen, mekanik

dayanıklılığı, esnekliği ve hafifliği sayesinde malzeme biliminde önemli bir rol oynar. Güçlendirilmiş kompozit malzemeler, korozyona dayanıklı kaplamalar, termal yönetim sistemleri ve biyomedikal cihazlar gibi birçok uygulama için potansiyel sunar. Enerji depolama ve dönüşüm; grafen, yüksek yüzey alanı, elektriksel iletkenlik ve kimyasal kararlılık özellikleri nedeniyle enerji depolama ve dönüşüm uygulamalarında kullanılabilir. Lityum iyon piller, süperkapasitörler, yakıt hücreleri ve hidrojen depolama sistemleri gibi alanlarda potansiyel uygulamaları vardır. Termal yönetim; grafen, yüksek termal iletkenlik özelliğine sahiptir ve bu nedenle termal yönetim uygulamalarında kullanılabilir. Isı yayıncılar, termal arayüz malzemeleri ve termal arabirimler gibi uygulamalar grafenin potansiyel kullanım alanlarından bazılarıdır. Su ve hava arıtma; grafen, yüksek yüzey alanı ve kimyasal kararlılığı sayesinde su ve hava arıtma sistemlerinde kullanılabilir. Grafen bazlı membranlar, filtreler ve adsorbentler, su ve hava kirliliğini azaltmada etkili olabilir. Biyo-teknoloji ve tıp; grafen, biyolojik uygulamalarda (örneğin biyo görüntüleme, biyosensörler, ilaç taşıyıcıları) ve tıbbi uygulamalarda (örneğin biyomedikal cihazlar, doku mühendisliği) potansiyel olarak kullanılabilir.

Grafen ve ahşap malzeme bir araya getirilerek çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bu birleşim, ahşabın doğal yapısal özelliklerini korurken grafenin özelliklerinden de faydalanmayı amaçlar. Grafen takviyeli ahşap kompozitler; grafen, ahşap kompozit malzemelerde takviye olarak kullanılabilir. Grafen lifleri veya nanopartikülleri, ahşabın dayanıklılığını artırabilir ve mekanik özelliklerini iyileştirebilir. Bu, mobilya ve inşaat malzemeleri gibi alanlarda kullanılabilecek daha güçlü ve dayanıklı ürünlerin üretilmesini sağlayabilir. Termal ve elektriksel iletkenlik; grafenin yüksek termal ve elektriksel iletkenliği, ahşap malzemeyle birleştirilerek termal veya elektriksel iletim özelliklerini artırabilir. Bu, ısı yönetimi veya elektrik iletimi gerektiren uygulamalarda kullanılabilir. Örneğin, ısı iletkenliği artırılmış ahşap malzeme, ısıtma veya soğutma sistemlerinde kullanılabilir. Yangına dayanıklılık; grafen, ahşabın yangına dayanıklılığını artırmak için kullanılabilir. Ahşabın yüzeyine uygulandığında veya içine entegre edildiğinde, yangın direncini artırabilir ve alev yayılmasını yavaşlatabilir. Bu, ahşap yapıların yangına karşı daha güvenli hale getirilmesini sağlar. Su ve nem direnci; grafen, ahşabın suya ve neme dayanıklılığını artırabilir. Ahşabın yüzeyine uygulandığında, grafen su iticilik özelliği kazandırabilir ve ahşabın çürümesini önleyebilir. Bu özellik, dış mekân mobilyaları, ahşap zeminler ve dış cephe kaplamaları gibi uygulamalarda faydalı olabilir. Anti-mikrobiyal özellikler; grafen, ahşabın üzerine uygulandığında veya içine entegre edildiğinde anti-

mikrobiyal özellikler kazandırabilir. Bu, ahşap malzemede bakteri ve mantar gibi mikroorganizmaların büyümesinin engellenmesini sağlayabilir ve böylece daha hijyenik ve dayanıklı ürünler elde edilmesini sağlar.

Grafen, şu anda kullanılan bazı malzemelerin yerini alarak ve yeni pazarlara yol açan geleceğin teknolojisi olarak öne çıkan bir malzemedir. Hayatımızın birçok alanında aynı anda kullanılabilen çok yönlü bir malzemedir. Özellikleri bakımından büyük bir potansiyele sahiptir. Bir karbon allotropu olan grafenin bir dizi üstünlüğü içerdiği anlamına gelir. Bu alanda büyük yatırımlar yapılmaktadır. Bilinen en ince malzeme olma özelliğine sahip olan ve şimdiye kadar ölçülen en güçlü malzemelerden biridir. Devasa içsel hareket kabiliyetine ve sıfır etkili kütleye sahiptir. Bakırdan altı kat daha yüksek akım yoğunluklarını sürdürebilir, rekor düzeyde termal iletkenlik ve sertlik gösterir, gazlara karşı geçirimsizdir ve ayrıca kırılabilirlik gibi olumsuz özelliklere sahip değildir (Cui ve Li, 2020; Geim, 2009).

Bu özellikler grafenin mevcut uygulamalarda diğer malzemelerin yerini alabilme kapasitesini gösteren en önemli özelliklerdir. Mevcut olan ilk iki boyutlu (2D) atomik kristal olarak ön plana çıkar. Mekanik sertlik, mukavemet, elastikiyet, yüksek elektriksel ve termal iletkenlik gibi birçok malzeme parametresinde üstündür. Tüm bu olağanüstü özelliklerin tek bir malzemede birleştirilebilmesi, grafenin aynı zamanda birçok devrim niteliğindeki teknolojiyi mümkün kılma potansiyelini göstermektedir. Şeffaflık, iletkenlik ve elastikiyetin kombinasyonu sayesinde esnek elektronik uygulamalarında kullanılabilir. Şeffaflık, geçirimsizlik ve iletkenlik kombinasyonu sayesinde ise şeffaf koruyucu kaplamalarda ve bariyer filmleri uygulama alanlarına kullanılacak ve bu tür kombinasyonların uygulama alanları sürekli olarak genişleyecektir (Novoselov ve Geim, 2007).

Grafen, eşsiz sürtünme ve aşınma özelliklerine sahiptir (Berman ve ark., 2013). Yoğun bir şekilde paketlenmiş ve atomik olarak pürüzsüz yüzeye sahip olması, yüksek mukavemeti ve yüksek kimyasal inertliği sayesinde etkileyici tribolojik davranışlara katkı sağlar (Berman ve ark., 2014; Xiao ve Liu, 2017). Grafenin mekanik dayanıklılığı, lokal deformasyonu ortadan kaldırabilir ve malzemeyi aşınmadan koruyabilir. Grafenin yüksek spesifik yüzey alanı, bir malzemenin yüzeyine uygulandığında geniş bir alanı kaplamasına izin verir. Pürüzsüz grafen, düşük yüzey enerjisine sahip olması nedeniyle sürtünme yüzeyleri arasındaki temas olasılığını azaltabilir, bu da aralarındaki yapışmayı ve aşınmayı azaltmasını sağlayabilir (Deng ve ark., 2012; Berman ve ark., 2013). Grafen, sıvılar ve

gazlar için su ve oksijen gibi geçirimsizdir (Böhm, 2014; Zhou ve ark., 2013). Bu durum malzemelerin korozyonunu veya oksidasyonunu yavaşlatabilir ve böylece sürtünme yüzeylerinin zarar görmesini önleyebilir. Ayrıca, hafif ve ultra incedir (Kim ve ark., 2011). Vernik uygulamalarının ardından örneklerin yüzey sertlik değerini artırmıştır. Su bazlı vernikte yüksek yapışma direncini sağlamak ve ağaç malzemenin koyu tonlarda renklendirilmesini önermek mümkündür (Pelit ve Korkmaz, 2019).

Yapılan çalışmalar; grafen nanotabakaları, hafif hızlı tek kap hidrotermal yöntemle ahşap yüzeyinde biriktirilerek hibrit grafen/ahşap (GW) elde edilmiştir. Daha sonra 600 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma testi yapılmıştır. Sonuç olarak grafen kaplamanın ahşap yüzeyi UV hasarından etkili bir şekilde koruduğu tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2015).

Su bazlı poliüretan verniğin içerisine fiziksel yolla grafen oksit katılmıştır. Yapılan testler sonucunda grafenin su bazlı poliüretan verniğin mekanik özelliklerini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Grafen içeren kompozit vernik filmi ise, ticari verniğin aksine parlaklık, aşınma direnci, sarkaç sertliği ve çekme mukavemeti gibi üstünlüklere sahiptir. Su bazlı poliüretanı geliştirmek için grafen kullanımı, güçlü bir işlevselliğe ve pratik değere sahiptir. Su bazlı ahşap verniğin modifikasyonu için yararlı bir referans sağlayabilir (Xu ve ark., 2022).

Grafen ve türevlerinin, kaplamaların termal iletkenliğini önemli ölçüde artırdığı, bu sayede potansiyel uygulamaların kapsamını genişlettiği görünmektedir (Zhang ve ark., 2022). Bu alanda yapılan araştırmada, grafen oksitin göknar ağacının mukavemet parametrelerini düşürmeden iyi anizotropik iletkenlik sağladığı kanıtlanmıştır (He ve ark., 2023). Yüzey işlemlerinde kullanılan poliüretan boyalara ek olarak grafen oksit kullanılması, kaplamanın sertliğini ve çizilme direncini artırmıştır (Xu ve ark., 2022).

Başka bir çalışmada ahşabın yanıcılığına odaklanılmış bu da grafenin yangından korunmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir (Han ve ark., 2018). Yakın zamanda yayınlanan araştırma sonuçları, fenol-formaldehit (PF) reçinesine eklenen grafen oksidin kontrplak panellerin basınç dayanımını, elastik modülünü ve nem direncini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ayrıca grafen oksidin formaldehit yakalamada çok etkili olduğunu ve bunun da PF reçinelerine dayanan ahşap bazlı malzemelerin üretimini daha çevre dostu hale getirdiğini göstermiştir (Ait Benhamou ve ark., 2024). Yapılan bir diğer çalışmada, bambu odununun üzerine bor nitrür (BN)/grafen oksit (GO) kompozit nano kaplama oluşturularak yüksek mukavemetli ve alev geciktirici bir yapısal bambu elde edilmiştir. Doğal bambu ile bor nitrür (BN)/grafen oksit (GO) kaplanmış bambu

karşılaştırıldığında bambunun yüzeyinde katmanlı bir yapı oluşturarak bambuda ısı dağılımı ve yangına karşı direncini önemli ölçüde artırmak için fiziksel bir bariyer sağlamıştır (Wang ve ark., 2024).

Grafen, tek katmanlı karbon atomlarına ve kendisine yüksek reaktivite sağlayan çok sayıda fonksiyonel gruba sahip iki boyutlu bir malzemedir. Çok sayıda bilimsel proje, bu nanomateryalin mekanik mukavemeti arttırdığını ve malzemelerin hidrofobikliğinin artmasına katkıda bulunduğunu kanıtlamıştır (Xu ve ark., 2022; Asif ve ark., 2022; Athulya ve ark., 2023). Ahşabın dayanıklılığının korunması açısından pratik açıdan bakıldığında, mukavemetinin ve rutubete karşı direncinin artırılması, dayanıklılığının korunmasında temel unsurlardır.

1.9. Titanyum Dioksit (TiO₂)

Titanyum dioksit (TiO₂), kimyasal formülü TiO₂ olan bir bileşiktir. İnorganik bir bileşik olan titanyum dioksit, titanyum ve oksijen elementlerinden oluşur. Genellikle beyaz bir toz veya kristal olarak bulunur. Titanyum dioksit, doğada birçok mineral formunda bulunabilir ve ticari olarak önemli bir endüstriyel malzemedir (Bae ve Tak, 2005).

Titanyum dioksit, birçok endüstriyel ve ticari uygulaması olan çok yönlü bir malzemedir. Titanyum dioksitin bazı önemli kullanım alanları açıklarsak; pigment; titanyum dioksit, beyaz renk ve yüksek opaklık özellikleri nedeniyle birçok alanda yaygın olarak kullanılır. Duvar boyaları, plastikler, kâğıt kaplamaları, mürekkepler ve kozmetik ürünler gibi birçok üründe beyaz renk vermek için kullanılır. Gıda katkı maddesi; titanyum dioksit, gıda ve ilaç endüstrisinde bir beyaz renklendirici ve opaklaştırıcı olarak kullanılabilir. Bazı gıda ürünlerinde renkli katkı maddelerinin yerine kullanılarak beyaz renk elde edilmesi sağlanır. Güneş kremi; titanyum dioksit, güneş kremi ve kozmetik ürünlerde bir güneşten koruyucu madde olarak kullanılır. Cilt üzerinde UV ışınlarını yansıtarak veya emerek cilt hasarını azaltmaya yardımcı olabilir. Plastikler ve polimerler; titanyum dioksit, plastik ve polimer endüstrisinde bir opaklaştırıcı ve renklendirici madde olarak kullanılır. Plastiklerin ve polimerlerin beyaz renkli olmasını sağlar ve UV ışınlarına karşı direnç sağlayabilir. Fotografik filmler; titanyum dioksit, fotografik filmlerde bir beyaz renklendirici ve opaklaştırıcı olarak kullanılabilir. Görüntülerin kontrastını artırabilir ve baskı kalitesini iyileştirebilir. Katalizör; titanyum dioksit, bazı katalitik reaksiyonlarda

bir katalizör olarak kullanılabilir. Fotokatalitik özellikleri sayesinde, hava ve suyun kirleticilerini parçalayabilir ve temizleme işlemlerinde kullanılabilir.

Titanyum dioksit, ahşap malzemelerde çeşitli amaçlar için kullanılabilir, ancak genellikle dolgu malzemesi veya kaplama olarak kullanılır. Ahşap koruma ve boyama; titanyum dioksit, ahşap malzemelerin yüzeylerinde koruyucu bir kaplama olarak kullanılabilir. Özellikle dış mekân ahşapları için güneş ışığına ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı artırabilir. Boya veya vernik içinde bulunarak ahşabın beyaz rengini koruyabilir ve solma etkilerini azaltabilir. Renk ayarlama; titanyum dioksit, ahşap boyalarında renk ayarlama ve opaklık sağlamak için kullanılabilir. Ahşap yüzeylerde istenilen renk tonlarını elde etmek için kullanılan pigmentler arasında yer alır. Özellikle beyaz renkli boyalarda titanyum dioksit kullanılır. Gözenekleri doldurma; titanyum dioksit, ahşap malzemelerde gözenekleri doldurmak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmek için kullanılabilir. Ahşap yüzeylerdeki küçük çatlakları, çukurları veya gözenekleri doldurmak için bir dolgu malzemesi olarak kullanılabilir. UV koruma; titanyum dioksit, ahşap malzemelerin UV ışınlarına maruz kaldığında renk solması veya bozulma riskini azaltmak için kullanılabilir. UV ışınlarını yansıtarak veya emerek ahşap yüzeylerin korunmasına yardımcı olabilir. Antimikrobiyal özellikler, bazı titanyum dioksit formülasyonları antimikrobiyal özelliklere sahip olabilir. Bu özellik sayesinde ahşap malzemelerin çürümesini ve mantar veya bakteri oluşumunu önlemeye yardımcı olabilir. Özellikle dış mekân uygulamalarında önemlidir.

TiO_2 , oksijen ile tepkimeye girmiş titanyum elementidir. Kimyasal kararlılığı, hidrofobikliği ve alev geciktiriciliği gibi özellikleri ile dikkat çeker. Popüler ve başarılı inorganik değiştiricilerden biri olarak kabul edilir. Çeşitli araştırmalarda vurgulandığı gibi etkili bir UV koruması sağlayabilir ve çevre dostu bir malzeme olarak değerlendirilmiştir (Wojciechowski ve ark., 2015; Zheng ve ark., 2015; Fei ve ark., 2016; Vejdani ve ark., 2016). Torun ve ark. (2020), antimon trioksit ve titanyum dioksit içeren ticari yangın geciktirici kaplamanın etkisini incelemişlerdir. Sonuçlar, yangın geciktirici boyaya eklenen farklı yüzdelerde amonyum trioksit ve titanyum dioksit ile kaplanan ahşap yüzeylerin, iyi bir yangın geciktirici özelliğinin yanı sıra fiziksel özellikleri olumlu yönde etkilemiştir. Çok sayıda çalışma TiO_2 nanopartiküllerinin ve diğer nano dolgu türlerinin, verniklerin ve kaplamaların performansını artırdığını göstermektedir (Gornicka ve Sieradzka, 2009; Veronovski ve ark., 2013).

1.10. Mermer Tozu

Geri dönüşüm, kullanılmış veya atık malzemelerin işlenerek yeniden kullanılabilir hale getirilmesi ve kaynakların tekrar kullanımına katkıda bulunulması sürecidir. Bu süreç atık malzemelerin çöpe gitmesini önleyerek, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltırken, doğal kaynakların korunmasına ve sürdürülebilirlik ilkesine katkı sağlar. Günümüzde çevre sorunlarıyla başa çıkabilmek amacıyla bilim insanları, çeşitli araştırma yöntemlerini kullanarak çözüm önerileri geliştirmektedir. Ancak bu araştırmalar bilim dünyasında geniş çapta tartışılmaktadır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan çevre kirliliği ve bunun sonucunda ortaya çıkan iklim değişikliği, küresel düzeyde dünyamızı olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etkileri en aza indirebilmek ve sürdürülebilir çözümler bulabilmek için teknolojik gelişmelere olan ihtiyaç önem kazanmaktadır. Geri dönüşümün rolü; tasarım ilkeleri ve malzeme seçimleri üzerinden ekolojik planlamaların doğru bir şekilde yapılmasını içerir. Bu planlamalarda çevre kirliliğini en aza indirecek, insan sağlığına uygun şartları sağlayabilecek, ekolojik dengeyi koruyan malzeme seçimi ve atık malzemelerle modifiye edilmiş ürünler öne çıkar. Ekoloji ve malzeme arasındaki ilişki düşünüldüğünde, ekolojik malzeme kombinasyonları ile uyumlu olan malzemeler arasında özellikle ahşap malzeme öne çıkar. Küreselleşen dünyada, sanayileşme ve kentleşmenin etkisiyle kaynaklar bilinçsizce tüketilmekte ve bu tüketim sonucunda atıklar oluşmaktadır. Dünya nüfusunun artışı ve tüketim alışkanlıklarındaki değişimler doğal kaynakların her geçen gün azalmasına neden olmaktadır. Kaynakların sınırlı olduğu ve tüketimin hızla arttığı bu bağlamda geri dönüşüm konusu son yıllarda önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir. Geri dönüşüm, kullanımdan çıkan geri dönüştürülebilir atık malzemelerin çeşitli geri dönüşüm yöntemleri kullanılarak tekrar imalat süreçlerine kazandırılması sürecini ifade eder (Çimen ve Yılmaz, 2012).

Mermer kesme ve işleme fabrikalarında ortaya çıkan atıklar üretim kayıplarının bir sonucudur. Türkiye'deki geniş mermer rezervleri ve mermer kullanımının giderek artması, mermer fabrika ve işleme tesislerinin sayısının hızla artmasına neden olmuştur. Artan üretimle birlikte, fabrika ve işleme tesislerinde mermer atıklarının oluşumu da artmıştır. Ülkemizde kesilen ve işlenen doğal taşların yaklaşık %30'u artık veya atık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu atıklar, çevresel etkilerinin yanı sıra ekonomik olarak da bir kayıp oluşturur. Günümüzde, farklı endüstri kollarında kullanılabilecek olan bu atıklar, uygun alternatiflerle yer değiştiklerinde çok daha ekonomik bir girdi olabilir.

Mermer üretiminde kayba neden olan faktörleri (kırık ve çatlaklardan, damarlardan, boşluklar, kristal dokusu) sıraladığımızda, bunlar mermerin doğal yapısından kaynaklanan kayıplar ve mermerin kesilip işlenmesi sırasında ortaya çıkan kayıplar olarak öne çıkar (Onargan ve ark., 2005).

Son yıllarda dünyada hızla gelişen çevrecilik hareketlerinin doğal bir sonucu olarak Türkiye'de farklı çevreci kuruluşlar oluşmuş, birçok sanayi sektörü bu çevreci hareketlerden etkilenmiş ve çeşitli önlemler almıştır. Mermer işlenmesi sırasında ve sonrasında oluşan atıkların çevre kirliliği yaratmasını önlemek amacıyla, çevre sağlığı açısından önlem alınması gereken bir konudur. Çevre kirliliğinin önlenmesi, atıkların ekonomiye yeniden kazandırılmasını ve buna bağlı olarak yeni kullanım alanlarının oluşturulmasını içerir. Yüksek sıcaklık ve basınç altında değişime uğramış kalkerler mermer olarak adlandırılır. Bilimsel tanımı, kalker (CaCO_3) ve dolomitik kalkerlerin ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ısı ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak tekrar kristalleşmesi sonucunda yeni bir yapı kazanması ile oluşan taşlardır. Endüstriyel anlamda ise işlenebilen, cilalanabilen, parlayan, boyutlandırılabilen ve dekoratif amaçlarla kullanılan tüm doğal taşlara mermer denir. Günümüzde özellikle mermer yerine genel olarak doğal taş terimi kullanılmaktadır (Onargan ve ark., 2005).

Sertlik; mermerin sertliği türüne bağlı olarak değişir. Yapısında silikat minerallerinin artması sertliği artırır. Mermerin sertliği kesilme ve cilalama işlemlerini etkiler. Sert mermerlerin üretimi ve kesimi, yumuşak mermerlere kıyasla daha zordur. Ancak, çok iyi bir cilaya sahiptirler. Cilalanmaları ise oldukça zahmetli ve zaman alıcıdır. Sert mermerler, bu zorluklara rağmen kolayca aşınmazlar ve bu nedenle en çok tercih edilen türdür. Birim hacim ağırlığı; mermer türüne bağlı olarak birim ağırlıkları $2200\text{-}3200 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir (Onargan ve ark., 2005).

Çözülme Özelliği; mermerler atmosferle temas ettiğinde yavaş da olsa kimyasal ve fiziksel etkiler altında değişime uğrarlar. Özellikle CO_2 içeren yağmur suları mermerlere etki eder. Çözülmenin şiddeti her mermerde aynı olmayıp mermerin kimyasal bileşimine, fiziksel özelliklerine, yapısına ve su emme özelliğine bağlı olarak değişiklik gösterir (Onargan ve ark., 2005).

Renk; saf olduklarında, mermerler genellikle beyaz veya süt beyazı tonlarına sahiptir. Ancak, renkli mermer türleri de bulunmaktadır. Genellikle renklilik mermerin saf olmamasından kaynaklanır. Renklilik, mermeri oluşturan temel mineral (kalsit) yanında az miktarda tali veya yabancı elementlerin varlığına bağlıdır. Ayrıca, temel mineraller içinde

çok ince şekilde dağılmış yabancı maddelerin (organik veya inorganik) mekanik yollarla temel mineralin iç yapısına girmesiyle renklenmeler meydana gelir. Bu maddelere kromofor (renk veren) denir. Renklenme, boyacı maddelerin miktarlarına bağlı olmamakla birlikte, dağılım biçimine ve derecesine bağlı olarak değişiklik gösterir (Onargan ve ark., 2005).

Saydamlık; mermerin ışığı geçirebilme kapasitesi olarak tanımlanır. İnce kristalli ve yağımsı bir yapı sergileyen mermerler saydamdır. Yüksek saydamlığa sahip olan (ışığın nüfuz edebileceği derinlik 1-3,5 cm'ye kadar olan) mermer türleri, süs eşyalarının ve heykeltıraşlık eserlerinin yapımında kullanılmaktadır (Onargan ve ark., 2005).

Porozite; mermerdeki porozite miktarı arttıkça, malzemenin ekonomik değeri azalır. Çünkü porozitenin artması, malzemenin atmosfer etkilerine karşı direncini azaltır ve dayanıklılığını etkiler. Bu da genellikle tercih edilmeyen bir durumdur. Kaliteli mermerin genellikle % 0,0002 ile % 0,5 arasında bir poroziteye sahip olduğu gözlemlenmiştir (Onargan ve ark., 2005).

Direnç; mermerin direnci, kristal durumu, porozitesi, CaCO_3 miktarı ve yabancı madde içeriğine bağlı olarak değişir ve genellikle tek eksenli basınç dirençleri 500-1500 kg/cm^3 arasında çeşitlenir. Tabakalı mermerlerde direnç, tabakalaşmaya dik yönlerde göre paralel yönde yapılan yüklemelerde daha büyük olabilir (Onargan ve ark., 2005).

Çatlaklık Yapısı; mermer yatağındaki kırık ve çatlaklar, mermer bloklarının en kolay ayrılabilirlikleri süreksizlikleri temsil eder. Bu kırıklar, zaman zaman mermerde bulunan mika, grafit parçaları gibi unsurlarla birlikte daha da artabilir; bu da mermer bloklarının daha hızlı bir şekilde parçalanmasına neden olabilir (Onargan ve ark., 2005).

Yabancı Maddeler; mermer içinde bulunan yabancı maddelerin özelliklerine bağlı olarak etkileri farklılık gösterir. Bu yabancı maddeler arasında demir-sülfürler, silisli ve silikatlı mineraller bulunabilir. En sık rastlanan demir-sülfür, pirit'tir. Pirit cilalandığında estetik bir görünüm kazanabilir, ancak işlenmesi zordur. Silis ve silikat mineralleri genellikle bantlar veya budaklar şeklinde bulunabilir ve mermer yatağının ekonomikliğini azaltabilir (Onargan ve ark., 2005).

Mermer tozu, mermer atıklarının en küçük boyutlu halidir ve genellikle mermer işleme tesislerinde kesim sırasında ortaya çıkan, 250 mikronun altında olan mermer taneciklerini içerir. Kesme işlemi sırasında su kullanılması, suyla birlikte çökeltilen mermer tozlarının çöktürme havuzlarına taşınmasına neden olur. Havuzlarda biriken ve çöken mermer tozu daha sonra atık sahalarına yönlendirilir. Bu miktarın büyük çoğunluğu

atık olarak kalır ve çevresel sorunlara yol açabilir. Mermer çıkarılması veya işlenmesi sırasında ortaya çıkan malzemenin yaklaşık %30'u atık olarak ortaya çıkar (Zorluer ve Usta, 2003; Ceylan ve diğerleri, 2001).

Nüfusun sürekli artışıyla birlikte artan tüketim eğilimi, sınırlı hammadde kaynaklarının hızla azalmasına yol açmış, bu da mevcut kaynakların daha ekonomik bir şekilde kullanılmasını önemli hale getirmiştir. Mermer üretim atıkları olarak ortaya çıkan tozların kullanılabilirliği, sadece endüstri açısından değil, aynı zamanda çevresel açıdan da bir sorunun çözülmesi anlamına gelir. Mermer atıklarının çevreye verdiği zararlar arasında, toprağın su emme kapasitesini önemli ölçüde azaltarak toprak verimliliğini düşürmesi bulunmaktadır. Bu nedenle, bölgedeki bitki örtüsüne büyük ölçüde zarar verebilir. Mermer tozu partikülleri atmosferde uçtuğunda hava kirliliği yaratarak insan sağlığına zarar verebilir. Ayrıca, mermer çamuru su kaynaklarına karışarak suyun kalitesini bozar ve su depolamanın zorlaşmasına neden olabilir. Uzun süre toprakta kaldığında suyun akışını engelleyerek yer altı su kaynaklarını olumsuz etkileyebilir. Çevredeki atıklar görsel kirliliğe neden olarak bölgenin turizm ve endüstriyel potansiyelini olumsuz etkileyebilir. Bu durum, turizm ve endüstri kapasitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Bilgin, 2010).

Mermer atıklarının kullanılacağı alan, mermerin tanecik boyutu, kimyasal bileşimi ve rengine göre belirlenir (Yıldız, 2008). Mermer toz atıkları, içerdikleri kalsit minerali nedeniyle boya, kâğıt, dolgu, gübre, plastik gibi birçok sektörde kullanılmaktadır. Ancak, mermer toz atıklarının ahşap sektöründe kullanımı sınırlıdır. Mermer toz atıklarının değerlendirilmesi, fabrika işletmecilerine ve ülke ekonomisine kaynak sağlamanın yanı sıra çevre kirliliğini azaltabilir. İnsanlar, soludukları hava, içtikleri su ve tükettikleri bitkisel ve hayvansal ürünlerle doğaya bağımlı bir varlık olarak doğayla etkileşim içindedirler. Bu nedenle üretim ve işleme süreçlerinde enerji tasarrufu sağlayan, kullanım ömrünü tamamladığında kolayca dönüştürülebilen, kanserojen maddelerin oluşumuna neden olmayan malzemeleri tercih etmek, doğal dengeye katkıda bulunmanın bir yolu olabilir. Ahşap malzemenin mükemmel iç yapısı, doğanın sunduğu benzersiz özelliklerden biridir. Günümüzde, ahşabın yüzeyini şekillendirmek için çeşitli yöntemler ve malzemeler kullanılmaktadır. Sofuoğlu ve arkadaşlarının 2013 tarihli deneysel çalışmasında, mermer atıkları selülozik vernik ve boyaya eklenerek ahşabın yüzeyini şekillendirmek amacıyla kullanılmıştır. Bu katkı maddesinin ahşabın cinsine ve eklenen yüzdeye bağlı olarak farklılık gösterebileceği belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında, mermer tozu katkısıyla

şekillendirilen yüzeylerin etkileri, istenen parlak veya mat bir yüzey elde etme amacına bağlı olarak çeşitlilik gösterebilir.

Mermer tozu, mermer bloklarının işlenmesi veya mermer kesme işlemleri sırasında oluşan atık malzemeden elde edilen ince öğütülmüş bir malzemedir. Mermer işleme fabrikalarında, mermer plakaları veya blokları kesme, şekillendirme veya parlatma işlemleri sırasında arta kalan malzeme genellikle toz haline getirilir. Mermer tozu, genellikle çeşitli endüstriyel ve ticari uygulamalarda kullanılır. Mermer tozunun bazı yaygın kullanım alanları; inşaat malzemelerinde mermer tozu, çimento, beton, kireç harcı ve asfalt gibi inşaat malzemelerinin bir bileşeni olarak kullanılabilir. Bu malzemelerin içine eklenerek dayanıklılığı artırabilir, yapıların estetik görünümünü iyileştirebilir ve yüzeylerin pürüzsüz olmasını sağlayabilir. Dekoratif kaplamada mermer tozu, dekoratif kaplamaların yapımında kullanılabilir. Duvar boyaları, döşeme malzemeleri, tezgâh üstleri, mobilya kaplamaları ve döşeme gibi dekoratif yüzeylerin oluşturulmasında kullanılabilir. Sanat ve heykeltıraşlıkta mermer tozu, heykeltıraşlar ve sanatçılar tarafından heykeltıraşlık ve taş oymacılığı işlerinde kullanılabilir. Özel karışımlarla bağlanarak heykellerin şekillendirilmesi ve son dokunuşların verilmesi için kullanılabilir. Polimer kompozit malzemelerde mermer tozu, polimer kompozit malzemelerin bir bileşeni olarak kullanılabilir. Polyester reçine veya epoksi reçine ile karıştırılarak mermer görünümlü yüzeyler oluşturmak için kullanılabilir. Tezgâh üstleri, lavabolar, küvetler ve duş panelleri gibi ürünlerde kullanılabilir. Tarım ve bahçecilik işlerinde mermer tozu, tarım ve bahçecilikte toprak pH seviyelerini düzenlemek ve toprağın verimliliğini artırmak için kullanılabilir. Toprağa karıştırılarak asitliği nötralize edebilir ve bitkilerin büyümesini teşvik edebilir.

1.11. Adhezyon ve Odunda Adhezyon Teorisi

1.11.1. Adhezyon Teorisi

Adhezyon teorisi, malzeme bilimi ve yüzey bilimi alanında kullanılan bir kavramdır ve malzemelerin birbirine yapışma yeteneğini anlamak için geliştirilmiştir. Bu teori, iki malzemenin yüzeylerinin birbirine yapışmasının, moleküler seviyede nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışır. Adhezyon, bir yüzeyin diğerine nasıl bağlandığını, yapışma kuvvetidir. Adhezyon teorisi, moleküler seviyede iki yüzey arasındaki etkileşimlere odaklanır. Temel

prensip, yüzeyler arasındaki çekim kuvvetlerinin moleküler düzeydeki çeşitli etkileşimlerden kaynaklandığıdır. Bu etkileşimler şunları içerebilir. Van der Waals kuvvetleri; moleküllerin geçici dipol-dipol etkileşimlerinden kaynaklanan kuvvetlerdir. Bu geçici dipoller, bir molekülün elektron yoğunluğundaki anlık bir değişiklikten kaynaklanır ve bu değişiklik komşu moleküllerle bir çekim kuvvetine neden olur. Kimyasal bağlar; moleküler seviyede yüzeyler arasında kimyasal bağlar oluşabilir. Özellikle bir yüzeydeki atomlar diğer yüzeydeki atomlarla kimyasal olarak reaksiyona girebilir, bu da güçlü bir yapışma sağlar. Elektriksel etkileşimler; yüzeyler arasındaki elektriksel etkileşimler de adhezyonun bir parçasıdır. Özellikle pozitif ve negatif yüklü bölgeler arasındaki çekim ve itme kuvvetleri adhezyonu etkiler. Mekanik bağlar; yüzeyler arasındaki mikroskobik düzeydeki mekanik bağlar da adhezyonun bir bileşenidir. İki yüzeyin birbirine tam olarak uyum sağlaması mekanik bağları güçlendirebilir. Adhezyon teorisi birçok teoriye göre açıklanmaktadır. Elektrostatik teorisine göre, sıvı ile katı arasında elektriksel çift kat oluşumunda maddeler arası elektron transferi oluşur. Başka bir tanımla, bir yüzeyin pozitif yük taşıdığı ve diğer yüzeyin ise negatif yüklü olduğu durumda meydana gelen etkileşim gücüdür. Adhezyonun gücü etkileşim ile meydana gelen yüklerin gücüne bağlıdır. Adhezyonun difüzyon teorisi ise materyallerin etkileşimindeki difüzyon etkisinden kaynaklanır. Fakat bu üç tanımın odunun adhezyon tanımında bu teorisinin kullanımı yoktur. Adsorpsiyon/spesifik adhezyon teorisi iki yüzeyin çok yakın bir şekilde birbirine bağlanmasıdır. Mekanik bağlanma teorisi, büyük ve küçük kusurlara sahip odun yüzeyinde sertleşen reçinenin fiziksel ve mekanik bağlanması adhezyon olarak da tanımlanır. Odun geçirgen bir yapıya sahiptir ve bu sebeple kullanılan yüzey işlem sıvıları boşluklara nüfuz ederler. Odun ve verniğin birbirine bağlanması mekanik bir bağlanmadır (Kurtoğlu, 2000).

1.11.2. Odun-Reçine Bağ Oluşumu

Odun ile reçine bağ oluşumunun güçlü olabilmesi için; zayıf bağ tabakasının uzaklaştırılması, reçinenin iyi ıslatabilirliği, reçine sıvısının katılaşması ve bağlanmadaki elastik gerilmeleri azaltmak için reçine sıvısının şeklinin değiştirilmesi sıralanabilir (Kurtoğlu, 2000).

1.11.3. Odun Adhezyonu

Odun adhezyonu, odunun yüzeylerinin birbirine yapışma yeteneğini ifade eder. Katı ve sıvı bir yüzey arasındaki moleküler etkileşim ya da birleştirilmiş materyallerin ayrılması için gerekli mekanik dirence de adhezyon denir. Odun adhezyonu, yüzey hazırlığı ve yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak gelişir. Yüzey hazırlığı; odun yüzeylerinin temiz, kuru ve pürüzsüz olması adhezyonun güçlü olmasını sağlar. Kirli, yağlı veya nemli yüzeyler adhezyonu olumsuz etkileyebilir. Yüzey pürüzlülüğü; odun yüzeylerinin uygun bir pürüzlülüğe sahip olması, yüzey işlem maddesinin yüzeylere daha iyi yapışmasını sağlar. Pürüzsüz yüzeyler, yapışma alanını azaltabilir ve adhezyonu zayıflatabilir.

1.12. Çalışmanın Problemi

Ahşabın işlevselliğini genişletecek ve dayanıklılığını artıracak yöntemlerin araştırılması, ahşap malzeme biliminin gelişimindeki en önemli trendlerden biridir. Ahşap mükemmel bir kullanım malzemesidir ancak dayanıklılığı kullanım koşullarına bağlıdır. Uygun olmayan iklim ve rutubet koşulları ahşabın istenilen fiziksel ve mekanik özelliklerinin kaybolmasına, hatta çoğu zaman kalıcı olarak bozulmasına yol açmaktadır. Her geçen gün yaygınlaşan yüzey işlemli ağaç malzemelerinin kullanımında karşılaşılan çeşitli sorunlar bu malzemelerin kullanım ömrünü kısıtlamaktadır. Dünyada ve ülkemizde bu malzemelerin kullanım alanları artmasına rağmen, çeşitli zorluklar ve problemlerle karşılaşılmaktadır. Üretim reçetelerine katkı maddeleri eklenmesi yüzey işlemli ağaç malzemelerinde karşılaşılan sorunları çözmek amacıyla yapılmaktadır. Ancak, bu eklemelere rağmen zaman içinde yüzeyde tutunma zayıflamakta, vernik kopmaları ve malzemede renk değişimleri gibi problemler devam etmektedir. Bu tür malzemelerin tekrar verniklenmesi zor ve maliyetlidir. Bu nedenle, ilk uygulamada vernik ile ağaç malzeme arasındaki bağ direncini artırmaya yönelik mekanizmanın veya vernikle karıştırılacak katkı malzemesinin, malzeme ile vernik etkileşimini belirlemek son derece önemlidir. Su bazlı vernikler çevre dostu olması, poliüretan vernikler ise parlaklığı ve mekanik özelliklerinin esnek bir şekilde uygulanabilirliği nedeniyle ahşap malzemelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat düşük çözelti (su veya alkol) direnci, zayıf sertliği ve aşınma direnci uygulamasını sınırlamaktadır. Bu sınırlandırmaları ortadan kaldırabilmek için

vernigin içerisine grafen, titanyum dioksit ve mermer tozu katarak yüzey performansının artabileceği öngörülmüştür.

1.13. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışması, ağaç malzeme ve vernik arasındaki etkileşimi artırarak malzemenin performans özelliklerini geliştirmeyi, yüzey özelliklerini iyileştirmeyi ve malzemenin kullanım süresini arttırmayı amaçlanmaktadır. Bu sayede kullanım süresince oluşabilecek çeşitli kusurların önlenmesi hedeflenmektedir. Her bir vernik türü ve katkı malzemesi için optimum koşullar belirlenerek vernikleme parametreleri optimize edilmiştir. Bu hedef doğrultusunda, poliüretan ve su bazlı farklı vernik türleri için uygun katkı malzemeleri (mermer tozu, grafen, TiO_2) ve üretim parametreleri (en uygun vernik miktarı) arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Uygulanacak vernik+katkı maddeleri ile malzeme arasındaki bağın güçlendirilmesi, vernik miktarının azaltılması, aşınma direncinin artırılması, yüzey işlem kalitesinin iyileştirilmesi ve ürünün hizmet ömrünün uzatılması hedeflenmektedir. Ayrıca, ahşap malzeme yüzeylerinin verniklenmesinde en etkili vernik+katkı maddesinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan farklı ağaç türlerinin çeşitli kesitlerinde uygulanan vernik+katkı maddesine göre uygun vernikleme oranlarının belirlenerek kullanıcılara sunulması da planlanmaktadır. Tez çalışmasının farklılığının nedeni, hem bir geri dönüşüm malzemesinin katkı maddesi olarak kullanılması hem de nanoteknolojik malzemelerin kullanılmasıdır. Nanoteknoloji, mühendislik ürünü ahşap malzemelerin üretimi için tamamen yeni yaklaşımlar geliştirmek için yüksek potansiyele sahip bir bilim dalıdır (imen ve Yılmaz, 2012). Geri dönüşüm ve nanomalzemeler, yaşam konforunu arttırabilecek ve ekonomik açıdan fayda sağlayabilecek gelişmeleri beraberinde getirmektedir. Genel olarak, nanoteknolojik malzemelerin avantajları arasında daha fazla üretim ve yaşam kalitesini arttırmak vardır. Ahşabın zaman içinde kullanımı sırasında ortaya çeşitli bozunmalar çıkar. Vernik+katkı maddesi performansının değerlendirilebilmesi için yapay yaşlandırma testi yapılmıştır. Ahşap malzemenin yaşlandırılması, bu süreçte meydana gelen özellik değişikliklerinin belirlenmesi, malzemenin kullanım koşulları hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Doğal yaşlandırma işlemleri daha güvenilir sonuçlar verse de sürecin uzunluğu istenmeyen bir özelliktir. Bu nedenle, genellikle laboratuvar koşullarında dış ortamdaki bozucu faktörlere maruz bırakılarak yapay yaşlandırma testleri tercih edilmektedir. Araştırmanın

hedefleri, çalışmada; ahşap malzemedeki nanoteknoloji ve geri dönüşüme dayalı yenilikçi işlemleri gözden geçirmek ve böylece temel ahşap özelliklerini, yani dayanıklılık, su emme ve UV emilimini iyileştirmektir. Ahşabın dezavantajlarına karşı etkili bir çözüm olarak, kullanım ömrü sona erdiğinde çevresel risk oluşturmayan çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Geçmişte kaplama malzemelerinin geliştirilmesinde işleme, performans ve fiyat özellikleri ana belirleyici faktörlerken, son yıllarda çevre ve sağlık faktörleri giderek daha önemli hale gelmektedir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deney Materyali

2.1.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.) ile Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa* Miller), iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu Ladini (*Picea Orientalis* L. (Link.)) ve Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) odunları kullanılmıştır. Ağaç Doğu Karadeniz bölgesinden Trabzon, Gümüşhane ve Artvin yöreleri örnek alanlar olarak belirlenmiştir. Basit raslantı örnekleme yöntemine göre homojen meşçerelerden seçilmiştir. Ağaçların seçilmesinde yaş, bakı, çap ve yükselti vb. yetiştirme ortamı özellikleri ve kusursuz gövdeye sahip, düzgün ve sağlam ağaçlardan olmasına özen gösterilmiştir. Tezde kullanılan ağaç malzemeler dayanıklılık sınıfları gözetilerek tercih edilmiştir. Ağaç türleri, farklı dayanıklılık seviyelerine sahip olup, dayanıklılıkları özellikle ahşap malzemelerde çürüme, böcek ve mantar saldırılarına karşı direnç özelliklerine göre belirlenmiştir. Bu türler arasında dayanıklılık açısından sıralama yapmak gerekirse, genel olarak Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa* Miller), Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky.), Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) ve Doğu Ladini (*Picea Orientalis* L. (Link.)) olarak sıralanabilir.

2.1.2. Vernik Çeşitleri

Araştırmada poliüretan ve su bazlı olmak üzere iki farklı vernik çeşidi kullanılmıştır. Verniklerin bazı yoğunlukları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Verniklerin yoğunlukları

Vernik çeşitleri	Yoğunluk (g/cm ³)
Su bazlı vernik	1,15
Poliüretan vernik	1,2

2.1.3. Katkı Maddeleri

Kullanılan katkı maddeleri grafen, mermer tozu ve titanyum dioksit kullanılmıştır. Katkı maddelerinin ambalaj bilgileri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Katkı maddelerinin özellikleri

Katkı maddeleri	Özellikleri
Grafen	Saflık:%99,9; boyut:3 nm; S.A:800 m ² /g; Dia:1,5 µm
Titanyum dioksit	Saflık: %99,5; boyut: 28 nm
Mermer tozu	Saflık:%99,9; boyut: 20 µm

2.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney örnekleri, 20±2°C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nemde 4 hafta boyunca bekletilerek rutubet seviyeleri yaklaşık % 6-8 arasında sabitlenmiştir. Ardından, malzemeler 8,2 x 32 x 1,5 cm ölçülerine getirilmek üzere işleme tabi tutulmuştur. İlk olarak kalınlıkları yan alma makinesiyle ayarlanmış, daha sonra dört işlem makinesinde genişlik ve kalınlıkları belirlenen ölçülere getirilmiştir. Bu işlemler sonucunda 2-2,5 metre uzunluğundaki malzemeler elde edilmiştir. Daha sonra, malzemeler daire testere makinesinde 8,2 x 32 x 1,5 cm boyutlarına kesilmiş ve endüstriyel uygulamalara uygun olarak kalibre zımpara makinesinde 80 ve 120 no'lu zımparalarla ardından 180 no'lu zımpara ile düzgün hale getirilmiştir. Yüzey perdah işlemleri tamamlandıktan sonra, malzemeler TS 642 ISO 554 standardına göre 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nemde denge rutubet miktarına (%6-8) gelene kadar bekletilmiş ve sonrasında endüstriyel uygulamalara uygun bir şekilde verniklenmiştir.

2.2.1. Vernik ve Katkı Maddeleri Karışımlarının Hazırlanması

Su bazlı vernik için 240 gram vernik içerisine inceltici olarak 60 gram satılık su ilave edilmiştir. Aynı işlem poliüretan vernik için geçerli olup 240 gram vernik 60 gram inceltici kullanılmıştır. Katkı maddelerinin her biri (grafen (%0.25, %0.50, %1), mermer tozu (%2,5, %5), TiO₂ (%1, %2)) yüzdelik oranlarda incelticinin içerisine karıştırılarak

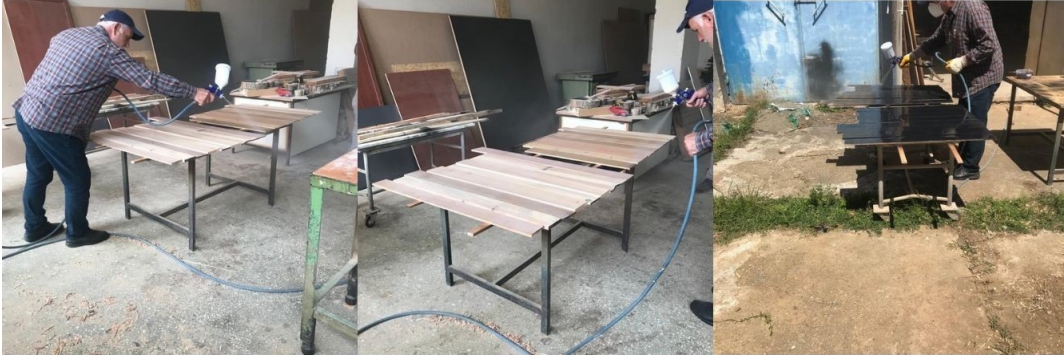
ultrasonik karıştırıcı (Şekil 3) ile 10 dakika karıştırıldıktan sonra vernik ile karıştırılmış daha sonra tekrar 10 dk ultrasonik karıştırıcı ile karıştırılmıştır.



Şekil 3. Ultrasonik karıştırıcı (Foto Bozdoğan Balçık)

2.2.2. Verniklerin Uygulanması

Örnek parçaların verniklenmesi endüstriyel standartlara uygun olarak, birim alana 120 ± 5 g/m² olacak şekilde 2 kat dolgu vernikleme ve 1 kat son vernikleme ile gerçekleştirilmiştir. Her iki dolgu vernikleme uygulaması sonrasında örnek parçalar kurutulmuş ve alüminyum oksitli kâğıt zımpara bantları kullanılarak titreşimli el zımpara makinesi ile zımparalanmıştır. Hazırlanan vernik katkı maddeli karışımlar üstten depolu püskürtme tabancası kullanılarak uygulama yapılmıştır. Her bir örnek için 120 m² vernik püskürtülmüştür. Örnekler öncelikle 180 nolu zımpara ile zımparalanmıştır. Basınçlı hava ile örnekler üzerinde kalan odun artıkları uzaklaştırılmıştır. Daha sonra 1.kat dolgu vernik uygulaması yapılmış kurumaya bırakılmıştır. 220 nolu zımparalama işlemi yapıldıktan sonra tekrar basınçlı hava ile üzerinde artıklar uzaklaştırıldıktan sonra 2.kat dolgu vernik uygulaması yapılmıştır. Tekrar kurumaya bırakılmıştır. Son kat vernik için 320 nolu zımpara ile zımparalanmış ve 3. Kat son kat vernik atılmıştır. Vernik uygulamaları Şekil 4'te aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. Vernik Uygulamaları (Foto Bozdoğan Balçık)

2.3. Deney Yöntemleri

Yapılan deney yöntemleri UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma yaşlandırma uygulanan ve uygulanmayan örnekler olarak ayrılmaktadır. UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanmayan örnekler yapılan deneyler yapışma direnci, aşınma direnci, aşınmada ağırlık kayıpları, salınımsal sertlik ve parlaklık testleridir. Kullanılan deney örneklerinin özellikleri çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (%0.25, %0.50, %1), mermer tozu (%2,5, %5), TiO_2 (%1, %2)) vernikler ile karıştırılarak (su bazlı ve poliüretan vernik) işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin deney örnekleridir. UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanan örnekler yapılan deneyler salınımsal sertlik, yüzey pürüzlülüğü, parlaklık ve aşınma direnci testleridir. UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi yapılan örneklerin özellikleri çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (%0.25, %0.50, %1), mermer tozu (%5), TiO_2 (%2)) vernikler ile karıştırılarak (su bazlı ve poliüretan vernik) işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin deney örnekleridir. Çalışmada yapılan deneyler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada yapılan deneyler

UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi yapılmayan örnekler uygulanan testler	UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi yapılan örnekler uygulanan testler			
Yapışma direnci	0 saatlik	200 saatlik	400 saatlik	600 saatlik
Aşınma direnci	Salınımsal sertlik			
Aşınmada ağırlık kaybı	Parlaklık			
Salınımsal sertlik	Yüzey pürüzlülüğü			
Parlaklık				Aşınma direnci
				Yapışma direnci

2.3.1. Katı Madde Miktarı

Katı madde miktarı eşit oranlarda katmanlar yapmak için verniğin katman yapma özelliğininin tespit edilmesini sağlar. ASTM D 1644-01 (2006) standardına göre, vernikler, darası alınan Ø 75±5 mm'lik konkav saat camına 2±0,2 gr olacak şekilde damlalık ile damlatılmış, akabinde etüvde 60°C'de ağırlık sabit hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Bu sürecin sonunda vernik içine katılan çözücülerin tam olarak buharlaştırıldıktan sonra tartımlar 0,001 gr hassasiyete sahip dijital terazide tekrardan yapılmıştır. Katı madde miktarı $K_m = [(V_u - \text{Çb}) / V_u] \times 100$ formülü ile hesaplanır. Formülün içeriğini açıklarsak; V_u = Uygulanan vernik (g), Çb = Buharlaştıran çözücü (g), K_m = Katı madde (%), $V_u = G - D$, $\text{Çb} = G - E$ G = Yaş ağırlık (g), D = Dara (g), E = Kuru ağırlık (g)

2.3.2. Kuru Film Kalınlığı

Malzemenin yüzeyinde kuru film tabakasının belirlenmesi için ASTM D 6132 (2008) standardında belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir. Bu amaçla kuru film kalınlığı ölçme aleti (Erichsen P.I.G. 455) kullanılmış ve kuru film kalınlığı $\pm 5 \mu\text{m}$ duyarlılıkta belirlenmiştir.

2.3.3. Yapışma Direnci

Örnekler ağaç türü, vernik çeşidi, kesit şekli, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranları için 100x100x10 mm boyutlarındaki örneklerden yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 5'er ölçüm yapılmıştır. Deneyler, ASTM D 4541 standartlarına uygun olarak yapılacaktır. Deney örneklerinin tam ortasına, 20 mm çapındaki çelik silindirler Loctite 401 epoksit tutkalı ile yapıştırılacaktır. Tam kuruma için, çelik silindirlerle birleştirilmiş örnekler, 20±2°C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem koşullarında 1 gün bekletilecektir. Daha sonra, örnekler, Erichsen Adhesionmaster 525 MC yapışma direnci ölçme cihazının çekme silindiri altına yerleştirilecektir. Çelik silindirlerin bağlantısı test cihazıyla sağlanacak ve deneyler, 0.5 N/s hızında gerçekleştirilecektir. Yapıştırıcının yapışmaması veya çelik test silindiri yüzey alanında miktarının %50'den az olması durumunda çekme testi tekrarlanmıştır. Kopma sırasındaki kuvvet değeri, 0,01 N

hassasiyetinde ölçülecektir. Örneklerin yapışma direnci, $Pa = F/A$ formülü kullanılarak hesaplanacaktır, burada; a: Yapışma direnci (N/mm²), F: Kopma anındaki kuvvet (N), A: Uygulama alanı (mm²).

2.3.4. Aşınma Direnci

Örnekler ağaç türleri, vernik çeşitleri, kesit şekilleri, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranları için her biri 100x100x7 mm boyutlarında 5'er örnek kullanılacaktır. Deneyler, ASTM D 4060-10 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilecektir. Matkapla deney örneklerinin tam ortalarına 6 mm çapında delik açılacaktır. Test cihazının yatay haldeki diskin üzerine vida ile sabitlenecektir. Aşındırma test cihazının üst ve her iki tarafında bulunan disklerin etrafına zımpara şeritleri yapıştırılacaktır. Daha sonra aşındırma aleti çalıştırılarak her 5 devirden sonra örnek yüzeyi kontrol edilecektir. Her bir örneğin yüzeyindeki vernik tabakasının çıkarak kompozit malzeme kısmında yıkım başladığı zaman yani malzemenin yaklaşık %50'si açığa çıktığında aşındırma işlemine son verilecektir. Böylece aşındırma devir sayısı elde edilecektir. Aşınma sonrası malzemede yüzey sınıfları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Yüzey sınıfları

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

2.3.5. Aşınmada Meydana Gelen Ağırlık Kayıpları

Örnekler ağaç türleri, vernik çeşitleri, kesit şekilleri, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranları için her biri 100x100x7 mm boyutlarında 5'er örnek kullanılacaktır. Deneyler, ASTM D 4060-10 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda, örneklerin aşınma indeksi, ağırlık kaybı ve her bir devirdeki aşınma miktarı belirlenecektir. Aşınma direnci öncesi ve sonrası örneklerin

ağırlıkları 0,01 g hassasiyetinde ölçülecektir. Aşınma indeksi (I), $I = (A - B) * 100 / C$ formülü kullanılarak hesaplanacaktır, burada: A = aşınma testi öncesi örneğin ağırlığı (g), B = aşınma test sonrası örneğin ağırlığı (g), ve C = kaydedilen devir sayısı olacaktır.

2.3.6. Salınımsal Sertlik Değerinin Belirlenmesi

UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanan ve uygulanmayan örnekler yapılmıştır. Salınımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi için örnekler yapay yaşlandırma testi uygulanmayan örneklerin ağaç türü, vernik çeşidi, kesit şekli, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranlarında örnekten yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 8'er ölçüm yapılmıştır. UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası ağaç türü, vernik çeşidi, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranları için 8,2 x 32 x 1,5 cm boyutlarındaki 96 örnekten yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 8'er ölçüm yapılmıştır. 0-200-400-600 saatlik yaşlandırma sonrası salınımsal sertlik testi yapılmıştır. ANS/ISO 1522 belirtilen esaslara uygun olarak yapılacaktır. Pandüllü sertlik ölçüm cihazı, köning yöntemine göre $23 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%50 \pm 5$ bağıl nem koşullarında 16 saat boyunca kondisyonlanmış örnekler üzerinde kullanılmıştır. Örnekler cihaza yerleştirildikten sonra, numune yüzeyindeki katman sertlikleri, $63 \pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5 \pm 0,0005$ mm çapında iki bilye ile gerçekleştirilen pandül salınımlarına göre belirlenir. Cihazın ekranında okunan rakamın yüksek olduğu yüzeyler daha sertken, düşük olduğu yüzeyler ise daha düşük sertlikte olacaktır (Sönmez, 1989).

2.3.7. Parlaklık Testi

UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma uygulanmayan ağaç türü, kesit şekli, vernik çeşidi, katkı maddesi kombinasyonları, çeşitli katkı maddesi oranları ve lif yönü için örnekten yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 5'er ölçüm yapılmıştır. UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası ağaç türü, kesit şekli, vernik çeşidi, katkı maddesi kombinasyonları, çeşitli katkı maddesi oranları ve lif yönü için 8,2 x 32 x 1,5 cm boyutlarındaki 96 örnekten yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 5'er ölçüm yapılmıştır. 0-200-400-600 saatlik yaşlandırma sonrası parlaklık testi yapılmıştır. Dışarıdan gelen ışığın yüzeyden ne oranda hangi açıyla yansıdığının ölçüsünü gösteren bir testtir.

Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri, ISO 2813 standartlarına uygun olarak $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%50\pm 5$ bağıl nem koşullarında 16 saat kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilecektir. Testler, parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) kullanılarak yapılacaktır, liflere dik ve paralel olacak şekilde (Şekil 5). Ölçüm birimi gloss unit (GU) olarak ifade edilir. Test cihazı, ışık kaynağından gelen paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönlendiren bir mercek ve bu mercekten gelen ışığı alan bir fotosel alıcı pencere kullanılarak oluşturulur. Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanlar, 60° hem mat hem parlak katmanlar, ve 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılır.



Şekil 5. Parlaklık ölçüm cihazı (Foto Bozdoğan Balçık)

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

2.3.8. UV Yapay Hızlandırılmış Yaşlandırma Uygulaması

Deney örnekleri, UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma için hazırlanmıştır ve ISO 11507-A (2007) standartına göre UV-B 313 EL tipi florasan lambaların kullanıldığı QUV accelerated weathering tester cihazında yaşlandırılmıştır. Yaşlandırma ortamı koşulları (0.76 ışık şiddeti, 15 dakika su spreysi, 3 saat 45 dakika kondenzasyon, 8 saat UV ve 50°C ortam sıcaklığı döngüsü) belirlenerek, örnekler 200, 400 ve 600 saatlik süreler boyunca yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Tüm UV yaşlandırma işlemine tabi tutulan deney örnekleri için yaşlandırma periyodu sonrasında yeterli süre kondisyonlama işleminden sonra testler gerçekleştirilmiştir. Yapay yaşlandırma testi için hazırlanan deney örnekleri

kayın, kestane, sarıçam, ladin odunlarından elde edilen malzeme yüzeylerine su bazlı ve poliüretan verniklerin içine çeşitli oranlarda grafen (%0.25, %0.50, %1), Mermer tozu (%5), TiO_2 (%2) karıştırılarak üstten depolu püskürtme tabancası ile uygulanmıştır. 8,2 x 32 x 1,5 cm boyutlarında 96 örnekten yararlanılmıştır.

2.3.9. Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi

UV yapay hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanan örneklerin ağaç türü, kesit şekli, vernik çeşidi, katkı maddesi kombinasyonları ve çeşitli katkı maddesi oranları için 8,2 x 32 x 1,5 cm boyutlarındaki 96 örnekten yararlanılmıştır. Bu örneklerin her biri için 5'er ölçüm yapılmıştır. 0-200-400-600 saatlik yaşlandırma sonrası pürüzlülük testi yapılmıştır. Deney malzemelerinin yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Mitutoyo SurfTest SJ301 model dokunmalı (iğneli) pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz, örnek yüzeyinde ileri ve geri hareket ettirilerek 5 μ m çaplı elmas ucuyla yüzeydeki yiv ve setlerin profilini çıkararak sayısal değer verir. Her yaşlandırma periyodu sonunda yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Cihazın ölçme hızı 10 mm/dak ve iğne çapı 4 μ m olarak seçilmiştir. Ölçme liflere dik yönde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme uzunluğu (tarama uzunluğu) $L_t=12,5$ mm, örnekleme uzunluğu (sınır dalga boyu) $\lambda=2,5$ mm olarak belirlenmiş ve pürüzlülük değeri $\pm 0,5$ mm hassasiyetinde ölçülmüştür. Cihazın tarama kolu yükü 10 gramdan düşük tutulmuştur; bu, ölçüm sırasında tarama iğnesinin örnek yüzeyinde çizik, kesik vb. oluşturmaması içindir. Tarama iğnesi ucu hücre boşluklarına takıldığında ölçüm tekrarlanmıştır. Ölçme ortamı gürültüsüz, cihazın yerleştirildiği masa titreşim önleyici yalıtkan bir malzeme ile kaplanmıştır. Ortam sıcaklığının 18-22°C arasında olması sağlanmıştır (Ayata, 2014). Deney örneği ve cihazın yer düzlemine paralellik kontrolü ve ayarı yapıldıktan yapılmıştır. R_a , R_y , R_z ve R_q değerleri, ISO 4287 standardına göre belirlenmiştir.

2.3.10. İstatistiksel Yöntemler

Analizler International Business Machines Statistical Package for the Social Sciences (2022, New York, ABD) programında gerçekleştirilmiştir. İstatistiki yöntemler ile vernik+katkı maddeleri özelliklerinin karşılaştırılmasında farklılık olup olmadığını

belirlemek için varyans analizi kullanılacaktır. Farklılık oluşturduğu durumlarda Duncan-testi ile homojenlik grupları belirlenecektir. Varyans analizinde, Fhesap ve Ftablo değerleri belirlenecek, Fhesap değerlerinin %5'den büyük olması durumunda (B.D), % 5-% 1 arasında (*), % 1- % 0,1 arasında (**) ve % 0,1'den küçük olması durumunda (***) işaretleri ile açıklanacaktır. Normal dağılıma uymayan örnekler ise T testi ile değerlendirilecektir.

2.4. Katkı Maddeleri Kodları ve Oranları

Katkı maddeleri kodları ve oranları Tablo 5'de verilmiştir. Katkı maddelerinin oranları literatürde göz önüne alınarak deneme yanılma yoluyla bulunmuştur. Özellikle grafen ve titanyum dioksit nano boyutlu bir malzeme olduğundan dolayı, karışımdaki oranları düşük yüzdelerde kullanılarak homojen bir karışım elde edilmiştir.

Tablo 5. Katkı maddeleri kodları ve oranları

Katkı maddeleri	Oranları
Grafen 1	(%0,25)
Grafen 2	(%0,50)
Grafen 3	(%1)
Mermer tozu 1	(%2,5)
Mermer tozu 2	(%5)
Titanyum dioksit 1	(%1)
Titanyum dioksit 2	(%2)

3. BULGULAR

3.1. Katı Madde Miktarı

Çalışmada kullanılan katkı maddeli verniklerin katı madde miktarları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Kullanılan katkı maddeli verniklerin katı madde miktarları (%)

Vernik çeşitleri	Katkı maddeli verniklerin katı madde miktarı (%)							
Katkı maddeleri	Kontrol	Grafen 1 (%0,25)	Grafen 2 (%0,50)	Grafen 3 (%1)	TiO ₂ 1 (%1)	TiO ₂ 2 (%2)	Mermer tozu 1 (%2,5)	Mermer tozu 2 (%5)
Su bazlı vernik	43	43,2	44,1	44,1	45,1	46,2	47,1	48,2
Poliüretan vernik	45,9	46,8	46,9	47,9	48,8	49,9	49,8	50,9

En yüksek katı madde miktarı poliüretan vernikte, en düşük ise su bazlı vernikte bulunmuştur. Katkı maddeleri kendi aralarında kıyaslandığı zaman en yüksek katı madde miktarı mermer tozu 2 (%5), en düşük grafen 1(%0,25) bulunmuştur.

3.2. Kuru Film Kalınlığı

Deneylerde kullanılan vernik türlerine ait kuru film katmanlarının kalınlıklarına ait aritmetik ortalama değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Vernik türlerine ait ortalama kuru film kalınlıkları (µm)

Vernik çeşitleri	Katman kalınlığı (µm).
Su bazlı astar + son kat	100
Poliüretan astar + son kat	100

3.3. Yapışma Direnci

3.3.1. Su Bazlı Verniklerin Yapışma Dirençleri

Su bazlı vernikler için yapışma direnci değerleri belirlenerek Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Su bazlı verniklerin yapışma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R*	T*	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
0,83	1,56	1,72	1,91	0,67	0,76	1,31	0,64	1,5	1,91	1,27	1,34	0,67	0,92	1,75	1,75
0,89	0,83	1,27	0,57	1,4	0,67	1,29	1,18	1,08	1,59	1,56	1,56	1,02	0,83	1,27	1,66
1,02	0,73	1,5	1,01	2,77	0,8	0,19	1,53	1,46	1,15	1,27	1,56	1,46	0,99	1,34	1,31
0,76	0,92	1,11	1,51	1,56	1,56	1,31	0,67	1,59	0,73	1,53	1,21	0,64	1,46	1,94	1,15
1,11	1,46	1,66	0,61	1,88	1,89	1,01	1,34	1,82	1,78	1,94	1,78	1,08	1,82	1,37	1,24
Kestane															
0,29	0,32	0,32	0,25	0,2	0,25	0,32	0,86	0,67	0,7	0,32	0,51	0,29	0,35	0,29	0,61
0,29	0,35	0,29	0,29	0,41	0,22	0,29	0,3	0,8	0,73	0,25	0,45	0,32	0,96	0,32	0,22
0,32	0,32	0,32	0,25	0,29	0,25	0,25	0,25	0,99	0,67	0,3	0,89	0,32	0,67	0,67	0,25
0,32	0,35	0,29	0,25	0,29	0,29	0,32	0,64	0,67	1,02	0,29	0,57	0,25	0,73	0,29	0,29
0,32	0,32	0,32	0,29	0,3	0,29	0,16	0,22	0,73	0,73	0,19	0,76	0,22	0,38	0,29	0,45
Sarıçam															
0,32	1,08	0,16	1,18	0,29	0,96	0,16	0,51	0,51	1,05	0,35	0,64	0,22	0,48	0,64	0,61
0,7	0,3	0,48	0,64	0,41	0,32	0,59	0,19	0,22	0,89	0,56	1,08	0,29	0,29	0,45	0,67
0,13	0,36	0,41	1,08	0,32	0,64	0,45	0,76	0,35	1,46	0,32	0,96	0,35	0,61	0,22	0,61
0,99	0,29	0,25	0,64	0,32	0,57	0,35	0,29	0,57	1,08	0,45	1,15	0,32	0,76	0,41	0,51
0,41	0,83	0,3	0,67	0,4	0,73	0,36	1,66	0,67	1,21	0,25	1,18	0,57	0,81	0,32	0,41
Ladin															
1,43	0,38	1,31	1,5	2,36	0,25	0,32	0,67	1,85	1,15	1,98	0,67	1,57	0,67	1,89	0,45
1,24	0,48	2,2	0,92	1,88	1,01	1,97	0,57	1,02	1,53	0,51	0,61	0,67	0,86	0,96	0,29
0,89	0,76	0,92	1,02	1,5	0,45	0,76	0,67	1,72	1,4	1,5	0,61	2,01	1,27	0,38	0,34
1,21	0,51	2,77	0,99	1,72	0,98	1,25	1,59	1,56	1,08	1,4	0,99	1,56	0,7	1,45	0,51
1,11	0,45	2,58	1,02	1,4	0,67	1,89	1,02	1,34	1,02	1,36	0,76	0,64	1,08	1,96	1,5

R*:radyal kesit, T*:teğet kesit

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Yapışma direnci etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	4,670	7	0,667	2,278	0,028
Gruplar içi	91,383	312	0,293		
Toplam	96,053	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. İki gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasında en yüksek etki titanyum dioksit 1 (%1), en düşük etki grafen 3 (%1)'de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
Kontrol	40	0,6795		A
Grafen 3	40	0,7528		A
Mermer tozu 1	40	0,7777		A
Mermer tozu 2	40	0,8260		A
Grafen 2	40	0,8483	0,8483	AB
Grafen 1	40	0,9195	0,9195	AB
TiO ₂ 2	40	0,9220	0,9220	AB
TiO ₂ 1	40		1,1000	B

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	2,860	3	0,953	11,198	0,000
	Gruplar içi	3,065	36	0,085		
	Toplam	5,926	39			
Grafen1	Gruplar arası	10,139	3	3,380	15,968	0,000
	Gruplar içi	7,620	36	0,212		
	Toplam	17,759	39			
Grafen2	Gruplar arası	8,878	3	2,959	12,182	0,000
	Gruplar içi	8,746	36	0,243		
	Toplam	17,624	39			
Grafen3	Gruplar arası	3,901	3	1,300	6,956	0,001
	Gruplar içi	6,730	36	0,187		
	Toplam	10,630	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	4,055	3	1,352	11,227	0,000
	Gruplar içi	4,334	36	0,120		
	Toplam	8,388	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	7,728	3	2,576	18,157	0,000
	Gruplar içi	5,107	36	0,142		
	Toplam	12,835	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	3,993	3	1,331	13,184	0,000
	Gruplar içi	3,634	36	0,101		
	Toplam	7,627	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	6,220	3	2,073	17,063	0,000
	Gruplar içi	4,375	36	0,122		
	Toplam	10,595	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu, grafen 1 (%0,25), 2 (%0,50), 3 (%1), titanyum dioksit 1 (%1) ve mermer tozu 1(%2,5) iki homojen gruba ayrılmıştır. Mermer tozu 2(%5) ve titanyum dioksit 2 (%2) ise üç homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki titanyum dioksit 2 (%2) katkılı kayında, en düşük etki grafen 2 (%0,50) katkılı kestanede bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Kontrol	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	
Kestane	10	0,3200		A	Kestane	10	0,4490		A
Sarıçam	10	0,5410		A	Sarıçam	10	0,4700		A
Ladin	10		0,8460	B	Kayın	10		1,0890	B
Kayın	10		1,0110	B	Ladin	10		1,1030	B
Grafen 1	N	1	2		TiO ₂ 1	N	1	2	
Kestane	10	0,2870		A	Kestane	10	0,7710		
Sarıçam	10	0,5810		A	Sarıçam	10	0,8010		
Kayın	10		1,2870	B	Ladin	10		1,3670	
Ladin	10		1,5230	B	Kayın	10		1,4610	
Grafen 2	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	3
Kestane	10	0,2790		A	Kestane	10	0,3680		A
Sarıçam	10	0,4960		A	Sarıçam	10	0,4850		A
Ladin	10		1,2220	B	Ladin	10		0,9730	B
Kayın	10		1,3960	B	Kayın	10		1,4780	C
Grafen 3	N	1	2		TiO ₂ 2	N	1	2	3
Kestane	10	0,3610		A	Kestane	10	0,4530		A
Sarıçam	10	0,5320		A	Sarıçam	10	0,6940		A
Kayın	10		1,0470	B	Ladin	10		1,0390	B
Ladin	10		1,0710	B	Kayın	10		1,5020	C

- Kesit Şekli ve Katkı Maddeleri Arasındaki Yapışma Direnci İlişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Grafen 1 (%0,25),2 (%0,50), mermer tozu 1(%2,5),2(%5) ve titanyum dioksit 1 (%1), 2 (%2) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanlışma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Yapışma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	0,283	0,598	38	0,799
	Teğet	20			37,962	0,799
Grafen 1	Radyal	20	8,491	0,006	38	0,836
	Teğet	20			29,974	0,836
Grafen 2	Radyal	20	16,911	0,000	38	1,636
	Teğet	20			29,478	1,636
Grafen 3	Radyal	20	2,019	0,164	38	-0,302
	Teğet	20			36,248	-0,302
Mermer tozu 1	Radyal	20	3,460	0,071	38	-0,735
	Teğet	20			33,727	-0,735
Mermer tozu 2	Radyal	20	3,757	0,060	38	0,930
	Teğet	20			35,752	0,930
TiO ₂ 1	Radyal	20	4,492	0,041	38	-0,624
	Teğet	20			34,420	-0,624
TiO ₂ 2	Radyal	20	17,841	0,000	38	-0,505
	Teğet	20			31,310	-0,505

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	2,765	7	0,395	0,976	0,451
Gruplar içi	61,506	152	0,405		
Toplam	64,271	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında yapışma direnci üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmamıştır. Bu nedenle yapışma direnci değerleri homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Tek homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grubu	
		1	
Mermer tozu 1	20	0,7235	A
Grafen3	20	0,7275	A
Kontrol	20	0,7290	A
TiO ₂ 2	20	0,8800	A
Mermer tozu 2	20	0,9105	A
Grafen 1	20	1,0090	A
Grafen 2	20	1,0185	A
TiO ₂ 1	20	1,0560	A

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	3,799	7	0,543	2,976	0,006
Gruplar içi	27,723	152	0,182		
Toplam	31,522	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında yapışma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Kontrol	20	0,6300			A
Grafen 2	20	0,6780	0,6780		AB
Mermer tozu 2	20	0,7415	0,7415		AB
Grafen 3	20	0,7780	0,7780		AB
Grafen 1	20	0,8300	0,8300		AB
Mermer tozu 1	20	0,8320	0,8320		AB
TiO ₂ 2	20		0,9640	0,9640	BC
TiO ₂ 1	20			1,1440	C

3.3.2. Poliüretan Verniklerin Yapışma Dirençleri

Poliüretan vernikler için yapışma direnci değerleri belirlenerek Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Poliüretan verniklerin yapışma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
0,89	2,96	2,07	2,01	0,96	1,43	1,69	1,34	2,8	2,8	2,71	2,29	1,82	2,58	2,07	1,24
1,24	2,74	2,07	2,04	1,5	1,56	1,75	1,82	3,41	2,42	2,07	2,55	2,74	2,48	0,99	1,4
0,99	1,75	1,46	1,37	1,43	1,24	1,62	1,02	3,34	2,71	2,04	2,39	1,27	2,36	1,08	1,69
1,72	2,1	2,29	1,85	1,15	1,27	1,4	1,4	3,95	2,96	2,8	2,83	2,68	2,2	0,89	1,94
0,92	1,02	1,46	1,75	0,76	1,75	1,31	1,24	3,25	2,07	2,74	2,58	2,45	2,07	0,92	1,88
Kestane															
1,24	1,4	1,54	2,23	2,42	1,78	2,1	2,59	1,46	1,94	1,66	1,69	1,72	1,97	1,98	1,97
1,18	1,91	2,01	2,48	2,55	2,48	2,48	2,36	1,31	1,56	1,5	1,98	2,23	2,55	1,65	1,91
1,75	1,97	1,56	2,07	2,04	2,07	1,91	1,82	1,15	1,18	1,34	1,56	1,88	2,58	1,85	2,23
1,85	1,56	1,4	2,52	2,39	1,56	2,13	2,32	1,75	2,39	1,72	1,66	1,34	2,2	0,61	2,45
0,83	1,59	0,61	2,8	2,74	1,66	2,77	2,0	1,34	2,32	1,46	1,18	1,72	2,52	1,85	2,07
Sarıçam															
0,95	2,29	3,06	1,75	2,17	1,85	1,85	0,92	2,32	1,91	2,01	1,56	2,48	1,97	2,96	0,9
1,24	2,26	2,71	1,5	3,06	1,18	1,8	1,4	2,71	2,32	1,87	1,69	2,29	1,75	3,89	1,94
1,85	2,13	2,71	1,62	1,56	1,56	1,43	1,46	2,48	2,2	1,15	2,45	2,07	1,94	2,77	1,59
1,1	2,26	2,36	2,07	3,38	1,82	1,53	1,5	2,77	2,29	1,89	1,37	2,13	1,27	3,38	1,3
1,46	2,39	3,22	2,13	2,83	1,66	1,75	1,5	2,87	2,32	1,99	1,88	2,13	1,82	2,99	0,6
Ladin															
0,54	0,99	1,15	1,43	0,54	1,15	0,41	1,24	1,72	2,39	2,13	1,75	1,98	1,5	0,89	2,83
0,73	1,69	0,64	1,66	0,57	1,78	0,45	1,97	2,64	2,52	2,2	1,34	1,59	1,59	0,41	3,34
0,61	1,43	0,57	1,56	0,73	1,82	0,43	1,59	2,1	1,75	2,9	1,69	1,79	1,18	0,89	2,58
0,3	1,85	0,8	1,78	0,6	1,97	0,83	1,59	1,37	2,36	2,45	1,37	1,15	1,15	0,67	2,58
0,45	1,75	0,83	1,46	0,8	1,88	0,67	1,72	1,31	2,64	1,27	1,96	1,37	1,36	0,73	2,93

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	16,787	7	2,398	5,819	0,000
Gruplar içi	128,591	312	0,412		
Toplam	145,379	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Dört homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki titanyum dioksit 1 (%1), en düşük etki grafen 3 (%1)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Kontrol	40	1,4970				A
Grafen 3	40	1,5780	1,5780			AB
Grafen2	40	1,6912	1,6912	1,6912		ABC
Grafen1	40		1,8150	1,8150		BC
Mermer tozu 2	40		1,8210	1,8210		BC
TiO ₂ 2	40			1,9417		C
Mermer tozu 1	40			1,9468		C
TiO ₂ 1	40				2,2775	D

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	3,214	3	1,071	3,120	0,038
	Gruplar içi	12,364	36	0,343		
	Toplam	15,579	39			
Grafen1	Gruplar arası	6,531	3	2,177	8,009	0,000
	Gruplar içi	9,786	36	0,272		
	Toplam	16,316	39			
Grafen 2	Gruplar arası	8,076	3	2,692	9,251	0,000
	Gruplar içi	10,476	36	0,291		
	Toplam	18,552	39			
Grafen 3	Gruplar arası	7,066	3	2,355	15,995	0,000
	Gruplar içi	5,301	36	0,147		
	Toplam	12,368	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	3,493	3	1,164	8,280	0,000
	Gruplar içi	5,063	36	0,141		
	Toplam	8,556	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	3,404	3	1,135	1,502	0,231
	Gruplar içi	27,204	36	0,756		
	Toplam	30,608	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	9,464	3	3,155	15,096	0,000
	Gruplar içi	7,523	36	0,209		
	Toplam	16,987	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	4,717	3	1,572	11,530	0,000
	Gruplar içi	4,909	36	0,136		
	Toplam	9,626	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile mermer tozu 2 hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu, grafen 1 (%0,25),2 (%0,50), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5) iki homojen gruba ayrılmıştır. Mermer tozu 2 (%5) tek grup, grafen 3 (%1) ve titanyum dioksit 1 (%1) ise üç homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki titanyum dioksit 2 (%2) katkılı kayında, en düşük etki grafen 3 (%1) katkılı ladinde bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Kontrol	N	1	2		TiO ₂ 2	N	1	2	
Ladin	10	1,0340		A	Kestane	10	1,5750		A
Kestane	10	1,5280	1,5280	AB	Sarıçam	10	1,7860		A
Kayın	10		1,6330	B	Ladin	10	1,9060		A
Sarıçam	10		1,7930	B	Kayın	10		2,500	B
Grafen 1	N	1	2		Grafen 3	N	1	2	3
Ladin	10	1,1880		A	Ladin	10	1,0900		A
Kayın	10		1,8370	B	Kayın	10		1,4590	B
Kestane	10		1,9220	B	Sarıçam	10		1,5140	B
Sarıçam	10		2,3130	B	Kestane	10			2,2490
Grafen 2	N	1	2		TiO ₂ 1	N	1	2	3
Ladin	10	1,1840		A	Kestane	10	1,6400		A
Kayın	10	1,3050		A	Ladin	10		2,0800	B
Sarıçam	10		2,1070	B	Sarıçam	10		2,4190	B
Kestane	10		2,1690	B	Kayın	10			2,9710
Mermer tozu 1	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1		
Ladin	10	1,4660		A	Kayın	10	1,4100	A	
Sarıçam	10		1,9850	B	Ladin	10	1,7850	A	
Kestane	10		2,0710	B	Kestane	10	1,8570	A	
Kayın	10		2,2650	B	Sarıçam	10	2,2320	A	

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Grafen 1 (%0,25), 2 (%0,50), mermer tozu 2 (%5) ve titanyum dioksit 1 (%1), kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Yapışma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	0,097	0,758	38	-5,258
	Teget	20			37,631	-5,258
Grafen 1	Radyal	20	12,651	0,001	38	-0,867
	Teget	20			27,175	-0,867
Grafen 2	Radyal	20	32,205	0,000	38	0,161
	Teget	20			23,547	0,161
Grafen 3	Radyal	20	2,528	0,120	38	-0,697
	Teget	20			32,911	-0,697
Mermer tozu 1	Radyal	20	0,090	0,766	38	-0,070
	Teget	20			37,897	-0,070
Mermer tozu 2	Radyal	20	4,852	0,034	38	-1,055
	Teget	20			33,110	-1,055
TiO ₂ 1	Radyal	20	13,691	0,001	38	0,237
	Teget	20			28,130	0,237
TiO ₂ 2	Radyal	20	0,039	0,844	38	0,673
	Teget	20			37,638	0,673

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	17,955	7	2,565	4,559	0,000
Gruplar içi	85,515	152	0,563		
Toplam	103,470	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında yapışma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle yapışma direnci değerleri homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grubu			
		1	2	3	
Kontrol	20	1,0920			A
Grafen 3	20	1,5155	1,5155		AB
Mermer tozu 2	20		1,6735		B
Grafen 2	20		1,7090		B
Grafen 1	20		1,7260		B
Mermer tozu 1	20		1,9415	1,9415	BC
TiO ₂ 2	20		1,9950	1,9950	BC
TiO ₂ 1	20			2,3025	C

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki yapışma direnci ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Yapışma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	5,008	7	0,715	3,105	0,004
Gruplar içi	35,020	152	0,230		
Toplam	40,028	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında yapışma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle yapışma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. İki farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Yapışma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
Grafen 3	20	1,6405		A
Grafen 2	20	1,6735		A
TiO ₂ 2	20	1,8885		A
Kontrol	20	1,9020		A
Grafen 1	20	1,9040		A
Mermer tozu 1	20	1,9520	1,9520	AB
Mermer tozu 2	20	1,9685	1,9685	AB
TiO ₂ 1	20		2,2525	B

3.4. Aşınma Direnci

3.4.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Dirençleri

Su bazlı vernikler için aşınma direnci değerleri belirlenerek Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Su bazlı verniklerin aşınma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
256	256	256	255	251	281	256	256	251	251	251	231	256	259	245	256
255	256	255	261	261	265	256	250	252	252	256	256	287	259	251	259
259	259	254	253	260	264	261	254	256	253	258	259	271	264	253	261
258	255	257	258	263	269	263	259	259	254	256	254	274	265	253	256
254	254	256	254	269	263	268	261	258	255	254	251	256	263	258	265
Kestane															
256	266	256	259	265	245	265	259	256	257	250	256	256	256	256	256
254	253	254	258	264	249	269	254	278	256	259	261	261	254	251	258
269	251	257	254	256	256	256	251	298	259	271	259	254	259	253	254
265	254	256	255	269	259	251	256	254	284	278	256	289	256	252	256
266	245	259	256	263	256	256	258	256	283	279	298	278	255	256	264
Sarıçam															
256	256	256	256	256	255	250	259	271	298	252	258	259	278	256	256
253	259	259	265	259	254	254	261	281	268	256	257	258	261	256	255
254	261	254	264	256	256	256	254	256	274	254	256	261	256	255	281
259	262	256	269	253	259	253	255	255	256	259	259	271	255	254	271
255	265	255	253	251	255	251	205	245	254	261	256	275	251	261	246
Ladin															
256	255	255	259	259	259	256	256	289	255	296	271	256	256	256	262
256	256	256	256	261	256	254	259	264	256	256	285	259	254	259	265
259	254	259	254	265	254	254	258	255	255	254	255	254	253	261	265
257	259	258	255	251	253	245	256	256	252	256	246	256	259	262	269
254	256	257	258	256	250	246	254	259	245	255	259	255	256	265	259

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Aşınma direnci etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	1532,747	7	218,964	2,758	0,009
Gruplar içi	24772,975	312	79,401		
Toplam	26305,722	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki titanyum dioksit 1 (%1), en düşük etki grafen 3 (%1)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Grafen 3	40	254,8750			A
Grafen 1	40	256,9250	256,9250		AB
Kontrol	40	257,0750	257,0750		AB
Mermer tozu 2	40	258,1750	258,1750	258,1750	ABC
Grafen 2	40	258,6500	258,6500	258,6500	ABC
TiO ₂ 2	40		259,8500	259,8500	BC
Mermer tozu 1	40			261,4750	B
TiO ₂ 1	40			261,6500	B

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	30,675	3	10,225	0,478	0,700
	Gruplar içi	770,100	36	21,392		
	Toplam	800,775	39			
Grafen1	Gruplar arası	45,275	3	15,092	1,462	0,241
	Gruplar içi	371,500	36	10,319		
	Toplam	416,775	39			
Grafen2	Gruplar arası	512,300	3	170,767	4,185	0,006
	Gruplar içi	1276,800	36	35,467		
	Toplam	1789,100	39			
Grafen 3	Gruplar arası	462,275	3	154,092	1,815	0,162
	Gruplar içi	3056,100	36	84,892		
	Toplam	3518,375	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	520,675	3	173,558	2,190	0,106
	Gruplar içi	2853,300	36	84,892		
	Toplam	3373,975	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	306,275	3	173,558	2,593	0,068
	Gruplar içi	1417,500	36	79,258		
	Toplam	1723,775	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	1251,300	3	102,092	2,560	0,070
	Gruplar içi	5865,800	36	39,375		
	Toplam	7117,100	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	1206,900	3	417,100	3,001	0,043
	Gruplar içi	4826,200	36	162,939		
	Toplam	6033,100	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisi grafen 2 (%0,50), mermer tozu 2 (%5), titanyum dioksit 1 (%1) ve 2 (%2) % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm aşınma

direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1),2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5),2 (%5) iki homojen gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu ve grafen 1 (%0,25),3 (%1) ise tek homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri içinde katkı maddeleri arasında en yüksek etki titanyum dioksit 1(%1) katkılı kestane, en düşük etki grafen 3 katkılı sarıçam bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

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

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Grafen 2	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	
Sarıçam	10	255,4000		A	Ladin	10	255,8000		A
Ladin	10	256,4000		A	Kestane	10	261,8000	261,8000	AB
Kestane	10	258,2000		A	Sarıçam	10	262,5000	262,5000	AB
Kayın	10		264,6000	B	Kayın	10		265,8000	B
TiO ₂ 1	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	
Kayın	10	254,1000		A	Kestane	10	255,6000		A
Ladin	10	258,6000	258,6000	AB	Kayın	10	255,7000		A
Sarıçam	10	265,8000	265,8000	AB	Sarıçam	10	259,1000	259,1000	AB
Kestane	10		268,1000	B	Ladin	10		262,3000	B
TiO ₂ 1	N	1	2		Grafen 1	N	1		
Kayın	10	252,6000		A	Kayın	10	255,9000	A	
Sarıçam	10	256,8000	256,8000	AB	Kestane	10	256,4000	A	
Ladin	10	263,3000	263,3000	AB	Ladin	10	256,7000	A	
Kestane	10		266,7000	B	Sarıçam	10	258,7000	A	
Grafen 3	N	1			Kontrol	N	1		
Sarıçam	10	249,8000	A		Kayın	10	256,2000	A	
Ladin	10	253,8000	A		Ladin	10	256,2000	A	
Kestane	10	257,5000	A		Kestane	10	257,9000	A	
Kayın	10	258,4000	A		Sarıçam	10	258,0000	A	

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Grafen 1 (%0,25)ve mermer tozu 1(%2,5) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Aşınma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	0,078	0,782	38	0,658
	Teğet	20			37,707	0,658
Grafen 1	Radyal	20	10,089	0,003	38	1,318
	Teğet	20			24,078	1,318
Grafen 2	Radyal	20	0,506	0,481	38	0,696
	Teğet	20			34,428	0,696
Grafen 3	Radyal	20	0,134	0,717	38	0,745
	Teğet	20			29,398	0,745
Mermer tozu 1	Radyal	20	11,549	0,002	38	1,993
	Teğet	20			29,098	1,993
Mermer tozu 2	Radyal	20	3,326	0,076	38	2,569
	Teğet	20			31,363	2,569
TiO ₂ 1	Radyal	20	0,018	0,895	38	0,370
	Teğet	20			37,988	0,370
TiO ₂ 2	Radyal	20	0,016	0,899	38	0,352
	Teğet	20			37,183	0,352

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	1448,794	7	206,971	2,929	0,007
Gruplar içi	10742,150	152	70,672		
Toplam	12190,944	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında aşınma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma direnci değerleri homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grubu			
		1	2	3	
Mermer tozu 2	20	255,6500			A
Grafen 3	20	256,0000			A
Grafen 1	20	256,2500			A
Kontrol	20	257,5500	257,5500		AB
Grafen 2	20	259,4000	259,4000	259,4000	ABC
TiO ₂ 2	20	260,5500	260,5500	260,5500	ABC
TiO ₂ 1	20		262,4500	262,4500	BC
Mermer tozu 1	20			264,3000	C

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	743,400	7	106,200	1,213	0,299
Gruplar içi	13311,000	152	87,572		
Toplam	14054,400	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında aşınma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmamıştır. Bu nedenle aşınma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
Grafen 3	20	253,7500		A
Kontrol	20	256,6000	256,6000	AB
Grafen 1	20	257,6000	257,6000	AB
Grafen 2	20	257,9000	257,9000	AB
Mermer tozu 1	20	258,6500	258,6500	AB
TiO ₂ 2	20	259,1500	259,1500	AB
Mermer tozu 2	20		260,7000	B
TiO ₂ 1	20		260,8500	B

3.4.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Dirençleri

Poliüretan vernikler için aşınma direnci değerleri belirlenerek Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Poliüretan verniklerin aşınma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
256	256	300	550	302	600	200	256	289	256	250	256	259	250	256	250
258	254	250	400	301	256	250	401	256	256	254	259	278	256	258	256
253	259	300	400	305	550	203	300	251	254	257	255	261	253	257	253
259	253	302	300	256	500	202	250	245	251	259	254	256	245	250	245
260	250	301	350	308	509	414	256	256	250	253	256	255	251	251	251
Kestane															
259	263	203	401	256	408	203	500	256	261	256	258	256	256	253	256
256	256	200	403	255	458	206	506	259	263	255	267	258	255	250	255
258	259	205	200	200	506	256	503	256	253	269	259	257	256	269	259
254	268	210	400	405	602	255	250	254	258	253	251	250	254	271	261
256	260	201	300	255	700	254	255	259	264	256	250	251	259	256	275
Sarıçam															
256	253	201	350	256	256	200	256	255	250	265	256	256	259	259	250
253	254	350	500	256	450	206	263	256	269	278	255	255	278	278	256
259	269	301	350	258	452	210	251	254	258	289	256	259	265	265	253
200	254	205	502	257	408	213	310	287	253	299	253	261	259	259	245
261	259	256	256	250	359	200	315	269	251	256	298	275	253	253	251
Ladin															
261	255	200	306	256	400	200	500	256	253	289	256	259	253	256	256
256	254	305	509	253	401	256	402	254	250	256	259	256	250	255	258
254	263	255	258	258	405	301	356	258	254	254	254	258	269	256	257
259	260	205	256	300	406	255	401	256	259	258	249	251	271	254	250
257	261	406	253	302	408	254	255	258	256	256	253	250	256	259	251

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	414797,347	7	59256,764	14,312	0,000
Gruplar içi	1291776,875	312	4140,310		
Toplam	1706574,222	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki grafen 2 (%0,50), en düşük etki mermer tozu 2 (%5)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Kontrol	40	256,1250			A
Mermer tozu 2	40	256,3250			A
TiO ₂ 1	40	257,5750			A
Mermer tozu 1	40	257,7250			A
TiO ₂ 2	40	260,4000			A
Grafen 3	40	288,1000	288,1000		AB
Grafen 1	40		310,0000		A
Grafen 2	40			363,0750	C

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	300,275	3	100,092	1,018	0,369
	Gruplar içi	3538,100	36	92,281		
	Toplam	3838,375	39			
Grafen 1	Gruplar arası	317558,800	3	10586,267	1,148	0,343
	Gruplar içi	331831,200	36	9217,533		
	Toplam	363590,00	39			
Grafen 2	Gruplar arası	47953,675	3	15984,558	1,100	0,362
	Gruplar içi	523043,100	36	14528,975		
	Toplam	570996,775	39			
Grafen 3	Gruplar arası	41470,000	3	13823,333	1,665	0,192
	Gruplar içi	298819,600	36	8300,544		
	Toplam	34,0289,600	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	265,875	3	88,625	1,674	0,190
	Gruplar içi	1906,100	36	52,947		
	Toplam	2171,975	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	321,675	3	107,225	2,369	0,087
	Gruplar içi	1629,100	36	45,253		
	Toplam	1950,775	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	135,275	3	45,092	0,604	0,617
	Gruplar içi	2886,500	36	74,625		
	Toplam	2821,775	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	1410,200	3	470,067	3,595	0,023
	Gruplar içi	4707,400	36	130,761		
	Toplam	6117,600	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli) katkı maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisi mermer tozu 2 (%5) ve titanyum dioksit 2 (%2) %1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm aşınma direnci değerleri için homojenlik

gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 2 (%5) iki homojen gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu, grafen 1 (%0,25),2 (%0,50),3 (%1) mermer tozu 1(%2,5) ve titanyum dioksit 1 (%1) ise tek homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki grafen 2 (%0,50) katkılı kestane, en düşük etki grafen 3 (%1) katkılı sarıçam bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
TiO ₂ 2	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	
Kayın	10	255,3000		A	Kayın	10	252,7000		A
Kestane	10	257,4000		A	Ladin	10	255,2000	255,2000	AB
Ladin	10	258,4000		A	Sarıçam	10	256,9000	256,9000	AB
Sarıçam	10		270,5000	B	Kestane	10		260,5000	B
Kontrol	N	1			Grafen 1	N	1		
Sarıçam	10	251,8000	A		Kestane	10	272,3000	A	
Kayın	10	255,8000	A		Ladin	10	295,3000	A	
Ladin	10	258,0000	A		Sarıçam	10	327,1000	A	
Kestane	10	258,9000	A		Kayın	10	345,3000	A	
Grafen 2	N	1			Mermer tozu 1	N	1		
Sarıçam	10	320,2000	A		Kestane	10	255,2000	A	
Ladin	10	338,9000	A		Kayın	10	256,4000	A	
Kayın	10	388,7000	A		Ladin	10	257,3000	A	
Kestane	10	404,5000	A		Sarıçam	10	262,0000	A	
Grafen 3	N	1			TiO ₂ 1	N	1		
Sarıçam	10	242,4000	A		Ladin	10	255,4000	A	
Kayın	10	273,2000	A		Kayın	10	256,4000	A	
Ladin	10	318,0000	A		Kestane	10	258,3000	A	
Kestane	10	318,8000	A		Sarıçam	10	260,2000	A	

- Kesit Şekli ve Katkı Maddeleri Arasındaki Aşınma Direnci İlişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Grafen 1 (%0,25), 2 (%0,50),3 (%1) ve titanyum dioksit 2 (%2) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. Aşınma direnci üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	0,371	0,546	38	1,202
	Teğet	20			24,621	1,202
Grafen 1	Radyal	20	4,676	0,037	38	4,033
	Teğet	20			31,374	4,033
Grafen 2	Radyal	20	9,247	0,004	38	6,818
	Teğet	20			24,280	6,818
Grafen 3	Radyal	20	14,577	0,000	38	4,114
	Teğet	20			28,506	4,114
Mermer tozu 1	Radyal	20	0,558	0,460	38	0,272
	Teğet	20			37,592	0,272
Mermer tozu 2	Radyal	20	0,235	0,631	38	1,768
	Teğet	20			37,457	1,768
TiO ₂ 1	Radyal	20	1,858	0,181	38	1,216
	Teğet	20			27,465	1,216
TiO ₂ 2	Radyal	20	4,333	0,044	38	1,379
	Teğet	20			34,575	1,379

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	15138,600	7	2162,657	2,033	0,054
Gruplar içi	161683,400	152	1063,707		
Toplam	176822,000	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında aşınma direnci üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma direnci değerleri homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. İki farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grubu		
		1	2	
Grafen 3	20	236,9000		A
Kontrol	20	254,2500	254,2500	AB
Grafen 1	20	257,8000	257,8000	AB
Mermer tozu 1	20	258,0500	258,0500	AB
Mermer tozu 2	20	258,2500	258,2500	AB
TiO ₂ 1	20	259,2000	259,2000	AB
TiO ₂ 2	20		263,1000	B
Grafen 2	20		274,4500	B

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınma direnci üzerine etkisini belirlemek varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Aşınma direnci üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	752922,594	7	107560,371	27,186	0,000
Gruplar içi	601376,350	152	3956,423		
Toplam	1354298,944	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında aşınma direnci üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma direnci değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Aşınma direnci üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Mermer tozu 2	20	254,4000			A
TiO ₂ 1	20	255,9500			A
Mermer tozu 1	20	257,4000			A
TiO ₂ 2	20	257,7000			A
Kontrol	20	258,0000			A
Grafen 3	20		339,3000		B
Grafen 1	20		362,2000		B
Grafen 2	20			451,7000	C

3.5. Aşınmada Ağırlık Kayıpları

3.5.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Su bazlı vernikler için aşınmada ağırlık kayıpları değerleri belirlenerek Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Su bazlı verniklerin aşınmada ağırlık kayıpları değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
0,94	0,89	1,11	1,01	1	0,75	1,09	0,9	0,74	0,9	0,84	0,95	0,94	0,96	1,51	1,06
0,91	0,86	1,11	0,94	0,98	1,03	1	0,81	0,84	1	0,94	0,88	1	0,89	1,33	1,16
0,86	0,86	1,14	1	0,92	0,95	1,08	0,84	0,78	1,02	0,71	0,81	0,88	0,71	1	0,98
0,84	0,93	1,13	1,11	0,9	1,05	1,03	0,85	0,71	0,87	0,71	0,81	0,94	0,71	1,01	0,99
0,96	0,8	1,11	0,91	0,92	0,96	1	0,6	0,91	0,95	0,76	0,88	1,03	0,83	1	1,07
Kestane															
0,65	0,76	0,65	0,95	0,85	0,81	0,75	0,92	0,71	0,71	0,67	0,74	0,99	0,92	0,97	1,06
0,92	0,84	0,88	0,94	0,85	0,81	0,81	0,9	0,76	0,51	0,72	0,79	1,02	0,93	0,88	0,98
0,78	0,87	0,86	0,96	0,7	0,84	0,86	0,91	0,84	0,75	0,81	0,47	1,04	0,91	0,98	1
0,63	0,63	0,81	0,94	0,81	0,9	0,97	0,96	0,72	0,87	0,67	0,68	1,04	0,91	1,03	1,06
0,84	0,86	0,81	0,86	0,7	0,71	0,97	0,91	0,79	0,87	0,67	0,85	0,96	0,95	0,91	1,13
Sarıçam															
0,68	0,72	0,92	0,83	0,89	0,94	0,87	0,71	0,61	0,9	0,86	0,65	0,74	0,93	1	1
0,61	0,78	0,95	0,9	0,85	0,93	0,84	0,93	0,8	0,79	0,82	0,84	0,69	0,91	1	0,92
0,82	0,78	0,88	0,74	0,92	0,84	0,81	0,84	0,63	0,71	0,81	0,7	0,92	0,94	1	1,05
0,93	0,71	0,85	0,84	0,8	0,78	0,93	0,82	0,82	0,71	0,97	0,88	0,74	0,84	1,01	1,08
0,7	0,8	0,81	0,86	0,92	0,71	0,92	0,79	0,86	0,7	0,76	0,71	0,84	0,84	1	1,05
Ladin															
0,87	0,72	0,97	0,91	1,1	0,95	1,01	0,99	0,95	0,95	0,82	0,92	1,15	1,02	0,74	0,99
0,86	0,78	0,95	1,11	0,94	1,05	0,83	0,9	0,74	0,76	0,91	0,87	0,84	1,02	0,86	0,99
0,68	0,76	0,96	0,98	0,92	0,92	0,9	1	0,64	0,81	0,92	0,71	0,82	1,05	1	1,04
0,83	0,79	0,95	1,14	0,91	0,93	0,89	1,04	0,88	0,91	0,88	0,92	0,97	0,88	0,9	0,92
0,83	0,79	0,94	1,04	1,04	0,81	0,92	0,88	0,84	0,83	0,83	0,88	0,86	0,9	1,02	1

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kaybı üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	1,706	7	0,244	21,903	0,000
Gruplar içi	3,471	312	0,011		
Toplam	5,177	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınmada ağırlık kayıpları değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. İki gruba ayrılmıştır. Dört homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki mermer tozu 2 (%5), en düşük etki titanyum dioksit 2 (%2)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
TiO ₂ 2	40	0,8049				A
Kontrol	40	0,8050				A
TiO ₂ 1	40	0,8061				A
Grafen 2	40		0,8941			B
Grafen 3	40		0,9039	0,9039		BC
Mermer tozu 1	40		0,9157	0,9157		BC
Grafen 1	40			0,9459		C
Mermer tozu 2	40				1,0212	D

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	0,098	3	0,033	5,098	0,005
	Gruplar içi	0,230	36	0,006		
	Toplam	0,328	39			
Grafen 1	Gruplar arası	0,267	3	0,89	14,093	0,000
	Gruplar içi	0,228	36	0,006		
	Toplam	0,495	39			
Grafen 2	Gruplar arası	0,170	3	0,057	9,097	0,000
	Gruplar içi	0,225	36	0,006		
	Toplam	0,395	39			
Grafen 3	Gruplar arası	0,045	3	0,015	1,619	0,202
	Gruplar içi	0,330	36	0,009		
	Toplam	0,375	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	0,101	3	0,034	3,926	0,016
	Gruplar içi	0,309	36	0,009		
	Toplam	0,410	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	0,146	3	0,049	4,120	0,013
	Gruplar içi	0,425	36	0,012		
	Toplam	0,571	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	0,103	3	0,034	3,343	0,030
	Gruplar içi	0,371	36	0,010		
	Toplam	0,474	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	0,139	3	0,046	5,902	0,002
	Gruplar içi	0,283	36	0,008		
	Toplam	0,422	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi grafen 3 (%1) hariç %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm aşınmada ağırlık kayıpları değerleri için homojenlik

gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Grafen 3 (%1) hariç diğer bütün katkı maddeleri iki homojen grup altında toplanmıştır. Ağaç türleri içinde katkı maddeleri arasında en yüksek etki mermer tozu 1 (%2,5) katkılı kayın, en düşük etki titanyum dioksit 2 (%2) katkılı sarıçam bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Kontrol	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	
Sarıçam	10	0,7560		A	Sarıçam	10	0,84444		A
Kestane	10	0,7820		A	Kayın	10	0,8933	0,8933	AB
Ladin	10	0,7948		A	Ladin	10		0,9544	B
Kayın	10		0,8872	B	Kestane	10		0,9708	B
Grafen 1	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	
Sarıçam	10	0,8612		A	Ladin	10	0,9492		A
Kestane	10	0,8712		A	Kestane	10	1,0038		A
Ladin	10		1,0003	B	Sarıçam	10	1,0154		A
Kayın	10		1,0509	B	Kayın	10		1,1164	B
Grafen 2	N	1	2		TiO ₂ 1	N	1	2	
Kestane	10	0,8033		A	Sarıçam	10	0,7570		A
Sarıçam	10	0,8612		A	Kestane	10	0,7577		A
Kayın	10		0,9508	B	Ladin	10	0,8348	0,8348	AB
Ladin	10		0,9612	B	Kayın	10		0,8751	B
Grafen 3	N	1			TiO ₂ 2	N	1	2	
Sarıçam	10	0,8514	A		Kestane	10			
Kestane	10	0,9004	A		Sarıçam	10			
Kayın	10	0,9239	A		Kayın	10			
Ladin	10	0,9398	A		Ladin	10			

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Kontrol ve mermer tozu 1 (%2,5) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 53’de verilmiştir.

Tablo 53. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	5,432	0,025	38	0,313
	Teğet	20			32,556	0,313
Grafen 1	Radyal	20	0,531	0,471	38	-0,433
	Teğet	20			36,594	-0,433
Grafen 2	Radyal	20	0,771	0,385	38	0,390
	Teğet	20			37,885	0,390
Grafen 3	Radyal	20	0,036	0,850	38	1,575
	Teğet	20			37,834	1,575
Mermer tozu 1	Radyal	20	2,993	0,092	38	0,487
	Teğet	20			34,951	0,487
Mermer tozu 2	Radyal	20	1,474	0,232	38	-0,505
	Teğet	20			24,339	-0,505
TiO ₂ 1	Radyal	20	1,347	0,253	38	-1,408
	Teğet	20			25,379	-1,408
TiO ₂ 2	Radyal	20	0,741	0,395	38	0,212
	Teğet	20			36,153	0,21

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	0,890	7	0,127	9,848	0,000
Gruplar içi	1,963	152	0,013		
Toplam	2,853	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınmada ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 55’de verilmiştir.

Tablo 55. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
TiO ₂ 2	20	0,7819			A
TiO ₂ 1	20	0,8084			A
Kontrol	20	0,8096			A
Grafen 2	20		0,9004		B
Mermer tozu 1	20		0,9237		B
Grafen 3	20		0,9279		B
Grafen 1	20		0,9381		B
Mermer tozu 2	20			1,0115	C

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 56’da verilmiştir.

Tablo 56. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	0,874	7	0,125	13,083	0,000
Gruplar içi	1,450	152	0,010		
Toplam	2,324	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınmada ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 57. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Kontrol	20	0,8004					A
TiO ₂ 2	20	0,8014					A
TiO ₂ 1	20	0,8304	0,8304				AB
Grafen 3	20		0,8799	0,8799			BC
Grafen 2	20		0,8878	0,8878			BC
Mermer tozu 1	20			0,9078	0,9078		CD
Grafen 1	20				0,9537		D
Mermer tozu 2	20					1,0310	E

3.5.2. Poliüretan Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kayıpları

Poliüretan vernikler için aşınmada ağırlık kayıpları değerleri belirlenerek Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58. Poliüretan verniklerin aşınmada ağırlık kayıpları verileri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
0,91	0,73	0,71	0,53	0,65	0,61	0,66	0,56	0,58	0,54	0,64	0,53	0,63	0,88	0,77	0,64
0,79	0,84	0,78	0,54	0,87	0,65	0,61	0,71	0,63	0,69	0,32	0,5	0,53	0,62	0,77	0,73
0,79	0,78	0,83	0,61	0,61	0,69	0,61	0,68	0,84	0,57	0,5	0,71	0,69	0,77	0,86	0,76
0,9	0,66	0,85	0,64	0,61	0,68	0,7	0,72	0,61	0,67	0,62	0,5	0,68	0,79	0,88	0,71
0,68	0,68	0,65	0,7	0,66	0,61	0,71	0,67	0,61	0,61	0,63	0,54	0,65	0,8	0,88	0,84
Kestane															
0,74	0,6	0,66	0,6	0,67	0,68	0,63	0,58	0,51	0,64	0,7	0,58	0,55	0,76	0,59	0,55
0,71	0,59	0,7	0,83	0,57	0,76	0,71	0,75	0,74	0,78	0,71	0,59	0,5	0,75	0,76	0,59
0,67	0,59	0,71	0,9	0,65	0,51	0,63	0,67	0,68	0,73	0,61	0,62	0,7	0,69	0,56	0,76
0,72	0,66	0,68	0,73	0,61	0,74	0,7	0,8	0,66	0,74	0,62	0,68	0,62	0,72	0,52	0,61
0,67	0,65	0,63	0,74	0,72	0,55	0,48	0,7	0,71	0,75	0,61	0,6	0,79	0,61	0,76	0,56
Sarıçam															
0,71	0,59	0,93	0,88	0,67	0,65	0,75	0,74	0,63	0,62	0,61	0,69	0,6	0,68	0,63	0,82
0,68	0,77	0,7	0,73	0,66	0,71	0,57	0,71	0,74	0,6	0,67	0,56	0,57	0,71	0,59	0,78
0,89	0,66	0,72	0,79	0,68	0,65	0,69	0,86	0,7	0,68	0,64	0,56	0,62	0,71	0,61	0,78
0,68	0,6	0,88	0,54	0,67	0,57	0,78	0,71	0,7	0,58	0,5	0,56	0,62	0,73	0,56	0,79
0,54	0,57	0,84	0,76	0,72	0,66	0,75	0,48	0,69	0,65	0,68	0,51	0,74	0,69	0,69	0,83
Ladin															
0,68	0,51	0,75	0,73	0,69	0,74	0,75	0,62	0,67	0,85	0,8	0,74	0,9	0,79	1,86	0,69
0,61	0,6	0,56	0,61	0,7	0,7	0,77	0,54	0,82	0,72	0,67	0,64	0,78	0,69	0,85	0,68
0,54	0,75	0,66	0,83	0,71	0,83	0,57	0,48	0,6	0,67	0,64	0,71	0,79	0,74	0,92	0,75
0,76	0,62	0,77	0,89	0,61	0,7	0,64	0,71	0,82	0,8	0,78	0,72	0,83	0,82	0,88	0,68
0,6	0,59	0,46	0,86	0,76	0,77	0,72	0,68	0,72	0,77	0,77	0,61	0,76	0,69	0,37	0,61

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 59’da verilmiştir.

Tablo 59. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	0,356	7	0,051	3,746	0,001
Gruplar içi	4,234	312	0,014		
Toplam	4,590	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınmada ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki mermer tozu 2 (%5), en düşük etki titanyum dioksit 2 (%2)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 60’da verilmiştir.

Tablo 60. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
TiO ₂ 2	40	0,6263			A
Grafen 3	40	0,6743	0,6743		AB
Grafen 2	40	0,6766	0,6766		AB
Kontrol	40		0,6868	0,6868	BC
TiO ₂ 1	40		0,6872	0,6872	BC
Mermer tozu 1	40		0,7087	0,7087	BC
Grafen 1	40		0,7268	0,7268	BC
Mermer tozu 2	40			0,7419	C

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 61’de verilmiştir.

Tablo 61. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	0,130	3	0,043	6,049	0,002
	Gruplar içi	0,258	36	0,007		
	Toplam	0,388	39			
Grafen1	Gruplar arası	0,046	3	0,015	1,175	0,333
	Gruplar içi	0,468	36	0,013		
	Toplam	0,514	39			
Grafen 2	Gruplar arası	0,037	3	0,012	2,487	0,076
	Gruplar içi	0,179	36	0,005		
	Toplam	0,216	39			
Grafen 3	Gruplar arası	0,018	3	0,006	0,738	0,536
	Gruplar içi	0,285	36	0,008		
	Toplam	0,302	39			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	0,083	3	0,028	4,001	0,015
	Gruplar içi	0,248	36	0,007		
	Toplam	0,331	39			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	0,237	3	0,079	1,730	0,178
	Gruplar içi	1,642	36	0,046		
	Toplam	1,879	39			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	0,066	3	0,022	3,946	0,016
	Gruplar içi	0,200	36	0,006		
	Toplam	0,266	39			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	0,131	3	0,044	7,601	0,000
	Gruplar içi	0,207	36	0,006		
	Toplam	0,339	39			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi kontrol, mermer tozu 1 (%2,5),2 (%5) ve titanyum dioksit 1 (%1),2 (%2) %1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm

aşınmada ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Grafen 1 (%0,25),3 (%1) ve mermer tozu 2 (%5) hariç diğer bütün katkı maddeleri iki homojen grup altında toplanmıştır. Ağaç türleri içinde katkı maddeleri arasında en yüksek etki mermer tozu 2 (%5) katkılı ladin, en düşük etki titanyum dioksit 1 (%1) katkılı kayın bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 62. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Kontrol	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	
Ladin	10	0,6293		A	Sarıçam	10	0,6712		A
Kestane	10	0,6647		A	Kestane	10	0,6724		A
Sarıçam	10	0,6716		A	Kayın	10	0,7080	0,7080	AB
Kayın	10		0,7816	B	Ladin	10		0,7832	B
Grafen 2	N	1	2		TiO ₂ 1	N	1	2	
Kestane	10	0,6435		A	Kayın	10	0,6401		A
Sarıçam	10	0,6681	0,6681	AB	Sarıçam	10	0,6624		A
Kayın	10	0,6686	0,6686	AB	Kestane	10	0,6990	0,6990	AB
Ladin	10		0,7263	B	Ladin	10		0,7472	B
Grafen 1	N	1			TiO ₂ 2	N	1	2	3
Kayın	10	0,6884	A		Kayın	10	0,5546		A
Ladin	10	0,7156	A		Sarıçam	10	0,6021	0,6021	AB
Kestane	10	0,7220	A		Kestane	10		0,6366	B
Sarıçam	10	0,7812	A		Ladin	10			0,7118 C
Grafen 3	N	1			Mermer tozu 2	N	1		
Ladin	10	0,6530	A		Kestane	10	0,6319		
Kayın	10	0,6674	A		Sarıçam	10	0,7130		
Kestane	10	0,6676	A		Kayın	10	0,7882		
Sarıçam	10	0,7090	A		Ladin	10	0,8346		

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Mermer tozu 1 (%2,5) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 63’de verilmiştir.

Tablo 63. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	20	0,588	0,448	38	2,073
	Teğet	20			36,092	2,073
Grafen 1	Radyal	20	0,595	0,445	38	0,049
	Teğet	20			37,639	0,049
Grafen 2	Radyal	20	0,660	0,422	38	-0,052
	Teğet	20			37,540	-0,052
Grafen 3	Radyal	20	0,480	0,493	38	0,067
	Teğet	20			35,983	0,067
Mermer tozu 1	Radyal	20	6,045	0,019	38	-1,936
	Teğet	20			31,370	-1,936
Mermer tozu 2	Radyal	20	3,516	0,068	38	0,832
	Teğet	20			22,430	0,832
TiO ₂ 1	Radyal	20	0,091	0,764	38	0,021
	Teğet	20			37,999	0,021
TiO ₂ 2	Radyal	20	0,056	0,814	38	0,985
	Teğet	20			34,802	0,985

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 64’de verilmiştir.

Tablo 64. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	0,225	7	0,032	1,677	0,119
Gruplar içi	2,916	152	0,019		
Toplam	3,141	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmamıştır. Bu nedenle aşınmada ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. İki farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
TiO ₂ 2	20	0,6408		A
Grafen 3	20	0,6752	0,6752	AB
Grafen 2	20	0,6760	0,6760	AB
Mermer tozu 1	20	0,6815	0,6815	AB
TiO ₂ 1	20	0,6875	0,6875	AB
Kontrol	20	0,7182	0,7182	AB
Grafen 1	20	0,7277	0,7277	AB
Mermer tozu 2	20		0,7709	B

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki aşınmada ağırlık kayıpları

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 66’da verilmiştir.

Tablo 66. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	0,230	7	0,033	4,135	0,000
Gruplar içi	1,207	152	0,008		
Toplam	1,437	159			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında aşınma ağırlık kayıpları üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle aşınma ağırlık kayıpları homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Aşınmada ağırlık kayıpları üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
TiO ₂ 2	20	0,6118			A
Kontrol	20	0,6554	0,6554		AB
Grafen 3	20		0,6733	0,6733	BC
Grafen 2	20		0,6773	0,6773	BC
TiO ₂ 1	20		0,6869	0,6869	BC
Mermer tozu 2	20		0,7130	0,7130	BC
Grafen 1	20			0,7259	B
Mermer tozu 1	20			0,7359	B

3.6. Salınımsal Sertlik Değerleri

3.6.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri

Su bazlı vernikler için salınımsal sertlik değerleri belirlenerek Tablo 68’de verilmiştir.

Tablo 68. Su bazlı verniklerin salınımsal sertlik değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
33	35	29	28	26	29	28	29	51	47	31	36	44	46	33	32
34	34	26	27	26	30	28	30	46	40	28	32	48	45	31	37
30	33	28	27	26	28	27	28	44	41	28	35	47	44	34	35
36	32	27	29	28	27	30	27	45	46	31	32	46	45	30	33
32	39	29	30	27	28	29	31	38	38	32	33	42	44	33	35
33	33	30	28	27	26	26	30	47	40	32	31	47	42	39	32
31	36	31	30	25	30	28	29	34	43	31	30	49	45	35	34
32	38	33	26	26	27	26	30	44	42	31	28	46	48	38	31
Kestane															
26	41	20	28	23	25	21	28	30	38	31	26	38	37	33	28
31	40	21	27	25	22	28	23	36	39	31	28	40	34	31	34
33	40	25	29	24	23	25	26	33	38	26	27	32	39	29	30
26	38	22	26	23	27	24	24	37	39	31	28	38	46	29	29
31	39	20	25	24	24	26	25	39	36	30	27	41	41	29	29
29	40	20	24	28	26	23	28	39	35	29	26	40	40	28	34
31	39	20	27	26	22	27	27	42	34	24	26	43	48	35	32
25	40	22	26	27	24	24	29	40	39	25	27	34	43	29	33
Sarıçam															
24	25	21	19	21	28	18	27	27	35	23	26	34	41	21	30
30	27	18	20	21	27	20	21	34	39	21	29	32	41	23	32
20	28	19	22	20	26	22	24	38	38	23	25	39	42	24	34
24	26	19	21	20	34	19	23	36	43	27	28	37	44	27	27
28	30	15	18	22	29	20	25	39	42	26	27	37	40	25	28
27	31	21	21	21	28	19	25	35	40	21	30	38	41	24	31
28	29	24	20	22	31	20	26	37	41	18	29	29	38	23	29
24	28	22	22	20	26	21	24	39	37	31	27	36	45	27	26
Ladin															
24	31	22	24	20	29	19	30	42	39	29	29	39	40	28	29
25	33	24	23	19	25	24	26	45	38	26	26	44	41	27	28
23	28	23	24	22	26	22	27	39	42	23	28	34	40	32	27
27	29	23	22	17	27	23	28	35	40	25	27	38	41	22	35
24	30	22	20	21	28	24	26	41	41	24	29	34	39	25	33
28	32	20	22	19	27	27	31	40	38	30	31	40	36	29	31
23	29	24	21	19	26	20	32	36	37	30	29	45	40	28	32
26	33	23	19	21	26	25	29	41	36	24	31	41	42	24	29

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 69’da verilmiştir.

Tablo 69. Salınımsal sertlik üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	18578,670	7	2654,096	165,203	0,000
Gruplar içi	8097,078	504	16,066		
Toplam	26675,748	511			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Altı homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki mermer tozu 1 (%1), en düşük etki grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 70'de verilmiştir.

Tablo 70. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 1	64	23,7188						A
Grafen 2	64	24,9531	24,9531					AB
Grafen 3	64		25,4844					B
TiO ₂ 2	64			28,0469				C
Mermer tozu 2	64				30,0625			D
Kontrol	64				30,6875			D
TiO ₂ 1	64					39,2500		E
Mermer tozu 1	64						40,7813	F

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 71'de verilmiştir.

Tablo 71. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	739,000	3	246,333	16,264	0,000
	Gruplar içi	908,750	60	15,146		
	Toplam	1647,750	63			
Grafen 1	Gruplar arası	626,688	3	208,896	40,661	0,000
	Gruplar içi	308,250	60	5,138		
	Toplam	934,938	63			
Grafen 2	Gruplar arası	133,922	3	44,641	4,428	
	Gruplar içi	604,937	60	10,082		
	Toplam	738,859	63			
Grafen 3	Gruplar arası	327,797	3	109,266	15,030	0,007
	Gruplar içi	436,188	60	7,270		
	Toplam	763,984	63			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	491,688	3	163,896	13,231	0,000
	Gruplar içi	743,250	60	12,388		
	Toplam	1234,938	63			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	426,625	3	142,208	15,482	0,000
	Gruplar içi	551,125	60	9,185		
	Toplam	977,750	63			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	346,500	3	115,500	9,397	0,000
	Gruplar içi	737,500	60	12,292		
	Toplam	1084,000	63			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	266,297	3	88,766	11,873	0,000
	Gruplar içi	448,563	60	7,476		
	Toplam	714,859	63			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu, grafen 2 (%0,50), mermer tozu 1 (%2,5), titanyum dioksit 1 (%1),2 (%2) iki homojen gruba ayrılmıştır. Mermer tozu 2 (%2,5) ve grafen 3 (%1) ise üç homojen grupta toplanmıştır. Grafen 1 (%0,25) ise dört homojen grup altında toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki mermer tozu 1 (%2,5) katkılı kayında, en düşük etki grafen 1 (%0,25) katkılı sarıçamda bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları			
Kontrol	N	1	2		Grafen 1	N	1	2	3	4
Sarıçam	16	26,8125		A	Sarıçam	16	20,1250			A
Ladin	16	27,8125		A	Ladin	16		22,2500		B
Kayın	16		33,8125	B	Kestane	16			23,8750	C
Kestane	16		34,3125	B	Kayın	16				28,6250
Grafen 2	N	1	2		Grafen 3	N	1	2	3	
Ladin	16	23,2500		A	Sarıçam	16	22,1250			A
Kestane	16	24,5625		A	Kestane	16		25,5000		B
Sarıçam	16	24,7500		A	Ladin	16		25,8125		B
Kayın	16		27,2500	B	Kayın	16			28,5000	C
Mermer tozu 1	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	3	
Sarıçam	16	38,3750		A	Sarıçam	16	26,9375			A
Kestane	16	39,6250		A	Ladin	16	28,6875	28,6875		AB
Ladin	16	39,6250		A	Kestane	16		30,7500		B
Kayın	16		45,5000	B	Kayın	16			33,8750	C
TiO ₂ 1	N	1	2		TiO ₂ 2	N	1	2		
Kestane	16	37,1250		A	Sarıçam	16	25,6875		A	
Sarıçam	16	37,5000		A	Ladin	16	27,5625		A	
Ladin	16	39,3750		A	Kestane	16	27,6250		A	
Kayın	16		43,0000	B	Kayın	16		31,3125	B	

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Kontrol ve grafen 1 hariç kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 73’de verilmiştir.

Tablo 73. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbestlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	32	2,049	0,157	62	-4,760
	Teğet	32			59,429	-4,760
Grafen 1	Radyal	32	0,038	0,846	62	-1,039
	Teğet	32			60,820	-1,039
Grafen 2	Radyal	32	4,476	0,038	62	-5,531
	Teğet	32			59,692	-5,531
Grafen 3	Radyal	32	3,236	0,077	62	-4,249
	Teğet	32			58,501	-4,249
Mermer tozu 1	Radyal	32	6,349	0,014	62	-1,902
	Teğet	32			52,605	-1,902
Mermer tozu 2	Radyal	32	5,185	0,026	62	-2,438
	Teğet	32			51,222	-2,438
TiO ₂ 1	Radyal	32	5,706	0,020	62	-0,299
	Teğet	32			49,681	-0,299
TiO ₂ 2	Radyal	32	7,786	0,007	62	-1,933
	Teğet	32			55,548	-1,933

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 74’de verilmiştir.

Tablo 74. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	10151,938	7	1450,277	81,576	0,000
Gruplar içi	4409,000	248	17,778		
Toplam	14560,938	255			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında salınımsal sertlik üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Üç homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 75’de verilmiştir.

Tablo 75. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Grafen 2	32	23,0000			A
Grafen 1	32	23,2188			A
Grafen 3	32	23,8438			A
TiO ₂ 2	32		27,2500		B
Kontrol	32		28,0625		B
Mermer tozu 2	32		28,9063		B
TiO ₂ 1	32			39,0938	C
Mermer tozu 1	32			39,7500	C

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 76’da verilmiştir.

Tablo 76. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	8718,309	7	1245,473	117,944	0,000
Gruplar içi	2618,844	248	10,560		
Toplam	11337,152	255			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında salınımsal sertlik üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Yedi farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 77’de verilmiştir.

Tablo 77. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları							
		1	2	3	4	5	6	7	
Grafen 1	32	24,2188							A
Grafen 2	32		26,9063						B
Grafen 3	32		27,1250						B
TiO ₂ 2	32			28,8438					C
Mermer tozu 2	32				31,2188				D
Kontrol	32					33,3125			E
TiO ₂ 1	32						39,4063		F
Mermer tozu 1	32							41,8125	G

3.6.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri

Poliüretan vernikler için salınımsal sertlik değerleri belirlenerek Tablo 78’de verilmiştir.

Tablo 78. Poliüretan verniklerin salınımsal sertlik değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın															
104	111	86	96	90	102	114	116	122	124	101	104	123	132	104	98
115	113	92	89	94	98	106	115	115	127	98	103	130	138	102	105
105	111	86	100	87	98	89	115	124	117	99	109	127	131	103	118
106	99	94	100	88	105	92	115	113	127	102	120	128	130	94	123
108	110	91	98	86	106	99	116	123	120	94	106	124	123	101	113
100	103	95	97	89	105	98	117	125	119	100	108	143	127	96	109
102	110	86	99	91	107	100	118	124	114	97	108	126	124	98	111
103	101	89	95	92	102	101	119	124	118	102	112	136	126	99	114
Kestane															
78	104	84	103	86	105	94	112	97	111	99	111	105	120	102	103
84	106	86	102	85	108	95	115	103	121	92	96	107	118	88	126
90	104	91	98	78	104	101	118	91	112	100	92	92	112	79	129
88	102	85	102	84	98	97	119	102	91	88	107	99	113	93	127
98	113	83	97	87	105	99	116	110	117	86	113	101	122	90	116
93	111	87	100	91	102	93	119	89	116	91	105	114	126	91	110
85	109	90	99	89	103	94	120	107	114	97	104	92	101	87	122
99	112	82	96	88	108	92	117	99	119	95	114	97	121	85	126
Sarıçam															
95	108	78	100	86	103	85	109	105	107	75	94	120	122	108	90
92	114	81	92	88	99	94	102	103	104	68	106	104	124	80	100
91	113	92	100	84	97	99	103	100	120	80	103	113	123	93	81
99	114	69	100	82	98	97	98	104	118	66	105	103	112	102	121
96	115	80	86	90	101	84	107	106	103	76	7	99	119	95	98
93	110	70	99	88	102	85	112	111	137	77	102	104	114	91	99
89	108	88	102	85	104	83	98	114	121	86	98	112	121	94	115
90	112	80	100	92	101	92	103	112	118	88	91	121	118	90	101
Ladin															
81	106	86	97	83	97	97	111	109	116	91	87	97	121	95	91
84	110	85	100	69	99	90	112	116	122	85	97	118	106	91	96
94	111	86	104	79	102	91	109	118	118	89	109	109	111	94	96
88	116	88	102	89	100	83	113	112	112	87	98	95	121	90	103
93	105	87	101	85	101	88	111	110	108	86	99	102	103	95	100
82	109	82	109	84	107	89	113	97	105	82	97	102	108	93	100
86	112	79	95	89	104	93	114	110	120	84	104	99	103	92	98
80	110	86	103	88	96	94	112	111	111	98	98	106	117	92	99

- Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik

Ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 79’da verilmiştir.

Tablo 79. Salınımsal sertlik üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	30463,773	7	4351,968	39,310	0,000
Gruplar içi	55797,719	504	110,710		
Toplam	86261,492	511			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Dört homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki mermer tozu 1 (%1), en düşük etki grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 80'de verilmiştir.

Tablo 80. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Grafen 1	64	91,9531				A
Grafen 2	64	94,2656	94,2656			AB
TiO ₂ 2	64		96,1875			B
Mermer tozu 2	64			100,7031		C
Kontrol	64			101,2969		C
Grafen 3	64			103,0938		C
TiO ₂ 1	64				112,5469	D
Mermer tozu 1	64				114,9219	D

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 81'de verilmiştir.

Tablo 81. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	729,047	3	243,016	2,330	0,083
	Gruplar içi	6258,312	60	104,305		
	Toplam	6987,359	63			
Grafen1	Gruplar arası	247,297	3	82,432	1,124	0,347
	Gruplar içi	4401,563	60	73,359		
	Toplam	4648,859	63			
Grafen2	Gruplar arası	159,547	3	53,182	0,660	0,580
	Gruplar içi	48,36,938	60	80,616		
	Toplam	4996,484	63			
Grafen 3	Gruplar arası	1247,313	3	415,771	3,780	0,015
	Gruplar içi	6600,125	60	110,002		
	Toplam	7847,438	63			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	4811,422	3	1603,807	22,331	0,000
	Gruplar içi	4309,187	60	71,820		
	Toplam	9120,609	63			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	1256,422	3	418,807	3,266	0,027
	Gruplar içi	7694,937	60	128,249		
	Toplam	8951,359	63			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	1649,297	3	549,766	8,341	0,000
	Gruplar içi	3954,563	60	65,909		
	Toplam	5603,859	63			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	2275,625	3	758,542	8,341	0,000
	Gruplar içi	5366,125	60	89,435		
	Toplam	7641,750	63			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile kontrol ve grafen 1 hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu, grafen 3 (%1), mermer tozu 2 (%5), titanyum dioksit 1 (%1) iki homojen gruba ayrılmıştır. Mermer tozu 1 (%2,5) ve titanyum dioksit 2 (%2) ise üç homojen grupta toplanmıştır. Grafen 1(%0,25) ve grafen 3 (%1) ise tek grup altında toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki mermer tozu 1 katkılı kayında, en düşük etki titanyum dioksit 2 (%2) katkılı sarıçamda bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 82’de verilmiştir.

Tablo 82. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları			
Kontrol	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	3	
Ladin	16	97,9375		A	Ladin	16	107,3750			A
Kestane	16	98,5000		A	Kestane	16	108,7500	108,7500		AB
Sarıçam	16	102,4375	102,4375	AB	Sarıçam	16		114,3125		B
Kayın	16		106,3125	B	Kayın	16			129,2500	C
Grafen 3	N	1	2		TiO ₂ 2	N	1	2	3	
Sarıçam	16	96,9375		A	Sarıçam	16	88,2500			A
Ladin	16	101,0000	101,0000	AB	Ladin	16	93,1875	93,1875		AB
Kestane	16		106,3125	B	Kestane	16		99,3750	99,3750	BC
Kayın	16		108,1250	B	Kayın	16			103,9375	C
Mermer tozu 2	N	1	2		Grafen 1	N	1			
Ladin	16	95,3125		A	Sarıçam	16	88,5625			
Sarıçam	16	97,3750	97,3750	AB	Kestane	16	92,8125			
Kestane	16		104,6250	B	Ladin	16	93,1250			
Kayın	16		105,5000	B	Kayın	16	93,3125			
TiO ₂ 1	N	1	2		Grafen 2	N	1			
Kestane	16	106,1875		A	Ladin	16	92,0000			
Sarıçam	16	111,4375		A	Sarıçam	16	93,7500			
Ladin	16	112,1875		A	Kestane	16	95,0625			
Kayın	16		120,3750	B	Kayın	16	96,2500			

- Kesit şekli ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Kesit şekli ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için bağımsız T-testi yapılmıştır. Kontrol ve mermer tozu 1 (%2,5),2 (%5) kesit şekli ile katkı maddeleri arasında % 0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 83’de verilmiştir.

Tablo 83. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait bağımsız T testi sonuçları

	Yön	N	Fhesap	Önem derecesi	Serbesstlik derecesi	t
Kontrol	Radyal	32	13,957	0,000	62	-8,906
	Teget	32			44,342	-8,906
Grafen 1	Radyal	32	1,861	0,177	62	-10,541
	Teget	32			56,983	-10,541
Grafen 2	Radyal	32	0,752	0,389	62	-15,043
	Teget	32			56,080	-15,043
Grafen 3	Radyal	32	0,143	0,706	62	-11,333
	Teget	32			61,173	-11,333
Mermer tozu 1	Radyal	32	8,517	0,005	62	-2,837
	Teget	32			53,514	-2,837
Mermer tozu 2	Radyal	32	18,095	0,000	62	-5,454
	Teget	32			47,308	-5,454
TiO ₂ 1	Radyal	32	0,735	0,395	62	-2,964
	Teget	32			61,394	-2,964
TiO ₂ 2	Radyal	32	2,724	0,104	62	-6,326
	Teget	32			57,506	-6,326

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 84’de verilmiştir.

Tablo 84. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	21169,590	7	3024,227	40,830	0,000
Gruplar içi	18369,031	248	74,069		
Toplam	39538,621	255			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında salınımsal sertlik üzerine etkisi %1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Dört homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 85’de verilmiştir.

Tablo 85. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Grafen 1	32	85,1250				A
Grafen 2	32	86,4375				A
TiO ₂ 2	32	89,3438	89,3438			AB
Kontrol	32		93,4688	93,4688		BC
Mermer tozu 2	32			93,9688		C
Grafen 3	32			94,0000		C
TiO ₂ 1	32				109,2500	D
Mermer tozu 1	32				110,8750	D

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki salınımsal sertlik ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddeleri maddelerinin salınımsal sertlik üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 86’da verilmiştir.

Tablo 86. Salınımsal sertlik üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	11008,277	7	1572,611	28,541	0,000
Gruplar içi	13664,594	248	55,099		
Toplam	24672,871	255			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında yapışma direnci üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle

yapışma direnci homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 87’de verilmiştir.

Tablo 87. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Grafen 1	32	98,7813					A
Grafen 2	32	102,0938	102,0938				AB
TiO ₂ 2	32		103,0313				B
Mermer tozu 2	32			107,4375			C
Kontrol	32			109,1250	109,1250		CD
Grafen 3	32				112,1875		D
TiO ₂ 1	32					115,8438	E
Mermer tozu 1	32					118,9688	E

3.7. Parlaklık Testi

3.7.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık Değerleri

Su bazlı vernikler için parlaklık değerleri belirlenerek Tablo 88’de verilmiştir.

Tablo 88. Su bazlı verniklerin parlaklık değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın liflere paralel															
65,1	56,3	22	25,4	13	4,9	20	38,6	52,5	57,3	44,8	49,6	64,5	53,6	52,8	59,2
55,2	70,5	26	16,5	9,6	9,1	19,3	47,7	35,7	53,3	52	52	64,1	62,6	60	51,2
62,9	58,4	28,1	16,8	6,7	9	16	44,3	42,6	53,3	45,5	47,5	60	62,5	64,4	56,5
66,4	64,8	30,7	24,9	6,9	14,3	16,8	32,6	50,1	54,2	46,1	49,9	64,8	63,1	63,9	57,3
65,6	73	30,1	17,3	6,8	11	17,4	32,1	45,5	53,9	52,8	50,8	64,6	56,8	63,8	41,4
Kayın liflere dik															
60,1	57,1	26,3	20,6	13,1	9,6	21,3	31,9	44,3	45,8	42,9	43,4	49,6	59,7	50,1	49,7
50,1	64,2	26,6	17,3	7,6	8,8	20,6	32	37,9	50,1	38,8	44,1	57,6	47,2	62,6	50,4
61,8	52,8	24	16,8	7,2	12,3	29,8	39,3	44,8	52,5	39,1	43,9	64,2	58,4	59,7	50,9
64,8	49,6	28	19,5	9,6	17	26	34	45	47,7	44,3	38,1	54,4	57,7	54,1	43,8
54,4	69,3	27,3	16,6	9,8	11,3	25,5	32,1	42,4	47,2	47	40,7	69,1	53,1	57,8	52,5
Kestane liflere paralel															
54,7	58	19,3	13,3	8,1	8,5	5,1	10,1	46,3	59,7	28,9	48,6	49,1	59,7	49,1	48,6
62,9	59,7	18,8	13,9	7,2	7,7	4,8	17,1	39	65	48	42,9	51,5	65	48,9	42,9
70,2	63,2	25,2	23	6,9	8	5,6	10,5	36,2	61,3	33,1	48	51,2	61,3	52,3	48
61,8	60,2	22	16,8	6,8	7,3	6,1	5,6	37	50,7	35,7	45,8	41	50,7	44,3	45,8
52,5	66,1	22,4	22,7	6,7	7,2	8,7	20,8	48,3	63,4	48,3	47,8	48	63,4	48,5	47,8
Kestane liflere dik															
43,4	47,5	15,8	17,5	12,5	9,3	6,7	11,6	33,3	44,9	30,2	47,6	42,2	64,5	46,1	33,5
48,3	43,4	18,8	20,6	7,2	5,1	2,9	5,6	33,2	60	35,9	52,3	30	55,7	41	40
69,3	57,8	24,7	21	5,1	9	6,7	9	33,7	45	38,8	49,3	35,9	56	41,7	41,2
43,8	64,8	24,1	20,1	4,9	5,6	6	9	36,7	45,2	31,6	46,5	44,6	56,2	37,6	40,5
50,9	65,7	17	17,1	5,7	6,2	6	11,8	40	46,2	30,6	43,6	41,7	57,1	34,7	35,9
Sarıçam liflere paralel															
71,6	78,8	18,1	24,1	12,3	10,1	31,1	25,4	52,5	49,3	54	50,7	56,9	60,6	44,6	45,3
76,1	75,8	25,2	23,5	12,4	10	35,9	22,1	53,3	52,8	51,7	50,4	69,9	65,3	41,2	54,6
58,1	79,1	26	27,4	12,7	16,6	44,1	22,4	45,5	49,3	51,6	53,1	55,7	63,2	49,3	55,3
64,5	78,4	26,2	27,4	13,6	17,1	43,9	25,3	42,9	44,6	47,7	53,3	68,5	65,6	52,3	56,2
76,1	70,7	26,1	27,4	15,8	18	44,8	16,5	23,2	55,2	47,4	52,6	64,5	65,6	47,7	55,3
Sarıçam liflere dik															
68,2	60,5	18,5	15,1	10,1	15	24	34	47	49,1	54,7	45	34,5	57,6	49,2	55,9
62,9	73,5	22,5	24,5	10,4	14,3	40,2	29	47,6	43,6	49,1	48,5	59,7	55,5	45,1	43,4
59,2	76,6	22,7	23,7	10,7	11,1	23	33,3	34,3	31,1	45,3	51,5	52,3	61	46,1	41
71,9	69,6	16,5	23,5	15,8	12	29,2	37,1	48,8	39	52,8	47,2	42,1	61,7	49,1	45,8
68,8	70,6	20,6	20,1	14,8	14,6	30	28,3	52,3	49,1	40,9	25,6	40,7	61,7	47,5	45,3
Ladin liflere paralel															
78,6	76,6	15,3	19	10	14	21,1	6	57,3	57,1	48,3	50,4	64,2	50,1	60	57,6
71,9	77,3	16,2	20	10	13	39,8	15,8	54,4	52,8	51,7	53,6	68,2	69,3	52,5	54,1
80,2	77,4	19,3	20,9	13	12	44,8	24,1	50,7	55,2	52,5	52,8	57,3	72,4	55,2	61,3
79,6	73	19,8	21,2	10,6	14,1	42,2	10,8	50	51,5	52,9	46,5	74,4	69,9	57,6	66,8
73,8	73,7	20,1	19,8	10,3	10,1	45,3	16,8	49,5	48,3	52,6	51,7	70,7	70,9	53,1	52
Ladin liflere dik															
73,5	73,3	22,1	20,5	13	13,1	27	10,1	47	54,3	36,2	42,4	68,8	66,9	40	52,3
78,3	73	18,1	16,1	10,1	12,3	29,4	13,8	44,6	50,7	44,6	50,4	60,5	70,5	36,7	42,9
73,8	72,7	17,2	15,9	12,8	14,5	38,1	25,4	44,2	50,3	50,7	51,3	70,5	66,9	37,5	54,9
60	66,6	16,2	16,7	11,9	17	26,1	15,1	40,2	50,3	45,5	50,3	65,3	73,5	31,9	41,4
74,9	74,1	15,3	21,6	8,7	10,5	39,5	11,8	45,3	53,1	46,1	47,2	68,2	68,8	38,3	41,6

- Ağaç türü, kesit şekli, lif yönü, katkı maddelerinin parlaklık ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, lif yönü, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 89’da verilmiştir.

Tablo 89. Parlaklık üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	215715,021	7	30816,432	462,340	0,000
Gruplar içi	42124,803	632	66,653		
Toplam	257839,824	639			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki mermer tozu 1 (%2,5), en düşük etki grafen 2 (%0,50)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 90’da verilmiştir.

Tablo 90. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Grafen 2	80	10,6375					A
Grafen 1	80		21,1113				B
Grafen 3	80		23,3700				B
TiO ₂ 2	80			46,5150			C
TiO ₂ 1	80			47,2000			C
Mermer tozu 2	80			49,0813			C
Mermer tozu 1	80				59,0287		D
Kontrol	80					65,7488	E

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 91’da verilmiştir.

Tablo 91. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	3747,634	3	1249,211	27,030	0,000
	Gruplar içi	3512,366	76	46,215		
	Toplam	7260,000	79			
Grafen 1	Gruplar arası	293,923	3	97,974	6,938	0,000
	Gruplar içi	1073,196	76	14,121		
	Toplam	1367,120	79			
Grafen 2	Gruplar arası	430,214	3	143,405	25,454	0,000
	Gruplar içi	428,174	76	5,634		
	Toplam	858,388	79			
Grafen 3	Gruplar arası	6256,775	3	2085,592	25,101	0,000
	Gruplar içi	6317,713	76	83,088		
	Toplam	12571,488	79			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	2621,776	3	873,925	14,008	0,000
	Gruplar içi	4741,448	76	62,387		
	Toplam	7363,224	79			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	1362,574	3	454,191	9,536	0,000
	Gruplar içi	3619,847	76	47,630		
	Toplam	4982,422	79			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	346,323	3	115,441	2,287	0,085
	Gruplar içi	3836,037	76	50,474		
	Toplam	4182,360	79			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	486,292	3	162,097	4,035	0,010
	Gruplar içi	3053,510	76	40,178		
	Toplam	3539,802	79			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile titanyum dioksit 1 (%1) hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu, grafen 1 (%0,25) ,3 (%1) ve titanyum dioksit 1 (%1),2 (%2) iki homojen gruba ayrılmıştır. Grafen 2 (%0,50) ve mermer tozu 1 (%2,5), 2 (%5) ise üç homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki mermer tozu 1 katkılı ladinde, en düşük etki grafen 2 (%0,50) katkılı kestanede bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 92’de verilmiştir.

Tablo 92. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Kontrol	N	1	2		Grafen 2	N	1	2	3
Kestane	20	57,2100		A	Kestane	20	7,2500		A
Kayın	20	61,1200		A	Kayın	20		9,8800	B
Sarıçam	20		70,5500	B	Ladin	20			12,0500
Ladin	20		74,1150	B	Sarıçam	20			13,3700
Grafen 1	N	1	2		Mermer tozu 1	N	1	2	3
Ladin	20	18,7450		A	Kestane	20	51,2400		A
Kestane	20	19,7050		A	Sarıçam	20		58,1300	B
Sarıçam	20		22,9550	B	Kayın	20		59,3800	B
Kayın	20		23,0400	B	Ladin				67,3650
Grafen 3	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	3
Kestane	20	8,4850			Kestane	20	43,4200		A
Ladin	20		25,1500		Sarıçam	20		48,5100	B
Kayın	20		28,8650		Ladin	20		49,3400	B
Sarıçam	20		30,9800		Kayın	20			55,0550
TiO ₂ 1	N	1	2		TiO ₂ 2	N	1	2	
Kestane	20	45,1300			Kestane	20	42,8550		A
Sarıçam	20	45,5250			Kayın	20	45,6650	45,6650	AB
Kayın	20	47,8050	47,8050		Sarıçam	20		48,6550	B
Ladin	20		50,3400		Ladin	20		48,8850	B

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 93’de verilmiştir.

Tablo 93. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	98853,658	7	14121,951	179,770	0,000
Gruplar içi	24509,432	312	78,556		
Toplam	123363,090	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında parlaklık üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Altı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 94’de verilmiştir.

Tablo 94. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 2	40	10,0100						A
Grafen 1	40		21,9800					B
Grafen 3	40		24,2700					B
TiO ₂ 1	40			43,8775				C
TiO ₂ 2	40			44,7675				C
Mermer tozu 2	40				49,1600			D
Mermer tozu 1	40					56,5250		E
Kontrol	40						64,6550	F

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 95’de verilmiştir.

Tablo 95. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	118188,510	7	16884,073	334,815	0,000
Gruplar içi	15733,572	312	50,428		
Toplam	133922,082	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında parlaklık üzerine etkisi % 0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 96’te verilmiştir.

Tablo 96. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5		
Grafen 2	40	11,2650						A
Grafen 1	40		20,2425					B
Grafen 3	40		22,4700					B
TiO ₂ 2	40			48,2625				C
Mermer tozu 2	40			49,0025				C
TiO ₂ 1	40			50,5225				C
Mermer tozu 1	40				61,5325			D
Kontrol	40					66,8425		E

3.7.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık Değerleri

Poliüretan vernikler için parlaklık değerleri belirlenerek Tablo 97’de verilmiştir.

Tablo 97. Poliüretan verniklerin parlaklık değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 1		TiO ₂ 2		Mermer tozu 1		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın liflere paralel															
62,6	67,4	57,6	46,7	47,2	45,1	78	89,2	87,3	81,9	102	81,1	75,6	79,9	91,1	81,9
68,2	66,9	32,3	44,6	48,1	45,4	82,2	88,8	59,2	81,6	107,3	74,9	78,3	87,6	90,9	81,6
70,5	64,2	47,7	48	48,8	45,3	83,2	87,6	89,5	76,6	100	82,2	79	87	9,6	76,6
70,5	65	55,5	44,3	48,9	44,7	76,6	88	85,3	77,1	96,1	81,6	81,9	87	88,5	77,1
70,9	65,8	56	47,2	48,4	45,2	92	74,7	85,4	80,8	105,4	80,8	82,6	86	88,2	80,8
Kayın liflere dik															
69,7	67,7	54,4	47,8	46,4	83,4	82,9	69,9	80,6	84,3	92,3	74,1	71,9	85,6	89,3	90,5
69,5	67,5	51,7	46,8	40,7	73,8	89,5	88,5	85	81	90,9	79,7	71,9	83,3	89,9	87,3
70,4	58,4	53,9	46,4	43,6	73,8	81,1	86,1	90,5	80,9	100,3	77	84,1	75,2	92	85
70,3	66,1	50,1	45,5	45,8	71,3	89,8	82,2	78	81,2	100,6	77,9	73,8	73	89,2	89,2
70,8	57,6	55,7	45,8	46,7	71,1	78,3	86,7	86,1	78,6	94,2	73,5	85,6	73,2	92,4	86,7
Kestane liflere paralel															
67,4	67,7	56,3	52,3	39,3	45,4	86,7	82,9	81,6	73,8	94,6	94,6	75,5	80	71,3	82,2
63,2	67,9	65,6	47,5	42,6	48,8	62,1	91,1	74,9	73,9	100,3	94,4	61,1	79,1	76,9	93,6
68,8	67,4	61,6	43,4	42,2	50,9	70,1	81,6	67,4	77,7	105,1	88,3	64,4	78,1	83,6	94
76,1	64,5	62,1	47,2	48,5	51	67,4	91,7	67	80	94,9	94,6	66,9	75,8	83,9	93,8
64,5	69,6	62,5	43,6	45,3	50,1	71	71,9	75,5	73,3	104,7	95,2	62,1	91,4	83,9	89,5
Kestane liflere dik															
55	62,6	51,5	46,2	41,3	49,1	57,9	75,2	66,6	78,9	97,2	90,7	69,3	76,9	72,4	89,5
52	65,3	48	49,6	43,6	48,4	52,3	82,8	75,2	75,2	89,3	86,2	49,9	68,2	61,6	92,7
70,5	62,9	57,6	45,3	43,9	45	59,4	85,6	61,3	80	89,2	77,2	55,2	89,8	84,4	79,1
44,8	62,5	43,6	42,9	39,3	47,2	57,2	76,1	71,6	79,7	99,2	88,3	65,8	80,8	68	91,1
69,1	64,8	59,7	42	33,5	43,8	57,6	75,2	64,5	74,1	98,3	82,3	46,7	91,7	72,7	90,4
Sarıçam liflere paralel															
63,2	68,8	48	45	45,6	86,8	80,2	90,5	88,2	80,6	103,6	80,5	67,7	87,1	89,5	80,6
62,8	66,6	44,8	45,2	45,5	83,9	83,9	88,2	80,5	83,3	95,5	69,6	75,5	91,1	87	83,3
70,7	70,7	47	45,1	45,6	84,4	83,3	87,7	78	80,5	99,2	72,1	87,6	90,4	93,3	80,5
73,8	70,3	52,5	38,8	46,4	87,3	77,5	91,7	85,3	77,2	102	76,9	97,7	90,2	93,1	77,2
71,3	70,5	48,5	41	46,2	83,6	77,9	73,3	74,9	78	101,4	77,7	93,1	89,2	73	78
Sarıçam liflere dik															
47	64	44,3	44,9	44,1	85	84,2	78,6	91,1	78,6	99,2	78,1	79,2	83,9	76,8	87
62,1	64,4	51,2	45,4	44,4	85,7	69,1	88,9	88,9	82,8	102,6	74,1	80,1	88,4	87	87,3
69,1	65,1	48,3	45,1	46,7	85,5	87,9	89,2	84,4	78	97,6	80,5	83	84,3	84,2	87,7
69,2	65,7	51,5	42,2	46	85,1	85,6	90	61,8	80,8	102,2	79,9	76,6	88,2	93,3	87,5
71,3	68	51,3	45	45,7	85,2	92	83	87	79	102,1	73	74,4	85	92,6	87,1
Ladin liflere paralel															
68,8	64,5	44,1	45,8	40,5	80	88,5	87,9	77,5	78,6	100,3	75,2	87,9	85,5	89,1	88,2
68,4	65,3	49,1	43,4	47,5	85,3	85	81,1	79,7	83	96,6	79,7	88	81,1	88,6	88,8
66,6	65,7	48,7	45,5	43,1	60,8	85,4	73,8	81,9	82,4	96,6	77,5	80	79,3	95,9	88,6
73,5	65,1	48,9	45,2	46,5	81,2	90,8	79,3	81,6	77,7	100,5	77,9	80,8	79,3	87,9	87,8
65	65,4	47,9	44,9	46,5	81,7	89,8	79,1	76,9	78	73,6	78,3	80,6	79,1	92,7	87,7
Ladin liflere dik															
67,2	59,7	46,7	45,2	45,9	78,3	84,7	84,7	81	75,5	98,3	99,1	90,8	85	88,2	85,1
67,3	66,9	50,1	44,7	46	79	81,9	88,9	80,2	74,6	98,6	74,1	86,7	81,4	94,5	85,2
66,3	61,6	50,1	44,5	45,9	85,6	85,8	91,1	80,6	80,8	95,3	80,5	91,4	72,7	93,6	85,5
65,8	65	50,1	41,2	44,2	85,6	90,5	91,1	80,7	77,2	95,6	80,2	77,7	82,8	70,5	82,5
66,6	67,2	50,4	46	45	74,9	85,8	87,3	81	93,3	95,7	76,9	82,2	88,2	86,7	85,3

- Ağaç türü, kesit şekli, lif yönü, katkı maddelerinin parlaklık ilişkisi

Ağaç türü, kesit şekli, lif yönü, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 98’de verilmiştir.

Tablo 98. Parlaklık üzerine varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	122189,459	7	17455,637	191,351	0,000
Gruplar içi	57653,158	632	91,223		
Toplam	179842,617	639			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, lif yönü, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş homojenlik gruba ayrılmıştır. Katkı maddeleri arasından tüm verilere en yüksek etki titanyum dioksit 2 (%2), en düşük etki grafen 1 (%0,25)’de bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 99’da verilmiştir.

Tablo 99. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Grafen 1	80	48,3012					A
Grafen 2	80		56,4413				B
Kontrol	80			66,0388			C
TiO ₂ 2	80				79,0535		D
Mermer tozu 1	80				79,5350		D
Grafen 3	80				81,8925		D
Mermer tozu 2	80					86,5038	E
TiO ₂ 2	80					88,9637	E

- Ağaç türü ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Ağaç türü ve katkı maddeleri maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 100’de verilmiştir.

Tablo 100. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı		Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	Fhesap	Önem düzeyi
Kontrol	Gruplar arası	86,496	3	28,832	1,110	0,350
	Gruplar içi	1973,733	76	25,970		
	Toplam	2060,230	79			
Grafen 1	Gruplar arası	342,265	3	114,088	4,036	0,010
	Gruplar içi	2148,205	76	28,266		
	Toplam	2490,470	79			
Grafen 2	Gruplar arası	5128,625	3	1709,542	7,274	0,000
	Gruplar içi	17862,069	76	235,027		
	Toplam	22990,694	79			
Grafen 3	Gruplar arası	2323,455	3	774,485	12,789	0,000
	Gruplar içi	4602,361	76	60,557		
	Toplam	6925,816	79			
Mermer tozu 1	Gruplar arası	1879,879	3	626,626	9,402	0,000
	Gruplar içi	5065,303	76	66,649		
	Toplam	6945,182	79			
Mermer tozu 2	Gruplar arası	500,161	3	166,720	4,219	0,008
	Gruplar içi	3002,907	76	39,512		
	Toplam	6503,069	79			
TiO ₂ 1	Gruplar arası	811,064	3	270,355	8,370	0,000
	Gruplar içi	2554,950	76	32,032		
	Toplam	3266,013	79			
TiO ₂ 2	Gruplar arası	525,130	3	175,043	1,487	0,225
	Gruplar içi	8946,555	76	117,718		
	Toplam	9471,685	79			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; ağaç türü, kesit şekli, katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2) hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle tüm parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Kontrol grubu ve titanyum dioksit 2 (%2) tek homojen grup altında toplanmıştır. Grafen 1 (%0,25), 3 (%1), mermer tozu 1 (%2,5), 2 (%5) ve titanyum dioksit 1 (%1) iki homojen gruba ayrılmıştır. Grafen 2 (%0,50) üç homojen grupta toplanmıştır. Ağaç türleri arasında en yüksek etki titanyum dioksit 2 (%2) katkılı kestanede, en düşük etki grafen 2 (%0,50) katkılı kestanede bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 101’de verilmiştir.

Tablo 101. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç türü		Homojenlik grupları			Ağaç türü		Homojenlik grupları		
Grafen 1	N	1	2		Grafen 2	N	1	2	3
Sarıçam	20	46,2550		A	Kestane	20	44,9600		A
Ladin	20	46,6250		A	Kayın	20	53,1850	53,1850	AB
Kayın	20	48,9000	48,9000	AB	Ladin	20		62,1650	62,1650
Kestane	20		51,4250	B	Sarıçam	20			65,4550
Grafen 3	N	1	2		Mermer tozu 2	N	1	2	
Kestane	20	72,7900		A	Kestane	20	82,2100		A
Kayın	20		83,7800	B	Ladin	20		87,6200	B
Sarıçam	20		84,1350	B	Sarıçam	20		87,7200	B
Ladin	20		86,8650	B	Kayın	20		88,4650	B
Mermer tozu 1	N	1	2		TiO ₂ 1	N	1	2	
Kestane	20	71,4350		A	Kestane	20	73,6100		A
Kayın	20		80,1700	B	Ladin	20		80,1100	B
Ladin	20		83,0250	B	Sarıçam	20		80,9450	B
Sarıçam	20		83,5100	B	Kayın	20		81,5490	B
Kontrol	N	1			TiO ₂ 2	N	1		
Kestane	20	64,3300	A		Ladin	20	85,8750	A	
Ladin	20	66,0950	A		Sarıçam	20	88,3900	A	
Sarıçam	20	66,7300	A		Kayın	20	88,5950	A	
Kayın	20	67,0000	A		Kestane	20	92,9950	A	

- Radyal kesit ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Radyal kesit ve katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 102’de verilmiştir.

Tablo 102. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	86118,972	7	12302,710	188,900	0,000
Gruplar içi	20320,021	312	65,128		
Toplam	106438,993	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, radyal kesit ve katkı maddeleri arasında parlaklık üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Altı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 103’de verilmiştir.

Tablo 103. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 2	40	44,7850						A
Grafen 1	40		51,4225					B
Kontrol	40			66,5200				C
Mermer tozu 1	40				76,5700			D
TiO ₂ 1	40				78,8445			D
Grafen 3	40				79,1275			D
Mermer tozu 2	40					85,2225		E
TiO ₂ 2	40						97,8425	F

- Teğet kesit ve katkı maddeleri arasındaki parlaklık ilişkisi

Teğet kesit ve katkı maddelerinin parlaklık üzerine etkisini belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 104’de verilmiştir.

Tablo 104. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Gruplar arası	55085,167	7	7869,310	137,091	0,000
Gruplar içi	17909,465	312	57,402		
Toplam	72994,632	319			

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, teğet kesit ve katkı maddeleri arasında parlaklık üzerine etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle parlaklık homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 105’de verilmiştir.

Tablo 105. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Grafen 1	40	45,1800					A
Kontrol	40		65,5575				B
Grafen 2	40		68,0975				B
TiO ₂ 1	40			79,2625			C
TiO ₂ 2	40			80,0850			C
Mermer tozu 1	40			82,5000	82,5000		CD
Grafen 3	40				84,6575	84,6575	DE
Mermer tozu 2	40					87,7850	E

3.8. Salınımsal Sertlik Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

3.8.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 106’da verilmiştir.

Tablo 106. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
33	35	29	28	26	29	28	29	31	36	33	32
34	34	26	27	26	30	28	30	28	32	31	37
30	33	28	27	26	28	27	28	28	35	34	35
36	32	27	29	28	27	30	27	31	32	30	33
32	39	29	30	27	28	29	31	32	33	33	35
33	33	30	28	27	26	26	30	32	31	39	32
31	36	31	30	25	30	28	29	31	30	35	34
32	38	33	26	26	27	26	30	31	28	38	31
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
51	69	45	45	39	44	41	50	67	63	62	45
66	67	41	44	39	43	41	51	57	62	65	50
60	64	44	55	42	39	46	52	61	57	61	61
54	67	43	50	42	39	45	47	68	64	60	63
57	70	45	49	43	44	51	53	67	64	65	66
46	60	48	48	39	34	41	53	47	49	62	45
58	66	47	51	37	45	44	54	61	63	58	31
65	53	46	46	40	43	43	55	62	63	61	65
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
82	67	55	39	39	43	62	64	80	73	59	49
77	80	65	49	47	48	69	63	80	79	76	75
87	74	61	60	50	53	60	65	82	66	89	98
81	84	60	50	51	54	61	58	86	63	86	80
75	61	58	56	57	52	55	68	83	69	87	62
97	84	60	53	46	44	60	64	87	80	92	73
92	88	59	52	37	45	69	54	85	76	82	65
104	77	63	62	48	54	63	63	90	71	92	69
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
75	33	71	34	44	23	60	24	64	67	54	21
82	96	55	25	48	26	58	25	76	72	67	22
75	102	59	56	45	45	63	33	65	75	62	70
95	89	58	54	55	50	68	40	72	76	91	80
81	68	78	61	46	51	59	51	74	84	72	88
77	92	60	57	44	52	68	64	68	81	84	50
84	90	53	55	48	49	53	59	71	84	81	71
62	80	59	52	59	54	59	57	70	77	83	72

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 107’de verilmiştir.

Tablo 107. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
26	41	20	28	23	25	21	28	31	26	33	28
31	40	21	27	25	22	28	23	31	28	31	34
33	40	25	29	24	23	25	26	26	27	29	30
26	38	22	26	23	27	24	24	31	28	29	29
31	39	20	25	24	24	26	25	30	27	29	29
29	40	20	24	28	26	23	28	29	26	28	34
31	39	20	27	26	22	27	27	24	26	35	32
25	40	22	26	27	24	24	29	25	27	29	33
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
42	64	35	35	31	41	40	41	53	50	40	54
51	54	34	40	37	37	39	43	62	62	56	57
62	60	31	42	35	35	34	43	53	52	43	63
55	53	30	35	34	34	42	45	61	58	54	35
53	59	25	47	32	41	36	41	48	50	42	58
48	42	29	39	36	36	27	41	53	55	54	50
38	54	32	49	33	38	28	42	51	62	49	47
50	66	33	37	41	37	33	43	54	59	53	52
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
61	41	52	28	56	25	45	28	55	26	70	28
65	40	51	27	59	22	42	23	54	28	64	34
47	40	50	29	42	23	50	26	69	27	76	30
56	38	46	26	57	27	59	24	65	28	81	29
51	39	44	25	43	24	50	25	74	27	64	29
59	40	41	24	48	26	54	28	81	26	69	34
52	39	29	27	44	22	57	27	49	26	54	32
54	40	31	26	49	24	48	29	48	27	57	33
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
52	68	32	42	52	51	31	48	42	58	57	70
57	64	46	53	43	43	42	54	43	65	49	67
40	68	41	37	47	47	55	42	55	76	54	46
64	80	44	57	40	51	53	59	53	77	43	66
59	59	50	49	41	47	46	46	71	80	44	56
46	82	33	42	42	39	37	47	64	78	42	54
55	86	34	47	45	45	51	51	66	76	45	55
44	64	37	59	55	46	50	54	54	82	41	64

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 108’de verilmiştir.

Tablo 108. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
24	25	21	19	21	28	18	27	23	26	21	30
30	27	18	20	21	27	20	21	21	29	23	32
20	28	19	22	20	26	22	24	23	25	24	34
24	26	19	21	20	34	19	23	27	28	27	27
28	30	15	18	22	29	20	25	26	27	25	28
27	31	21	21	21	28	19	25	21	30	24	31
28	29	24	20	22	31	20	26	18	29	23	29
24	28	22	22	20	26	21	24	31	27	27	26
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
49	52	41	37	33	45	27	45	45	44	54	68
53	56	46	31	31	48	15	40	52	45	54	51
49	62	53	36	30	42	16	35	47	54	53	64
37	62	36	40	35	50	26	43	63	55	62	39
56	51	37	33	31	37	25	37	29	56	50	33
47	56	40	45	28	38	17	35	31	43	60	51
50	59	39	43	31	40	18	38	41	63	65	52
55	60	41	42	33	34	19	42	27	62	54	54
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
99	53	52	50	49	47	54	56	37	60	70	39
89	87	56	43	53	51	45	57	16	62	79	75
67	68	58	55	55	50	62	55	18	75	82	89
90	83	52	52	56	58	23	51	24	65	80	67
62	66	55	45	51	56	29	55	50	63	93	83
77	88	52	43	43	48	32	54	79	58	83	65
75	86	51	44	45	77	26	57	74	55	91	85
87	87	50	52	44	43	26	58	61	51	92	68
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
85	95	44	40	46	36	45	47	23	63	60	52
68	105	45	47	48	56	32	66	41	62	64	78
59	99	47	44	48	57	30	51	41	70	54	74
66	66	45	49	47	64	37	53	45	76	75	53
67	69	55	46	44	66	13	60	37	71	80	56
60	89	46	45	37	51	20	65	40	59	67	71
62	97	48	57	41	55	26	58	70	56	65	63
61	80	49	52	42	56	27	61	48	55	74	68

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 109’da verilmiştir.

Tablo 109. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
24	31	22	24	20	29	19	30	29	29	28	29
25	33	24	23	19	25	24	26	26	26	27	28
23	28	23	24	22	26	22	27	23	28	32	27
27	29	23	22	17	27	23	28	25	27	22	35
24	30	22	20	21	28	24	26	24	29	25	33
28	32	20	22	19	27	27	31	30	31	29	31
23	29	24	21	19	26	20	32	30	29	28	32
26	33	23	19	21	26	25	29	24	31	24	29
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
37	51	37	37	28	40	37	43	36	52	52	51
57	63	40	40	30	43	47	48	46	52	62	56
51	59	47	44	39	43	51	51	52	52	61	55
47	53	42	32	35	44	38	52	65	55	46	54
45	54	40	37	29	41	46	38	58	54	55	55
46	48	33	34	30	42	34	42	59	66	59	48
48	54	35	44	24	44	37	43	49	66	57	53
61	58	37	34	25	42	35	44	27	63	63	54
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
68	70	55	50	46	53	54	56	46	72	81	67
84	63	60	55	53	49	55	65	72	73	75	77
66	62	63	47	51	48	50	61	80	86	81	91
101	61	60	52	51	47	56	64	53	71	93	98
82	67	52	42	42	59	54	59	71	73	81	63
63	66	59	48	52	44	47	57	67	63	82	83
89	70	62	49	51	53	70	56	58	66	79	90
94	73	63	52	50	51	56	64	75	76	77	61
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
65	78	51	47	48	53	46	63	64	69	71	62
67	76	43	46	42	54	55	73	55	81	69	78
59	68	61	53	50	51	59	70	63	84	67	104
73	76	51	54	41	50	58	66	55	74	74	79
79	87	66	49	42	46	68	61	58	73	66	70
62	72	69	55	39	59	57	62	52	70	79	73
77	88	65	50	46	54	64	59	42	73	73	94
62	86	60	51	43	45	70	69	48	76	63	91

Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 110’da verilmiştir.

Tablo 110. Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	462991,046 ^a	191	2424,037	44,013	0,000
Katkı maddeleri	87660,761	5	17532,152	318,328	0,000
Yön	4589,209	1	4589,209	83,325	0,000
Saat	285588,757	3	95196,252	1728,459	0,000
Ağaç türü	14420,747	3	4806,916	87,278	0,000
Katkı maddeleri * Yön	4674,412	5	934,882	16,974	0,000
Katkı maddeleri * Saat	16451,356	15	1096,757	19,914	0,000
Katkı maddeleri * Ağaç türü	11122,398	15	741,493	13,463	0,000
Yön * Saat	2816,210	3	938,737	17,044	0,000
Yön * Ağaç türü	5131,533	3	1710,511	31,057	0,000
Saat * Ağaç türü	4424,699	9	491,633	8,926	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat	4695,372	15	313,025	5,684	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	6065,330	15	404,355	7,342	0,000
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	7181,266	45	159,584	2,898	0,000
Yön * Saat * Ağaç türü	3125,245	9	347,249	6,305	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	5043,751	45	112,083	2,035	0,000

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, salınımsal sertlik üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik değerleri için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri altı farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 111’de verilmiştir.

Tablo 111. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 2	256	39,6094						A
Grafen 1	256		41,4883					B
Grafen 3	256			42,7969				C
TiO ₂ 2	256				53,3945			D
Mermer tozu 2	256					56,3828		E
Kontrol	256						58,2852	F

Zaman dört farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 112’de verilmiştir.

Tablo 112. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Sıfır	384	27,1589				A
İkiYüz	384		46,7865			B
AltıYüz	384			58,8021		C
DörtYüz	384				61,8906	D

Ağaç türü üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 113’de verilmiştir.

Tablo 113. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

AğaçTürü	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Kestane	384	45,7656			A
Sarıçam	384	45,9219			A
Ladin	384		49,7682		B
Kayın	384			53,1823	C

3.8.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Değerleri

Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 114’de verilmiştir.

Tablo 114. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
104	111	86	96	90	102	114	116	101	104	104	98
115	113	92	89	94	98	106	115	98	103	102	105
105	111	86	100	87	98	89	115	99	109	103	118
106	99	94	100	88	105	92	115	102	120	94	123
108	110	91	98	86	106	99	116	94	106	101	113
100	103	95	97	89	105	98	117	100	108	96	109
102	110	86	99	91	107	100	118	97	108	98	111
103	101	89	95	92	102	101	119	102	112	99	114
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
113	139	9	116	100	92	121	119	117	124	123	60
125	113	108	115	109	84	124	108	117	106	118	52
119	125	108	105	110	96	128	122	116	123	124	58
132	103	99	113	105	110	122	107	119	125	121	59
123	114	107	112	97	95	125	103	114	116	118	54
132	124	107	107	104	87	121	112	120	122	103	85
122	118	103	109	102	80	120	109	112	119	115	114
124	126	105	104	103	88	123	102	118	128	100	119
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
129	139	96	113	100	91	109	131	124	133	127	71
122	136	101	110	69	98	101	120	130	141	120	57
137	139	100	120	106	98	110	113	135	139	124	63
136	146	91	107	99	92	127	114	135	140	131	141
133	159	106	111	110	85	115	118	138	137	123	138
132	148	91	114	115	94	124	120	117	132	125	117
127	154	99	112	109	93	121	121	129	133	131	80
135	157	98	109	106	94	129	119	136	136	124	67
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
146	81	102	102	115	89	112	102	111	127	124	50
148	131	90	127	103	90	115	97	132	129	130	58
152	136	105	110	95	80	107	98	142	131	126	73
141	131	102	99	106	79	115	114	139	130	137	54
138	142	103	97	106	88	105	112	133	128	133	59
146	105	92	106	105	83	112	101	141	134	135	82
154	112	94	100	91	87	114	107	147	133	134	70
147	156	98	104	103	79	111	104	143	131	122	51

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 115’de verilmiştir.

Tablo 115. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
78	104	84	103	86	105	94	112	99	111	102	103
84	106	86	102	85	108	95	115	92	96	88	126
90	104	91	98	78	104	101	118	100	92	79	129
88	102	85	102	84	98	97	119	88	107	93	127
98	113	83	97	87	105	99	116	86	113	90	116
93	111	87	100	91	102	93	119	91	105	91	110
85	109	90	99	89	103	94	120	97	104	87	122
99	112	82	96	88	108	92	117	95	114	85	126
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
120	124	89	97	115	112	129	117	124	112	108	136
123	136	103	100	114	97	111	116	126	105	108	131
124	132	96	91	104	107	119	117	121	124	102	138
124	127	102	99	102	113	96	115	123	127	119	137
116	123	99	96	106	105	114	118	122	137	122	115
132	122	98	95	110	107	121	121	125	128	113	122
121	128	102	98	108	108	119	119	122	133	103	111
123	125	100	96	110	102	124	121	123	122	112	126
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
130	149	102	78	108	112	113	117	124	142	124	142
134	159	108	117	112	114	112	124	134	148	118	108
139	149	104	103	113	109	101	95	126	146	122	144
123	144	111	100	108	126	108	128	128	150	131	137
129	148	97	88	122	126	119	121	141	152	127	137
132	125	94	97	106	118	110	117	130	138	112	138
133	149	93	107	103	134	111	119	133	137	125	150
131	138	99	100	99	125	109	125	130	133	128	135
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
144	153	95	102	97	104	111	120	136	141	132	119
142	153	95	108	103	95	106	110	138	136	131	135
143	149	89	101	104	100	105	112	131	145	130	141
146	152	84	103	106	105	107	115	143	147	136	132
129	148	90	97	115	99	114	114	131	133	127	126
146	147	86	94	104	103	99	104	140	132	134	149
134	150	97	98	109	96	117	109	146	139	133	132
131	151	94	99	100	93	114	111	147	142	129	131

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 116’da verilmiştir.

Tablo 116. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
95	108	78	100	86	103	85	109	75	94	108	90
92	114	81	92	88	99	94	102	68	106	80	100
91	113	92	100	84	97	99	103	80	103	93	81
99	114	69	100	82	98	97	98	66	105	102	121
96	115	80	86	90	101	84	107	76	7	95	98
93	110	70	99	88	102	85	112	77	102	91	99
89	108	88	102	85	104	83	98	86	98	94	115
90	112	80	100	92	101	92	103	88	91	90	101
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
118	118	98	103	107	88	113	108	112	111	125	111
121	126	100	105	101	99	116	108	102	120	126	115
131	118	97	97	103	97	118	102	101	110	127	113
119	111	99	102	100	100	115	110	98	115	126	116
118	117	91	100	103	100	114	114	105	126	133	113
119	112	99	102	99	101	111	124	103	114	122	114
115	113	98	104	102	98	110	111	100	121	123	113
111	116	95	101	104	97	117	109	119	112	124	115
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
127	149	82	105	100	101	112	116	101	141	125	131
129	141	94	101	104	91	110	117	118	139	128	132
125	136	88	101	107	100	112	113	101	136	129	135
133	139	95	104	103	100	108	116	118	127	127	140
116	138	93	102	98	117	102	125	102	136	129	125
128	139	89	103	111	106	107	112	94	140	128	131
117	136	94	104	101	107	109	124	112	132	126	122
126	135	105	107	100	101	105	101	108	134	119	131
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
132	143	96	101	102	113	108	107	113	133	142	119
130	133	103	106	111	99	112	95	123	129	131	129
134	134	93	98	115	100	112	90	125	132	144	132
136	142	100	108	107	105	109	91	131	130	140	140
127	139	103	99	106	98	112	100	103	134	153	112
132	142	98	104	95	102	95	94	112	133	138	122
131	145	100	102	105	90	115	96	118	129	129	125
147	125	97	96	105	97	112	92	123	124	139	128

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri Tablo 117’de verilmiştir.

Tablo 117. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün salınımsal sertlik değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
81	106	86	97	83	97	97	111	91	87	95	91
84	110	85	100	69	99	90	112	85	97	91	96
94	111	86	104	79	102	91	109	89	109	94	96
88	116	88	102	89	100	83	113	87	98	90	103
93	105	87	101	85	101	88	111	86	99	95	100
82	109	82	109	84	107	89	113	82	97	93	100
86	112	79	95	89	104	93	114	84	104	92	98
80	110	86	103	88	96	94	112	98	98	92	99
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
110	112	100	93	103	102	118	109	113	112	111	115
112	117	97	99	101	99	109	120	111	97	112	119
113	116	92	98	98	98	113	114	114	122	119	123
111	117	99	97	96	101	115	110	113	117	118	115
122	116	101	100	105	106	112	113	111	127	121	116
102	130	93	93	105	100	119	112	112	115	111	118
103	105	96	95	99	103	116	114	108	105	110	121
104	115	90	97	105	101	111	109	114	111	114	117
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
121	129	90	105	104	105	90	105	128	139	132	126
134	135	90	102	102	105	107	102	120	139	126	128
134	128	88	97	98	103	102	119	127	145	123	131
126	111	99	99	113	114	102	109	123	142	121	126
124	123	97	97	95	116	116	117	122	141	124	129
107	137	93	95	91	108	122	126	121	143	128	127
115	139	95	90	105	104	118	119	124	129	132	130
126	135	92	86	106	109	109	111	128	137	129	131
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
127	129	104	97	103	98	112	91	114	132	130	129
131	137	100	94	98	101	112	98	112	137	136	128
127	134	101	101	97	95	113	101	149	142	127	127
138	136	102	100	95	97	116	97	128	139	135	125
97	103	98	92	105	100	105	99	138	125	124	124
107	141	99	96	109	103	101	101	142	139	123	117
131	136	97	98	100	104	103	112	134	141	128	124
126	134	97	95	110	99	106	103	134	138	127	122

Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 118’de verilmiştir.

Tablo 118. Salınımsal sertlik etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	398597,685 ^a	191	2086,899	41,067	0,000
Katkı maddeleri	130389,466	5	26077,893	513,177	0,000
Yön	5535,844	1	5535,844	108,938	0,000
Saat	92649,737	3	30883,246	607,739	0,000
Ağaç türü	7442,055	3	2480,685	48,816	0,000
Katkı maddeleri * Yön	8312,828	5	1662,566	32,717	0,000
Katkı maddeleri * Saat	45826,576	15	3055,105	60,120	0,000
Katkı maddeleri * Ağaç türü	25879,227	15	1725,282	33,951	0,000
Yön * Saat	22655,844	3	7551,948	148,612	0,000
Yön * Ağaç türü	10161,755	3	3387,252	66,656	0,000
Saat * Ağaç türü	5500,247	9	611,139	12,026	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat	4700,266	15	313,351	6,166	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	15876,448	15	1058,430	20,828	0,000
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	12128,003	45	269,511	5,304	0,000
Yön * Saat * Ağaç türü	2022,370	9	224,708	4,422	,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	9517,021	45	211,489	4,162	0,000

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, salınımsal sertlik üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri altı farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 119’da verilmiştir.

Tablo 119. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 1	256	97,6094						A
Grafen 2	256		100,1992					B
Grafen 3	256			109,5430				C
Mermer tozu 2	256				114,7227			D
TiO ₂ 2	256					119,0039		E
Kontrol	256						122,5859	F

Zaman dört farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 120’de verilmiştir.

Tablo 120. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Sıfır	384	97,9167				A
İkiYüz	384		110,7812			B
AltıYüz	384			115,9531		C
DörtYüz	384				117,7917	D

Ağaç türü üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 121’de verilmiştir.

Tablo 121. Salınımsal sertlik üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

AğaçTürü	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Ladin	384	108,8672			A
Sarıçam	384	109,1927	109,1927		AB
Kayın	384		110,0313		B
Kestane	384			114,3516	C

3.9. Parlaklık Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

3.9.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık Değerleri

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri Tablo 122’de verilmiştir.

Tablo 122. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
65,1	56,3	22	25,4	13	4,9	20	38,6	44,8	49,6	52,8	59,2
55,2	70,5	26	16,5	9,6	9,1	19,3	47,7	52	52	60	51,2
62,9	58,4	28,1	16,8	6,7	9	16	44,3	45,5	47,5	64,4	56,5
66,4	64,8	30,7	24,9	6,9	14,3	16,8	32,6	46,1	49,9	63,9	57,3
65,6	73	30,1	17,3	6,8	11	17,4	32,1	52,8	50,8	63,8	41,4
Liflere dik											
60,1	57,1	26,3	20,6	13,1	9,6	21,3	31,9	42,9	43,4	50,1	49,7
50,1	64,2	26,6	17,3	7,6	8,8	20,6	32	38,8	44,1	62,6	50,4
61,8	52,8	24	16,8	7,2	12,3	29,8	39,3	39,1	43,9	59,7	50,9
64,8	49,6	28	19,5	9,6	17	26	34	44,3	38,1	54,1	43,8
54,4	69,3	27,3	16,6	9,8	11,3	25,5	32,1	47	40,7	57,8	52,5
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
39,3	39,9	12,3	14,1	4,5	7,8	11,5	44,5	0	0,4	27,2	42,6
33,1	75,1	13,2	17,3	6,7	7	14,5	41,6	0	0,2	27	18,8
38,6	70	12,2	17	3,8	7,3	11,1	47,6	0	0,1	26,5	34
31,6	58,2	15,5	21,1	1,5	10,1	11,3	35	0	0	23	34,5
41,9	67	15,6	20,2	6	10,9	11,7	43,3	0,1	3,8	23,5	39
Liflere dik											
36,7	60,1	15	16,6	3,3	9,3	14,8	33,7	0,7	4,2	23,4	30,9
36,4	53,6	14,3	17,6	2,8	9,3	11,5	46,2	1,1	2	22,6	30,4
32,1	59,8	14,1	17,2	3,4	6	11,7	41	0,5	1,1	22,9	25,
26,7	44,6	13,3	14,3	8,7	5,9	12,3	41,7	0,2	0,5	23	20,5
35,9	54,3	12,6	14,5	5,4	8,1	11,9	35,9	0,1	5,1	22,5	28,5

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 123’de verilmiştir.

Tablo 123. Su bazlı vernikler için kayın ağac türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
58,4	23,9	18,2	17,1	10,6	9,4	14,1	36,7	0,1	0,4	32,6	27,2
49,3	56,7	18,9	17,4	7,4	6	28,1	27,4	0,1	1,2	32	29,8
45,8	47,9	21	17,5	10,3	7	13	29,8	0,2	0,6	27,8	26,9
55	65,5	20,5	23,8	9,5	11,8	20,6	29,2	0,1	0,3	28,6	18,6
63,4	59,5	20,5	21,4	5,1	11,2	15,1	33,3	0,1	0,1	31,6	21
Liflere dik											
45,8	44,2	20,6	18,2	8,1	8	17,8	27,2	0,2	0,2	27,3	19,1
48,4	38,6	20,9	18,9	7,6	11,8	16,8	35,8	0,2	0,2	26,6	193
47,6	46,1	18,5	18	12,3	7	17,7	33,5	0,2	0,1	26,3	18,9
36,1	37	17,8	15,7	11,3	7,1	18,6	30	0,1	0	27	21
42,9	37,6	18	12,3	6,8	9,3	17,7	17	0,1	1	26,9	18,5
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
50,4	29,9	18,5	16,4	9,6	6,9	12,3	16,4	0	0	27,9	15,2
43,5	30,3	19,4	8,8	9	7,6	28,1	31,3	0	0	22,8	17,4
48,5	51	20,1	16,8	9,6	4,9	12,8	15,1	0	0	21,8	10,1
46,1	47	19,6	16	9,4	5,3	19,9	34,9	0	0	20,8	9,9
38,4	60,5	22,5	19,5	3,9	8,5	15,3	31	0	0	26,1	17,6
Liflere dik											
52	39,6	22,5	16,2	8,2	5,1	25	26,7	0,1	0	26,5	21,6
37,6	29,9	20,3	16,2	5	8,1	17,7	34,6	0	0	19,3	16,8
34,2	39,8	20	15,8	7,2	4,7	16,9	30,1	0	0	18,9	9,8
28,5	35,6	19,1	13,1	13	4,4	24,3	20,4	0	0	21,2	6,5
38,7	28,5	18,9	4,3	9,2	4,2	17,2	9,7	0	0	27,3	11,3

Su bazlı vernikler için kestane ağac türünün 0-200 saatlik parlaklık verileri Tablo 124’de verilmiştir.

Tablo 124. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 0-200 saatlik parlaklık değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
54,7	58	19,3	13,3	8,1	8,5	5,1	10,1	28,9	48,6	49,1	48,6
62,9	59,7	18,8	13,9	7,2	7,7	4,8	17,1	48	42,9	48,9	42,9
70,2	63,2	25,2	23	6,9	8	5,6	10,5	33,1	48	52,3	48
61,8	60,2	22	16,8	6,8	7,3	6,1	5,6	35,7	45,8	44,3	45,8
52,5	66,1	22,4	22,7	6,7	7,2	8,7	20,8	48,3	47,8	48,5	47,8
Liflere dik											
43,4	47,5	15,8	17,5	12,5	9,3	6,7	11,6	30,2	47,6	46,1	33,5
48,3	43,4	18,8	20,6	7,2	5,1	2,9	5,6	35,9	52,3	41	40
69,3	57,8	24,7	21	5,1	9	6,7	9	38,8	49,3	41,7	41,2
43,8	64,8	24,1	20,1	4,9	5,6	6	9	31,6	46,5	37,6	40,5
50,9	65,7	17	17,1	5,7	6,2	6	11,8	30,6	43,6	34,7	35,9
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
33,5	77,1	5,9	12,2	4,1	8,9	3	10,9	0,6	0,5	19,3	36,7
30	65,3	10,3	12,4	3,7	5,8	3,5	14	0,3	0,4	22	29,4
31,1	77,7	9,7	9,3	3,7	9,1	3,6	21,2	0,1	0,2	19,3	30,2
33,5	40,8	9,7	14,3	3,2	6,9	3	12,4	0	2,4	20,3	30,8
30,9	80,6	10,1	18,9	3,8	7	6	12,6	0	9,3	20,9	33,1
Liflere dik											
30,2	56,9	8,1	11,8	3,1	7,8	4,7	8,3	1,3	3,6	21,3	21,3
29,7	36,7	7,6	12,7	3,5	8	4,4	12,8	0,6	0,2	20,3	27,8
22,7	32,4	6,6	10,1	3,7	7,6	3,7	10	0,3	0,2	19,3	21,8
26,5	55,7	6,7	12,3	3,6	7,6	4,5	13,3	0,1	0,2	18,9	20,5
28,7	50,7	6,9	11,3	3,4	8,3	4	12,5	1	0,5	16,1	23,2

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 125’de verilmiştir.

Tablo 125. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
54,1	57,1	11,2	16	8,2	11,8	5,9	8,1	0,1	0,3	28,3	22,1
37,6	72,1	17,1	15,3	8,1	7,5	5,9	7,9	0	0,1	17,6	24,9
42,5	66,4	11,1	15,5	7,6	7,2	5,3	15	0	0,1	27,8	24,4
45,5	58,1	8,7	14,5	8,1	7,6	10,8	12,5	0	0	19,8	24,8
55	68,5	16,3	17,4	7,6	4	10,6	11,8	0	0,1	27,2	27,8
Liflere dik											
39,9	39,2	11,6	12,1	7,4	8,2	9,1	6,5	0,2	0,1	26,7	19,5
44	27,2	11,7	11,1	7,4	7,6	9	10,1	0,1	0,1	23,2	22,3
34,5	44,8	10,7	11,7	7,6	8,3	6	13,3	0	0	19,1	19,5
34	37,4	12,8	12,5	7,7	8,6	10	10,6	0	0,3	18,8	18,5
44,5	54,7	10,3	13,1	7,9	9,1	6,5	10,3	0	0,2	21,1	15,1
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
55	39,3	12	13,1	8,3	3,8	3,1	9,6	0	0	19,7	25,8
36,6	57,6	12,7	12,4	8,6	6,9	9,2	12,2	0	0	9,7	21,3
44,8	57	10,6	16,4	8,8	5,9	12,1	12	0	0	14,2	21,3
35,3	48,2	13,4	15,6	9	3,3	4,9	12,6	0	0	10,4	17,8
41,8	49,1	13,9	15,7	5,8	5,8	11	10	0	0	19,6	27,3
Liflere dik											
38,4	29,7	10,7	10,9	6	5,8	8,8	7,1	0,1	0	24,4	25,8
37,7	24,9	9,8	10,7	6,7	5,6	9,3	14,8	0	0	10,8	18,8
28,7	39,8	8,9	7,6	7,2	5,5	8,5	18,1	0	0	11,6	15,3
32,5	44,2	8,9	10,6	7,7	5,7	9,1	12,6	0	0	10,8	15,9
32,8	31,6	9,8	10,6	7,5	6,1	8,2	10,2	0	0	11,6	23,6

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0– 200 saatlik parlaklık değerleri Tablo 126’da verilmiştir.

Tablo 126. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0–200 saatlik parlaklık değerleri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
71,6	78,8	18,1	24,1	12,3	10,1	31,1	25,4	54	50,7	44,6	45,3
76,1	75,8	25,2	23,5	12,4	10	35,9	22,1	51,7	50,4	41,2	54,6
58,1	79,1	26	27,4	12,7	16,6	44,1	22,4	51,6	53,1	49,3	55,3
64,5	78,4	26,2	27,4	13,6	17,1	43,9	25,3	47,7	53,3	52,3	56,2
76,1	70,7	26,1	27,4	15,8	18	44,8	16,5	47,4	52,6	47,7	55,3
Liflere dik											
68,2	60,5	18,5	15,1	10,1	15	24	34	54,7	45	49,2	55,9
62,9	73,5	22,5	24,5	10,4	14,3	40,2	29	49,1	48,5	45,1	43,4
59,2	76,6	22,7	23,7	10,7	11,1	23	33,3	45,3	51,5	46,1	41
71,9	69,6	16,5	23,5	15,8	12	29,2	37,1	52,8	47,2	49,1	45,8
68,8	70,6	20,6	20,1	14,8	14,6	30	28,3	40,9	25,6	47,5	45,3
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
33,3	78,4	13,6	18,5	5,8	13,2	19,1	28,8	6,9	12,6	21,3	33,1
32,8	73,5	14,3	24,1	5,1	10,5	18,4	17,9	7,2	8,8	24,9	33,3
29,2	74	12,1	21,8	4,1	11,4	13,1	25,4	6,4	13,6	21,6	19,5
29,1	69,2	13,9	21,5	3,7	11,8	6,9	20,7	1,3	2,6	18,5	39
38,3	75,5	9,8	20,5	3,3	17,7	16	12,4	1,3	6,6	24,5	36,7
Liflere dik											
16,8	53,4	9,1	19	3,8	19,1	4,7	12,2	5,1	16,6	19,5	42,9
27,2	60,7	10	18	3,3	12,8	9,3	15,2	0	8,4	18,8	30,2
22,5	66,3	10,7	17,5	3	18,5	9,9	23	4,2	3,7	19,4	30,3
22,8	67,1	10,6	17	2,7	11,7	12,5	20,6	0,6	3,8	20,2	25,2
15,8	67,3	10,8	17,7	5,8	11,9	11,7	26,2	1,4	3,6	20,7	19,5

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400–600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 127’de verilmiştir.

Tablo 127. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400–600 saatlik parlaklık değerleri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
54,9	66,7	20,5	18,5	9,8	11	24,5	21,1	0,2	0,4	24	7,4
46	58	20	22	9,4	10	21,6	20,3	0,1	0,2	24,4	21,1
40	49,5	20,6	18,8	6,3	13,1	12,8	15,6	0,1	0,2	21,1	17,3
30,7	68	17,1	18,9	6,1	12,7	0,9	21	0	0,2	21,3	6,7
41,9	59,7	20	22	6,7	12,1	9,6	12,3	0,4	7,2	25,8	11
Liflere dik											
12,5	28,1	11,5	18,5	7,2	14	5,6	9	0,1	0,4	26,5	52
37,9	49	14,1	15	6,6	13,9	16,5	13,3	0,8	0,3	19,3	16,1
28,9	39,7	16,3	17,3	66	10	14	21,3	0,4	0,2	19,3	11,8
29,9	39,7	15,9	16,5	8,7	10,9	18	17,3	0,2	0,2	23,6	11,2
12,3	53,9	16	15,8	9,6	10,8	22	20,1	0,2	0,7	24,5	18,1
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
47	54,9	18	16,3	9,5	13,4	4,5	19,2	0	0	19	1,5
53,8	54,1	17,9	20,4	7,3	13,2	18,6	26,3	0	0	13,3	9,2
50,7	46	18,4	19,4	6,9	12,3	12,6	16,4	0,1	0	12,5	1,3
41,8	56,5	17,7	19,1	6,3	12,8	17	21,4	0	0	10,3	4,6
41,5	49,9	18,3	16,4	6,4	15,1	0	13,3	1,5	0	15,2	4,1
Liflere dik											
10,9	9,7	11,1	17,1	5,8	17,2	4,3	11,8	0,7	0	23	5,4
35,5	38,7	14	13,9	5,4	12,2	17	16,2	0,3	0	10,8	1,8
29,3	38,1	14,1	14,2	5,3	13,2	17,7	20,4	0,1	0	10,6	5,4
32,3	32,5	14,9	16,4	8,5	11,1	21,2	19,4	0	0	11,5	5,8
13,4	40,5	15,3	14,2	9,2	13,5	22,2	20,2	0,1	0	14,6	6,5

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0–200 saatlik parlaklık verileri Tablo 128’de verilmiştir.

Tablo 128. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0–200 saatlik parlaklık değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
78,6	76,6	15,3	19	10	14	21,1	6	48,3	50,4	60	57,6
71,9	77,3	16,2	20	10	13	39,8	15,8	51,7	53,6	52,5	54,1
80,2	77,4	19,3	20,9	13	12	44,8	24,1	52,5	52,8	55,2	61,3
79,6	73	19,8	21,2	10,6	14,1	42,2	10,8	52,9	46,5	57,6	66,8
73,8	73,7	20,1	19,8	10,3	10,1	45,3	16,8	52,6	51,7	53,1	52
Liflere dik											
73,5	73,3	22,1	20,5	13	13,1	27	10,1	36,2	42,4	40	52,3
78,3	73	18,1	16,1	10,1	12,3	29,4	13,8	44,6	50,4	36,7	42,9
73,8	72,7	17,2	15,9	12,8	14,5	38,1	25,4	50,7	51,3	37,5	54,9
60	66,6	16,2	16,7	11,9	17	26,1	15,1	45,5	50,3	31,9	41,4
74,9	74,1	15,3	21,6	8,7	10,5	39,5	11,8	46,1	47,2	38,3	41,6
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
44,3	77,6	18	20	6,9	17,5	17,5	44,7	1,7	20,9	23,2	42,2
48,3	75,1	18	17,8	9,3	16,5	17,2	49,9	1,4	1,1	22,7	42,2
45,3	82,9	13,3	21,5	6	12,7	19,5	37,6	1,1	4	23,2	45
43,1	74,1	11,8	21	5,4	15,2	20,1	38,3	0,7	14,8	23,2	49,6
43,2	73,1	14,1	21,5	6,3	15,3	23,2	34,3	1,4	21,5	27,6	52,5
Liflere dik											
38,6	76,7	9,6	14,3	3,7	15,2	20,3	40,1	1,1	13,6	23,8	49,9
44,1	72,1	12,5	16,8	4,3	14,4	18,1	45,6	0,6	18,1	23,1	47
39,8	66,6	15	17,1	4,6	13,7	21,6	54,5	0,1	0,7	17,5	39,3
36,9	62,3	18,1	16,2	10,1	14,4	13,8	50,8	0,7	9,5	20,6	36,9
36,2	71,5	17,4	15,3	5,8	16,7	13,4	45	1,4	2,2	20,3	41,4

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 129’da verilmiştir.

Tablo 129. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400-600 saatlik parlaklık değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
62,1	68,9	17,4	15,8	12,4	18,1	28,1	37	0,2	3,8	29,6	38,7
57,1	63	25,2	20,6	11,5	14,1	23,2	42,4	0,2	0,2	21	31,2
65	66,7	20,1	19,8	14	14	26,7	39	0,1	0,2	21,9	39,1
65,1	66,9	22,7	24	9,1	13,5	29,4	25,8	0,1	0,5	22,4	38,3
60	60,5	19,3	23	11,8	13,2	32,8	36,2	0,2	0,3	31,6	49,1
Liflere dik											
53,6	61,4	15,3	15	7,8	12,4	34,3	35	0,1	0,4	31,6	43,9
53	61,2	18,1	15,5	8,6	12,2	21,5	39,5	0,3	1,1	24,5	37,2
49,1	58,7	22	16	9,2	11,7	27,2	43,6	0,1	0,5	19,3	34,4
44,3	57,7	26,5	15,6	12,8	13,8	22,9	40	0,1	0,3	22	31,2
49,9	50,8	17,8	14,8	11,6	13,7	22	36,7	0,2	0,2	25	30,4
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
64,6	59,2	15,2	19,7	11,3	18,4	27,1	26,4	0	0	24	22,5
59,9	54,6	23,9	15,9	11,2	15,9	24,5	34,6	0	0	23,7	17,7
67,4	55,3	18,7	19,1	8,2	15,7	27,5	28,7	0	0	16,7	17,4
62,3	55,7	19,6	18,3	15,2	13,5	27,9	38,2	0	0	14,3	22
65,5	61,1	17,1	21	11,9	13,8	27,9	29,9	0	0	22,4	27,1
Liflere dik											
55	55,2	14,2	14,2	8	14,1	31,8	33,4	0,2	0	27,5	34,4
49,1	48,2	21,1	15	8,9	13,9	28,4	34,1	0,1	0	12,6	20,4
46,5	48,3	21,9	15,2	9,1	13,5	27,9	40	0	0	9,9	18,2
46,5	38,7	22,4	14,8	12,6	13,6	22,3	37,2	0	0	16,7	18,2
54,1	65,2	22,6	14	11,7	13,5	21,9	34,6	0	0	21,2	22,5

Parlaklık etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 130'da verilmiştir.

Tablo 130. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	737200,315 ^a	383	1924,805	32,026	0,000
Katkı maddeleri	392080,972	5	78416,194	1304,718	0,000
Yön	8358,769	1	8358,769	139,076	0,000
Saat	117653,549	3	39217,850	652,521	0,000
Ağaç türü	21424,466	3	7141,489	118,823	0,000
Lif yönü	3388,578	1	3388,578	56,380	0,000
Katkı maddeleri * Yön	4981,871	5	996,374	16,578	0,000
Katkı maddeleri * Saat	102549,418	15	6836,628	113,750	0,000
Katkı maddeleri * Ağaç türü	17362,358	15	1157,491	19,259	0,000
Katkı maddeleri * Lif yönü	4346,071	5	869,214	14,462	0,000
Yön * Saat	11559,788	3	3853,263	64,112	0,000
Yön * Ağaç türü	488,632	3	162,877	2,710	0,044
Yön * Lif yönü	20,111	1	20,111	,335	0,563
Saat * Ağaç türü	4974,368	9	552,708	9,196	0,000
Saat * Lif yönü	825,769	3	275,256	4,580	0,003
AğaçTür * Lif yönü	350,241	3	116,747	1,942	0,121
Katkı maddeleri * Yön * Saat	7782,727	15	518,848	8,633	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	8692,465	15	579,498	9,642	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Lif yönü	426,210	5	85,242	1,418	0,215
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	7522,057	45	167,157	2,781	0,000
Katkı maddeleri * Saat * Lif yönü	2546,698	15	169,780	2,825	0,000
Varyasyon * Ağaç türü * Lif yönü	1950,290	15	130,019	2,163	0,006
Yön * Saat * Ağaç türü	2092,285	9	232,476	3,868	0,000
Yön * Saat * Lif yönü	198,116	3	66,039	1,099	,348
Yön * AğaçTürü * Lif yönü	418,373	3	139,458	2,320	0,074
Saat * AğaçTürü* Lif yönü	682,022	9	75,780	1,261	0,254
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	6533,299	45	145,184	2,416	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Lif yönü	967,593	15	64,506	1,073	0,377
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü * Lif yönü	1530,135	15	102,009	1,697	0,045
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü * Lif yönü	2610,846	45	58,019	0,965	0,538
Yön * Saat * Ağaç türü* Lif yönü	532,375	9	59,153	0,984	0,451
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü* Lif yönü	2349,862	45	52,219	0,869	0,717

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, parlaklık üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri altı farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 131’de verilmiştir.

Tablo 131. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları						
		1	2	3	4	5	6	
Grafen 2	320	9,2863						A
TiO ₂ 2	320		13,0284					B
Grafen 1	320			18,0091				C
Grafen 3	320				21,9309			D
Mermer tozu 2	320					30,3081		E
Kontrol	320						52,4356	F

Zaman üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 132’de verilmiştir.

Tablo 132. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
AltıYüz	480	17,9148			A
İkiYüz	480		20,4837		B
DörtYüz	480		20,6742		B
Sıfır	480			37,5929	C

Ağaç türü üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 133’de verilmiştir.

Tablo 133. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

AğaçTürü	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Kestane	480	19,4254			A
Sarıçam	480		23,8150		B
Kayın	480		24,5833		B
Ladin	480			28,8419	C

3.9.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık Değerleri

Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri Tablo 134’de verilmiştir.

Tablo 134. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
62,6	67,4	57,6	46,7	47,2	45,1	78	89,2	102	81,1	91,1	81,9
68,2	66,9	32,3	44,6	48,1	45,4	82,2	88,8	107,3	74,9	90,9	81,6
70,5	64,2	47,7	48	48,8	45,3	83,2	87,6	100	82,2	9,6	76,6
70,5	65	55,5	44,3	48,9	44,7	76,6	88	96,1	81,6	88,5	77,1
70,9	65,8	56	47,2	48,4	45,2	92	74,7	105,4	80,8	88,2	80,8
Liflere dik											
69,7	67,7	54,4	47,8	46,4	83,4	82,9	69,9	92,3	74,1	89,3	90,5
69,5	67,5	51,7	46,8	40,7	73,8	89,5	88,5	90,9	79,7	89,9	87,3
70,4	58,4	53,9	46,4	43,6	73,8	81,1	86,1	100,3	77	92	85
70,3	66,1	50,1	45,5	45,8	71,3	89,8	82,2	100,6	77,9	89,2	89,2
70,8	57,6	55,7	45,8	46,7	71,1	78,3	86,7	94,2	73,5	92,4	86,7
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
71,9	71,7	31,9	27,9	41,9	40,2	57,8	49,6	11,3	17,5	28,3	18,8
55,2	69,4	27,8	26,9	39,5	39,4	53,7	50,1	13,8	13,8	25,6	14,6
70,2	75,5	26,9	27,2	38,7	39,2	51,5	50,5	15,8	13	29	19,6
39,3	69,4	25,9	33,1	41,2	38,6	50,7	53,9	12,8	10,6	28,9	22,9
71,6	34,5	31,1	24,6	38,8	43,1	54,7	46,7	15,8	17,5	24,7	25,2
Liflere dik											
71	90,2	32,8	43,4	39,5	48,8	61,3	50,1	15,6	18,3	33,8	34,7
74,1	62,1	23,2	24,9	39,2	42,2	58,4	46,2	13	12,1	28,5	24,1
70,5	83	26,7	25,4	35,9	39,8	57,4	39,8	15,6	13,2	24,5	21,1
70,9	54,4	26,4	25,3	40,5	30,4	54,4	39,4	15,2	13,8	24	16,3
59,2	58	26,4	28,7	36,4	26,7	52	43,1	11,6	14	31,4	11,6

Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri

Tablo 135’de verilmiştir.

Tablo 135. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri

Kayın											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
69,8	69,3	3,7	3,8	21,8	14,8	49	35,5	13	15,3	11,9	6
59,3	83,2	4,7	4	19,4	14,7	46,9	35,7	13,8	9,4	11,6	5,3
100	64,8	2,2	3,1	18,5	14,4	40,9	34,8	17,4	9	12,2	5,4
100,5	86,4	2,1	3,1	18,3	15	43,8	25,4	13,2	8,9	11,7	6,3
99,7	89,5	2,6	3,2	23,1	16	49,8	31,4	10,1	5,8	12,3	9,6
Liflere dik											
101,9	84,2	14,9	15,4	27	26,1	51,2	39,8	8,3	5,8	21,3	13,3
95,3	83,6	3,2	5,8	20	14,9	37,7	19,3	11,5	6,2	13,2	8,3
95,1	69,3	2,4	8,7	17,4	15	37,4	29,4	12,2	9,4	12,2	7,3
103,9	54,4	1,6	2,9	18,2	14,1	37,3	26,1	13	9,1	11,8	4,5
107,6	74,7	2,1	3,1	18,5	14	40,9	29,4	13,1	8,8	11,8	6,3
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
100,8	66,4	0	0	9,1	4,3	24,3	22,5	6,3	1,4	5,5	2,3
55,3	37,1	0	0	5,7	4,1	22	22,5	7	1,8	5,7	2,6
98,4	76,1	0	0	5,4	3,8	19,6	22,5	12,2	5,5	5,5	2,8
74,3	59,4	0	0	5,3	3,9	20,5	22,1	8,9	0,4	5,4	2,1
87,3	79,7	0	0	5,2	3,5	18,2	21,2	6,2	0,8	5,6	1,8
Liflere dik											
97,8	70,2	1,9	1	10,5	10,6	27	22	5,2	0,8	11,1	5,1
94,3	26,9	0,9	0,5	5,4	4	18,8	38,4	8,4	7,2	6,3	2,9
79,4	60	0,4	0,2	4,7	3,8	21,4	24,6	12,5	2,6	5,7	2,2
93	41,9	0,2	0,1	4,3	3,2	19,1	20,3	11,6	1,8	5,4	1,8
84,2	56,8	0,1	0	4,5	3,4	19,5	20	6,2	1,3	5,5	8,3

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri

Tablo 136’te verilmiştir.

Tablo 136. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
67,4	67,7	56,3	52,3	39,3	45,4	86,7	82,9	94,6	94,6	71,3	82,2
63,2	67,9	65,6	47,5	42,6	48,8	62,1	91,1	100,3	94,4	76,9	93,6
68,8	67,4	61,6	43,4	42,2	50,9	70,1	81,6	105,1	88,3	83,6	94
76,1	64,5	62,1	47,2	48,5	51	67,4	91,7	94,9	94,6	83,9	93,8
64,5	69,6	62,5	43,6	45,3	50,1	71	71,9	104,7	95,2	83,9	89,5
Liflere dik											
55	62,6	51,5	46,2	41,3	49,1	57,9	75,2	97,2	90,7	72,4	89,5
52	65,3	48	49,6	43,6	48,4	52,3	82,8	89,3	86,2	61,6	92,7
70,5	62,9	57,6	45,3	43,9	45	59,4	85,6	89,2	77,2	84,4	79,1
44,8	62,5	43,6	42,9	39,3	47,2	57,2	76,1	99,2	88,3	68	91,1
69,1	64,8	59,7	42	33,5	43,8	57,6	75,2	98,3	82,3	72,7	90,4
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
44,1	58,2	38,8	24,3	47	44,8	43,3	35	9,6	22,7	27,8	29,8
43,6	63,4	29,6	20,5	45,5	40	43,9	44,8	12,1	15,2	27	29,7
46,2	63,5	25,4	17,5	45	39,5	49,9	37,2	11,2	25,3	26,8	29
57,1	61,3	24,8	18,4	44,4	44,6	49,2	50,7	10,9	12,8	24,7	23,2
46	64,8	33,5	25,4	27,8	50,9	51,7	51,6	11,4	17,6	30,9	26,1
Liflere dik											
40,5	54,4	36,7	29,8	32,3	50,7	48	50,1	11,9	19,7	32,8	25,4
41,1	62,1	14,1	24,1	36,4	46	38,3	45,8	10,9	23,6	28,3	17
41,7	56,3	14,9	20,1	27,8	35,7	38,9	41	10,7	17,3	27,6	29,4
29,6	61	20	17	30,4	33,3	33,8	35,5	10,9	24,8	25,4	26,7
37,6	58,9	23,4	17,5	42,4	37,4	42,9	48,5	10,2	14,7	28	30,7

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 137’de verilmiştir.

Tablo 137. Poliüretan vernikler için kestane ağac türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri

Kestane											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
32	76,6	4,7	21,3	23,6	18,9	28,3	31,6	7,9	8,1	10,4	12,3
82	107,4	3,8	2,1	18,6	15,7	33,9	31,5	10,6	8,9	11,2	12,8
72,2	64,6	4,5	2	18	14,8	29,6	26,7	7,7	9,2	7,2	12,1
36,1	93,9	2,4	1,9	17,3	14,2	36,6	30	7,9	9,3	15,1	11,6
80,5	100,3	2,8	2,8	18,2	24,2	37,1	29,1	8,7	9,1	11,1	11,3
Liflere dik											
39,6	66,1	10,8	10	21,2	36	54,5	43,6	7,3	7	15,9	13,7
55,4	87,4	11,6	2,3	14,1	18,9	31,2	31,9	7,7	17	8,6	12,9
60,3	80,7	0,2	1,9	14,7	14,4	31,3	24,1	8,1	9,8	8,5	10
63,5	96,2	0,9	1,6	14,5	14	27,1	23,9	10,2	10,6	8,4	10,9
52,3	79,6	1,5	1,7	17,2	14,7	32,5	12,3	7,3	8,3	10,5	13,1
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
29,8	71,6	0	10,1	5,7	4,9	18,6	13,6	2,7	4,4	4,5	4,2
71,9	77,5	0	0	5,2	4	22	20,4	3	6,9	4,9	4,6
78	78,3	0	0	4,6	3,3	18,3	19,8	6	6,3	4,3	4,7
74,4	81,6	0	0	2,5	3,1	18,4	19,3	5,7	5,5	4,4	4,4
73,8	79,1	17,8	0	5,2	7,4	21,5	20	5	3,3	4	4,3
Liflere dik											
33,8	54,7	3,8	1	15,1	17,1	25,8	33,8	3,8	3,1	9	5,4
49,9	68,5	10,7	0,5	3,3	8,1	16,9	22,9	4,4	0,2	4	10,1
42,6	62,9	0	0,2	3,6	4	16,6	17,3	4,7	5,1	3,9	3,8
57,3	73	0	0,1	4,3	3,1	11,8	16,6	4,8	8,1	3,9	4
63,2	70,2	0	0	8,1	5,4	19,3	23	2,1	3,8	4,3	4,7

Poliüretan vernikler için sarıçam ağac türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri Tablo 138’de verilmiştir.

Tablo 138. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık verileri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
63,2	68,8	48	45	45,6	86,8	80,2	90,5	103,6	80,5	89,5	80,6
62,8	66,6	44,8	45,2	45,5	83,9	83,9	88,2	95,5	69,6	87	83,3
70,7	70,7	47	45,1	45,6	84,4	83,3	87,7	99,2	72,1	93,3	80,5
73,8	70,3	52,5	38,8	46,4	87,3	77,5	91,7	102	76,9	93,1	77,2
71,3	70,5	48,5	41	46,2	83,6	77,9	73,3	101,4	77,7	73	78
Liflere dik											
47	64	44,3	44,9	44,1	85	84,2	78,6	99,2	78,1	76,8	87
62,1	64,4	51,2	45,4	44,4	85,7	69,1	88,9	102,6	74,1	87	87,3
69,1	65,1	48,3	45,1	46,7	85,5	87,9	89,2	97,6	80,5	84,2	87,7
69,2	65,7	51,5	42,2	46	85,1	85,6	90	102,2	79,9	93,3	87,5
71,3	68	51,3	45	45,7	85,2	92	83	102,1	73	92,6	87,1
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
75,5	61	33,8	33,5	41,8	36,6	55,7	53,9	13,2	15,3	32,6	29,2
75,8	57,8	28	27,6	37,6	36,1	47,7	49,6	14,1	17,5	32,1	28,7
75,5	63,4	22	23,6	41,9	36,1	52	59,7	15	17,2	26	23,2
80,2	30,9	25,6	38,8	37,6	33,5	51,4	57,3	15,1	14,8	25	33,3
80,8	59,7	31	29,2	36,4	34,5	61	60	14,6	15	25,9	33,6
Liflere dik											
77,7	29,6	28,3	51,2	44,8	45,1	57,1	50,2	20	23,8	30,4	52,3
67,7	59,2	19,3	41	37,1	32,8	60,2	53,3	14,8	17,6	25,8	41,2
76,6	42,4	18,3	27,6	36,6	33,5	46	46,5	12	17,9	25,1	23
67,4	50,7	24,7	23,6	36,5	33,6	46,2	49,3	12,7	21	28,7	28
71,6	61,3	29,2	26,7	42,6	35,7	53,1	49	12,2	13,1	28,2	27,1

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 139’de verilmiştir.

Tablo 139. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri

Sarıçam											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
96,5	97,2	3,6	4,1	21,1	17,5	46,6	44,1	13,2	11,2	10	10,5
91,8	111,4	3,3	3,2	18,6	14,8	33,3	40	13,9	11,9	10	10,4
99,3	100,3	3,1	2,7	15,3	15,1	36,6	43,8	16	12,1	10	10,9
103,5	97,6	3,2	6,2	21,4	14,6	37,3	43,7	15,9	11,8	10	15
83,7	103,1	10,8	11	21,6	14,5	42,3	47,9	11,9	9,5	10,3	12,3
Liflere dik											
100	43,3	11,6	14,6	37,2	14,5	68,9	48,6	9,3	7,5	14,4	14,1
94,6	93	2	1,8	18,9	24	43,6	44,5	14,1	10,6	11,6	14,4
81,8	87,4	11,2	1,9	15,5	7,4	33,9	41,1	16,4	13,5	9,4	9
94,6	98,8	2,4	2,6	18	14,3	34,7	35,8	15,4	13,9	9,5	9,5
94,9	79,8	2,8	10,9	18,6	14,2	37,4	40,5	11	11,5	13,3	13
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
0	66,9	0	0	5,7	7,9	24,9	23,3	7,3	3,6	5,8	5,8
87,6	79,1	0	0	5,4	5,6	21	21,2	9,8	7,4	5,8	5,7
97,8	79,9	0	0	4,7	8,5	20,8	20,7	11,9	8	5,9	6,5
95,6	82,2	0	0	4,8	5,8	16,2	20,9	14	7,7	5,9	12,5
94,8	68,2	2,8	0	11,3	8,7	19,1	27,7	8,7	3,3	5,8	9
Liflere dik											
87,3	42,6	0,6	0,9	10,5	14,1	23,1	32,7	5,7	4,2	7	8,1
77	74,4	0,3	0,4	4,8	6,2	25,7	23,7	8,4	4,5	6,5	10,6
87,9	69,3	0,3	0,2	5,4	4,1	22,8	20,6	11,6	9,1	6,1	9,8
88,3	46,7	0,1	0,1	4,9	4,6	20,3	20,1	10,6	9,4	5,9	5,8
82,4	67,7	0	0	4,5	4,8	21,2	14,2	8,2	3,3	5,8	5,6

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri Tablo 140’da verilmiştir.

Tablo 140. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 – 200 saatlik parlaklık değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
0 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
68,8	64,5	44,1	45,8	40,5	80	88,5	87,9	100,3	75,2	89,1	88,2
68,4	65,3	49,1	43,4	47,5	85,3	85	81,1	96,6	79,7	88,6	88,8
66,6	65,7	48,7	45,5	43,1	60,8	85,4	73,8	96,6	77,5	95,9	88,6
73,5	65,1	48,9	45,2	46,5	81,2	90,8	79,3	100,5	77,9	87,9	87,8
65	65,4	47,9	44,9	46,5	81,7	89,8	79,1	73,6	78,3	92,7	87,7
Liflere dik											
67,2	59,7	46,7	45,2	45,9	78,3	84,7	84,7	98,3	99,1	88,2	85,1
67,3	66,9	50,1	44,7	46	79	81,9	88,9	98,6	74,1	94,5	85,2
66,3	61,6	50,1	44,5	45,9	85,6	85,8	91,1	95,3	80,5	93,6	85,5
65,8	65	50,1	41,2	44,2	85,6	90,5	91,1	95,6	80,2	70,5	82,5
66,6	67,2	50,4	46	45	74,9	85,8	87,3	95,7	76,9	86,7	85,3
200 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
80,8	61	33,1	20	43,4	46,7	63,2	60,5	11,4	14,4	39,5	27
64,2	64,2	32,1	19,5	40	44,6	62,6	55,7	11,6	15	39,4	22,3
752	67,7	28,7	21,8	40,5	42,9	58,6	59,4	12,2	15,3	33,3	21,8
70,5	63,2	28,1	25,6	38,1	57,6	58,5	58,4	12,7	15,3	34,5	18,6
69,9	63,4	28,9	20	38,8	50,4	57,7	58,5	12,6	14,7	34	19,6
Liflere dik											
75,5	63,4	30	32,3	43,8	39,5	63,2	62,1	13,8	19,6	36,9	36,2
68,2	58,9	29,6	21,8	38,1	47	60,2	53,3	13,3	12,6	33,5	20,9
70,5	62,1	30,4	19,6	38,5	26,9	55,7	54,4	13,3	9,6	33,6	21,3
58,6	53,3	27,4	19	42,4	52,8	51,2	51,7	12,9	14,8	35,7	24,1
72,1	65,3	27,4	28,7	46,7	35,7	46,5	54,1	12,1	14,9	45,3	20,8

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri Tablo 141’de verilmiştir.

Tablo 141. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 – 600 saatlik parlaklık değerleri

Ladin											
Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
400 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
36,5	96,6	5,5	2,2	23,6	23	54,5	49,1	11,4	9,6	12,9	11,9
107	52,2	10,2	3	18,3	22,2	45,8	45,4	15,3	9,7	12,3	11,9
111	39,3	3	2,4	18,4	18,9	45,6	40,5	14,9	13,1	11,9	11,4
101,1	85,6	3,2	1,9	15,87	22,4	40,4	39,5	15,3	12,8	11,7	11,4
92,7	111,4	16,8	1,9	20,3	26,7	51,9	39,4	14,7	11,9	11,7	11
Liflere dik											
105,5	100,3	30	14	33,5	46,6	70,7	51,5	12,9	6,9	15	13,7
103,2	103,4	3,4	2,2	16,9	20,7	46,5	43,3	15,7	9,1	10,3	13,9
103,2	103,2	2,9	1,7	16,3	20,8	40,4	39,6	15,5	12,3	10,9	10
84,9	66,6	3	1,9	16,9	18,4	39,8	37,3	15,2	12	11	10
92,7	88	7,7	9,3	17,5	26,5	40,3	41,8	11,8	8,7	11,3	12,8
600 saatlik											
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Liflere paralel											
91,2	79,1	0	0	6,7	7,4	24,3	24,8	8,7	4,9	7	3
98,1	72,1	0	0	3,5	7,3	20,5	23,8	9,2	0	6,6	3,3
94,9	39,3	0	0	10,7	7	19,6	19,4	9,4	9,6	6,9	3,4
86,9	61,8	0	0	3,1	9,1	19,4	20	10,1	9,6	7	5,6
103,3	76,9	0	0	3,3	9,3	20,3	20,8	9,7	5,6	6,4	4,9
Liflere dik											
97,8	77,2	0	5,6	9,1	24	30,3	40,8	5,7	5,1	6,7	6,7
97,2	76,7	0	0	3,8	8,3	20,5	20,3	10,2	5,3	6,2	4,5
93	72,7	0	0	3,4	5,4	20	19,8	10,5	9,3	6,6	5,4
92,1	61,8	0	0	3,4	5,6	19,5	20,3	9,6	9,3	7,1	3,3
98,7	54,1	0	0	3,8	9,2	20	24,6	9,3	5,8	6,9	3,2

Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 142’de verilmiştir.

Tablo 142. Parlaklık üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	1878163,141 ^a	383	4903,820	18,281	0,000
Katkı maddeleri	592609,656	5	118521,931	441,846	0,000
Yön	2625,761	1	2625,761	9,789	0,002
Saat	754542,556	3	251514,185	937,636	0,000
Ağaç Türü	3742,051	3	1247,350	4,650	0,003
Lif Yönü	620,256	1	620,256	2,312	0,129
Katkı maddeleri * Yön	9720,619	5	1944,124	7,248	0,000
Katkı maddeleri * Saat	397017,730	15	26467,849	98,671	0,000
Katkı maddeleri * Ağaç türü	4205,056	15	280,337	1,045	0,405
Katkı maddeleri * Lif yönü	3063,196	5	612,639	2,284	0,044
Yön * Saat	1106,117	3	368,706	1,375	0,249
Yön * Ağaç türü	1974,635	3	658,212	2,454	0,062
Yön * Lif yönü	100,778	1	100,778	,376	0,540
Saat * Ağaç türü	1156,293	9	128,477	,479	0,890
Saat * Lif yönü	452,252	3	150,751	,562	0,640
Ağaç Türü * Lif yönü	2278,263	3	759,421	2,831	0,037
Katkı maddeleri * Yön * Saat	14921,486	15	994,766	3,708	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	4565,956	15	304,397	1,135	,319
Katkı maddeleri * Yön * Lif yönü	288,407	5	57,681	,215	0,956
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	15911,352	45	353,586	1,318	0,079
Katkı maddeleri * Saat * Lif yönü	3559,263	15	237,284	,885	0,582
Katkı maddeleri * Ağaç türü * Lif yönü	6573,986	15	438,266	1,634	0,058
Yön * Saat * Ağaç türü	2208,631	9	245,403	,915	0,511
Yön * Saat * Lif yönü	528,121	3	176,040	,656	0,579
Yön * Ağaç Türü * Lif yönü	1256,553	3	418,851	1,561	0,197
Saat * Ağaç Türü * Lif yönü	2122,318	9	235,813	,879	0,543
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	17370,245	45	386,005	1,439	0,031
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Lif yönü	2887,554	15	192,504	0,718	0,769
Varyasyon * Yön * Ağaç türü * Lif yönü	5164,906	15	344,327	1,284	0,204
Varyasyon * Saat * Ağaç türü * Lif yönü	12089,552	45	268,657	1,002	0,470
Yön * Saat * Ağaç türü * Lif yönü	2187,696	9	243,077	0,906	0,519
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü * Lif yönü	11311,894	45	251,375	0,937	0,592

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, parlaklık üzerine etkisi %5 yanılma olasılığı ile önemli bulunmuştur. Bu nedenle salınımsal sertlik homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 143’de verilmiştir.

Tablo 143. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
Grafen 1	320	20,5075					A
Grafen 2	320		30,1022				B
TiO ₂ 2	320		30,5376	30,5376			BC
Mermer tozu 2	320			32,9109			C
Grafen 3	320				48,8369		D
Kontrol	320					74,0247	F

Zaman dört farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 144’de verilmiştir.

Tablo 144. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
AltıYüz	480	19,0944				A
DörtYüz	480		29,7604			B
İkiYüz	480			37,1108		C
Sıfır	480				71,9809	D

Ağaç türü iki farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 145’de verilmiştir.

Tablo 145. Parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç Türü	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
Kestane	480	37,6896		A
Kayın	480	38,5727		A
Sarıçam	480		40,6733	B
Ladin	480		41,0108	B

3.10. Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

3.10.1. Su Bazlı Verniklerin Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 146’da verilmiştir.

Tablo 146. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	18,26	17,5	16,6	15,5	10,96
				Rq	5,15	1,42	1,79	1,49	2,65
				Ra	2,94	0,84	1,23	1,06	1,97
				Ry	42,85	13,64	19,04	11,8	14,9
			Teğet	Rz	6,75	17,1	6,31	11,77	9,26
				Rq	2,04	5,05	1,53	2,51	2,35
				Ra	1,35	3,33	1,11	1,84	1,8
				Ry	13,43	37,6	8,5	18,52	12,34
		Grafen 1	Radyal	Rz	16,36	22,42	20,98	16,94	20,99
				Rq	3,71	5,23	4,44	3,57	4,61
				Ra	2,92	3,9	3,31	2,7	3,39
				Ry	19,59	32,67	23,34	23,04	25,73
			Teğet	Rz	18,44	14,12	15,95	17,08	16,02
				Rq	4,47	2,98	3,39	3,58	3,44
				Ra	3,58	2,25	2,6	2,91	2,98
				Ry	24,41	18,26	21,27	20,79	19,68
		Grafen 2	Radyal	Rz	49,6	37,1	37,5	37,6	25,7
				Rq	12,13	7,22	2,75	4,3	4,67
				Ra	8,14	4,38	2,16	2,51	3,47
				Ry	68,86	72,87	15,58	38,23	34,86
			Teğet	Rz	15,57	21,75	25,16	30,8	26,3
				Rq	2,94	3,83	5,5	5,93	5,16
				Ra	2,29	2,89	4,04	4,27	3,61
				Ry	20,52	26,97	37	56,48	37,74
		Grafen 3	Radyal	Rz	23,2	31,51	22,06	22,4	24,96
				Rq	5,59	5,98	4,94	4,61	5,11
				Ra	4,11	4,35	3,88	3,56	3,87
				Ry	37,59	55,83	28,01	29,89	32,12
			Teğet	Rz	15,46	13,96	16,49	14,01	11,11
				Rq	3,65	3,36	4,09	3,45	2,37
				Ra	2,74	2,11	2,91	2,56	1,81
				Ry	23,84	24,2	27,54	24,73	15,47
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	8,37	7,22	10,09	5,44	6,71
				Rq	1,91	1,75	2,68	1,14	1,85
				Ra	1,43	1,27	1,98	0,85	1,4
				Ry	10,72	9,98	13,96	7,19	10,47
			Teğet	Rz	11,83	16,28	14,23	11,1	15,6
				Rq	2,97	4,1	3,59	2,52	4,13
				Ra	2,27	3,04	2,8	1,97	2,99
				Ry	19,84	23,54	16,63	14,1	26,02
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	7,22	7,5	6,24	6,38	5,61
				Rq	1,4	5,32	1,27	1,48	1,33
				Ra	0,98	3,18	1,01	1,11	1,08
				Ry	11,53	38,58	8,49	10,66	6,82
			Teğet	Rz	17,28	13,28	10,67	9,73	7,76
				Rq	4,5	3,22	3,04	2,17	2,1
				Ra	2,84	2,52	2,38	1,72	1,66
				Ry	32,3	19,74	16,85	10,97	9,76

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 147’de verilmiştir.

Tablo 147. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	8,64	8,08	11,74	15,56	12,72
				Rq	2,12	1,61	2,26	3,68	3,07
				Ra	1,5	1,24	1,63	2,81	2,49
				Ry	12,92	9,03	16,1	20,7	17,02
			Teğet	Rz	13,81	11,33	16,39	12,16	15,41
				Rq	3,32	2,52	4,14	3,08	4,19
				Ra	2,63	1,81	2,69	2,34	3,24
				Ry	20,78	21,57	40,42	18,93	22,3
		Grafen 1	Radyal	Rz	20	20,48	17,28	20	26,76
				Rq	2,76	5,09	3,68	3,89	6,11
				Ra	1,94	3,58	2,85	2,93	4,76
				Ry	22	29,58	21,9	22,12	35,6
			Teğet	Rz	20,55	21,79	17	18,59	17,84
				Rq	4,42	3,85	3,63	3,91	3,44
				Ra	3,64	2,77	2,79	3,03	2,63
				Ry	23,96	25,55	25,18	20,46	21,1
		Grafen 2	Radyal	Rz	40,03	35,5	35,5	35,74	35,57
				Rq	8	3,91	3,78	6,96	6,37
				Ra	5,45	3,06	2,85	4,22	4,66
				Ry	53,98	24,1	27,13	69,02	47,03
			Teğet	Rz	16,73	18,65	22,63	25,91	23,6
				Rq	2,92	3,41	4,49	4,41	4,67
				Ra	2,28	2,59	3,36	3,24	3,58
				Ry	18,57	22,94	32,82	35,8	28,03
		Grafen 3	Radyal	Rz	20,39	20,86	20,34	17,13	22,67
				Rq	4,65	3,94	4,53	3,67	4,43
				Ra	3,51	2,76	3,42	2,86	2,44
				Ry	32,11	32,1	29,18	19,74	26,74
			Teğet	Rz	10,88	10,61	13,35	10,92	18,33
				Rq	2,66	2,21	2,43	2,54	4,55
				Ra	1,91	1,65	1,92	1,93	3,73
				Ry	15,19	15,19	19,9	14,51	27,35
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	10,5	8,26	12,82	8,98	10,89
				Rq	1,27	1,47	2,82	1,9	2,52
				Ra	1,03	1,14	2,26	1,48	1,98
				Ry	7,83	12,83	14,46	11,67	13,39
			Teğet	Rz	17,33	14,85	16,77	15,91	17,81
				Rq	3,87	3,52	4,04	3,62	4,06
				Ra	3,02	2,82	3,07	2,86	3,09
				Ry	20,91	19,05	21,69	18,42	28,56
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	9,95	6,41	8,98	8,78	7,78
				Rq	2,08	1,48	2,12	2,04	1,81
				Ra	1,55	1,23	1,73	1,62	1,46
				Ry	12,99	6,87	12	10,93	9,52
			Teğet	Rz	17,75	18,19	15,49	15,28	18,99
				Rq	4,46	4,16	4,14	3,84	4,42
				Ra	3,43	3,324	3,36	3,03	3,02
				Ry	25,82	22,17	21,08	21,71	20,05

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 148’de verilmiştir.

Tablo 148. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	15,28	17,03	24,43	17,75	18,54
				Rq	3,73	3,55	5,55	3,8	4,22
				Ra	2,6	2,69	4,01	2,86	3,39
				Ry	24,38	25,39	34,5	20,43	25,89
			Teğet	Rz	11,72	16,82	13,03	19,26	15,57
				Rq	2,78	4,02	2,89	4,75	3,6
				Ra	2,16	3,15	2,3	3,76	2,85
				Ry	14,12	21,75	16,36	24,43	18,02
		Grafen 1	Radyal	Rz	16	26,45	22,56	21,29	21,43
				Rq	3,26	4,76	4,93	4,11	5,09
				Ra	2,52	3,38	3,42	2,73	3,86
				Ry	21,68	37,26	45,87	39,98	28,92
			Teğet	Rz	37,09	24,23	19,26	17,98	22,2
				Rq	7,41	4,83	4,18	3,69	5,12
				Ra	5,76	3,6	3,32	2,9	3,97
				Ry	48,58	32,01	24,22	19,9	27,72
		Grafen 2	Radyal	Rz	42,85	30,98	57,35	20,57	36,51
				Rq	8,82	5,5	13,5	3,81	8,21
				Ra	6,47	4,09	8,79	2,67	6,23
				Ry	67,96	42,66	102,5	23,77	52
			Teğet	Rz	24,1	18,62	21,04	23,13	29,12
				Rq	4,52	3,88	3,69	4,83	5,78
				Ra	3,44	3,12	2,72	3,81	3,72
				Ry	38,88	20,93	30,38	27,11	62,39
		Grafen 3	Radyal	Rz	29,27	26,41	34,38	23,1	29,75
				Rq	6,6	5,54	9,22	4,71	7,04
				Ra	4,2	4,43	6,6	3,73	5,29
				Ry	46,71	32,9	57,5	28,4	53,05
			Teğet	Rz	11,21	7,73	14,57	13,43	12,69
				Rq	2,47	1,71	3,54	2,79	3,09
				Ra	1,94	1,31	2,62	2,15	2,45
				Ry	13,95	10,43	22,26	17,82	16,72
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	9,31	8,25	11,15	11,12	11,81
				Rq	1,97	1,57	2,28	2,11	2,52
				Ra	1,57	1,71	1,91	2,15	1,98
				Ry	11,17	11,98	15,66	15,63	14,79
			Teğet	Rz	16,38	15,44	14,66	15,01	14,75
				Rq	3,8	3,35	2,9	3,11	3,41
				Ra	3,01	2,71	2,29	2,4	2,6
				Ry	19,9	19,61	21,11	20,11	20,12
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	7,71	9,27	10,54	11,95	11,13
				Rq	1,97	2,2	2,44	2,66	2,5
				Ra	1,57	1,71	1,91	2,15	1,98
				Ry	11,17	11,98	15,66	15,63	14,79
			Teğet	Rz	22,04	23,93	32,54	15,78	11,92
				Rq	5,67	5,94	7,9	3,62	3,6
				Ra	4,34	4,62	5,98	2,86	2,72
				Ry	32,27	31,97	46,83	19,2	18,85

Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 149’da verilmiştir.

Tablo 149. Su bazlı vernikler için kayın ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	14,43	20,48	16,4	22,12	11,79
				Rq	3,75	4,69	3,58	5,06	2,73
				Ra	2,74	3,13	2,72	3,88	2,17
				Ry	24,32	38,95	20,84	34,45	14,11
			Teğet	Rz	6,75	17,1	6,31	11,77	9,26
				Rq	2,04	5,05	1,53	2,51	2,35
				Ra	1,35	3,33	1,11	1,84	1,8
				Ry	13,43	37,6	8,5	18,52	12,34
		Grafen 1	Radyal	Rz	15,09	19,42	18,82	14,91	18,9
				Rq	2,69	4,14	3,91	3,13	4,48
				Ra	2,13	3,2	2,82	2,36	3,7
				Ry	19	29,74	29,76	19,38	22,76
			Teğet	Rz	18,44	14,12	15,95	17,08	16,02
				Rq	4,47	2,98	3,39	3,58	3,44
				Ra	3,58	2,25	2,6	2,91	2,78
				Ry	24,41	18,26	21,27	20,79	19,68
		Grafen 2	Radyal	Rz	29,61	45,45	35,07	21,22	25,19
				Rq	5,9	7,78	7,12	4,27	4,99
				Ra	4,39	5,62	4,73	2,65	3,56
				Ry	37,3	57,23	58,37	44,79	32,57
			Teğet	Rz	15,57	21,75	25,16	30,8	26,3
				Rq	2,94	3,83	5,5	5,93	5,16
				Ra	2,29	2,89	4,04	4,27	3,61
				Ry	20,52	26,97	37	56,48	37,74
		Grafen 3	Radyal	Rz	13,18	25,99	27,68	16,03	22,85
				Rq	3,05	5,74	5,45	3,59	4,65
				Ra	2,42	4,25	4,2	2,73	3,64
				Ry	19,6	35,98	34,93	22,01	28,1
			Teğet	Rz	15,46	13,96	16,49	14,01	11,11
				Rq	3,65	3,36	4,09	3,45	2,37
				Ra	2,74	2,11	2,91	2,56	1,81
				Ry	23,84	24,2	27,54	24,73	15,47
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	13,1	14,04	12,09	11,97	15,4
				Rq	2,92	2,93	2,5	2,59	3,3
				Ra	2,19	2,3	1,98	2	2,65
				Ry	20,71	15,59	17,37	19,1	18,33
			Teğet	Rz	11,83	16,28	14,23	11,1	15,6
				Rq	2,97	4,1	3,59	2,52	4,13
				Ra	2,27	3,04	2,8	1,97	2,99
				Ry	19,84	23,54	16,63	14,1	26,02
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	11,04	12,3	10,55	11,22	9,66
				Rq	2,53	2,72	2,53	2,39	2,23
				Ra	2,05	2,17	2,04	1,9	1,69
				Ry	13,87	15,41	13,57	14,4	12,13
			Teğet	Rz	17,28	13,28	10,67	9,73	7,76
				Rq	4,5	3,22	3,04	2,17	2,1
				Ra	2,84	2,52	2,38	1,72	1,66
				Ry	32,3	19,74	16,85	10,97	9,76

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 150’de verilmiştir.

Tablo 150. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	37,32	47,78	45,94	67,07	61,37
				Rq	9,17	14,39	10,3	15,75	14,56
				Ra	4,66	9,08	5,56	7,91	7,72
				Ry	72,4	87,86	80,96	113,2	101,5
			Teğet	Rz	8,41	13,61	21,38	12,6	20
				Rq	2,06	2,74	4,72	2,85	2,08
				Ra	1,34	1,69	2,98	2,16	1,61
				Ry	15,84	24,15	46,6	18,13	11,72
		Grafen 1	Radyal	Rz	29,89	45,87	40,58	36,69	23,55
				Rq	7,96	10,43	9,45	7,52	5,48
				Ra	6,46	7,84	7,22	5,11	4,27
				Ry	44,28	71,15	63,14	58,91	31,78
			Teğet	Rz	33,95	33,38	36,56	28,79	38,36
				Rq	6,91	7,96	8,19	6,77	9,06
				Ra	4,98	5,62	5,13	5,19	6,33
				Ry	57,88	50,91	76,03	39,74	64,06
		Grafen 2	Radyal	Rz	62,34	63,46	74,1	68,07	102,2
				Rq	13,31	13,25	16	12,11	20,84
				Ra	8,16	8,01	9,29	7,66	10,75
				Ry	105,6	92,89	137,8	89,43	192
			Teğet	Rz	27,75	27,24	35,04	28,73	27,02
				Rq	6,04	4,94	6,85	5,24	4,94
				Ra	4,69	3,84	5,28	3,94	3,63
				Ry	30,39	31,93	45,18	33,05	33,24
		Grafen 3	Radyal	Rz	45,34	47,45	82,26	57,42	37,51
				Rq	13,14	12,88	19,99	12,54	6,63
				Ra	8,44	7,76	13,8	8,18	4,41
				Ry	104,8	111,6	122,4	97,55	61,37
			Teğet	Rz	24,69	22,85	16,79	19,14	25,48
				Rq	5,13	4,4	3,26	4,06	4,78
				Ra	3,67	3,34	2,52	3,16	3,74
				Ry	40,37	28,63	23,28	22,77	30,76
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	16,8	15,7	43,41	46,83	71,55
				Rq	5,01	5,03	14,59	12,88	14,24
				Ra	2,31	2,65	6,4	6,21	7,86
				Ry	57,18	37,37	118,9	116,9	116,8
			Teğet	Rz	6,76	7,92	6,55	7,5	4,95
				Rq	2,09	2,02	1,83	0,69	1,4
				Ra	1,44	1,05	0,9	0,5	0,75
				Ry	7,56	7,33	46,28	120,4	64,37
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	37,41	48,44	71,91	41,53	62,09
				Rq	9,91	12,77	16,73	9,44	16,85
				Ra	6,4	6,66	8,84	5,35	8,93
				Ry	60,35	93	152,6	82,9	143,7
			Teğet	Rz	26,3	24,81	24,58	37,87	42,41
				Rq	1,31	1,1	5,53	10,45	8,42
				Ra	1,05	0,84	3,38	5,04	5,35
				Ry	7,56	7,33	46,28	120,4	64,37

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 151’de verilmiştir.

Tablo 151. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	51,48	45,22	49,39	40,83	69,54
				Rq	12	10,78	13,74	10,13	14,18
				Ra	6,95	6,3	7,33	5,75	76,96
				Ry	94,4	76,96	106,5	73,13	108,2
			Teğet	Rz	13,36	11,25	15,08	20,61	8,68
				Rq	3,52	2,5	3,96	7,72	1,97
				Ra	2,34	1,58	2,32	3,85	1,49
				Ry	27,53	17,84	41,26	61,37	9,95
		Grafen 1	Radyal	Rz	50,03	51,65	35,53	36,44	55,84
				Rq	13,36	12,78	8,49	7,47	12,27
				Ra	8,25	8,91	6,54	5,75	8,84
				Ry	121,1	89,16	52,38	55,2	71,47
			Teğet	Rz	28,01	31,17	29,44	43,72	39,46
				Rq	6,51	8,07	7,05	10,01	8,65
				Ra	5,04	5,78	5,35	5,92	6,23
				Ry	43,43	67,64	49,48	105,9	64,01
		Grafen 2	Radyal	Rz	64,9	49,73	67,44	58,27	99,2
				Rq	14,05	9,87	12,85	13,76	17,91
				Ra	8	6,81	7,81	8,21	10
				Ry	124,6	64,31	129,2	126,8	151,6
			Teğet	Rz	29,13	29,93	26,12	24,07	30,42
				Rq	6,32	5,42	5,33	4,81	5,89
				Ra	4,77	3,89	4,09	3,81	4,36
				Ry	40,63	48,44	39,6	31,35	41,17
		Grafen 3	Radyal	Rz	46,22	31,55	48,33	161,9	44,9
				Rq	11,1	6,7	9,45	33,05	9
				Ra	7,23	5,03	6,25	21,660	5,62
				Ry	87,34	42,75	75,17	211,2	77,72
			Teğet	Rz	26,51	23,97	17,97	29,83	23,54
				Rq	4,35	4,72	3,82	5,14	4,21
				Ra	2,9	3,76	2,93	3,69	3
				Ry	35,37	25,51	26,45	33,89	29,83
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	5,87	33,21	19,67	37,89	34,21
				Rq	1,16	6,88	1,11	9,56	8,31
				Ra	0,91	3,57	2,78	5,16	5,16
				Ry	7,69	59,87	35,44	88,09	55,49
			Teğet	Rz	8,55	7,01	6,69	9,76	5,87
				Rq	1,7	1,44	1,37	2,2	1,14
				Ra	1,21	1,1	1	1,4	0,87
				Ry	13,31	10,02	11,35	19,82	8,11
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	44,06	35,67	36,08	38,4	47,66
				Rq	12,09	8,25	8,29	9,67	11,79
				Ra	6,21	4,28	5,25	5,65	7,32
				Ry	106,9	73,7	65,02	70,2	92,93
			Teğet	Rz	35,94	37,5	56,38	41,12	35,23
				Rq	9,03	9,53	13,44	8,43	9,16
				Ra	4,98	6,39	8,82	6,34	7,21
				Ry	88,11	79,25	92,9	78,61	40,3

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 152’de verilmiştir.

Tablo 152. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	48,24	67,05	41,55	58,66	63,22
				Rq	11,6	17,18	9,79	14,05	15,3
				Ra	5,92	9,75	6,47	8,64	8,37
				Ry	92,16	140,9	67,36	88,86	10,66
			Teğet	Rz	16,86	25,05	25,77	29,45	21,63
				Rq	4,93	6,26	6,81	7,1	5,39
				Ra	3,4	3,07	3,49	3,98	3,29
				Ry	34,29	75,78	72,79	71,66	54,05
		Grafen 1	Radyal	Rz	65,38	59,76	62,28	55,83	47,4
				Rq	15,41	15,1	14,8	13,14	11,45
				Ra	11,61	11,26	11,82	10,99	9,4
				Ry	78,89	106,3	83,1	97,77	92,72
			Teğet	Rz	30,91	38,92	34,76	35,67	29,5
				Rq	7	10,6	9,25	7,79	6,67
				Ra	5,53	7,44	6,75	6,02	5,1
				Ry	37,99	69,05	62,39	46,48	35,97
		Grafen 2	Radyal	Rz	59,97	147,1	50,94	103	69,12
				Rq	12,72	25,74	10,88	25,7	17,17
				Ra	8,43	15,1	5,9	13,9	8,25
				Ry	81,69	208,6	127,4	200	132,3
			Teğet	Rz	25,47	20,98	31,15	29,27	25,06
				Rq	5,51	3,94	6,22	5,59	4,77
				Ra	4,37	3,03	4,64	4,32	3,59
				Ry	35,54	31,77	48,52	33,9	31,84
		Grafen 3	Radyal	Rz	72,66	44,11	67,79	63,63	50,1
				Rq	20,27	9,49	14,71	18,68	9,38
				Ra	12,73	6,58	9,17	10,25	6,21
				Ry	159,1	64,57	119,7	161,8	92,89
			Teğet	Rz	19,7	32,56	19,66	24,47	25,75
				Rq	3,97	6,34	4,33	4,8	4,82
				Ra	3,09	4,57	3,43	3,72	3,83
				Ry	23,18	42,65	25,99	29,87	30,78
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	9,21	24,05	17,38	19,56	19,33
				Rq	2,12	5,97	4,23	4,72	12,76
				Ra	1,62	3,81	3,02	3,2	7,28
				Ry	11,48	44,04	29,49	33,58	97,34
			Teğet	Rz	10,51	12,15	11,88	8,07	10,79
				Rq	2,51	2,7	2,57	1,73	2,22
				Ra	1,86	1,89	1,92	1,35	1,59
				Ry	17,11	18,76	17,62	9,48	17,02
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	39,71	26,79	30,71	32,98	53,96
				Rq	9,58	6,96	6,92	8,56	10,8
				Ra	6,47	4,34	4,85	4,72	7,2
				Ry	50,91	55,27	45,67	69,42	71,57
			Teğet	Rz	39,4	33,98	36,12	49,66	29,5
				Rq	8,74	8,64	9,55	11,18	6,9
				Ra	5,4	6,38	7,48	7,82	4,86
				Ry	57,98	55,94	48,55	82,82	38,99

Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 153’de verilmiştir.

Tablo 153. Su bazlı vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	21,6	32,82	54,45	41,98	64,4
				Rq	6,56	10,46	15,87	12,26	19,02
				Ra	4,36	5,67	9,1	5,32	12,54
				Ry	47,28	87,39	125,3	124,2	116,5
			Teğet	Rz	50,08	15,96	15,94	9,41	24,28
				Rq	14,03	3,78	3,57	2,08	6,72
				Ra	7,37	2,78	2,21	1,59	4,63
				Ry	103,2	24,69	30,9	10,52	50,5
		Grafen 1	Radyal	Rz	65,1	84,3	76,96	41,25	64,81
				Rq	18,1	19,64	19,1	10,62	17,55
				Ra	13,31	14,74	14,13	8,75	13,55
				Ry	125,9	147,2	112,7	57,22	110,3
			Teğet	Rz	26,34	31,93	47,23	38,45	37,85
				Rq	5,98	10,48	10,46	8,76	8,83
				Ra	4,42	6,8	7,26	6,95	7
				Ry	38,32	66,52	89,98	44,39	53,83
		Grafen 2	Radyal	Rz	38,96	104,9	77,55	111,7	50,1
				Rq	7,76	23,22	15,59	22,44	11,46
				Ra	5,28	13,58	8,76	14,15	8,3
				Ry	57,04	201,4	179,4	155,3	95,59
			Teğet	Rz	35,13	24,7	28,1	27,29	28,71
				Rq	7,73	4,42	5,85	4,85	4,85
				Ra	5,29	3,38	4,71	3,71	3,54
				Ry	61,97	29,82	25,43	38,65	44,88
		Grafen 3	Radyal	Rz	57,26	73,49	92,37	53,17	67,24
				Rq	14,87	16,15	20,31	11,31	16,04
				Ra	9,2	10,35	12,61	7,57	10,2
				Ry	111	131,3	168,8	77,38	131,2
			Teğet	Rz	25,94	76,78	49,37	20,68	23,55
				Rq	4,71	17,14	10,98	4,23	5,11
				Ra	3,49	11,69	7,3	3,25	3,81
				Ry	36,47	126,1	80,76	26,17	34,09
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	8,57	19,7	23,8	51,52	52,62
				Rq	1,81	4,4	6,05	13,93	11,69
				Ra	1,27	2,71	3,89	8,71	8,33
				Ry	14,25	37,61	52,66	104	71,75
			Teğet	Rz	13,45	15,67	13,95	11,9	11,92
				Rq	2,99	3,44	2,98	2,38	2,47
				Ra	2,25	2,54	2,28	1,87	1,9
				Ry	21,62	24,18	16,25	14,73	16,68
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	25,45	59,79	73,79	50,12	89,72
				Rq	6,58	17,91	18,17	11,6	18,98
				Ra	4,47	11,12	10,71	8,07	11,56
				Ry	55,35	156,5	117,7	77,77	142,9
			Teğet	Rz	14,24	33,9	50,87	34,38	28,45
				Rq	3,45	8,67	11,99	7,28	6,34
				Ra	2,74	6,03	7,76	5,2	4,59
				Ry	21,21	61,6	104,7	43,74	46,6

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 154’de verilmiştir.

Tablo 154. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	15,62	18,58	26,98	16,2	11,96
				Rq	4,18	5,56	7,83	4,35	2,81
				Ra	2,95	3,61	6,31	3,5	1,98
				Ry	29,44	41,65	40,52	20,93	14,14
			Teğet	Rz	4,42	5,02	4,13	3,99	3,67
				Rq	1,14	1,19	0,88	0,84	0,73
				Ra	0,88	0,92	0,65	0,64	0,54
				Ry	5,31	7,02	5,55	5,43	6,63
		Grafen 1	Radyal	Rz	40,82	36,37	29,58	26,98	24,93
				Rq	11,59	10,52	7,82	7,39	6,21
				Ra	10,27	8,55	6,36	6,15	4,87
				Ry	54,26	53,78	37,53	30	27,27
			Teğet	Rz	25,01	17,09	23,3	20,06	23,14
				Rq	5,76	3,84	5,4	4,66	5,27
				Ra	4,61	3,09	3,83	3,71	3,49
				Ry	32,09	21,24	39,66	23,04	60,44
		Grafen 2	Radyal	Rz	72,2	58,75	61,79	43,68	35,47
				Rq	18,9	14,3	15,22	11,71	8,11
				Ra	14,43	11,02	11,11	9,32	5,81
				Ry	118,5	81,15	97,55	48,65	50,34
			Teğet	Rz	15,62	17,79	18,29	22,05	27,82
				Rq	3,08	3,53	4,12	3,72	5,08
				Ra	2,42	2,71	3,2	2,85	3,7
				Ry	19,82	20,24	23,47	30,59	40,28
		Grafen 3	Radyal	Rz	36,59	29,41	27,24	24,84	25,5
				Rq	9,42	7,8	6,87	5,96	3,56
				Ra	7,2	6,31	5,57	4,63	2,81
				Ry	50,07	36,03	40,14	34,87	19,52
			Teğet	Rz	17,18	19,47	26,03	26,61	15,85
				Rq	3,28	3,71	4,53	6,81	2,89
				Ra	2,6	2,92	3,39	4,61	2,17
				Ry	21,83	22,61	44,06	60,78	19,17
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	19,68	42,89	38,9	36,6	26,39
				Rq	4,94	10,47	2,33	2,13	3,08
				Ra	3,83	7,77	1,69	1,6	1,3
				Ry	25,03	49,79	13,96	14,22	103,3
			Teğet	Rz	7,43	7,5	7,56	4,36	8,07
				Rq	1,83	2,57	1,65	1,02	1,84
				Ra	1,45	1,88	1,11	0,82	1,26
				Ry	9,82	15	12,1	4,97	12,93
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	15,36	20,73	15,2	19,54	11,3
				Rq	3,82	6,05	4,18	4,4	2,76
				Ra	3	4,64	3,48	2,96	2,11
				Ry	19,4	42,19	18,85	33,17	19,63
			Teğet	Rz	6,85	3,34	3,81	3,51	4,19
				Rq	1,25	0,75	0,88	0,79	0,93
				Ra	0,88	0,6	0,67	0,63	0,7
				Ry	11,85	3,76	4,7	7,4	4,93

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 155’de verilmiştir.

Tablo 155. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	12,57	19,22	16,06	20,74	21,07
				Rq	3,67	5,1	4,64	5,09	5,54
				Ra	2,95	3,85	3,77	3,78	4,26
				Ry	20,75	29,21	20,25	24,84	31,46
			Teğet	Rz	9,37	9,5	9,55	8,21	9,5
				Rq	2,11	3,62	2,79	1,91	3,09
				Ra	1,58	2,69	1,75	1,42	2,14
				Ry	11,21	20,92	24,28	12,55	16,67
		Grafen 1	Radyal	Rz	33,83	28,08	33,14	22,35	38,03
				Rq	9,55	7,68	9,28	6,48	10,33
				Ra	8	6,22	7,51	5,07	7,89
				Ry	43,49	42,44	40,08	39,21	59,54
			Teğet	Rz	22,97	20,22	22,97	18,71	23,36
				Rq	5,16	4,41	5,12	4,17	6,08
				Ra	3,8	3,29	3,78	3,05	4,59
				Ry	30,67	29,44	32,28	30,81	30,77
		Grafen 2	Radyal	Rz	27,83	30,15	25,5	39,83	23,22
				Rq	6,8	6,07	15,32	8,83	4,78
				Ra	5,4	4,55	11,65	6,48	3,7
				Ry	40,29	36,59	77,49	67,54	29,16
			Teğet	Rz	22,38	18,31	21,47	19,71	25,97
				Rq	4,22	3,51	3,92	3,63	4,88
				Ra	3,07	2,67	2,98	2,89	3,52
				Ry	34,3	23,14	28,57	23,8	36,78
		Grafen 3	Radyal	Rz	58,62	49,7	30,84	20,56	15,31
				Rq	16,22	12,75	7,78	5,16	3,37
				Ra	13,42	9,05	5,87	3,61	2,61
				Ry	73,25	85,75	49,22	41,12	23,17
			Teğet	Rz	18,56	24,12	26,94	14,73	18,83
				Rq	3,77	3,84	4,53	2,84	3,6
				Ra	2,95	2,65	3,41	2,15	2,66
				Ry	20,48	48,8	47,63	18,79	24,43
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	21,54	8,08	11,53	6,53	15,85
				Rq	5,4	1,55	1,88	1,26	3,76
				Ra	3,83	1,22	1,41	1,01	2,25
				Ry	33,4	10,84	15,71	8,41	30
			Teğet	Rz	7,98	7,97	6,61	7,5	8,01
				Rq	1,64	1,64	1,26	2,63	1,83
				Ra	1,19	1,24	0,98	1,98	1,43
				Ry	11,38	10,2	7,94	13,59	10,34
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	22,52	25,15	20,51	16,65	15,75
				Rq	5,98	6,86	5,33	3,86	4,17
				Ra	4,62	5,4	4,07	3	3,32
				Ry	28,13	36,98	25,59	20,07	20,68
			Teğet	Rz	14,68	15,5	21,89	25,58	28,75
				Rq	3,53	2,38	5,76	7,9	7,16
				Ra	2,47	1,67	3,9	5,29	4,98
				Ry	25,23	18,41	56,39	50,2	57,38

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 156’da verilmiştir.

Tablo 156. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	42,76	24,71	36,63	21,79	20,06
				Rq	10,9	6,75	9,32	5,29	5,12
				Ra	8,84	5,04	7,19	4,19	4,1
				Ry	52,86	30,78	44,67	32,09	25,75
			Teğet	Rz	17,52	17,26	8,28	20,34	10,67
				Rq	3,79	4,26	2,01	5,42	2,33
				Ra	2,83	2,82	1,43	3,8	1,72
				Ry	22,58	37,37	13,79	46,12	13,87
		Grafen 1	Radyal	Rz	45,93	27,48	34,82	34,36	34,9
				Rq	12,03	7,48	9,02	8,75	9,2
				Ra	9,89	5,86	7,41	7,19	7,39
				Ry	49,29	36,68	41,55	38	41,54
			Teğet	Rz	16	21,64	26,31	15,71	21,33
				Rq	3,13	4,96	6,18	3,21	5,01
				Ra	2,42	3,55	4,55	2,36	3,71
				Ry	21,71	33,42	47,68	21,66	37,71
		Grafen 2	Radyal	Rz	27,82	48,79	42,42	49,86	31,2
				Rq	6,03	9,64	10,75	12,11	7,29
				Ra	4,69	6,99	8,26	8,18	5,42
				Ry	33,77	61,86	63,68	75,33	49,36
			Teğet	Rz	13,87	21,79	18,92	18,3	23,36
				Rq	2,66	4,08	3,68	3,46	3,73
				Ra	2,12	3,15	2,83	2,62	2,72
				Ry	14,85	30,34	25,74	26,21	33,21
		Grafen 3	Radyal	Rz	63,61	59,81	41,93	28,82	43,96
				Rq	17,07	15,9	11,35	7,22	12,19
				Ra	11,32	11,55	9,15	5,48	9,07
				Ry	122,8	115,2	52,62	40,37	71,37
			Teğet	Rz	19,75	18,74	20,2	18,21	15,49
				Rq	3,87	3,64	3,99	3,34	3,1
				Ra	2,98	2,76	3	2,43	2,37
				Ry	29,23	24,32	30	23,17	18,45
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	21,26	9,79	9,37	15,04	14,67
				Rq	5,2	1,92	1,91	2,98	3,19
				Ra	3,95	1,55	1,48	2,16	2,29
				Ry	29,79	12,38	13,27	22,66	21,25
			Teğet	Rz	8,85	10,71	10,31	8,96	9,54
				Rq	1,91	1,98	1,9	1,86	1,91
				Ra	1,31	1,44	1,36	1,48	1,46
				Ry	13,22	12,62	16,19	11,76	14,34
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	55,56	27,38	27,02	19,77	16,9
				Rq	16,28	7,47	8,04	5,63	4,42
				Ra	10,62	5,92	6,38	4,49	3,49
				Ry	115,2	37,47	37,22	23,07	20,38
			Teğet	Rz	26,34	65,5	47,31	35,21	61,11
				Rq	5,84	17,26	11,81	8,08	16,27
				Ra	4,17	12,91	8,34	6,18	11,59
				Ry	37,68	94,32	69,35	53,14	100,9

Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 157’de verilmiştir.

Tablo 157. Su bazlı vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	42,19	27,09	29,58	47,86	22,76
				Rq	11,83	7,5	8,37	12,9	5,16
				Ra	9,49	5,52	6,3	8,59	3,89
				Ry	53,51	51	46,28	112	33,2
			Teğet	Rz	10,26	16,13	21,63	28,63	26,78
				Rq	2,38	3,54	8,28	9,11	6,39
				Ra	1,75	2,61	4,26	4,58	4,65
				Ry	14,97	23,2	54,82	93,41	38,7
		Grafen 1	Radyal	Rz	49,86	34,14	39,65	35,95	31,79
				Rq	13,73	9,74	10,44	9,89	8,1
				Ra	11,54	7,74	8,19	7,5	6,39
				Ry	53,69	42,98	48,45	73,4	40,32
			Teğet	Rz	24,17	24,11	16,39	19,49	18,01
				Rq	5,26	5,68	3,58	4,48	5,18
				Ra	4,14	4,52	2,64	3,04	3,75
				Ry	30,53	32,81	22,09	31,73	35,72
		Grafen 2	Radyal	Rz	38,48	55,08	54,62	45,98	28,28
				Rq	9,34	11,45	14,39	11,32	6,41
				Ra	7,5	8,69	10,64	8,53	4,84
				Ry	53,82	81,15	87,09	58,66	38,61
			Teğet	Rz	18,13	16,35	17,43	18,02	14,07
				Rq	3,4	3,48	3,24	3,5	2,69
				Ra	2,66	2,8	2,51	2,77	2,12
				Ry	21,4	18,39	20,06	25,33	18,1
		Grafen 3	Radyal	Rz	64,8	61,43	74,3	25,15	33,35
				Rq	17,94	16,35	18,44	6,54	9,21
				Ra	14,13	11,42	13,11	4,57	6,54
				Ry	100,7	129,2	129,5	38,41	54,79
			Teğet	Rz	17,79	17,05	16,93	17,66	14,7
				Rq	3,51	3,08	3,14	3,55	3,16
				Ra	2,76	2,44	2,47	2,83	2,37
				Ry	20,91	20,69	18,98	20,32	20,76
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	22,58	13,68	10,92	9,46	13,91
				Rq	4,63	2,95	2,06	1,86	3,33
				Ra	3,23	2,2	1,65	1,49	2,66
				Ry	33,48	22,46	15,53	12,84	18,82
			Teğet	Rz	12,37	10,62	12,64	15,96	9,37
				Rq	2,4	2,15	2,49	3,74	1,95
				Ra	1,73	1,64	1,91	2,76	1,49
				Ry	19,8	15,31	17,93	25,8	12,24
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	27,78	24,96	45,48	61,89	23,63
				Rq	8,39	6,44	11,56	16,46	5,67
				Ra	6,22	5,08	7,31	8,57	4,3
				Ry	52,59	38,92	125,7	162,5	36,24
			Teğet	Rz	16,82	35,48	40,35	36,02	37,57
				Rq	4,04	8,04	8,49	7,17	8,76
				Ra	3,11	5,92	5,71	5,09	6,41
				Ry	24,37	59,87	78,09	56,76	57,82

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 158’de verilmiştir.

Tablo 158. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	5,5	3,44	5,11	7,3	9,02
				Rq	1,23	0,69	1,45	2,04	2,74
				Ra	0,94	0,53	0,95	1,26	1,63
				Ry	7,77	4,92	10,35	13,51	21,13
			Teğet	Rz	6,54	4,1	6,5	3,37	4,62
				Rq	1,01	0,83	2,82	0,83	0,93
				Ra	0,64	0,64	1,64	0,64	0,69
				Ry	14,7	5,29	29,24	4,71	6,15
		Grafen 1	Radyal	Rz	27,57	19,14	10,43	11,71	17,41
				Rq	7,24	4,57	2,06	3,04	3,86
				Ra	5,8	3,58	1,55	2,21	3,06
				Ry	32,02	24,57	14,14	19,6	23,42
			Teğet	Rz	28,28	32,5	27	29,65	25,72
				Rq	6,3	8,02	6,34	7,39	6,52
				Ra	4,72	6,4	4,78	5,61	4,93
				Ry	42,93	39,23	37,62	42,82	33,95
		Grafen 2	Radyal	Rz	42,49	31,99	35,79	31,75	31,33
				Rq	9	7,01	8,05	7,57	7,03
				Ra	6,77	5,54	6,3	6,1	5,2
				Ry	50,17	36,15	43,31	37,91	41,02
			Teğet	Rz	16,48	14,27	15,26	16,28	16,59
				Rq	2,89	2,75	2,95	2,94	2,94
				Ra	2,24	2,08	2,31	2,14	2,27
				Ry	19,43	17,94	17,03	19,63	18,29
		Grafen 3	Radyal	Rz	11,75	18,74	11,5	17,96	18,84
				Rq	2,87	4,88	2,05	3,93	3,97
				Ra	2,35	3,13	1,66	3,04	2,89
				Ry	15,49	42,99	10,39	22,94	25,97
			Teğet	Rz	12,42	11,6	11,5	10,5	11,54
				Rq	2,55	1,92	1,58	1,37	2,21
				Ra	1,84	1,51	1,2	1,02	1,77
				Ry	16,19	10,71	9,81	9,54	13,11
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	16,9	12,35	16,14	9,77	9,93
				Rq	4,73	3,58	3,84	2,2	2,18
				Ra	3,49	2,4	2,67	1,53	1,69
				Ry	23,77	24,92	28,39	12,89	12,29
			Teğet	Rz	4,39	4,24	4,08	5,17	5,18
				Rq	1,09	0,97	0,84	1,19	1,19
				Ra	0,85	0,75	0,64	0,94	0,87
				Ry	5,63	5,41	5,35	7,1	8,91
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	14,23	24,58	18,98	18,77	12,08
				Rq	4,03	7,07	4,73	5,11	3,13
				Ra	3,34	4,86	3,88	4,04	2,52
				Ry	18,37	55,29	23,58	25,95	14,25
			Teğet	Rz	7,77	5,51	7,53	7,88	7,5
				Rq	2,17	1,46	1,91	1,68	2,92
				Ra	1,73	1,15	1,47	1,19	1,95
				Ry	11,31	7,6	11,22	13,46	17,54

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 159’da verilmiştir.

Tablo 159. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	15,5	16,66	10,27	14,01	10,86
				Rq	2,19	4,91	2,45	3,61	2,74
				Ra	1,61	3,36	1,89	2,58	1,82
				Ry	13,1	40,79	13,39	20,7	20,16
			Teğet	Rz	6,09	6,65	5,4	7,51	7,2
				Rq	1,45	1,5	1,24	1,84	1,45
				Ra	1,14	1,17	0,99	1,5	1,14
				Ry	7,46	8,25	7,4	9,8	12,13
		Grafen 1	Radyal	Rz	32,68	13,96	11,55	12,1	11,93
				Rq	8,26	3,1	2,19	2,89	2,63
				Ra	8,57	2,45	1,65	2,12	2,15
				Ry	40,33	16,37	13,87	17,66	13,31
			Teğet	Rz	28,82	24,42	23,93	38,06	19,09
				Rq	7,01	6,3	5,6	8,47	4,18
				Ra	5,39	4,93	4,08	6,11	3,15
				Ry	34,7	32	32,5	47,12	27,7
		Grafen 2	Radyal	Rz	41,81	43,41	32,18	31,33	34,81
				Rq	9,72	9,63	7,27	7,16	7,79
				Ra	7,39	7,34	5,16	5,41	5,83
				Ry	48,31	52,54	46,04	38,66	46,9
			Teğet	Rz	16,04	15,9	16,62	16,02	18,46
				Rq	3,17	2,93	2,95	2,98	3,07
				Ra	2,36	2,26	2,28	2,31	2,28
				Ry	19,76	19,65	20,09	17,69	22,43
		Grafen 3	Radyal	Rz	10,52	15,45	15,5	19,51	19,46
				Rq	2,23	3,36	2,28	4,88	4,5
				Ra	1,74	2,4	1,85	3,87	3,6
				Ry	13,08	22	11,42	24,1	22,99
			Teğet	Rz	11,08	6,58	6,21	6,93	10,32
				Rq	2,43	1,47	1,15	1,52	2,22
				Ra	1,83	1,18	0,9	1,17	1,72
				Ry	18,31	8,25	8	10,04	13,69
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	18,29	16,01	16,58	10,71	11,5
				Rq	5,94	3,69	3,51	2,37	2,13
				Ra	4,08	2,69	2,55	1,9	1,73
				Ry	38,99	19,26	21,23	14,16	10,83
			Teğet	Rz	5	8,12	6,49	5,57	5,96
				Rq	1,1	1,6	1,28	1,09	1,15
				Ra	0,88	1,25	1,03	0,88	0,93
				Ry	6,13	10,77	8,04	5,94	6,49
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	15,58	17,78	18,55	15,73	18,09
				Rq	4,74	4,94	5,39	4,35	5,25
				Ra	3,64	4,2	4,67	3,52	4,29
				Ry	20,59	24,12	24,01	18,54	20,02
			Teğet	Rz	11,13	11,07	10,94	13,06	7,89
				Rq	2,82	2,76	2,65	4,19	1,84
				Ra	2,22	2,19	1,99	3,73	1,45
				Ry	13,95	12,27	14,14	30,24	8,91

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 160'da verilmiştir.

Tablo 160. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	9,44	9,75	9,18	11,28	9,58
				Rq	2,41	2,39	2,48	3,09	2,36
				Ra	1,87	1,99	2,06	2,43	1,96
				Ry	12,55	11,57	11,24	15,85	11,83
			Teğet	Rz	6,04	7,08	7,87	7,59	9,12
				Rq	1,39	1,59	1,78	1,7	1,94
				Ra	1,13	1,26	1,36	1,33	1,54
				Ry	7	9,8	11,41	9,37	11,91
		Grafen 1	Radyal	Rz	35,3	28	10,69	10,33	14,1
				Rq	9,25	7,71	2,44	2,12	3,05
				Ra	7,39	5,91	1,94	1,64	2,39
				Ry	46,13	39,24	16,06	13,25	17,57
			Teğet	Rz	24,2	22,94	23,28	27,06	33,52
				Rq	6,7	5,98	4,85	5,42	7,66
				Ra	5,35	4,58	3,65	4,02	6,14
				Ry	29,74	32,06	30,08	34,51	36,89
		Grafen 2	Radyal	Rz	33,01	34,3	30,91	39,4	44,5
				Rq	7	7,7	6,51	9,32	9,41
				Ra	5,31	6,13	5,02	7,11	7,08
				Ry	37,72	38,35	36,04	45,29	52,71
			Teğet	Rz	16,38	17,3	17,61	18,88	19,04
				Rq	3,07	3,08	3,46	3,16	3,37
				Ra	2,4	2,29	2,66	2,35	2,32
				Ry	20,78	19,88	23,35	22,96	30,81
		Grafen 3	Radyal	Rz	10,6	14,78	14,31	24,99	16,73
				Rq	2,43	3,42	3,33	5,68	3,85
				Ra	1,97	2,48	2,65	4,22	3
				Ry	12,52	22,76	19,08	36,94	23,56
			Teğet	Rz	13,96	8,02	7,02	10,8	12,94
				Rq	3,02	1,65	1,38	2,51	2,98
				Ra	2,31	1,3	1,07	2,01	2,39
				Ry	20,04	12,16	7,59	12,39	15,13
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	24,52	17,3	14,18	11,34	14,02
				Rq	6,86	4,22	3,97	2,63	3,13
				Ra	4,32	3,17	2,83	2,01	2,32
				Ry	55,34	21,9	23,9	17,84	21,74
			Teğet	Rz	6,44	7	9,68	8,52	10,86
				Rq	1,31	1,38	1,89	1,58	1,87
				Ra	1,06	1,09	1,46	1,17	1,4
				Ry	7,34	7,83	12,84	9,95	12,96
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	26,78	21,56	23,08	19,2	17,99
				Rq	7,13	5,13	6	4,64	5,06
				Ra	5,77	4,03	4,82	3,67	4,24
				Ry	32,45	25,97	29,78	21,05	22,72
			Teğet	Rz	10,91	12,08	15,68	17,11	15,97
				Rq	3,15	3,69	4,11	4,29	4,52
				Ra	2,6	3,08	3,25	3,19	3,02
				Ry	14,87	15,19	19,54	28,5	29,06

Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 161’de verilmiştir.

Tablo 161. Su bazlı vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	11,38	8,45	13,03	8,73	8,53
				Rq	2,46	2,22	3,12	2,21	2
				Ra	1,76	1,8	2,41	1,82	1,47
				Ry	20,41	10,14	18,79	11,06	14,38
			Teğet	Rz	5,23	5,98	6,21	10,65	5,94
				Rq	1,19	1,54	1,33	2,43	1,21
				Ra	0,92	1,21	1,03	1,76	0,94
				Ry	7,45	8,75	7,36	14,91	7,36
		Grafen 1	Radyal	Rz	36,79	17,91	19,39	12,65	14,11
				Rq	9,55	3,79	4,29	2,43	3,4
				Ra	7,17	2,93	3,21	1,83	2,67
				Ry	53,79	21,84	26,04	18,13	23,31
			Teğet	Rz	26,4	34,03	31,56	30,18	37,53
				Rq	6,45	7,5	7,7	7,25	6,41
				Ra	4,96	5,82	5,95	5,55	6,49
				Ry	30,72	36,91	34,8	38,67	46,17
		Grafen 2	Radyal	Rz	29,05	35,87	33,75	38,28	23,12
				Rq	6,16	7,59	7,54	7,87	4,85
				Ra	4,82	5,84	5,84	6,02	3,62
				Ry	32,3	44,42	45,02	54,29	31,03
			Teğet	Rz	17,81	14,1	18,97	13,75	16,69
				Rq	3,69	2,61	3,49	2,84	3,05
				Ra	2,73	1,98	2,58	2,28	2,33
				Ry	23,01	16,9	29	15,81	18,32
		Grafen 3	Radyal	Rz	11,16	13,31	11,9	17,4	30,51
				Rq	2,44	3,22	3,07	4,13	7,05
				Ra	1,98	2,46	2,47	3,26	5,11
				Ry	13,52	17,17	15,25	20,52	46,63
			Teğet	Rz	13,4	7,98	5,85	8,43	10,58
				Rq	2,91	1,51	1,18	1,56	2,09
				Ra	2,22	1,12	0,95	1,21	1,57
				Ry	19,34	10,19	7,21	9,29	14,38
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	18,87	25,1	22,12	16,93	19,19
				Rq	4,52	5,73	5,95	3,29	4,38
				Ra	3,09	4,15	4,48	2,51	3,2
				Ry	33,15	33,8	37,03	18,36	31,27
			Teğet	Rz	8,85	11,46	11,89	12,44	10,15
				Rq	1,47	2,22	2,18	2,52	2,09
				Ra	1,14	1,77	1,67	2	1,69
				Ry	12,99	13,3	14,87	14,3	12,6
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	22,58	24,13	38,14	25,21	22,73
				Rq	6,09	6,89	9,83	7,14	5,67
				Ra	4,93	5,16	7,04	5,29	4,57
				Ry	31,97	41,88	56,7	46,79	26,3
			Teğet	Rz	15,56	15,56	13,76	14,15	12,36
				Rq	5,74	3,82	3,53	3,69	2,91
				Ra	2,84	2,91	2,82	2,78	2,19
				Ry	20,07	25,64	15,85	20,49	15,51

Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 162’de verilmiştir.

Tablo 162. Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	226245,881 ^a	191	1184,533	13,544	0,000
Katkı maddeleri	40279,680	5	8055,936	92,114	0,000
Yön	32553,132	1	32553,132	372,222	0,000
Saat	3113,538	3	1037,846	11,867	0,000
Ağaç türü	73066,185	3	24355,395	278,486	0,000
Katkı maddeleri * Yön	13921,256	5	2784,251	31,836	0,000
Katkı maddeleri * Saat	2790,460	15	186,031	2,127	0,007
Katkı maddeleri * Ağaç türü	11025,174	15	735,012	8,404	0,000
Yön * Saat	385,082	3	128,361	1,468	0,222
Yön * Ağaç türü	24965,334	3	8321,778	95,154	0,000
Saat * Ağaç türü	592,812	9	65,868	,753	0,660
Katkı maddeleri * Yön * Saat	3511,929	15	234,129	2,677	0,001
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	5801,750	15	386,783	4,423	0,000
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	6961,205	45	154,693	1,769	0,002
Yön * Saat * Ağaç türü	1464,234	9	162,693	1,860	0,055
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	5814,112	45	129,202	1,477	0,024

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülük üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile yön * saat ve saat * ağaç türü hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle yüzey pürüzlülüğü için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 163’de verilmiştir.

Tablo 163. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
TiO ₂ 2	160	14,4266					A
Kontrol	160		18,9291				B
Mermer tozu 2	160			24,1219			C
Grafen 3	160				26,4345		D
Grafen 1	160				28,3753		D
Grafen 2	160					34,5172	E

Zaman iki farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 164’de verilmiştir.

Tablo 164. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları		
		1	2	
Sıfır	240	22,5929		A
İkiYüz	240	22,7921		A
DörtYüz	240		25,8231	B
AltıYüz	240		26,6617	B

Ağaç türü dört farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 165’de verilmiştir.

Tablo 165. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

AğaçTürü	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	4
Ladin	240	16,3415			A
Kayın	240		18,7149		B
Sarıçam	240			24,0237	C
Kestane	240				38,7896

3.10.2. Poliüretan Verniklerin Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 166’da verilmiştir.

Tablo 166. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	2,53	2,96	4,64	5,5	3,2
				Rq	0,75	0,83	1,25	1,44	0,79
				Ra	0,5	0,63	0,97	1,13	0,61
				Ry	4,58	5,23	6,76	9,41	4,27
			Teğet	Rz	2,24	3,1	3,35	3,56	5,3
				Rq	0,53	0,81	0,86	0,8	1,34
				Ra	0,4	0,63	0,63	0,6	0,65
				Ry	3,46	4,02	5,78	5	16,67
		Grafen 1	Radyal	Rz	5,95	4,22	5,09	4,11	3,41
				Rq	1,33	0,83	0,92	0,9	0,76
				Ra	0,94	0,62	0,66	0,69	0,57
				Ry	8,92	5,75	7,89	7,48	7,48
			Teğet	Rz	4,04	5,53	5,01	4,58	3,67
				Rq	0,75	1,32	1,15	0,97	0,72
				Ra	0,54	1,04	0,9	0,71	0,55
				Ry	5,99	8,24	6,24	8,48	4,59
		Grafen 2	Radyal	Rz	7,15	4,72	5,55	5,87	2,96
				Rq	4,83	1,48	1,36	1,48	0,54
				Ra	1,38	0,89	1,01	1	0,41
				Ry	10,37	11,85	8,22	8,24	4,21
			Teğet	Rz	3,8	4,51	5,26	3,93	4,81
				Rq	1	1,16	1,11	0,98	1,11
				Ra	0,78	0,85	0,85	0,82	0,89
				Ry	6,03	6,51	7,23	4,6	5,81
		Grafen 3	Radyal	Rz	3,83	3,66	7,25	4,85	4,91
				Rq	1,63	1,05	1,77	1,31	1,28
				Ra	1,04	0,8	1,3	0,98	0,83
				Ry	7,34	6,22	11,51	8,23	11,21
			Teğet	Rz	3,21	6,88	5,2	3,86	3,59
				Rq	0,71	1,55	1,25	1	0,98
				Ra	0,54	1,08	0,97	0,79	0,76
				Ry	3,87	10,24	6,99	5,05	4,81
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	1,96	1,27	2,97	1,5	1,69
				Rq	0,47	0,27	0,91	0,34	0,32
				Ra	0,32	0,22	0,61	0,27	0,25
				Ry	3	1,5	7,49	1,79	2,67
			Teğet	Rz	4,25	5,5	6,5	3,74	3,89
				Rq	0,88	5,73	3,31	0,99	1,1
				Ra	0,62	4,25	2,3	0,83	0,9
				Ry	5,97	37,64	19,52	4,14	4,74
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	5,36	2,2	6,76	2,97	3,04
				Rq	0,65	0,49	2,23	0,51	0,78
				Ra	0,34	0,35	1,48	0,35	0,52
				Ry	14,46	3,35	14,71	4,49	5,19
			Teğet	Rz	3,86	4,51	4,24	6,69	6,5
				Rq	0,9	1,15	1,04	2,21	3,64
				Ra	0,69	0,91	0,81	1,57	2,58
				Ry	4,84	5,56	6,2	12,44	28,26

Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 167’da verilmiştir.

Tablo 167. Poliüretan vernikler için kayın ağac türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	2,61	3,98	3,87	3,25	4,05
				Rq	0,64	1,04	0,9	8,2	0,88
				Ra	0,5	0,84	0,71	0,63	0,72
				Ry	3,5	5,13	4,7	4,55	5,98
			Teğet	Rz	3,23	4,5	3,98	3,98	3,91
				Rq	0,83	1,91	1,05	0,89	0,94
				Ra	0,65	1,23	0,82	0,68	0,72
				Ry	4,47	12,25	5,54	8,26	4,56
		Grafen 1	Radyal	Rz	3,68	5,67	5,63	4,61	6,67
				Rq	0,7	1,13	1,11	0,92	1,44
				Ra	0,55	0,89	0,82	0,71	1,17
				Ry	4,82	6,61	9,04	5,42	8,44
			Teğet	Rz	3,72	5,62	5,46	6,65	4,96
				Rq	0,76	1,21	1,02	1,22	0,78
				Ra	0,6	0,92	0,8	0,84	0,57
				Ry	4,37	8,24	6,15	11,72	7,58
		Grafen 2	Radyal	Rz	5,5	5,51	5,45	4,92	5,7
				Rq	3,26	1,25	1,27	0,97	1,34
				Ra	2,44	0,95	0,93	0,76	0,96
				Ry	20,42	7,29	6,86	6,53	8,75
			Teğet	Rz	5,5	8,89	7,17	8,02	5,5
				Rq	2,83	2,18	1,61	2,09	7,17
				Ra	2,12	1,7	1,26	1,51	5,17
				Ry	24,36	12,68	9,46	13,56	49,3
		Grafen 3	Radyal	Rz	5,39	3,35	6,42	6,12	3,91
				Rq	1,37	0,85	1,53	1,87	0,98
				Ra	1,13	0,69	1,24	1,27	0,76
				Ry	7,13	4,63	8,76	10,91	5,73
			Teğet	Rz	4,87	7,61	4,99	6,11	1,14
				Rq	1,22	1,78	1,33	1,42	0,94
				Ra	1,05	1,35	1,08	1,13	0,73
				Ry	5,66	9,81	6,79	6,91	5,38
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	2,78	2,68	3,08	3,1	3,71
				Rq	0,74	0,71	0,77	0,84	0,66
				Ra	0,59	0,59	0,58	0,69	0,52
				Ry	4,04	3,36	4,38	3,76	4,63
			Teğet	Rz	12,79	13,33	4,34	10,78	4,21
				Rq	3,64	4,75	1,1	3,09	1,08
				Ra	2,13	2,95	0,87	1,97	0,89
				Ry	36,88	34,1	5,28	26,27	5,54
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	3,77	5,28	5,54	3,09	2,52
				Rq	0,73	0,8	1,24	0,69	0,44
				Ra	0,55	0,59	0,93	0,56	0,35
				Ry	5,17	11,5	9,68	3,78	3
			Teğet	Rz	4,37	5,65	5,16	19,94	18,71
				Rq	0,92	1,24	1,31	4,7	4,61
				Ra	0,75	0,92	1	3,24	3,3
				Ry	5,46	8,2	8,18	30,07	32,53

Poliüretan vernikler için kayın ağac türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 168’de verilmiştir.

Tablo 168. Poliüretan vernikler için kayın ağac türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	3,9	3,77	4,8	4,08	4,44
				Rq	0,94	1,13	1,25	1,09	1,05
				Ra	0,72	0,91	1,02	0,86	0,83
				Ry	4,89	6,08	6,01	5,31	5,16
			Teğet	Rz	3,47	4,07	6,3	17,13	11,8
				Rq	0,68	1,09	1,85	3,58	3,49
				Ra	0,67	0,86	1,15	2,29	2,5
				Ry	4,84	6,02	15,41	26,52	25,36
		Grafen 1	Radyal	Rz	8,27	7,32	7,71	7,44	6,93
				Rq	1,68	1,25	1,4	1,27	1,25
				Ra	1,24	0,96	1,06	0,97	0,97
				Ry	11,42	8,56	9,24	8,95	8,63
			Teğet	Rz	6,49	8,46	7,43	7,25	6,12
				Rq	1,09	1,52	1,18	1,21	1,01
				Ra	0,82	1,08	0,91	0,94	0,75
				Ry	7,03	11,39	8,77	8,08	8,5
		Grafen 2	Radyal	Rz	7,5	6,97	7,25	6,69	6,1
				Rq	2,91	1,42	1,19	1,27	1,12
				Ra	1,95	1,05	0,89	0,97	0,83
				Ry	18,33	10,18	8,53	7,85	7,8
			Teğet	Rz	18,5	16,21	19,41	15,22	14,74
				Rq	4,17	3,66	4,49	3,87	3,54
				Ra	3,36	2,8	3,54	3	2,87
				Ry	28,89	21,14	28,38	23,4	18,02
		Grafen 3	Radyal	Rz	7,06	7,5	8,27	8,2	8,42
				Rq	1,69	8,52	2,09	1,92	1,93
				Ra	1,33	4,95	1,69	1,57	1,48
				Ry	9,91	56,73	9,33	12,34	10,13
			Teğet	Rz	8,68	8,46	8,16	9,51	17,35
				Rq	2,02	1,7	1,52	1,82	1,91
				Ra	1,48	1,32	1,17	1,35	0,87
				Ry	11,07	10,23	9,41	11,61	67,86
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	4,84	4,95	4,97	3,77	3,76
				Rq	1,52	1,15	1,45	0,96	0,9
				Ra	1,02	0,93	1,1	0,76	0,73
				Ry	9	7,62	7,47	4,57	4,23
			Teğet	Rz	8,61	15,27	6,66	5,01	5,39
				Rq	2,15	4,27	1,57	1,32	1,37
				Ra	1,45	2,83	1,28	1,1	1,12
				Ry	21,43	31,73	8,1	7,18	6,21
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	5,78	5,5	5,4	5,92	5,06
				Rq	0,87	6,6	2,61	0,9	0,79
				Ra	0,67	3,37	1,71	0,69	0,61
				Ry	7,74	59,71	17,36	6,78	5,8
			Teğet	Rz	8,42	9,08	23,87	19,9	19,59
				Rq	1,49	1,82	5,37	4,63	4,93
				Ra	1,17	1,39	4,11	3,68	3,99
				Ry	9,31	12,8	21,17	25,81	23,23

Poliüretan vernikler için kayın ağac türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 169’da verilmiştir.

Tablo 169. Poliüretan vernikler için kayın ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kayın	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	3,49	3,68	4,62	4,23	8,04
				Rq	0,89	0,86	1,21	1,06	1,97
				Ra	0,71	0,69	0,96	0,8	1,28
				Ry	4,92	4,38	5,47	6,37	20,44
			Teğet	Rz	3,58	4,22	34,88	5,03	9,83
				Rq	0,75	1,1	9,97	1,27	2,5
				Ra	0,6	0,86	5,98	0,97	1,76
				Ry	4,42	5,02	84,49	7,15	15,15
		Grafen 1	Radyal	Rz	9,13	10,38	9,34	9,13	8,67
				Rq	1,51	1,78	1,59	1,61	1,35
				Ra	1,13	1,34	1,21	1,17	0,99
				Ry	10,54	11,38	10,19	10,08	9,42
			Teğet	Rz	8,33	15,05	8,7	9,4	9,05
				Rq	1,37	3,71	1,48	1,63	1,45
				Ra	1,02	2,08	1,1	1,25	1,07
				Ry	10,25	30,89	9,35	11,2	11,32
		Grafen 2	Radyal	Rz	10,89	8,73	11,16	9,26	8,08
				Rq	2,5	1,45	2,31	1,45	1,24
				Ra	1,67	1,05	1,6	1,11	0,89
				Ry	17,79	11,37	19,28	10,89	9,35
			Teğet	Rz	16,49	16,45	18,49	13,86	15,4
				Rq	3,85	3,88	4,17	3,25	3,74
				Ra	3,16	3,12	3,23	2,65	,312
				Ry	17,74	24,09	23,41	16,73	19,14
		Grafen 3	Radyal	Rz	6,23	7,17	10,92	9,75	9,18
				Rq	1,45	1,54	2,04	2,22	1,81
				Ra	1,06	1,24	1,52	1,62	1,35
				Ry	9,25	8,08	15,34	17,83	11,01
			Teğet	Rz	7,92	9,56	10,65	9,19	8,52
				Rq	1,36	1,69	1,96	1,63	1,5
				Ra	1	1,3	1,45	1,29	1,11
				Ry	9,53	19,29	15,01	10,94	10,66
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	3,65	3,81	6,02	3,01	5,09
				Rq	0,93	0,88	1,42	0,84	1,37
				Ra	0,74	0,72	1,07	0,68	1,05
				Ry	4,95	4,61	12,07	4,14	7,22
			Teğet	Rz	4,71	6,51	5,96	5,87	4,89
				Rq	1,06	1,72	1,4	1,54	1,08
				Ra	0,87	1,24	1,17	1,27	0,88
				Ry	5,89	12,65	7,63	8,47	5,7
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	10,34	8,91	7,19	7,43	10,01
				Rq	2,04	1,48	1,02	1,05	2,36
				Ra	1,26	1,1	0,78	0,8	1,85
				Ry	19,04	11,71	8,83	8,54	12,27
			Teğet	Rz	14,86	9,37	29,06	21,72	20,02
				Rq	3,02	1,56	6,15	4,66	4,39
				Ra	2,29	1,21	4,65	3,63	3,53
				Ry	18,7	10,46	39,57	27,76	27,23

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 170’de verilmiştir.

Tablo 170. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	13,49	26,67	21,69	17,84	20,11
				Rq	3,63	8,05	6,31	4,93	5,64
				Ra	2,56	6,04	4,4	3,75	4,07
				Ry	19,39	47,48	31,53	25,86	37,11
			Teğet	Rz	5,73	2,67	2,85	1,97	2,24
				Rq	1,92	0,69	0,6	0,39	0,5
				Ra	1,08	0,54	0,48	0,29	0,37
				Ry	17,34	3,59	4,81	3,57	3,57
		Grafen 1	Radyal	Rz	4,4	9,3	12,12	5,2	6,04
				Rq	0,8	2,17	4,57	0,86	1,61
				Ra	0,58	1,29	2,57	0,61	0,95
				Ry	5,89	19,3	26,9	6,68	9,71
			Teğet	Rz	8,44	9,92	2,63	4,45	7,16
				Rq	1,88	2,67	0,61	1,22	2,1
				Ra	1,27	1,66	0,5	0,82	1,09
				Ry	12,96	18,68	3,42	8,34	16,56
		Grafen 2	Radyal	Rz	23,02	12,18	16,9	11,61	13,31
				Rq	6,84	2,8	3,84	2,96	3,44
				Ra	5,25	1,87	2,72	2,16	2,44
				Ry	36,5	18,3	25,92	16,91	22,5
			Teğet	Rz	3,8	2,88	5,67	5,41	3,51
				Rq	0,72	0,52	1,35	1,43	0,74
				Ra	0,51	0,38	0,92	0,89	0,55
				Ry	6,11	4,54	10,38	11,51	3,94
		Grafen 3	Radyal	Rz	7,96	18,65	10,37	33,63	16,56
				Rq	2,56	5,46	3,56	9,66	5,11
				Ra	1,84	4,14	2,34	6,51	3,49
				Ry	11,21	30,98	23,02	60,25	33,07
			Teğet	Rz	2,95	2,08	6,78	1,75	3,39
				Rq	0,82	0,54	1,84	0,36	0,36
				Ra	0,54	0,41	1025	0,29	0,47
				Ry	5,19	3,05	14,72	2,36	5,11
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	9,46	6,99	8,97	4,55	1,15
				Rq	2,72	2,58	2,7	1,94	0,31
				Ra	1,78	1,26	2	0,97	0,24
				Ry	17,9	19,74	18,68	10,92	1,36
			Teğet	Rz	4	2,41	1,37	3,54	3,25
				Rq	0,89	0,74	0,33	1,04	0,86
				Ra	0,62	0,42	0,26	0,5	0,56
				Ry	5,75	5,8	1,6	6,64	5,39
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	12,62	30,91	8,16	11,99	4,65
				Rq	4,08	20,96	2,61	3,29	1,25
				Ra	2,61	4,4	1,47	2,01	0,66
				Ry	23,01	102,6	19,37	18,93	10,44
			Teğet	Rz	9,05	24,8	37,47	2,04	3,22
				Rq	2,63	9,21	11,06	0,52	0,88
				Ra	1,52	5,24	3,28	0,38	0,59
				Ry	21,98	63,6	153,1	3,04	8,1

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 171’de verilmiştir.

Tablo 171. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	19,73	28,12	16,39	18,77	17,26
				Rq	6,15	7,93	4,88	5,31	4,75
				Ra	4,25	6,05	3,39	3,68	3,25
				Ry	33,23	40,13	25,55	31,17	28,18
			Teğet	Rz	4,24	5,06	4,04	2,67	4,12
				Rq	1,11	1,31	1,1	0,6	1,03
				Ra	0,88	1,06	0,82	0,45	0,72
				Ry	4,88	5,64	5,16	4,02	6,8
		Grafen 1	Radyal	Rz	4,32	11,34	6,36	4,9	7,04
				Rq	0,75	2,37	1,35	1	1,46
				Ra	0,54	1,28	1,03	0,76	1,11
				Ry	6,24	32,97	9,04	6,02	11,33
			Teğet	Rz	9,95	4,66	4,64	5,24	6,37
				Rq	3,03	0,83	0,79	0,99	1,94
				Ra	1,59	0,65	0,6	0,78	1,13
				Ry	26,81	5,93	5,79	6,56	15,84
		Grafen 2	Radyal	Rz	10,13	18,5	24,25	23,71	9,99
				Rq	2,79	4,09	5,46	5,76	3,45
				Ra	1,9	2,57	3,97	3,86	2,19
				Ry	18,8	33,21	26,88	36,46	20,37
			Teğet	Rz	3,55	3,84	6,89	7,49	3,84
				Rq	0,65	0,76	1,69	2,74	0,58
				Ra	0,47	0,52	1,05	1,33	0,42
				Ry	4,56	5,76	18,64	23,23	5,27
		Grafen 3	Radyal	Rz	9,85	21,19	10,3	23,1	16,46
				Rq	2,75	6,29	3,24	6,8	4,57
				Ra	1,77	4	2,18	4,59	3,24
				Ry	17,69	48,28	20,72	45,88	23,09
			Teğet	Rz	2,45	2,56	4,36	2,79	3,47
				Rq	0,34	0,44	0,85	0,47	0,7
				Ra	0,25	0,35	0,56	0,36	0,49
				Ry	3,89	3,99	3,87	3,38	4,85
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	10,03	14,75	4,32	4,03	3,59
				Rq	2,32	5,88	1,05	0,68	0,83
				Ra	1,55	1,34	3,77	5,06	1,45
				Ry	15,56	16,65	34,57	33,97	12,77
			Teğet	Rz	4,75	5,3	1,34	5,97	2,13
				Rq	1,22	1,74	0,29	1,72	0,36
				Ra	0,81	0,89	0,23	0,89	0,28
				Ry	9,02	13,47	1,48	15,6	3,34
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	10,77	8,19	22,65	23,56	8,3
				Rq	2,32	2,21	5,87	7,06	2,2
				Ra	1,55	1,34	3,77	5,06	1,45
				Ry	15,56	16,65	34,57	33,97	12,77
			Teğet	Rz	4,94	5,69	1,95	2,31	1,91
				Rq	1,37	1,25	0,42	0,53	0,3
				Ra	0,63	0,87	0,32	0,38	0,23
				Ry	13,88	7,48	3,14	3,77	2,15

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 172’de verilmiştir.

Tablo 172. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	8,78	28,19	19,72	17,95	21,02
				Rq	2,73	7,18	5,99	5,15	5,26
				Ra	1,71	4,34	3,34	3,75	3,85
				Ry	16,66	56,83	43,79	29,16	26,53
			Teğet	Rz	0,95	1,99	13,43	2,79	8,09
				Rq	0,34	0,56	3,65	0,6	1,99
				Ra	0,15	0,36	2,03	0,47	1,38
				Ry	3,25	4,06	44,53	3,01	13,84
		Grafen 1	Radyal	Rz	5,67	9,95	10,18	10,6	8,8
				Rq	1,01	1,72	1,98	2,16	1,55
				Ra	0,75	1,31	1,49	1,67	1,19
				Ry	8,31	12,36	13,19	12,07	9,99
			Teğet	Rz	10,55	6,99	6,77	6	9,76
				Rq	2,56	1,49	1,1	0,95	2,69
				Ra	1,48	1,01	0,86	0,69	1,68
				Ry	25,93	9,33	7,42	7,15	20,83
		Grafen 2	Radyal	Rz	18,39	16,28	17,83	19,3	17,97
				Rq	4,18	3,55	4,04	4,31	4,49
				Ra	2,98	2,2	2,93	2,77	2,77
				Ry	23,62	26,75	25,46	32,17	31,87
			Teğet	Rz	5,54	21,78	6,6	8,2	9,33
				Rq	1,47	1,33	1,04	1,5	1,72
				Ra	0,81	2,58	0,73	1,09	1,27
				Ry	11,35	52,41	8,42	10,96	11,63
		Grafen 3	Radyal	Rz	9,01	16,56	18,3	21,71	21,37
				Rq	2,87	4,62	5,98	6,06	6,75
				Ra	1,46	3,35	3,57	4,46	4,8
				Ry	25,23	25,95	40,28	30,98	42,96
			Teğet	Rz	3,59	4,58	6,1	8,97	4,72
				Rq	0,54	0,72	1,08	1,89	0,67
				Ra	0,39	0,52	0,73	1,14	0,51
				Ry	5,16	5,47	9,76	14,19	5,36
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	7,96	7,19	17,75	7,84	2,99
				Rq	2,11	2,09	5,14	2,46	0,62
				Ra	1,29	1,35	3,53	1,4	0,46
				Ry	14,88	10,58	30,97	17,28	4,72
			Teğet	Rz	4,25	2,55	10,97	16,74	3,42
				Rq	1,05	0,37	4,97	5,47	0,87
				Ra	0,73	0,28	2,14	3,57	0,63
				Ry	8,03	4,71	42,97	28,63	4,91
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	15,37	13,61	16,84	22,89	13,29
				Rq	3,2	3,6	4,53	5,98	3,19
				Ra	2,09	2,48	2,65	4,42	1,94
				Ry	22,61	20,43	35,2	28,36	24,67
			Teğet	Rz	11,71	24,3	15,3	9,62	9,55
				Rq	2,79	8,68	3,43	2,59	2,22
				Ra	1,69	3,47	2,4	1,6	1,38
				Ry	23,35	90,35	25,45	19,67	16,55

Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 173’de verilmiştir.

Tablo 173. Poliüretan vernikler için kestane ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Kestane	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	12,71	15,42	18,43	17,5	16,93
				Rq	3,39	3,94	4,69	4,47	4,89
				Ra	2,23	2,87	3,34	3,08	3,36
				Ry	22,05	25,63	27,94	22,46	25,92
			Teğet	Rz	4,82	2,73	3,54	4,04	3,05
				Rq	1,15	0,68	0,9	0,73	0,73
				Ra	0,9	0,51	0,61	0,52	0,57
				Ry	6,35	4,3	8,36	8,89	4,44
		Grafen 1	Radyal	Rz	8,74	16,66	10,74	9,64	8,66
				Rq	1,36	5,41	1,96	1,62	1,68
				Ra	0,96	3,24	1,5	1,19	1,21
				Ry	12,19	33,35	13,14	11,03	11,95
			Teğet	Rz	12,81	14,96	16,13	13,55	11,9
				Rq	3,3	3,16	3,46	3,02	2,48
				Ra	2,02	2,17	2,53	2,05	1,7
				Ry	26,42	19,34	23,08	22,12	16,51
		Grafen 2	Radyal	Rz	10,36	17,3	25,76	19,19	16,67
				Rq	3,13	3,82	7,7	3,68	3,93
				Ra	1,73	2,68	4,53	2,51	2,72
				Ry	26,95	25,64	62,18	24,71	30,3
			Teğet	Rz	5,81	8,38	8,7	9,97	10,52
				Rq	0,81	1,29	1,51	2,05	1,97
				Ra	0,55	0,85	1,07	1,31	1,36
				Ry	6,77	10,49	10,55	16,95	14,49
		Grafen 3	Radyal	Rz	14,01	32,37	29,28	16,44	30,25
				Rq	3,84	10,2	7,29	4,9	9,34
				Ra	2,03	5,75	4,38	3,15	6,09
				Ry	34,84	87,35	67,51	29,3	65,45
			Teğet	Rz	6,34	7,83	7,27	9,84	10,78
				Rq	0,96	1,28	1,09	2,05	2,52
				Ra	0,62	0,86	0,8	1,57	1,53
				Ry	9,31	10,89	9,07	13,23	21,31
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	17,8	9,96	15,62	9,07	10,12
				Rq	5,41	2,72	4,99	3,18	3,56
				Ra	3,31	1,74	3,39	1,64	1,67
				Ry	32,88	17,36	28,35	22,24	33,65
			Teğet	Rz	13,77	10,14	7,92	5,37	4,36
				Rq	4,07	2,32	2,05	1,06	1,24
				Ra	2,62	1,69	1,16	0,77	0,79
				Ry	26,17	11,7	19,85	8,74	7,97
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	18,49	10,47	22,4	9,71	20,2
				Rq	4,72	2,44	6,53	2,34	4,69
				Ra	3,35	1,75	5,08	1,46	3,29
				Ry	27,16	14,3	37,01	19,38	27,35
			Teğet	Rz	10,85	9,95	10,48	6,79	8,64
				Rq	2,44	1,81	2,75	1,1	1,49
				Ra	1,47	1,13	1,65	0,8	1,01
				Ry	21,45	14,39	19,67	10,97	14,79

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 174’de verilmiştir.

Tablo 174. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	3	2,6	4,18	4,5	2,01
				Rq	0,76	0,92	1,47	3,02	0,52
				Ra	0,53	0,62	1,01	2,27	0,37
				Ry	3,89	4,81	9,53	16,04	2,64
			Teğet	Rz	1,93	9,07	5,35	2,53	3,9
				Rq	0,47	3,93	1,38	0,64	0,65
				Ra	0,36	2,29	1	0,49	0,39
				Ry	2,49	22,32	9,14	4,1	6,52
		Grafen 1	Radyal	Rz	6,68	6,02	5,96	7,13	7,2
				Rq	1,28	1,2	1,47	1,64	0,93
				Ra	0,99	0,87	1,13	0,95	0,71
				Ry	8,62	6,48	8,14	17,6	6,29
			Teğet	Rz	4,64	3,08	4,85	4,91	4,83
				Rq	0,95	0,56	0,99	1,02	0,93
				Ra	0,63	0,43	0,74	0,7	0,61
				Ry	7,47	4,24	6,89	6,88	6,53
		Grafen 2	Radyal	Rz	4,5	3,58	2,42	2,2	3,9
				Rq	3,28	0,6	0,41	0,45	0,7
				Ra	1,44	0,38	0,31	0,34	0,49
				Ry	39,79	6,52	3,66	3,05	7,31
			Teğet	Rz	3,64	3,27	4,5	3,48	2,88
				Rq	0,82	0,72	1,63	0,81	0,68
				Ra	0,62	0,52	0,8	0,61	0,48
				Ry	4,61	6,69	42,62	5,16	4,65
		Grafen 3	Radyal	Rz	3,27	3,4	4,34	2,94	4,5
				Rq	0,93	0,76	1,14	0,75	3,11
				Ra	0,63	0,57	0,91	0,6	2,14
				Ry	5,27	5,21	6,66	3,72	20,34
			Teğet	Rz	2,18	2,25	2,68	1,87	3,52
				Rq	0,45	0,59	0,83	0,5	0,92
				Ra	0,34	0,46	0,48	0,39	0,73
				Ry	3,93	2,89	6,87	2,75	4,52
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	0,88	0,93	1,12	1,86	1,5
				Rq	0,21	0,21	0,29	0,86	2,25
				Ra	0,17	0,16	0,24	0,54	1,52
				Ry	1,24	1,17	1,41	3,25	13,73
			Teğet	Rz	2,02	6,43	1,81	1,71	3,04
				Rq	0,57	1,59	0,42	0,34	0,86
				Ra	0,43	1,09	0,33	0,28	0,71
				Ry	3,22	11,37	2,02	2,56	4,73
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	1,96	1,66	1,57	1,57	4,12
				Rq	0,43	0,32	0,33	0,41	0,99
				Ra	0,31	0,21	0,24	0,26	0,62
				Ry	2,97	3,36	2,3	3,14	6,8
			Teğet	Rz	1,71	2,74	3,83	4,56	3
				Rq	0,36	0,65	1,01	1,27	0,77
				Ra	0,29	0,51	0,79	1,03	0,62
				Ry	2,06	3,92	6,35	5,83	3,73

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 175’de verilmiştir.

Tablo 175. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	3,66	4,56	5,31	4,82	6,58
				Rq	1,07	1,33	1,44	1,4	1,83
				Ra	0,33	1	1,11	1,13	1,44
				Ry	4,93	7,24	8,23	6,86	8,2
			Teğet	Rz	1,6	5,19	4,66	5,05	2,36
				Rq	0,42	1,59	1,35	1,55	0,63
				Ra	0,34	1,17	0,86	1,07	0,48
				Ry	2,23	10,77	11,24	8,47	3,32
		Grafen 1	Radyal	Rz	7,81	7,71	7,15	8,27	7,35
				Rq	1,71	1,68	1,66	1,99	2,01
				Ra	1,25	1,37	1,38	1,64	1,62
				Ry	12,43	10,33	9,13	10,6	11,48
			Teğet	Rz	4,43	4,78	5,48	5,18	5,07
				Rq	0,94	0,85	0,97	0,86	1,14
				Ra	0,62	0,62	0,72	0,67	0,82
				Ry	8,23	7,72	6,26	5,92	7,16
		Grafen 2	Radyal	Rz	4,07	5,4	5,37	6,08	6
				Rq	1	1,43	1,28	1,5	1,37
				Ra	0,82	1,11	0,98	1,17	1
				Ry	5,49	7,51	8,99	7,33	8,39
			Teğet	Rz	3,36	3,46	4,37	3,86	4,14
				Rq	0,75	0,77	0,78	0,76	0,62
				Ra	0,58	0,57	0,44	0,58	0,44
				Ry	4,04	6,06	11,65	5,13	6,09
		Grafen 3	Radyal	Rz	7,46	6,15	7,5	7,3	7,73
				Rq	2,19	2,06	3,03	2,05	2,43
				Ra	1,36	1,69	2,47	1,66	2,12
				Ry	15,93	8,24	15,96	9,67	8,84
			Teğet	Rz	2,35	3,08	3,49	2,83	3,83
				Rq	0,61	0,68	0,72	0,48	0,88
				Ra	0,47	0,53	0,53	0,53	0,37
				Ry	3,55	3,72	4,84	3,74	4,8
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	3,3	5,26	4,29	4,85	2,74
				Rq	0,9	1,43	1,22	1,5	0,77
				Ra	0,76	1,11	0,93	1,23	0,65
				Ry	3,98	7,04	6,85	7,15	3,09
			Teğet	Rz	2,24	8,71	3,33	3,38	2,28
				Rq	0,56	2,12	0,79	0,99	0,5
				Ra	0,44	1,37	0,63	0,75	0,4
				Ry	3,6	19,95	4,05	5,64	3,1
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	3,95	4,78	5,64	4,41	3,82
				Rq	0,88	1,12	1,12	1,03	0,96
				Ra	0,74	0,91	0,85	0,84	0,81
				Ry	4,48	6,5	7,4	5,24	5,49
			Teğet	Rz	3,04	4,5	7,89	8,4	7,47
				Rq	0,7	1,98	1,86	2,27	2,15
				Ra	0,54	1,69	1,47	1,64	1,75
				Ry	4,56	12,41	12,41	12,49	9,44

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 176’da verilmiştir.

Tablo 176. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	4,74	6,44	9,21	7,86	8,24
				Rq	1,38	1,74	2,44	2,58	2,1
				Ra	1,08	1,4	1,73	1,85	1,68
				Ry	8,16	8,45	16,7	15,76	13,64
			Teğet	Rz	3,65	2,91	12,43	2,48	0,4
				Rq	0,96	0,88	3,2	0,79	0,1
				Ra	0,8	0,64	2,18	0,5	0,07
				Ry	3,94	5,13	17,05	4,98	0,71
		Grafen 1	Radyal	Rz	9,5	9,65	9,5	11,3	9,96
				Rq	2,11	2,02	2,77	2,44	1,94
				Ra	1,66	1,65	2,05	1,92	1,53
				Ry	14,36	11,53	19,39	14,32	12,62
			Teğet	Rz	10,52	5,33	7,35	7,57	6,72
				Rq	2,04	0,86	1,15	1,22	1,18
				Ra	1,13	0,63	0,85	0,94	0,87
				Ry	29,69	5,85	8,18	8,45	8,76
		Grafen 2	Radyal	Rz	7,18	6,44	8,03	8,21	9,84
				Rq	1,35	1,32	1,6	1,69	2,44
				Ra	1,01	1,08	1,32	1,42	1,95
				Ry	8,99	8,17	9,42	11,02	14,47
			Teğet	Rz	8,04	5,74	7,41	6,11	4,94
				Rq	1,74	0,81	1,19	1,03	0,84
				Ra	0,92	0,59	0,78	0,72	0,59
				Ry	16,23	6,84	12,77	9,39	7
		Grafen 3	Radyal	Rz	9,5	9,01	10,89	12,79	10,56
				Rq	1,59	2,3	2,97	3,49	2,81
				Ra	1,32	1,89	2,38	2,76	2,37
				Ry	7,9	10,8	15,98	20,38	13,43
			Teğet	Rz	3,99	5,71	5,18	4,74	5,73
				Rq	0,68	0,94	0,84	0,82	0,8
				Ra	0,53	0,73	0,69	0,63	0,56
				Ry	4,54	7,61	5,97	5,68	7,47
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	5,14	5,36	5,84	5,8	4,81
				Rq	1,28	1,37	1,34	1,49	1,18
				Ra	1,07	1,09	1,05	1,24	1,02
				Ry	6,37	7,49	6,33	6,31	6,84
			Teğet	Rz	4,56	4,69	4,61	3,79	3,22
				Rq	1,17	1,18	0,91	0,75	0,68
				Ra	0,85	0,81	0,69	0,59	0,5
				Ry	6,9	8,34	9,02	5,27	4,36
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	6,34	8,15	8,88	7,11	6,21
				Rq	1,15	1,52	1,7	1,28	1,06
				Ra	0,91	1,22	1,35	1,04	0,86
				Ry	8,99	9,77	12,87	9,88	8,56
			Teğet	Rz	4,42	5,87	8,42	11,37	8,84
				Rq	0,85	1,33	1,77	3,09	2,03
				Ra	0,64	1,06	1,4	2,41	1,63
				Ry	6,72	7,22	11,99	14,66	11,04

Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri Tablo 177’de verilmiştir.

Tablo 177. Poliüretan vernikler için sarıçam ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Sarıçam	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	6,33	4,65	4,63	8,43	5,83
				Rq	1,65	1,35	1,28	2,09	1,64
				Ra	1,36	1,06	0,99	1,56	1,29
				Ry	8,22	6,06	6,74	19,41	9,18
			Teğet	Rz	2,89	3,8	2,42	2,75	2,23
				Rq	0,92	0,94	0,57	0,73	0,62
				Ra	0,67	0,73	0,43	0,6	0,5
				Ry	5,26	5,49	3,64	3,93	3,38
		Grafen 1	Radyal	Rz	12,1	11,76	11,49	11,54	10,07
				Rq	2,36	2,13	2,29	2,36	1,98
				Ra	1,86	1,64	1,8	1,87	1,62
				Ry	15,69	15,83	14,29	15,46	11
			Teğet	Rz	7,77	7,94	9,46	9,59	8,14
				Rq	1,24	1,22	1,53	1,46	1,36
				Ra	0,9	0,87	1,12	1,03	0,99
				Ry	9,45	8,64	11,32	12,49	10,88
		Grafen 2	Radyal	Rz	9,08	8,64	9,74	11,86	9,4
				Rq	2,19	1,59	1,84	2,49	1,74
				Ra	1,47	1,26	1,42	1,86	1,37
				Ry	17,3	9,61	11,53	15,68	10,97
			Teğet	Rz	7,31	8,2	7,92	8,88	6,74
				Rq	1,21	1,3	1,09	1,35	1
				Ra	0,88	0,92	0,74	1,	0,7
				Ry	9,91	10,58	9,92	10,03	7,21
		Grafen 3	Radyal	Rz	8,2	10,01	11,81	11,38	10,88
				Rq	1,74	2,12	2,85	2,62	2,34
				Ra	1,38	1,76	2,38	2,29	2,01
				Ry	10,43	12,74	16,3	12,54	12,94
			Teğet	Rz	7,32	8,51	6,66	6,99	6,61
				Rq	1,38	1,2	1	1,03	1,18
				Ra	0,76	0,84	0,71	0,68	0,95
				Ry	16,85	9,28	7,32	7,82	7,35
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	16,42	6,29	6,2	5,45	5,44
				Rq	6,5	1,61	1,7	1,39	1,46
				Ra	3,66	1,3	1,41	1,2	1,18
				Ry	47,62	9,23	8,4	6,32	6,31
			Teğet	Rz	3,03	7,14	8,64	4,78	2,23
				Rq	0,64	2,02	2,91	1,21	0,43
				Ra	0,47	1,42	2,07	0,95	0,34
				Ry	5,2	15,79	15,96	7,5	2,84
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	6,97	7	7,45	7	6,69
				Rq	1,3	1,15	1,27	1,44	1,13
				Ra	1,05	0,91	1,02	1,19	1,19
				Ry	8,28	7,71	8,09	7,55	8,54
			Teğet	Rz	5	10,52	8,88	9,65	11,65
				Rq	0,97	2,14	2,32	2,36	3,17
				Ra	0,81	1,66	1,92	1,86	2,47
				Ry	5,39	14,42	11,48	12,66	16,68

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 178’de verilmiştir.

Tablo 178. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 0 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	0 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	6,54	4,1	6,5	3,37	4,62
				Rq	1,01	0,83	2,82	0,83	0,93
				Ra	0,64	0,64	1,64	0,64	0,69
				Ry	14,7	5,29	29,24	4,71	6,15
			Teğet	Rz	5,23	1,7	2,19	5,5	5,5
				Rq	1,61	0,35	0,53	1,37	6,26
				Ra	1,03	0,28	0,42	1,03	2,76
				Ry	11,04	2,17	4,11	7,58	60,73
		Grafen 1	Radyal	Rz	28,28	32,5	27	29,65	25,72
				Rq	6,3	8,02	6,34	7,39	6,52
				Ra	4,72	6,4	4,78	5,61	4,93
				Ry	42,93	39,23	37,62	42,82	33,95
			Teğet	Rz	5,18	2,84	5,21	3,82	3,8
				Rq	0,9	0,49	1,17	0,73	0,91
				Ra	0,61	0,35	0,72	0,53	0,71
				Ry	8,95	4,3	9,34	6,11	5,24
		Grafen 2	Radyal	Rz	16,48	14,27	15,26	16,28	16,59
				Rq	2,89	2,75	2,95	2,94	2,94
				Ra	2,24	2,08	2,31	2,14	2,27
				Ry	19,43	17,94	17,03	19,63	18,29
			Teğet	Rz	3,41	3,07	3,89	3,07	2,73
				Rq	0,65	0,7	0,92	0,73	0,64
				Ra	0,46	0,56	0,66	0,6	0,48
				Ry	6,28	3,62	7,01	4,1	3,52
		Grafen 3	Radyal	Rz	12,42	11,6	11,5	10,5	11,54
				Rq	2,55	1,92	1,58	1,37	2,21
				Ra	1,84	1,51	1,2	1,02	1,77
				Ry	16,19	10,71	9,81	9,54	13,11
			Teğet	Rz	2,05	2,4	2,26	2,05	2,4
				Rq	0,35	0,5	0,5	0,39	0,47
				Ra	0,25	0,4	0,38	0,3	0,36
				Ry	3,41	3,52	3,09	2,91	3,36
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	4,39	4,24	4,08	5,17	5,18
				Rq	1,09	0,97	0,84	1,19	1,19
				Ra	0,85	0,75	0,64	0,94	0,87
				Ry	5,63	5,41	5,35	7,1	8,91
			Teğet	Rz	2,69	2,76	2,43	2,48	3,03
				Rq	0,83	0,75	0,72	0,65	0,89
				Ra	0,64	0,62	0,57	0,54	0,7
				Ry	4,62	3,73	2,93	2,97	4,06
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	7,77	5,51	7,53	7,88	7,5
				Rq	2,17	1,46	1,91	1,68	2,92
				Ra	1,73	1,15	1,47	1,19	1,95
				Ry	11,31	7,6	11,22	13,46	17,54
			Teğet	Rz	2,09	2,38	9,06	2,62	2,28
				Rq	0,3	0,59	3,83	0,63	0,43
				Ra	0,22	0,46	1,7	0,47	0,31
				Ry	2,76	3,63	33,75	3,27	3,44

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 179’da verilmiştir.

Tablo 179. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 200 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	200 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	6,09	6,65	5,4	7,51	7,2
				Rq	1,45	1,5	1,27	1,84	1,45
				Ra	1,14	1,17	0,99	1,5	1,14
				Ry	7,46	8,25	7,4	9,8	12,13
			Teğet	Rz	1,93	2,46	3,05	2,17	2,3
				Rq	0,39	0,69	0,94	0,55	0,64
				Ra	0,31	0,46	0,61	0,38	0,46
				Ry	2,38	4,77	8,42	3,28	3,83
		Grafen 1	Radyal	Rz	28,82	24,42	23,93	38,06	19,09
				Rq	7,01	6,3	5,6	8,47	4,18
				Ra	5,39	4,93	4,08	6,11	3,15
				Ry	34,7	32	32,5	47,12	27,7
			Teğet	Rz	3,94	3,92	4,35	3,88	4,13
				Rq	0,82	0,71	0,78	0,75	0,7
				Ra	0,64	0,56	0,54	0,59	0,51
				Ry	4,85	4,72	7,71	5,4	4,76
		Grafen 2	Radyal	Rz	16,04	15,9	16,62	16,02	18,46
				Rq	3,17	2,93	2,95	2,98	3,07
				Ra	2,36	2,26	2,28	2,31	2,28
				Ry	19,76	19,65	20,09	17,69	22,43
			Teğet	Rz	2,86	9,14	2,91	4,04	5,45
				Rq	0,62	1,01	0,45	0,85	1,21
				Ra	0,49	0,62	0,35	0,58	0,85
				Ry	4,54	17,56	3,81	6,11	9,25
		Grafen 3	Radyal	Rz	11,08	6,58	6,21	6,93	10,32
				Rq	2,43	1,47	1,15	1,52	2,22
				Ra	1,83	1,18	0,9	1,17	1,72
				Ry	18,31	8,25	8	10,04	13,69
			Teğet	Rz	2,54	3,86	2,92	2,92	3
				Rq	0,6	0,83	0,64	0,6	0,68
				Ra	0,41	0,65	0,52	0,46	0,54
				Ry	3,75	5,55	3,93	5,57	3,65
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	5	8,12	6,49	5,57	5,96
				Rq	1,1	1,6	1,28	1,09	1,15
				Ra	0,88	1,25	1,03	0,88	0,93
				Ry	6,13	10,77	8,04	5,94	6,49
			Teğet	Rz	4,11	5,81	4,12	3,33	3,89
				Rq	0,88	1	1,15	1,01	1,17
				Ra	0,67	0,78	0,9	0,8	0,95
				Ry	6,2	12,23	5,58	4,78	5,14
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	11,13	11,07	10,94	13,06	7,89
				Rq	2,82	2,76	2,65	4,19	1,84
				Ra	2,22	2,19	1,99	3,73	1,45
				Ry	13,95	12,27	14,14	30,24	8,91
			Teğet	Rz	4,8	4,78	4,5	5,23	3,8
				Rq	0,82	1,02	2,09	0,78	0,6
				Ra	0,58	0,79	0,93	0,61	0,47
				Ry	9,38	5,98	10,2	6,58	5,04

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 180’de verilmiştir.

Tablo 180. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 400 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	400 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	6,04	7,08	7,87	7,59	9,12
				Rq	1,39	1,59	1,78	1,7	1,94
				Ra	1,13	1,26	1,36	1,33	1,54
				Ry	7	9,8	11,41	9,37	11,91
			Teğet	Rz	9,42	3,55	1,9	3,35	2,47
				Rq	3,57	0,85	0,49	1,03	0,58
				Ra	2,23	0,68	0,38	0,76	0,48
				Ry	24,72	4,91	2,43	6,56	4,15
		Grafen 1	Radyal	Rz	24,2	22,94	23,28	27,06	33,52
				Rq	6,7	5,98	4,85	5,42	7,66
				Ra	5,35	4,58	3,65	4,02	6,14
				Ry	29,74	32,06	30,08	34,51	36,89
			Teğet	Rz	5,28	6,42	6,67	6,73	6,86
				Rq	0,92	1,1	1,13	1,01	1,22
				Ra	0,7	0,79	0,82	0,73	0,95
				Ry	7,78	8,14	8,44	8,46	7,47
		Grafen 2	Radyal	Rz	16,38	17,3	17,61	18,88	19,04
				Rq	3,07	3,08	3,46	3,16	3,37
				Ra	2,4	2,29	2,66	2,35	2,32
				Ry	20,78	19,38	23,35	22,96	30,81
			Teğet	Rz	4,8	4,77	8,1	5,52	5,24
				Rq	0,78	0,63	1,16	0,99	0,87
				Ra	0,59	0,44	0,66	0,76	0,64
				Ry	6,33	5,46	21,54	6,4	6,37
		Grafen 3	Radyal	Rz	13,96	8,02	7,02	10,8	12,94
				Rq	3,02	1,65	1,38	2,51	2,98
				Ra	2,31	1,3	1,07	2,01	2,39
				Ry	20,04	12,16	7,59	12,39	15,13
			Teğet	Rz	4	4,95	4,69	5,5	3,63
				Rq	0,69	0,73	0,74	0,85	0,57
				Ra	0,5	0,53	0,54	0,62	0,41
				Ry	5,75	5,67	5,64	6,15	4,69
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	6,44	7	9,68	8,52	10,86
				Rq	1,31	1,38	1,89	1,58	1,87
				Ra	1,06	1,09	1,46	1,17	1,4
				Ry	7,34	7,83	12,84	9,95	12,96
			Teğet	Rz	4,57	4,6	4,87	4,39	5,94
				Rq	1,1	1,21	1,1	1,13	1,67
				Ra	0,87	0,85	0,88	0,93	1,33
				Ry	5,73	7,49	8,46	4,97	8,6
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	10,91	12,08	15,68	17,11	15,97
				Rq	3,15	3,69	4,11	4,29	4,52
				Ra	2,6	3,08	3,25	3,19	3,02
				Ry	14,87	15,19	19,54	28,5	29,06
			Teğet	Rz	7,07	7	7,18	6,63	6,27
				Rq	1,07	1,25	1,02	0,97	0,91
				Ra	0,83	0,94	0,76	0,74	0,7
				Ry	8,4	7,73	8,25	7,9	6,88

Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri
Tablo 181’de verilmiştir.

Tablo 181. Poliüretan vernikler için ladin ağaç türünün 600 saatlik yüzey pürüzlülüğü değerleri

Ladin	600 saatlik	Kontrol	Radyal	Rz	5,23	5,98	6,21	10,65	5,94
				Rq	1,19	1,54	1,33	2,43	1,21
				Ra	0,92	1,21	1,03	1,76	0,94
				Ry	7,45	8,75	7,36	14,91	7,36
			Teğet	Rz	2,96	2,29	3,31	5,14	2,28
				Rq	0,5	0,68	0,56	0,98	0,52
				Ra	0,39	0,5	0,44	0,68	0,42
				Ry	3,06	3,9	6,53	10,41	2,72
		Grafen 1	Radyal	Rz	26,4	34,03	31,56	30,18	37,53
				Rq	6,45	7,5	7,7	7,25	6,41
				Ra	4,96	5,82	5,95	5,55	6,49
				Ry	30,72	36,91	34,8	38,67	46,17
			Teğet	Rz	8,98	7,94	8,5	9,23	12,58
				Rq	1,3	1,34	1,39	1,39	1,49
				Ra	0,9	0,96	1,02	1,08	1,07
				Ry	14,63	8,76	9,47	10,68	20,64
		Grafen 2	Radyal	Rz	17,81	14,1	18,97	13,75	16,69
				Rq	3,69	2,61	3,49	2,84	3,05
				Ra	2,73	1,98	2,58	2,58	2,33
				Ry	23,01	16,9	29	15,81	18,32
			Teğet	Rz	5,61	6,85	6,29	7,18	7,57
				Rq	0,81	1,08	0,88	1,14	1,07
				Ra	0,64	0,75	0,61	0,82	0,77
				Ry	6,84	7,49	6,86	9,41	8,75
		Grafen 3	Radyal	Rz	13,4	7,98	5,85	8,43	10,58
				Rq	2,91	1,51	1,18	1,56	2,09
				Ra	2,22	1,12	0,95	1,21	1,57
				Ry	19,34	10,19	7,21	9,29	14,38
			Teğet	Rz	5,78	6,55	7,63	7,6	7,29
				Rq	0,84	1,16	1,03	1,08	1,23
				Ra	0,59	0,82	0,72	0,79	0,94
				Ry	7,58	9,35	8,24	9,14	9,37
		TiO ₂ 2	Radyal	Rz	8,85	11,46	11,89	12,44	10,15
				Rq	1,47	2,22	2,18	2,52	2,09
				Ra	1,14	1,77	1,67	2	1,69
				Ry	12,99	13,3	14,87	14,3	12,6
			Teğet	Rz	4,22	6,41	4,26	7,72	5,91
				Rq	0,99	1,26	1,13	2,47	1,35
				Ra	0,74	0,94	0,91	1,67	1,04
				Ry	7,66	10,2	5,07	18	7,16
		Mermer tozu 2	Radyal	Rz	15,56	15,56	13,76	14,15	12,36
				Rq	5,74	3,82	3,53	3,69	2,91
				Ra	2,84	2,91	2,82	2,78	2,19
				Ry	20,07	25,64	15,85	20,49	15,51
			Teğet	Rz	7,66	7,88	11,77	10,19	9,6
				Rq	1,04	1,07	1,69	1,44	1,71
				Ra	0,78	0,73	1,19	1,06	1,25
				Ry	8,99	9,74	17,96	15,42	11,49

Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Tablo 182’de verilmiştir.

Tablo 182. Yüzey pürüzlülük üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F _{hesap}	Önem düzeyi
Düzeltilmiş model	18175,512 ^a	191	95,160	9,737	0,000
Katkı maddeleri	1139,955	5	227,991	23,329	0,000
Yön	733,496	1	733,496	75,055	0,000
Saat	2822,472	3	940,824	96,270	0,000
Ağaç türü	4010,090	3	1336,697	136,777	0,000
Katkı maddeleri * Yön	934,485	5	186,897	19,124	0,000
Katkı maddeleri * Saat	456,777	15	30,452	3,116	0,000
Katkı maddeleri * Ağaç türü	1013,111	15	67,541	6,911	0,000
Yön * Saat	50,210	3	16,737	1,713	0,163
Yön * Ağaç türü	3514,958	3	1171,653	119,889	0,000
Saat * Ağaç türü	212,617	9	23,624	2,417	0,010
Katkı maddeleri * Yön * Saat	168,832	15	11,255	1,152	0,305
Katkı maddeleri * Yön * Ağaç türü	1425,073	15	95,005	9,721	0,000
Katkı maddeleri * Saat * Ağaç türü	841,119	45	18,692	1,913	0,000
Yön * Saat * Ağaç türü	333,656	9	37,073	3,793	0,000
Katkı maddeleri * Yön * Saat * Ağaç türü	518,661	45	11,526	1,179	0,200

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülük üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile yön * saat, katkı maddeleri * yön * saat ve katkı maddeleri * yön * saat * ağaç türü hariç önemli bulunmuştur. Bu nedenle yüzey pürüzlülüğü için homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Katkı maddeleri beş farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 183’de verilmiştir.

Tablo 183. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Varyasyon	N	Homojenlik grupları					
		1	2	3	4	5	
TiO ₂ 2	160	5,3783					A
Kontrol	160		6,4079				B
Grafen 1	160			7,4371			C
Grafen 3	160			7,5833	7,5833		CD
Grafen 2	160				8,2294	8,2294	DE
Mermer tozu 2	160					8,5952	E

Zaman dört farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 184’de verilmiştir.

Tablo 184. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Saat	N	Homojenlik grupları				
		1	2	3	4	
Sıfır	240	5,1687				A
İkiYüz	240		6,0753			B
DörtYüz	240			8,4415		C
AltıYüz	240				9,4020	D

Ağaç türü üç farklı homojen grup altında toplanmıştır. Sonuçlar Tablo 185’de verilmiştir.

Tablo 185. Yüzey pürüzlülük üzerine etkileri araştırılan grupların Duncan testi sonuçları

Ağaç Türü	N	Homojenlik grupları			
		1	2	3	
Ladin	240	5,4976			A
Sarıçam	240	5,8006			A
Kayın	240		7,1440		B
Kestane	240			10,6452	C

3.11. Aşınma Direnci Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

3.11.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci Değerleri

Su bazlı verniklerin aşınma direnci değerleri Tablo 186’da verilmiştir.

Tablo 186. Su bazlı verniklerin aşınma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın											
25	25	100	45	200	45	87	50	25	25	25	25
Kestane											
25	25	23	50	57	50	41	45	25	25	25	25
Sarıçam											
25	25	55	50	43	22	100	37	25	25	25	25
Ladin											
25	25	113	86	65	59	51	50	25	25	25	25

3.11.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci Değerleri

Poliüretan verniklerin aşınma direnci değerleri Tablo 187’de verilmiştir.

Tablo 187. Poliüretan verniklerin aşınma direnci değerleri

Kontrol		Grafen 1		Grafen 2		Grafen 3		TiO ₂ 2		Mermer tozu 2	
R	T	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
Kayın											
50	50	150	200	170	200	242	350	50	50	50	50
Kestane											
50	50	279	300	155	250	140	198	50	50	50	50
Sarıçam											
50	50	255	205	358	300	235	296	50	50	40	50
Ladin											
50	50	197	400	184	300	245	200	50	50	50	50

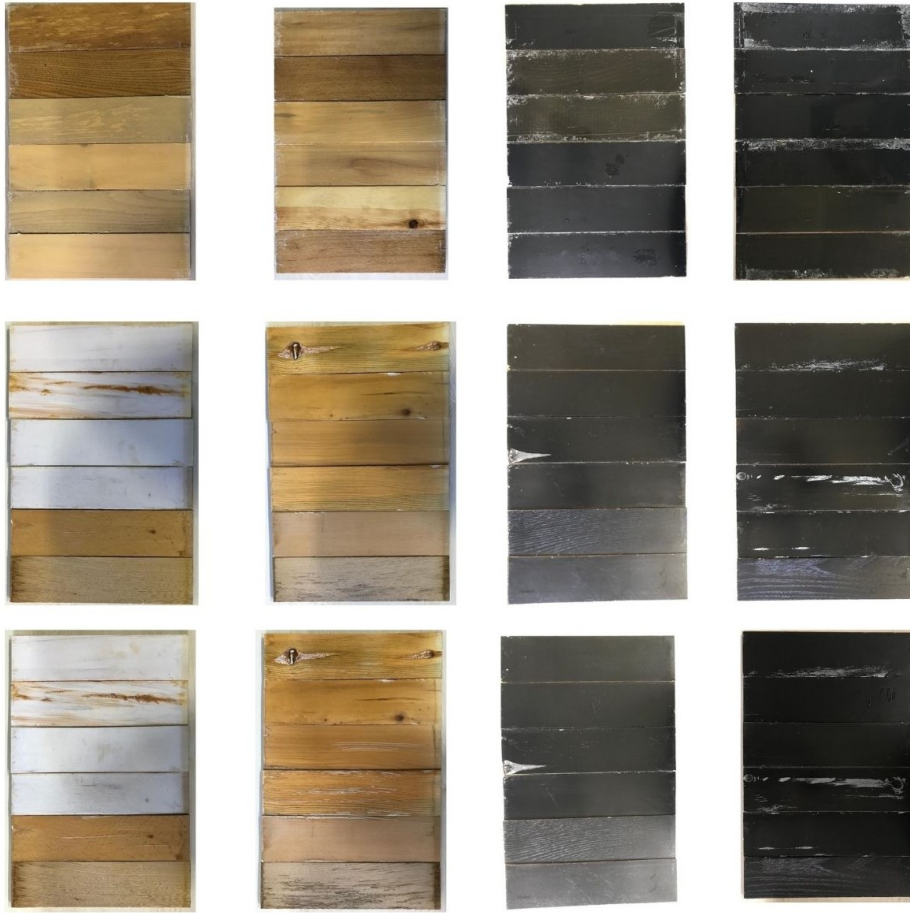
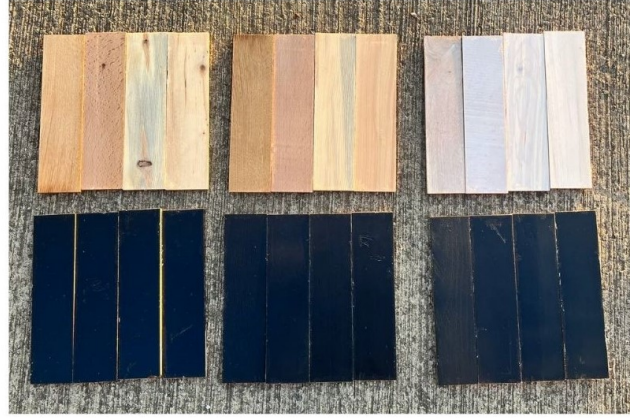
3.12. Yapışma Direnci Değerleri (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

Çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (% 0,25, % 0,50, % 1), mermer tozu (%5), TiO₂ (%2)) vernikler ile karıştırılarak (su bazlı ve poliüretan vernik) işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin deney örneklerinin yapışma direnci değerleri su bazlı ve poliüretan vernikler için sıfır çıkmıştır.

3.13. UV Yapay Yaşlandırma Öncesi ve Sonrası Örneklerin Fotoğrafları

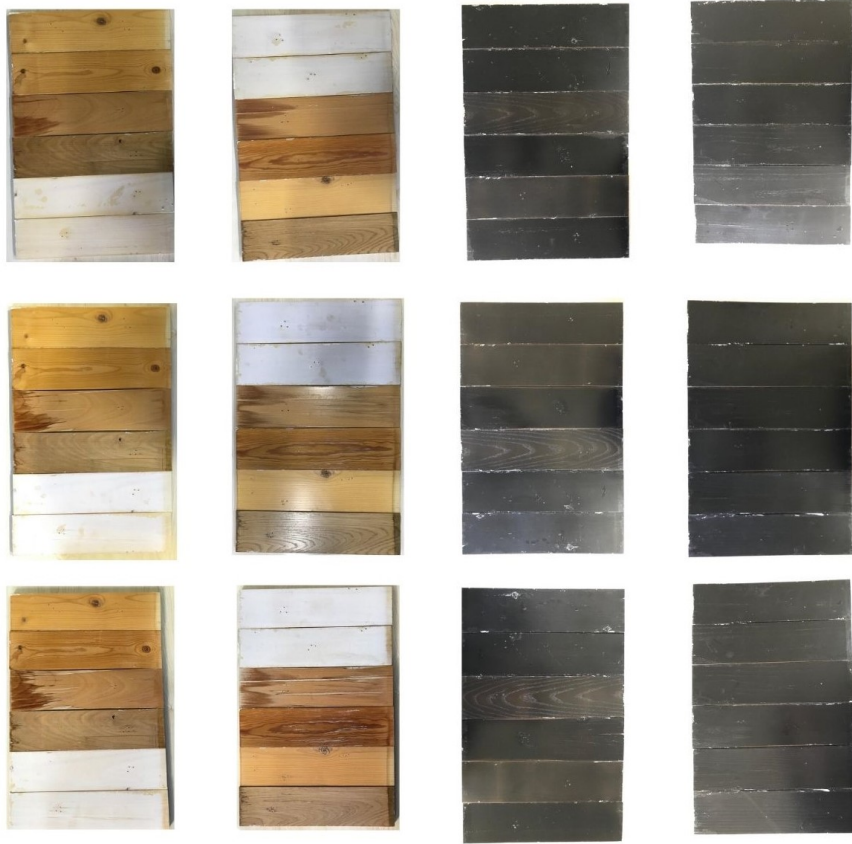
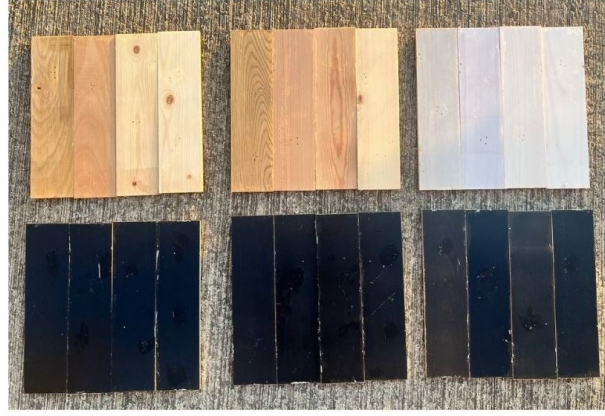
3.13.1. Su Bazlı Vernikli Örneklerin Fotoğrafları

Çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (% 0,25, % 0,50, % 1), mermer tozu (%5), TiO₂ (%2)) vernikler ile karıştırılarak su bazlı vernik ile işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin deney örneklerinin radyal kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik fotoğrafları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Radyal kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri
(foto Bozdoğan Balçık, Çakıcıer)

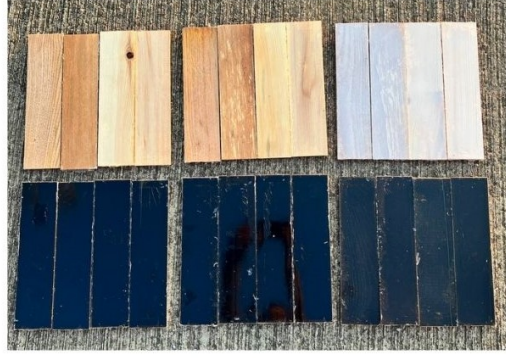
Çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (% 0,25, % 0,50, % 1), mermer tozu (%5), TiO_2 (%2)) vernikler ile karıştırılarak su bazlı vernik ile işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin deney örneklerinin teğet kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik fotoğrafları Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Teğet kesitte su bazlı vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri
(foto Bozdoğan Balçık, Çakıcıer)

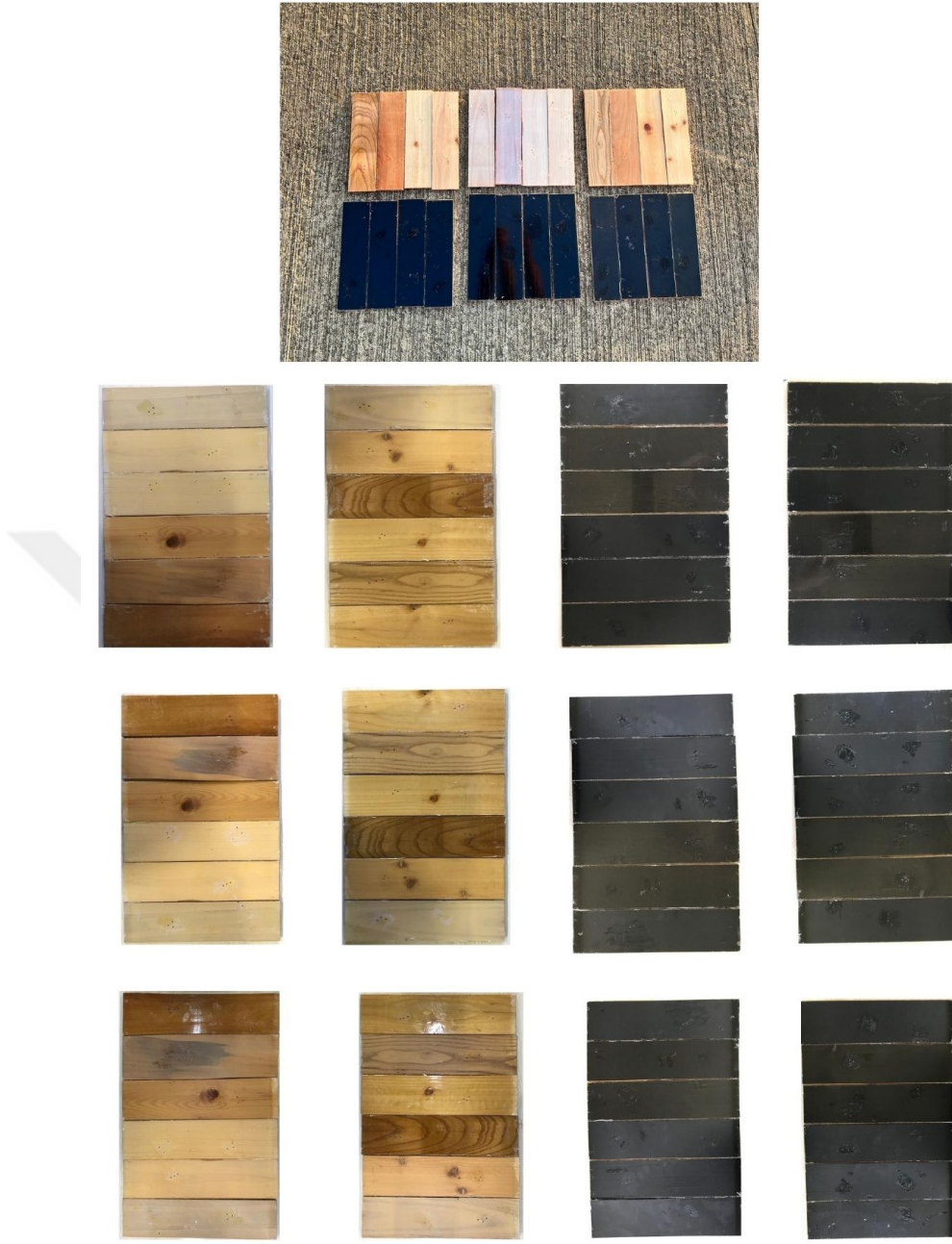
3.13.2. Poliüretan Vernikli Örneklerin Fotoğrafları

Çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (% 0,25, % 0,50, % 1), mermer tozu (%5), TiO_2 (%2)) vernikler ile karıştırılarak poliüretan vernik ile işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin radyal kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik fotoğrafları Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Radyal kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri (foto Bozdoğan Balçık, Çakıcıer)

Çeşitli katkı maddeleri ve farklı oranlarda (grafen (% 0,25, % 0,50, % 1), mermer tozu (%5), TiO_2 (%2)) vernikler ile karıştırılarak poliüretan vernik ile işlem gören kestane, kayın, sarıçam, ladin teğet kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik fotoğrafları Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Teğet kesitte poliüretan vernik katkı maddeli 0-200-400-600 saatlik deney örnekleri (foto Bozdoğan Balçık, Çakıcıer)

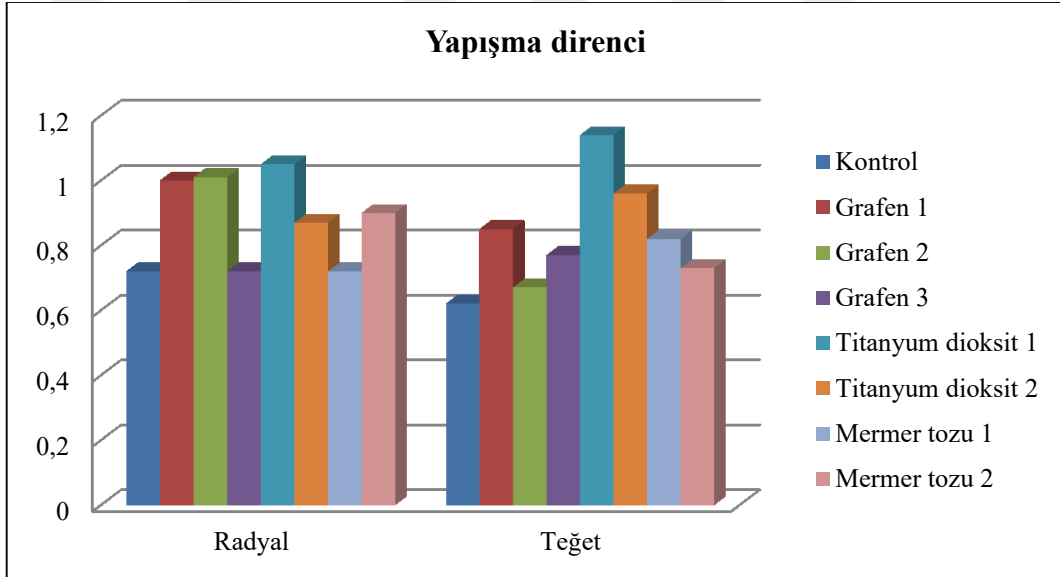
4. TARTIŞMA

4.1. Yapışma Direnci

4.1.1. Su Bazlı Verniklerin Yapışma Direnci

- Katkı maddeleri açısından yapışma direnci

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait yapışma dirençleri Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Katkı maddelerinin yapışma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,05 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol, grafen 3 (%1) ve mermer tozu 1 (%2,5)'de ($0,72 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,14 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($0,63 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Kullanılan katkı maddelerini kendi aralarında karşılaştırdığımız zaman grafenin, titanyum dioksitin ve mermer tozundan elde edilen örneklerde grafen ve mermer tozu karışımın oranında miktarı arttıkça yapışmanın düştüğü, fakat titanyum dioksitin karışım

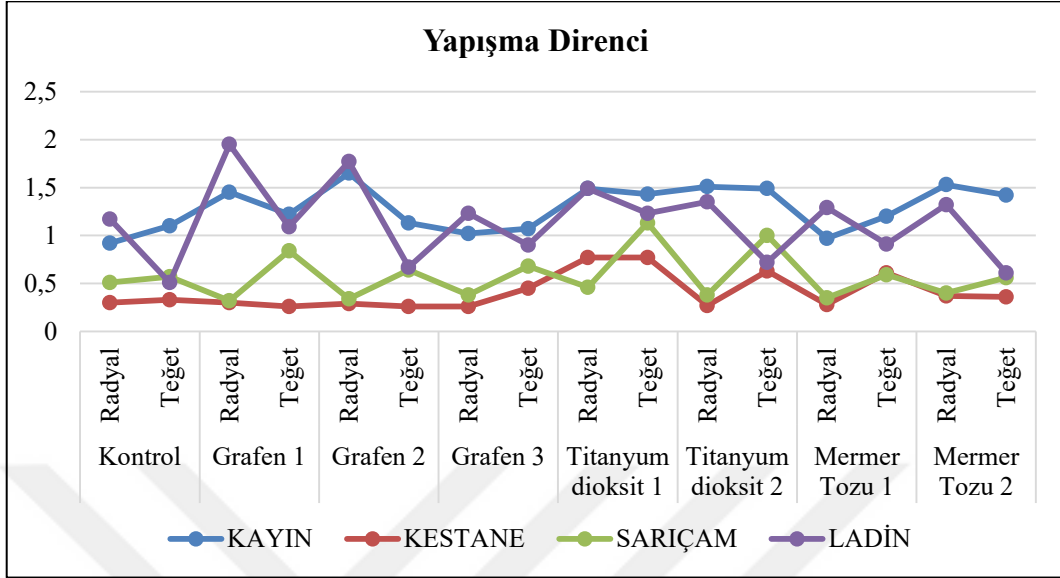
oranında miktarı arttıkça yapışmanın arttığı görülmektedir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bütün katkı maddeleri yapışma direncini artırmıştır.

Yüzey filmi oluşturan kaplamaların kullanım ömrünü tayin edebilmek, ürünün dayanıklılığı, kalitesi ve maliyet tasarrufu için ahşap yüzeylerin yapışma sisteminin test edilmesi oldukça önemlidir. Yapılan çalışmalarda verniğin türü yapışma direncini etkileyen önemli bir faktördür. Verniğin yüzeye yapışma direnci, verniğin etkinliğini gösterir (Yakın, 2001; Vitosyté ve ark., 2012; Demirci ve ark., 2013). Literatürde de belirtildiği gibi su bazlı verniklerin yapışma direnci poliüretan verniklerden düşüktür. Bu çalışmada literatür ile uyumludur (Yakın, 2001; Budakçı, 2003, Budakçı ve Sönmez; 2010). Bu sebeple vernik çeşitlerinin kendi içlerinde değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan çalışmalar arasında verniğe katkı maddesi olarak grafenin kullanılması ile ilgili literatürde çok az çalışma vardır. Su bazlı vernikler nano grafen ile modifiye ederek yapışma direnci incelenmiş verniğin içerisine eklenen nano grafen miktarı arttıkça, yapışma direnci %25'e kadar artış olduğu saptanmıştır (Pelit ve Korkmaz, 2019). Çeşitli vernik türleri (poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler) farklı katman kalınlıklarında ağaç türleri (sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) yüzeylerine uygulanarak yapışma direnci belirlenmiştir. En düşük yapışma direnci su bazlı verniklerde bulunmuştur (Budakçı ve Sönmez, 2010). Su bazlı verniğe çeşitli oranlarda boraks pentahidrat ilave edilerek sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kestane (*Castanea sativa*) uygulanmıştır. Bunun sonucunda yüzeye yapışma direncinin arttırdığı bildirilmiştir (Özalp ve Korkut, 2011). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus Petraea* L.), ağaç türlerinin üzerine su bazlı vernikler fırça, rulo ve püskürtme yöntemleri ile uygulanmış çeşitli testler yapılmıştır. Bu testler arasında yer alan yapışma direnci ölçümlerinde su bazlı verniklerin uygulama yöntemleri değişmeksizin solvent bazlı verniklere göre daha düşüktür (Yakın, 2001). Su bazlı verniklerin yapışma direnci, poliüretan ve akrilik verniklere göre daha düşük olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Yakın, 2001; Budakçı, 2003, Budakçı ve Sönmez; 2010). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

Su bazlı verniğin içine farklı oranlarda (% 0, % 1 ve % 1,5) TiO₂ nanopartikülleri katılmıştır. Yapışma direnci bir etkinin olmadığı bulunmuştur (Moya ve ark., 2017). Tez çalışması bu çalışma ile uyumlu değildir. Çünkü kullanılan her bir katkı maddesi yapışma direncini arttırmıştır.

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait yapışma dirençleri Şekil 11’da verilmiştir.



Şekil 11. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) ($1,65 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($0,92 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) ($1,49 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)’te ($1,07 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($0,77 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1) ’te ($0,26 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($0,77 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 1 (%0,25) ve 2 (%0,50)’de ($0,26 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek kontrol grubu ($0,51 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)’te ($0,32 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,13 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)’de ($0,56 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) ($1,95 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($1,17 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,23 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($0,51 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

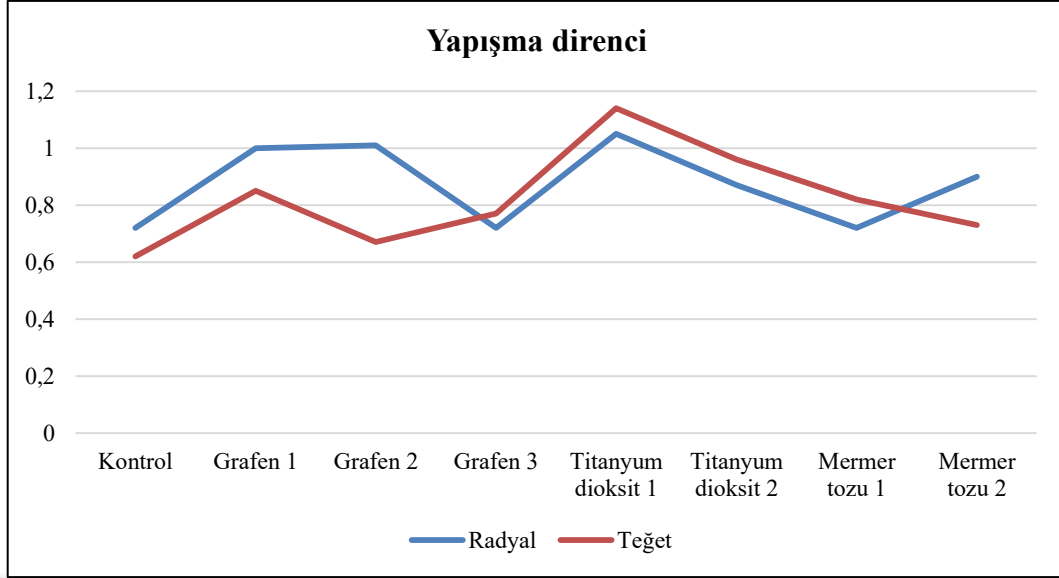
Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık hepsinde vardır. Katkı maddeleri ağaç türlerine göre bir istatistiksel gruplama yapıldığı zaman kestane ve sarıçam bir grupta yer alırken, kayın ve ladinde bir başka grupta yer almıştır. Radyal kesitte sarıçam ve ladin ağaç türünde, teğet kesitte kayın ağaç türünde anlamlı bir farklılık yoktur. Ağaç türleri arasında en yüksek yapışma direnci kayın ve ladin ağaç türlerinde çıkmıştır.

Yapılan çalışmalarda yapraklı ağaçlardan elde edilen ahşap malzemelerde, iğne yapraklı ağaçlarla karşılaştırıldığında verniğin ahşap yüzeylere yapışma direnci daha yüksektir (Sönmez ve ark., 2009). Yüzeye yapışma direncini ağaç türü ve vernik çeşidinin etkisinin önemli olduğunu fakat katman kalınlığının önemsiz olduğu ifade edilmiştir (Budakçı ve Sönmez, 2010). Tez çalışmasında kullanılan ağaç türlerinde ve vernik çeşidinde farklı oranlarda kullanılan katkı maddelerinde farklı yapışma dirençleri tespit edilmiştir. Tez çalışması literatür ile uyumludur. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), kızılğöbeği (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* Yalt.), ladin (*Picea orientalis* L. Link) ve göknar (*Abies nordmanniana* subsp.) ağaç türleri teğet ve radyal kesitte hazırlanan örnekler selülozik vernik ile kaplanmıştır. En yüksek yapışma direnci kayın ($2,39 \text{ N/mm}^2$) ve kızılğöbeği ($2,03 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur (Özdemir ve ark., 2015).

Su bazlı verniklerin ağaç türü, vernik çeşidi ve uygulama yönteminin yapışma direnci üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir (Sönmez ve ark., 2004). Tez çalışması bu çalışma ile uyumlu değildir.

- Kesit şekli açısından yapışma direnci

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait yapışma dirençleri Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri

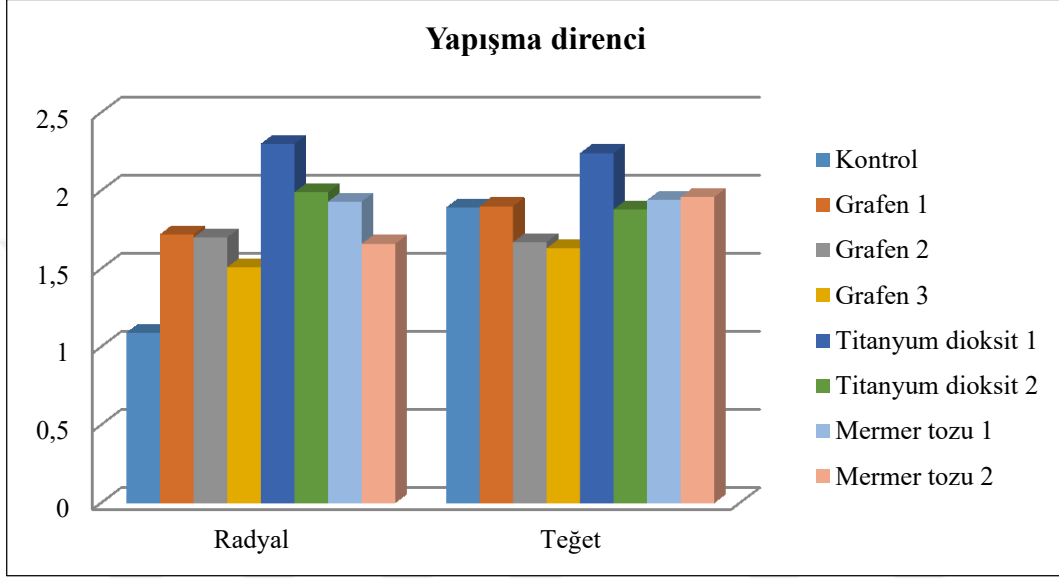
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,05 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol, grafen 3 (%1) ve mermer tozu 1 (%2,5)'de ($0,72 \text{ N/mm}^2$) ve grafen 3 (%1)'te ($0,72 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($1,14 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($0,63 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Katkı maddeleri kesit şekline göre; grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1) ve 2 (%2)'de anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte ağaç türlerine göre bir istatistiksel gruplama yapıldığı zaman, kestane ve sarıçam bir grupta yer alırken, kayın ve ladinde bir başka grupta yer almıştır. Bir homojenlik vardır. Radyal kesitler, ahşap liflerinin dikey olarak kesildiği bir kesit olduğundan dolayı liflerin daha düzgün bir şekilde hizalanarak birbirine paralel şekilde yer aldığından bu homojenlik, yapışma direncini artırabilir. Teğet kesitte ise, radyal kesitte olduğu gibi bir genelleme yapılamamıştır. Bunun sebebi teğet kesitin kendine özgü heterojen özelliklerinin radyal kesite göre daha fazla olmasından kaynaklanır. Teğet kesitler, ahşap liflerinin yatay olarak kesildiği liflerin farklı açılarda ve farklı yönlerde doğru eğilmesinden teğet kesitler genellikle daha heterojen olarak kabul edilir ve yapışma direnci daha düşük olabilir (Kurtoğlu, 2000).

4.1.2. Poliüretan Verniklerin Yapışma Direnci

- Katkı maddeleri açısından yapışma direnci

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait yapışma dirençleri Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Katkı maddelerinin yapışma dirençleri

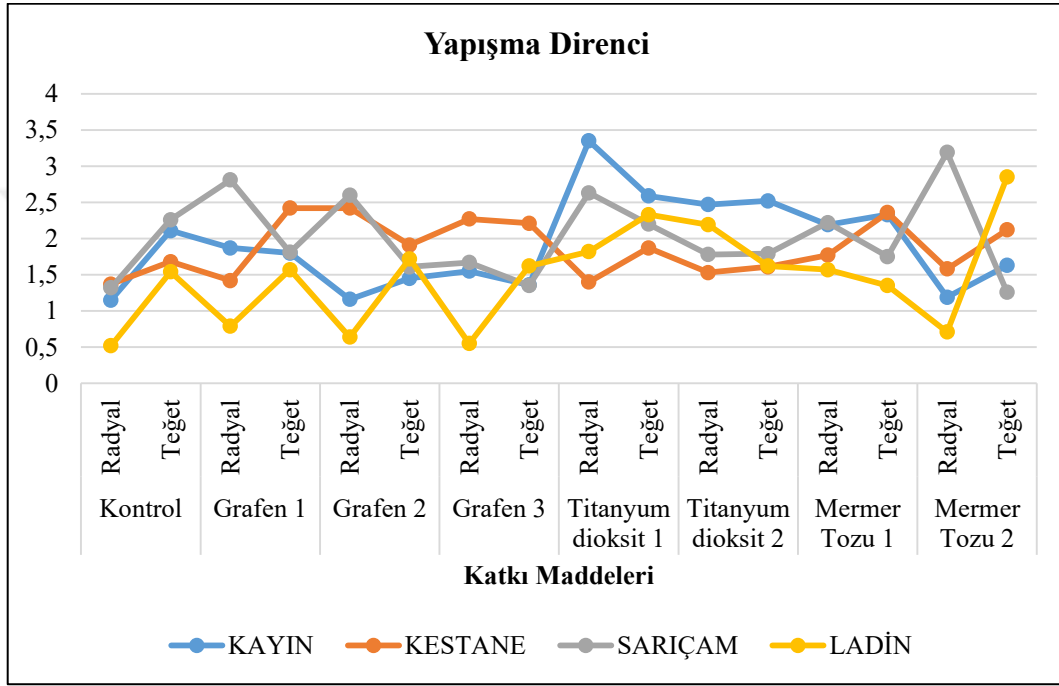
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1)'de ($2,3 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($1,09 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1)'de ($2,25 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve grafen 1 (%0,25)'de ($1,09 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Kullanılan katkı maddelerinin grafenin, titanyum dioksitin ve mermer tozunun çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde grafen, titanyum dioksitin ve mermer tozu karışımının oranında miktarı arttıkça yapışmanın arttığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda poliüretan verniğe farklı miktarda alüminyum sülfat eklenerek kayın (*Fagus orientalis* L.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının yüzeylerine uygulanmıştır. Bu karışımın yapışma direncini büyük ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Özalp ve Sarı, 2018). Literatürde yer alan bu çalışmanın aksine tezde kullanılan bütün katkı maddeleri kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman yapışma direncini artırmıştır.

Kırım ardıc (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) ağaç türüne UV'ye dayanıklı poliüretan alkid reçineli yüksek parlaklıkta vernik (PAV) ve su bazlı akrilik reçineli parlak vernik (WBAV) uygulanmış su bazlı verniğin yapışma direnci poliüretandan düşük bulunmuştur (Öncel ve ark., 2019).

• Ağaç türü açısından yapışma direnci

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait yapışma dirençleri Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($3,35 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($1,15 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($2,59 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te ($1,36 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) ($2,42 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($1,37 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) ($2,42 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2) 'de ($1,61 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) ($3,19 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($1,32 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet

kesitte en yüksek kontrol grubunda ($2,26 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de ($1,26 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

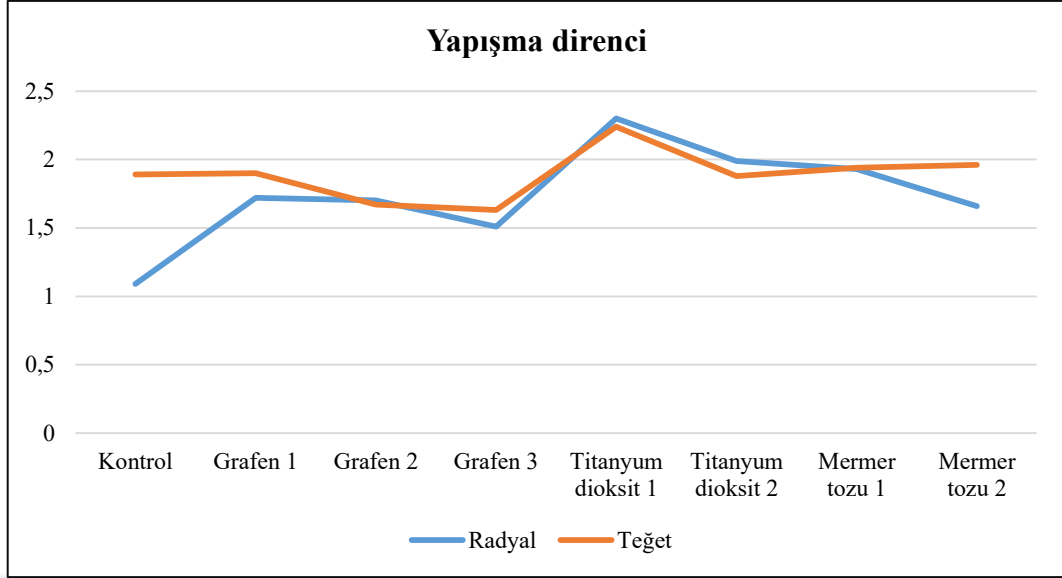
Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) ($2,19 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda ($0,52 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) ($2,85 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 1 (%2,5)'de ($1,35 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mermer tozu 2 hariç diğerlerinde bulunmuştur. Radyal kesitte kayın ve ladin ağaç türü için istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. En yüksek yapışma direnci kayın ağacında elde edilmiştir. Kayın odununun yapısı homojen, düzgün, lifleri ince ve sıkı olmasından dolayı kuvvetli bir yapışma direnci elde edilmiştir.

Yapılan çalışmalar karaçam (*Pinus nigra*) ve uludağ göknarı (*Abiesbornmulleriana* Mattf) ağaç türleri 140°C 'de hidrolik preste radyal yönde % 25 ve % 50 oranlarında yoğunlaştırıldıktan sonra selülozik ve poliüretan verniklerle cilalanmıştır. Yapışma direnci en yüksek karaçamda ($1,63 \text{ N/mm}^2$), poliüretan vernikte bulunmuştur (Atılğan ve ark., 2024). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abiesbornmülleriana* Mattf), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) yüzeylerine selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanarak yapışma direnci testi yapılmıştır. En yüksek yapışma direnci poliüretan ve akrilik verniklerde elde edilmiştir (Budakçı ve Sönmez, 2010). Bir diğer çalışmada kayın (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) ağaç türlerini zımpalama işlemleri yapıldıktan sonra üzerine poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü bakımından yapışma direnci en yüksek ($2,52 \text{ N/mm}^2$) kirazda, en düşük sarıçamda ($2,32 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. Vernik türü bakımından en yüksek değeri ($3,15 \text{ N/mm}^2$) poliüretan vernik vermiştir (Söğütlü ve ark., 2016). Yapılan başka bir çalışmada Kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve sarıçamın (*Pinus sylvestris*) selüloz bazlı vernikler kullanılarak kaplanmıştır. Sarıçamda yüksek yapışma direnci bulunmuştur (Özdemir ve ark., 2013). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

- Kesit şekli açısından yapışma direnci

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait yapışma dirençleri Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yapışma dirençleri

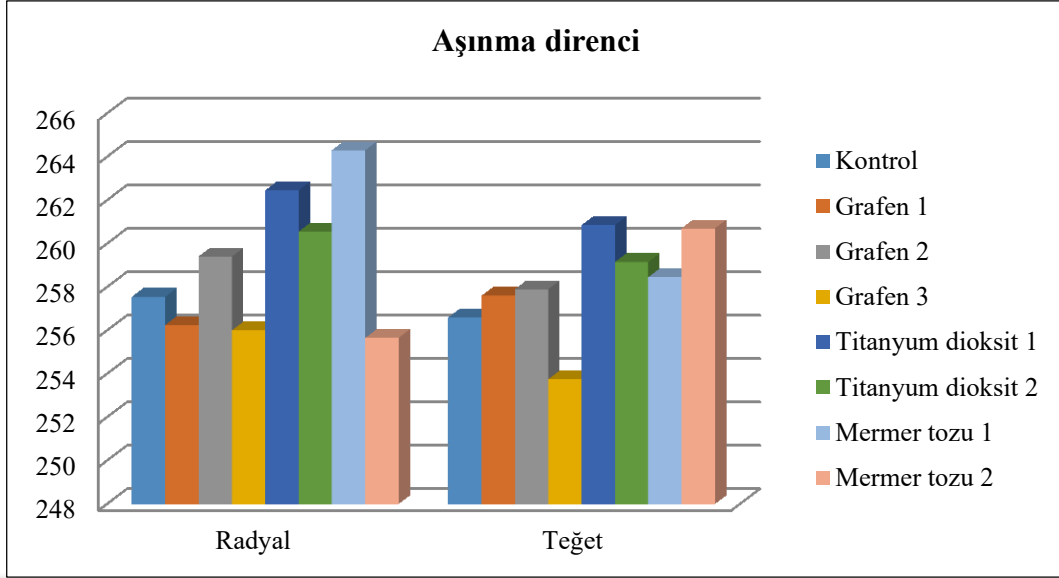
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yapışma direnci radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($2,3 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük yapışma direnci kontrol grubunda ($1,09 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) ($2,25 \text{ N/mm}^2$) örneklerde elde edilirken, en düşük en düşük kontrol ve grafen 1 (%0,25)'de ($1,09 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50) ve titanyum dioksit 1 (%1) anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.2. Aşınma Direnci

4.2.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci

- Katkı maddesi açısından aşınma direnci

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait aşınma dirençleri Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Katkı maddelerinin aşınma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınma direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (264,3 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (255,65 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (260,85 devir) örneklerde elde edilirken; en düşük grafen 3 (%1)'te (253,75 devir) bulunmuştur.

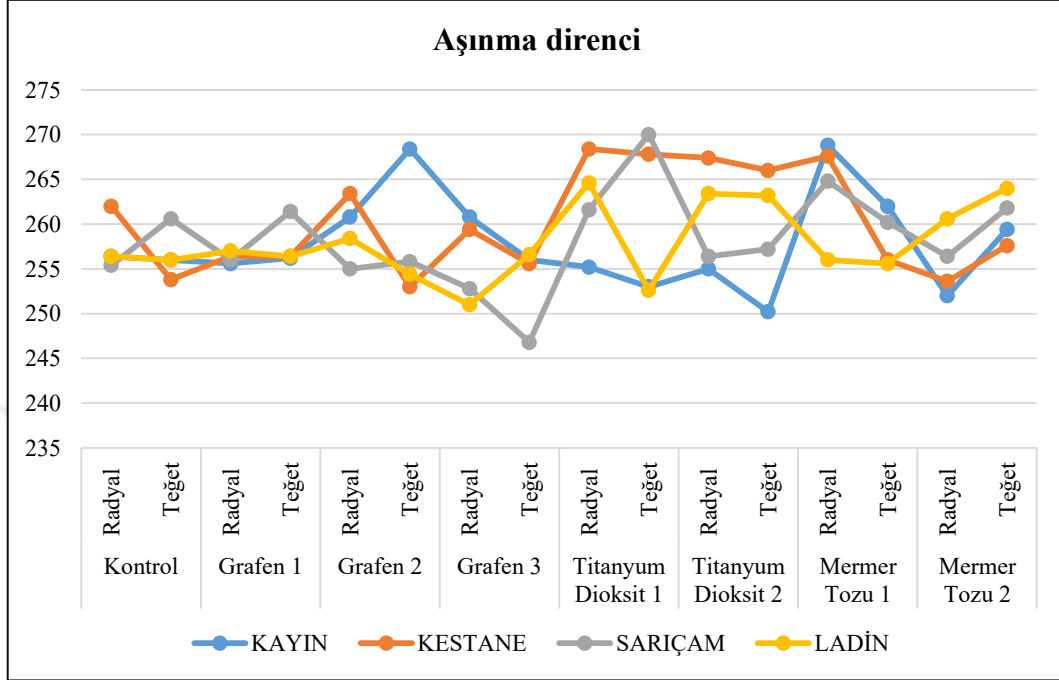
Aşınma direnci, ahşap malzemenin veya yüzeyine uygulanan yüzey işleminin dayanıklılığını değerlendirmenin önemli bir yoludur. Yüzey işlemli ahşap malzemenin performansının belirlenmesi, kullanım ömrünün tahmin edilmesi, kalite kontrolü ve maliyet tasarrufu açısından aşınma direnci testlerinin yapılması oldukça önemlidir.

Katkı maddeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Genel olarak en düşük aşınma direnci grafen 3 (%1)'te en yüksek aşınma direnci titanyum dioksit 1 (%1)'de bulunmuştur. Mermer tozu miktarı arttıkça radyal kesitte aşınma direnci düşmüştür. Kullanılan katkı maddelerinin grafenin ve titanyum dioksitin çeşitli oranlarda su bazlı vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde grafen ve titanyum dioksitin karışımın oranında miktarı arttıkça aşınma direncinin arttığı, fakat mermer tozu karışım oranında miktarı arttıkça aşınma direncinin düştüğü görülmektedir.

Yapılan çalışmalar arasında doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam ve uludağ göknarı ağaç türleri borlu bileşikler ile emprenye edildikten sonra sentetik, su bazlı ve asit sertleştiricili verniklerle verniklenerek sertlik ve aşınma direnci testi yapılmıştır. Aşınma direnci testi sonucunda vernik türü bakımından en düşük doğu kayınında su bazlı verniklerde bulunmuştur (Sarica, 2006).

- Ağaç türleri açısından aşınma direnci

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait aşınma dirençleri Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınma direnci kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (268,8 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 1 (%2,5)’de (252 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (268,4 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)’de (250,2 devir) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (268,4 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%2,5)’de (253,6 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (267,8 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)’de (253 devir) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (264,8 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)’te (252,8 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (270 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)’te (246,8 devir) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (264,6 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)’te (251 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte

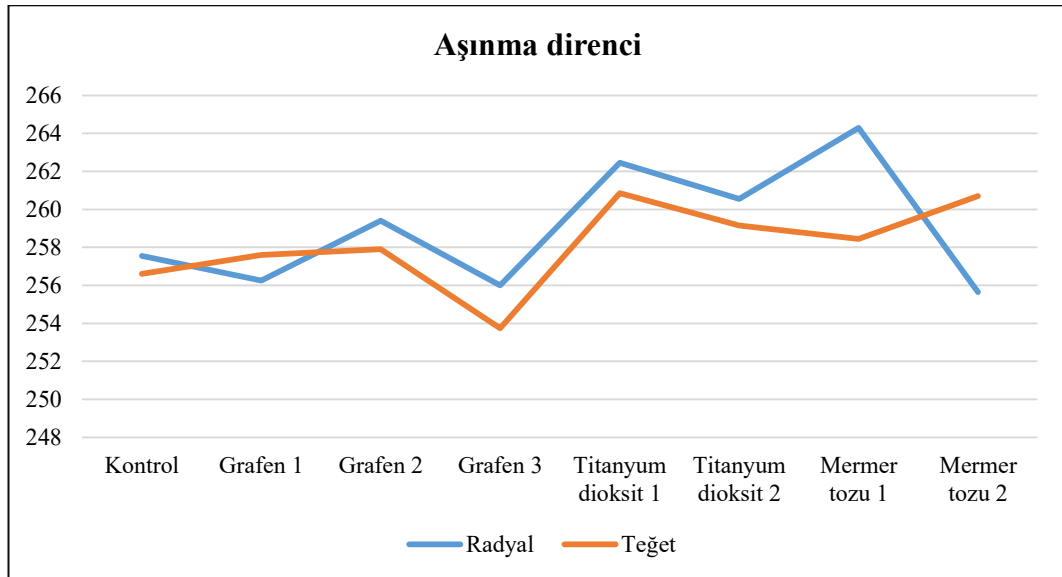
en yüksek mermer tozu 2 (%5) (264 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 1 (%1)'de (252,6 devir) bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık grafen 2 (%0,50) ve titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak sadece kayın ağaç türünde anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar arasında doğu kayını, karaceviz, sapsız meşe ve sarıçam ağaç türlerinin üzerine sentetik, poliüretan, su bazlı, asit sertleştiricili ve selülozik vernikler uygulanarak aşınma direnci testi yapılmış ahşap türü bakımından en yüksek karaceviz'de, en düşük sarıçam'da; vernik çeşidi bakımından en yüksek asit sertleştiricili vernik'te, en düşük su bazlı vernik'te bulunmuştur (Tekin, 2009). Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kara ceviz (*Juglans nigra* L.), ıhlamur ağacı (*Tilia grandifolia* Ehrh.), Avrupa meşesi (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) ve kara kavak (*Populus nigra* L.) ağaç türlerine selülozik, sentetik, poliüretan, su bazlı ve asitle sertleştirici verniklerle verniklenerek aşınma direnci en yüksek kara cevizde, vernik çeşidi bakımından en yüksek asitle sertleştiricili vernikte en düşük su bazlı vernikte bulunmuştur (Keskin ve Tekin, 2011).

- Kesit şekli açısından aşınma direnci

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait aşınma dirençleri Şekil 18'te verilmiştir.



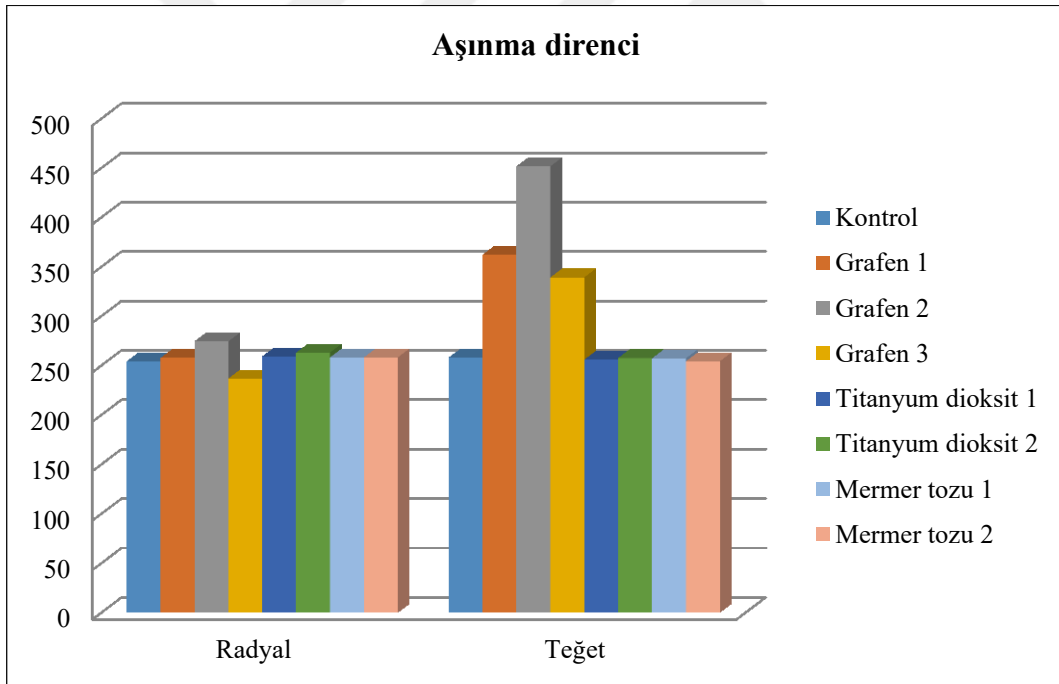
Şekil 18. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınma direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (264,3 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (255,65 devir); bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (260,85 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (253,75 devir) bulunmuştur. Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25) ve mermer tozu 1 (%1)'de anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.2.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci

- Katkı maddeleri açısından aşınma direnci

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait aşınma dirençleri Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Katkı maddelerinin aşınma dirençleri

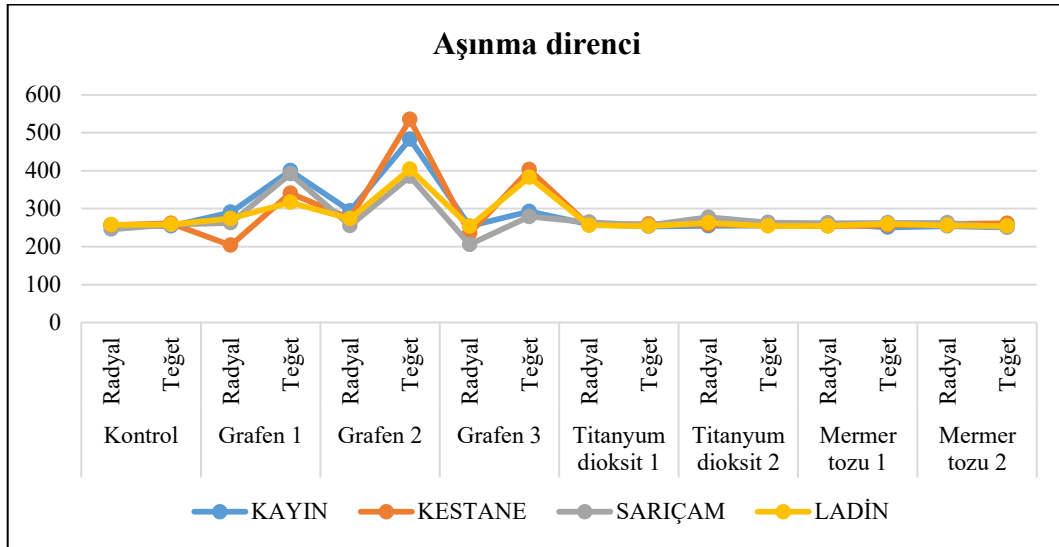
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınma direnci radyal kesit yüksek grafen 2 (%0,50) (274,45 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük ise grafen 3 (%1)'te (236,9 devir) bulunmuştur. Teğet kesit için en yüksek grafen 2 (%0,50) (451,7 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük ise mermer tozu 2 (%5)'de (254,4 devir) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte bir farklılık bulunmamıştır.

Kullanılan katkı maddelerinin grafenin, titanyum dioksitin ve mermer tozunun çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde grafenin karışım oranında miktarı arttıkça yüksek miktarda olmak üzere aşınma direncini arttırdığı, titanyum dioksitin ve mermer tozu karışımının oranında miktarı arttıkça aşınma direncini bir miktar arttırdığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalar arasında aşınma direncini belirleyen en önemli etken malzemenin sertliği ve özgül ağırlığıdır. Vernik çeşitlerine göre aşınma dirençleri karşılaştırıldığı zaman en yüksek akrilik vernikte, orta derecede poliüretan vernikte, en düşük selülozik vernikte elde edilmiştir (Özdemir, 2003). Aşınma direncinin yüksek olması için vernik ile malzemenin etkileşiminin birbirinin içine nüfuz etmesi yani yeterli miktarda birbirleri ile bağ oluşturması oldukça önemlidir. Selülozik verniğin düşük aşınma direncine neden olmasının sebebi ise düşük bir bağlanma yapmasından kaynaklanır. Derine nüfuz ederek bir bağlanma yapmayarak yüzeyde mekaniksel bir bağlanma yapar. Nanomaddeler ile karıştırılan yüzey işlem maddelerinin, aşınma direnci değerlerinde bazı nanoparçacık katkıları ile vernik katmanının birleşimi aşınma direncini iyileştirdiği bildirilmiştir (Sönmez ve ark., 2004; Bauer ve Mehnert, 2005; Jalili ve ark., 2007). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

• Ağaç türü açısından aşınma direnci

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait aşınma dirençleri Şekil 20’te verilmiştir.



Şekil 20. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınma direnci kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (294,4 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (253,8 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (483 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (251 devir) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (274,2 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (203,8 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (534,8 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 1 (%2,5)'de (256 devir) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için en yüksek radyal kesitte yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (277,4 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (205,8 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25)'de (391,6 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (251 devir) bulunmuştur.

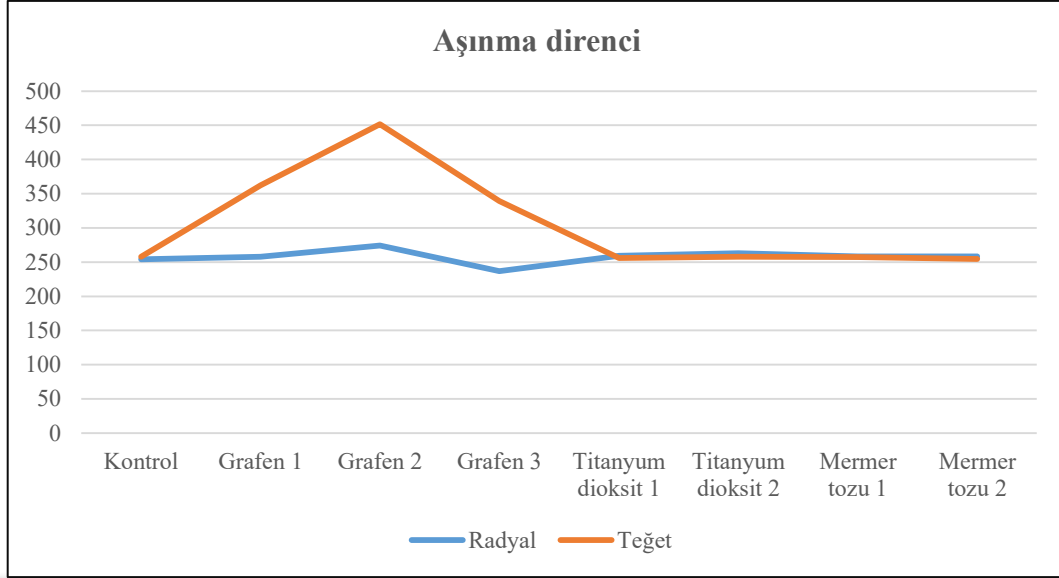
Ladin ağaç türü için en yüksek radyal kesitte yüksek grafen 1 (%0,25) (274,2 devir) örneklerde elde edilirken, grafen 3 (%1)'te (253,2 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (404 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük yüksek titanyum dioksit 2 (%2)'de (254,2 devir) bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık titanyum dioksit 2'de bulunmuştur. Radyal kesitte sadece kayın ve ladin ağaç türlerinde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır.

Yapılan çalışmalar arasında sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odunundan radyal ve teğet kesitteki örneklerin üzerine su bazlı, poliüretan ve sentetik vernikler uygulanarak aşınma ve çizilme direnci testi yapılmıştır. Aşınma direnci en yüksek poliüretan vernikte bulunmuştur (Söğütü ve ark., 2017).

- Kesit şekli açısından aşınma direnci

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait aşınma dirençleri Şekil 21'da verilmiştir.



Şekil 21. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınma dirençleri

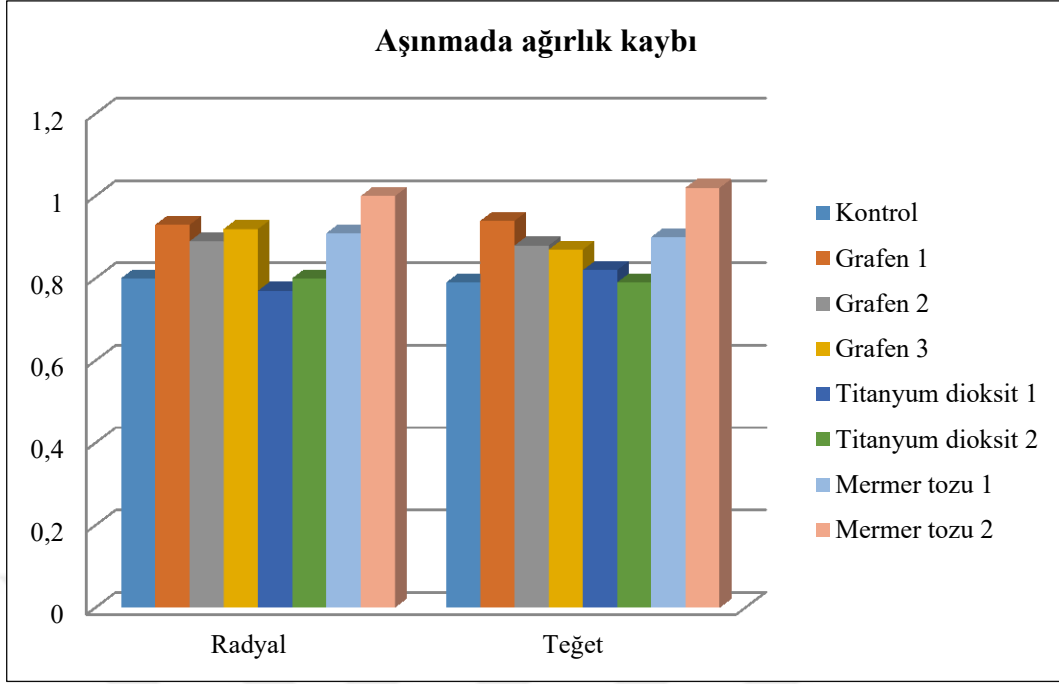
Yukarıdaki grafik incelendiğinde aşınma direnci radyal kesitte çok az farkla en yüksek grafen 2 (%0,50) (274,45 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (236,9 devir) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (451,7 devir) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%2)'de (254,4 devir) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte bir farklılık bulunmamıştır. Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50), grafen 3 (%1) ve titanyum dioksit 2 (%2) anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.3. Aşınmada Ağırlık Kaybı

4.3.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kaybı

- Katkı maddeleri açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

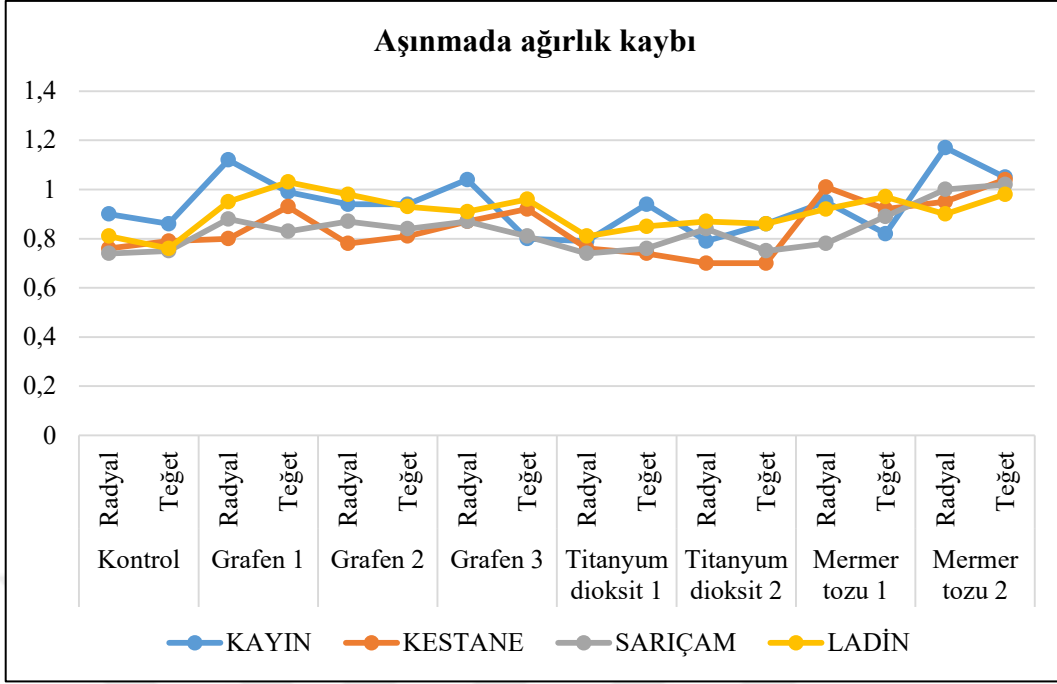
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları radyal kesit için en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,8); teğet kesit için en yüksek mermer tozu 2 (%5)'de (1,02), en düşük kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,79) bulunmuştur.

Kullanılan katkı maddelerinin grafenin ve titanyum dioksinin çeşitli oranlarda su bazlı vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde grafen ve mermer tozu karışımının oranında miktarı arttıkça aşınmada ağırlık kaybının arttığı, fakat titanyum dioksit karışım oranında miktarı arttıkça aşınmada ağırlık kaybının düştüğü görülmektedir.

Aşınmada ağırlık kaybının belirlenmesi yüzey işlemleri ağaç malzemenin ne kadar dayanıklı olduğunu ve daha dayanıklı malzemelerin yüzey işlem maddelerinin seçilme olanağını sağlar.

- Ağaç türü açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1,17) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 1 (%1) ve 2 (%2)'de (0,79) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1,05) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (0,8) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (1,01) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,7) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1,04) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,7) bulunmuştur.

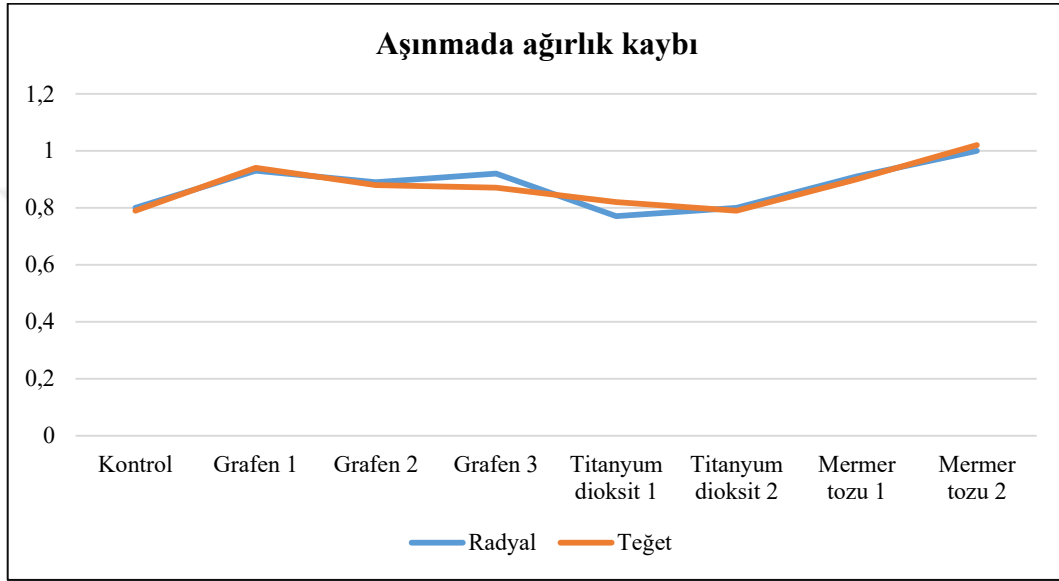
Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 1 (%1)'de (0,74) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1,02) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,75) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (0,98) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 1 (%1)'de (0,81) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) (1,03) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (0,76) bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık grafen 3 hariç diğerlerinde vardır. Radyal kesitte ladin ağaç türünde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Radyal kesitte ladin ağaç türünde istatistiksel olarak bir farklılık yoktur.

- Kesit şekli açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 24'te verilmiştir.



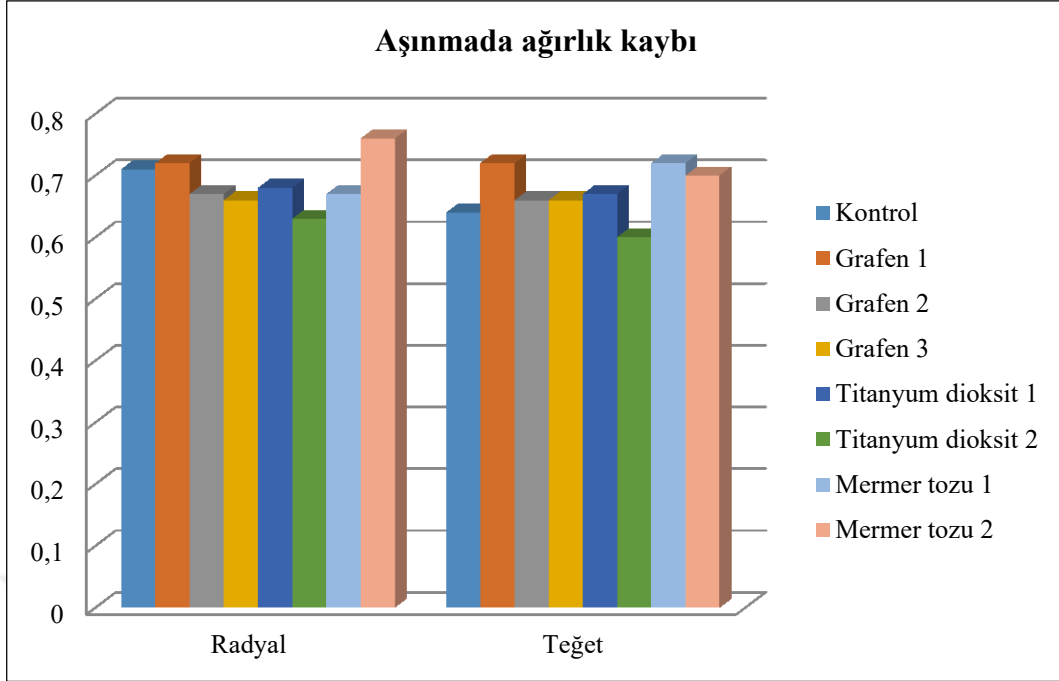
Şekil 24. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,8) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (1,02) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol ve titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,89) bulunmuştur. Katkı maddeleri kesit şekline göre kontrol grubunda anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.3.2. Poliüretan Verniklerin Aşınmada Ağırlık Kaybı

- Katkı maddeleri açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 25'te verilmiştir.



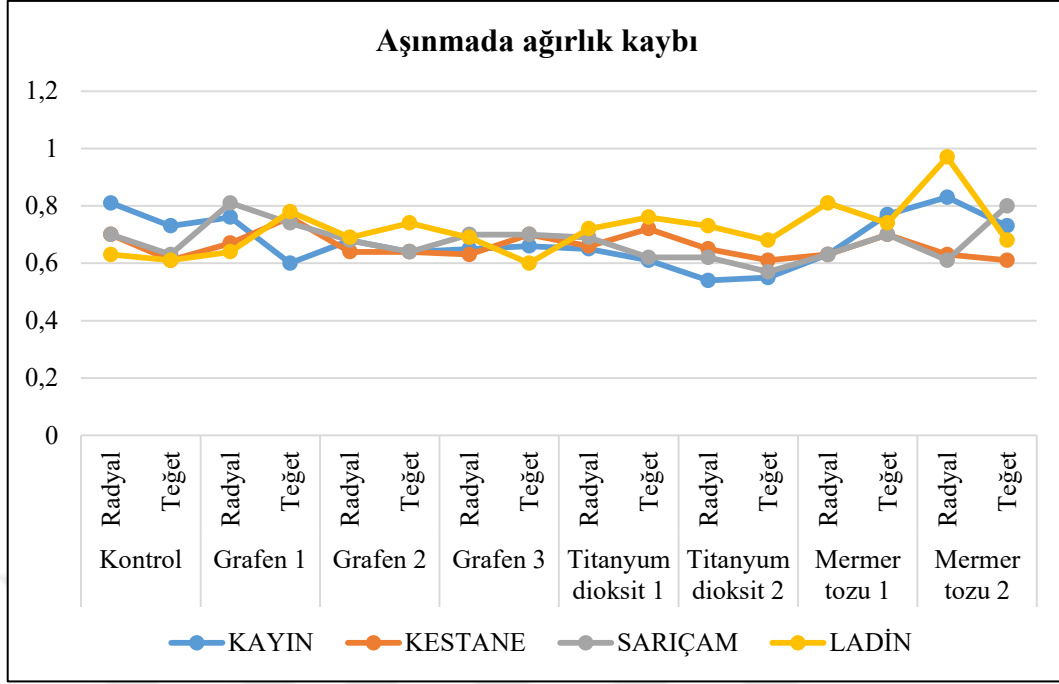
Şekil 25. Katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (0,76) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) ve mermer tozu 1 (%2,5) (0,72) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,6) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte bir farklılık bulunmamıştır.

Kullanılan katkı maddelerinin grafenin ve titanyum dioksitin çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde grafen ve mermer tozu karışımın oranında miktarı arttıkça aşınmada ağırlık kaybının arttığı, fakat titanyum dioksit karışım oranında miktarı arttıkça aşınmada ağırlık kaybının düştüğü görülmektedir.

- Ağaç türü açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (0,83) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,54) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (0,77) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,53) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (0,7) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1) ve mermer tozu 1 (%2,5) ve 2 (%5)'de (0,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) (0,76) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda, titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 2 (%5)'de (0,61) bulunmuştur.

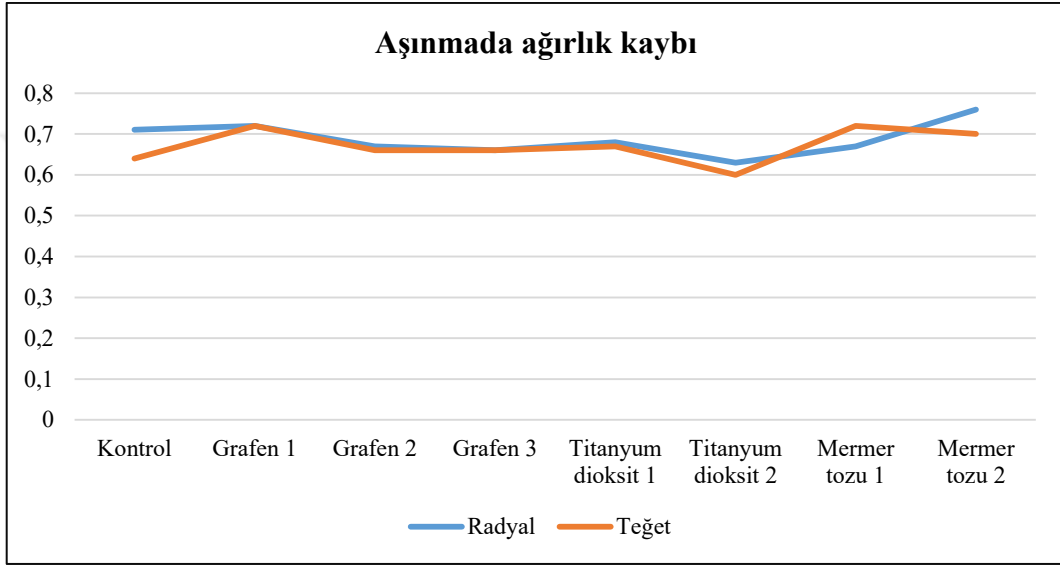
Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) (0,81) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (0,61) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (0,8) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,57) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (0,97) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (0,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) (0,78) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1) 'te (0,6) bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık kontrol grubunda, titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5)'de bulunmuştur. Radyal kesitte kestane ve ladin ağaç türünde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır.

- Kesit şekli açısından aşınmada ağırlık kayıpları

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait aşınmada ağırlık kayıpları Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin aşınmada ağırlık kayıpları

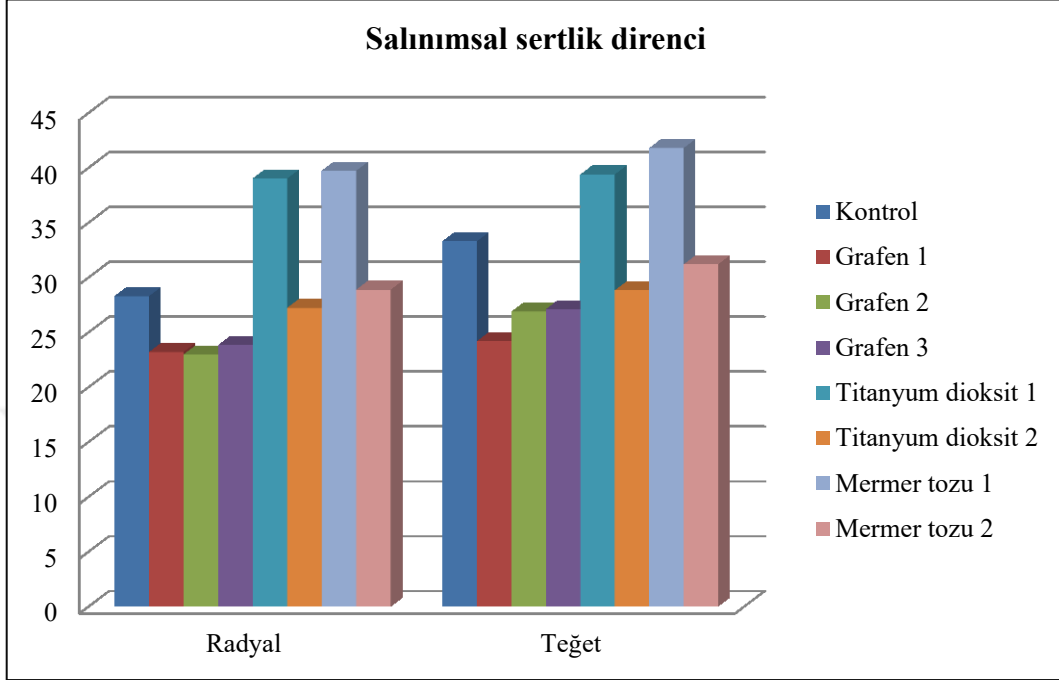
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, aşınmada ağırlık kayıpları radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5)'de (0,76) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) ve mermer tozu 1 (%2,5) (0,72) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (0,6) bulunmuştur. Fakat istatistiksel olarak radyal kesitte bir farklılık bulunmamıştır. Katkı maddeleri kesit şekline göre mermer tozu 1 (%2,5)'de anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

4.4. Salınımsal Sertlik Direnci

4.4.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci

- Katkı maddeleri açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 28. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (39,74) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)’de (22,99) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (41,81) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)’de (23,21) bulunmuştur.

Kullanılan katkı maddelerinin titanyum dioksitin ve mermer tozu çeşitli oranlarda su bazlı vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarında arttıkça sertliği arttığı, fakat grafenin karışım oranında miktarı arttıkça sertliği düştüğü görülmektedir.

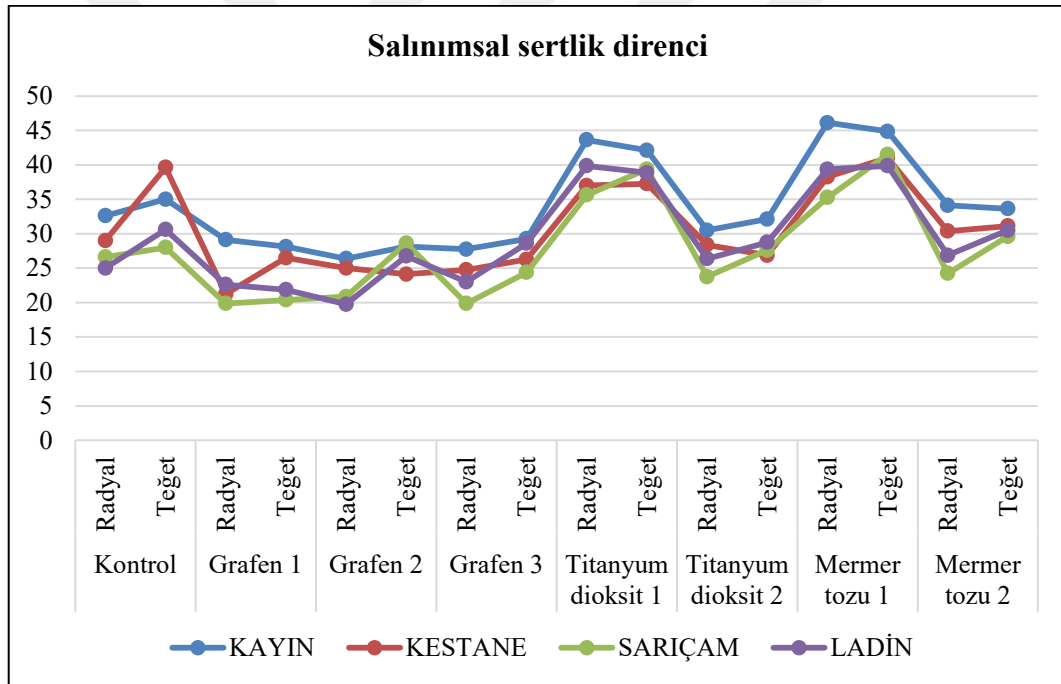
Sertlik ağaç malzemenin kalitesini, dayanımını ve yüzey işlem maddelerinin performansını belirlemek için oldukça önemlidir. Boya ve vernik katmanları için sertlik, fiziksel ve mekanik etkilere karşı dayanıklılığın önemli bir göstergesidir (Kaygın, 1997).

Yapılan çalışmalar arasında katı madde miktarı su bazlı vernikte oldukça düşük olduğundan dolayı yüzeyde oldukça ince bir film oluşturur. Molekül büyüklüğü küçük olduğundan sertliği azaltıcı etkiye sahiptir (Sönmez ve ark., 2004; Budakçı ve Sönmez, 2010; Ulay ve Budakçı, 2015). Ahşap malzemenin üzerine uygulanan vernik katmanının

sertliği özellikle dış ortamda kullanım için oldukça önemli bir faktördür (Budakçı, 1997). Malzemenin üzerindeki sertlik azaldığı zaman dış ortamdan gelen mekanik darbelere olan dayanımı azalmaktadır (Özen ve Sönmez, 1999). Nano katkı verniklerde sertlik direnci hem vernik çeşidine hem de katkı maddesinin cinsine ve oranına göre farklılık gösterir. ZnO ve TiO₂ gibi nanomalzemeli vernikler sertlik direncini artırır (Cristea ve ark., 2011, Sow ve ark., 2011, Nicolice ve ark., 2015). TiO₂ malzemenin ömrünü ve UV emilimini artırırken su emilimini azaltarak işlevselliğini iyileştirir (Cristea ve ark., 2011; De Filpo ve ark., 2013). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

• Ağaç türü açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 29. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (46,12) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (26,37) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (44,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25) ve 2 (%0,50)'te (28,12) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (38,25) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,25) bulunmuştur. Teğet kesitte

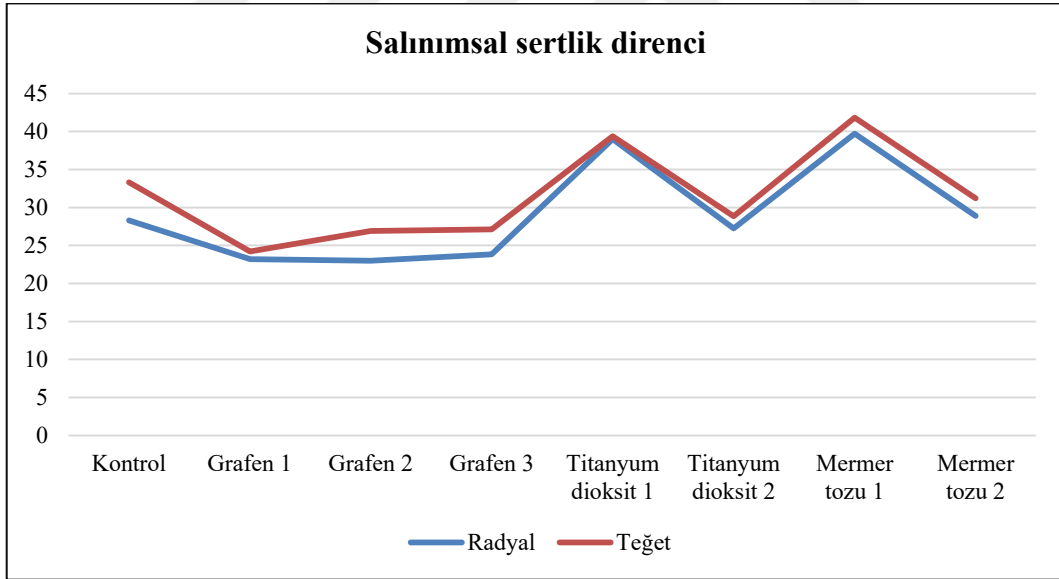
en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (41) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (24,12) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (35,62) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25) ve 3 (%1)'te (19,87) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (41,5) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (20,35) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (39,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (19,75) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (39,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,87) bulunmuştur. Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık hepsinde bulunmuştur.

- Kesit şekli açısından aşınmada salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait salınımsal sertlik direnci Şekil 30'da verilmiştir.



Şekil 30. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (39,74) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (22,99) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (41,81) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (23,21) bulunmuştur. Katkı maddeleri kesit

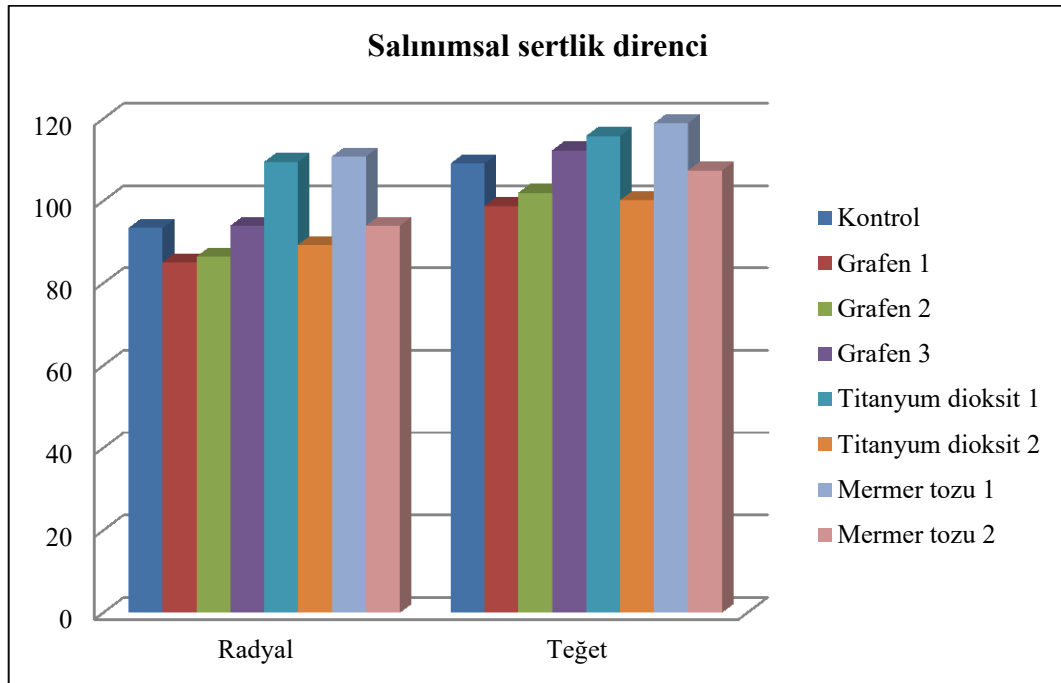
şekline göre grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2), mermer tozu 1 (%2,5) ve mermer tozu 2 (%5)'de anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Su bazlı verniklerin molekül büyüklüklerinin solvent bazlı sistemlere göre daha küçük olduğu, bu nedenle ağaç malzemenin boşluklarına daha fazla nüfuz ettiği, dolayısı ile ince katmanlar verdiğini ifade edilmektedir (Saygın ve Budakçı, 2017). Ayrıca yoğunluğu daha düşük olan malzemelerde katman kalınlığının ince oluşunun su bazlı verniklerde sertliği azaltıcı etki yaptığı belirtilmektedir (Sönmez vd., 2004). Sertlik değeri kullanım alanına göre farklılık gösterir. Mekanik etkilere karşı dayanıklılığın artması için sertlik direncinin de artması istenir. Fakat esneklik özelliğinin azalmasına sebep olur. Esneklik azaldığı zaman malzemenin yüzey gerilimini artıracığından malzeme yüzeyinde dökülmeler meydana gelir. Yoğunluğu düşük ağaç malzemelerde katman kalınlığı ince olacağından sertlik değeri azalır (Sönmez ve ark., 2004).

4.4.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci

- Katkı maddeleri açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 31'de verilmiştir.



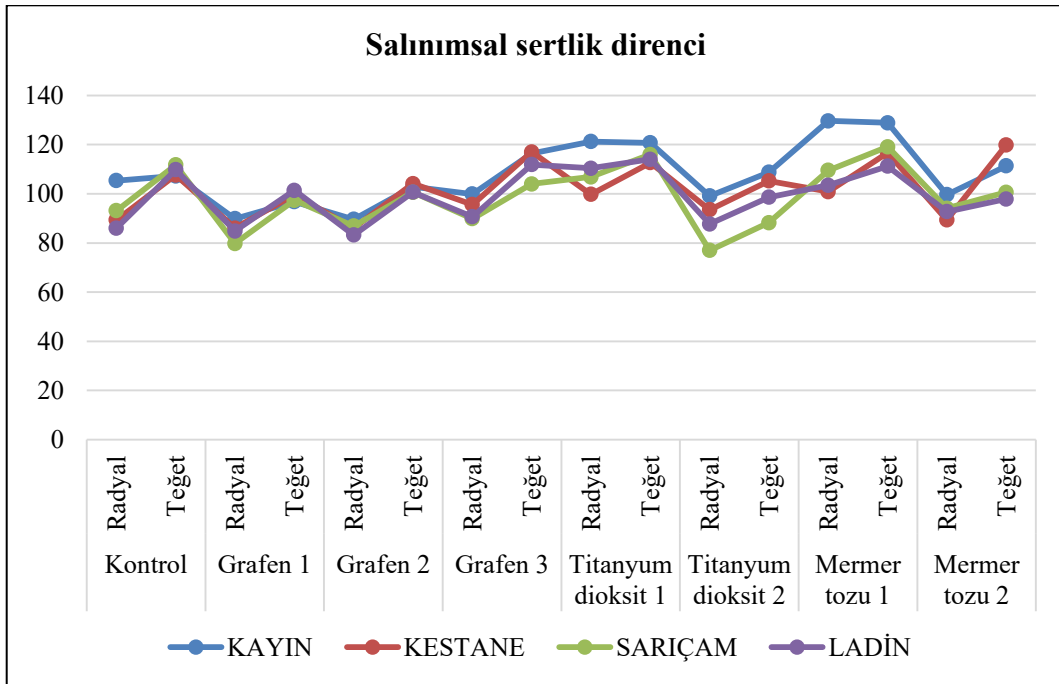
Şekil 31. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (110,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (85,12) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5)'de (118,96), en düşük grafen 1 (%0,25)'de (98,77) bulunmuştur.

Kullanılan katkı maddelerinin titanyum dioksitin ve mermer tozu çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarında arttıkça sertliği arttığı, fakat grafenin karışım oranında miktarı arttıkça sertliği düştüğü görülmektedir. Vernik katman sertliğine bazı çalışmalarda ağaç türünün etkili bazı çalışmalarda ise etkili olmadığı söylenmiştir. Fakat verniğin etkili olduğu açıkça belirtilmiş, su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerde ağaç türünün katman sertliğinde etkili olduğu da belirtilmiştir (Sönmez, 1989; Çakıcıer, 2007). Bir diğer çalışmada doğal yaşlı ve taze sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sapsız meşe (*Quercus petrea* L.) ve kestane (*Castanea sativa* M) ağaç türlerine akrilik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış ve en yüksek sertlik teğet kesitte meşede, en yüksek sertlik değeri poliüretan vernikte, en düşük su bazlı vernikte bulunmuştur (Kılıç ve Söğütü, 2022). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

• Ağaç türü açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 32'de verilmiştir.



Şekil 32. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci kayın ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (129,62) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (89,62) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1(%2,5) (128,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1(%0,25)'de (96,75) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (100,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1(%0,25) ve 2(%0,50)'de (86) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2(%2,5) (119,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1(%0,25)'de (99,62) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü için radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (109,5) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (77) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (119,12) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (88,25) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü için radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (110,37) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (83,25) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 1 (%1) (114) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (97,87) bulunmuştur.

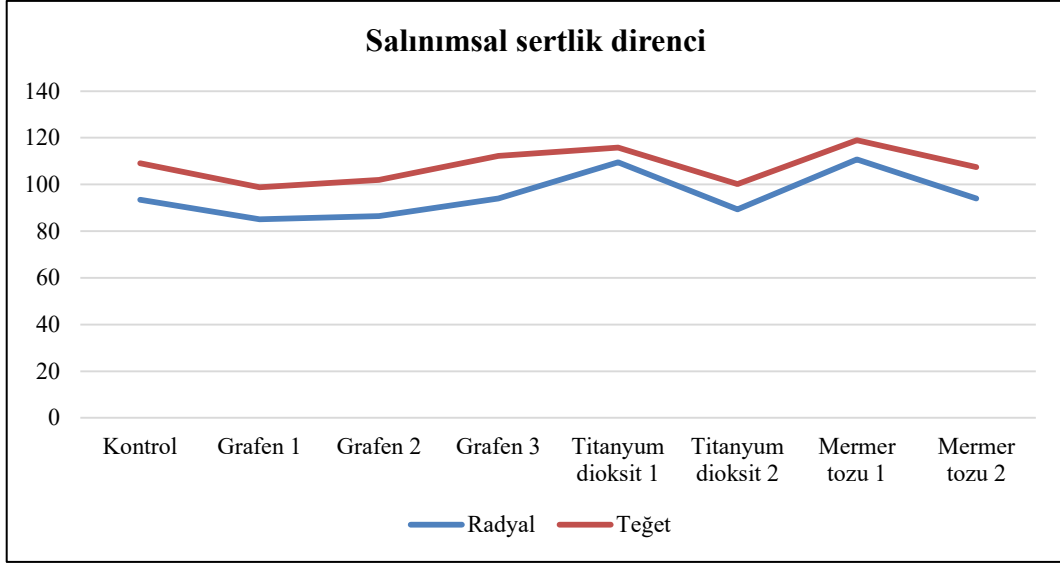
Katkı maddeleri ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık mermer tozu 1, titanyum dioksit1 ve titanyum dioksit 2'de bulunmuştur. Ağaç türleri içinde en yüksek sertliği kayın ağacı vermiştir.

Yapılan çalışmalar arasında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus Petraea* L.), örneklerin üzerine su bazlı ve akrilik vernikler elle fırça, rulo ve püskürtme tabancası ile uygulanmış sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti incelenmiştir. Sertlik değeri en yüksek değer kayın ağacında akrilik elde edilmiştir (Yakın, 2001). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

Yüzey sertliğinde ağaç türünün etkisinin olmadığı vernik türünün etkili olduğu belirtilmiştir (Sönmez, 1989; Budakçı, 1997; Sönmez, 2000). Tez çalışması bu çalışma ile uyumlu değildir. Çünkü her ağaç türünde farklı sertlik değerleri elde edilmiştir.

- Kesit şekli açısından aşınmada salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait salınımsal sertlik direnci Şekil 33'te verilmiştir.



Şekil 33. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 1(%2,5) (110,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (85,12) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1(%2,5) (118,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1(%0,25)'de (98,77) bulunmuştur. Katkı maddeleri kesit şekline göre kontrol grubunda, mermer tozu 1 (%2,5) ve mermer tozu 2 (%5)'de anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

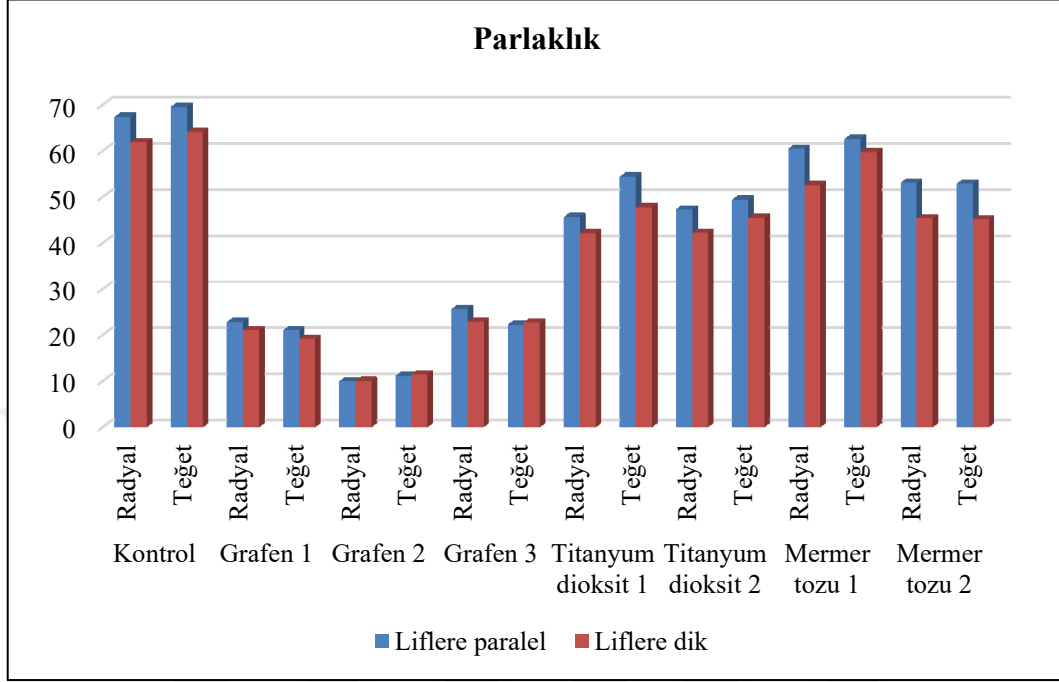
Yapılan bir çalışmada bambu (*Bambusa*) ağaç malzeme yüzeyine vernik çeşitleri uygulanmış poliüretan vernik dışındaki diğer vernik türlerinde sertliklerinde düşüş gözlenmiştir (Aykaç ve Sofuoğlu, 2021). Vernik çeşidi bakımından sertlik değerini incelenen başka bir çalışmada sertlik değeri en yüksek poliüretan vernik, en düşük su bazlı vernikte elde etmiştir (Soylamış, 2007). Çalışmada sertlik değeri en yüksek poliüretan vernikte elde edilmiştir. Ahşap malzemenin teğetsel kısmındaki vernik tabakasının yüzey sertliğinin radyal kesite göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kılıç ve Söğütü, 2022). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

4.5. Parlaklık

4.5.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık

- Katkı maddeleri açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait liflere paralel ve dik parlaklık Şekil 34'te verilmiştir.



Şekil 34. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel yönde radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (67,39) örneklerde elde edilirken , en düşük ise grafen 2 (%0,50)'de (9,97) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (69,55) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (11,1) bulunmuştur. Liflere dik yönde radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (61,92) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (10,05) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (64,13) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (11,43) bulunmuştur. Kullanılan katkı maddelerinin grafenin, titanyum dioksitin ve mermer tozu karışımının oranında miktarı arttıkça parlaklığın azaldığı görülmüştür.

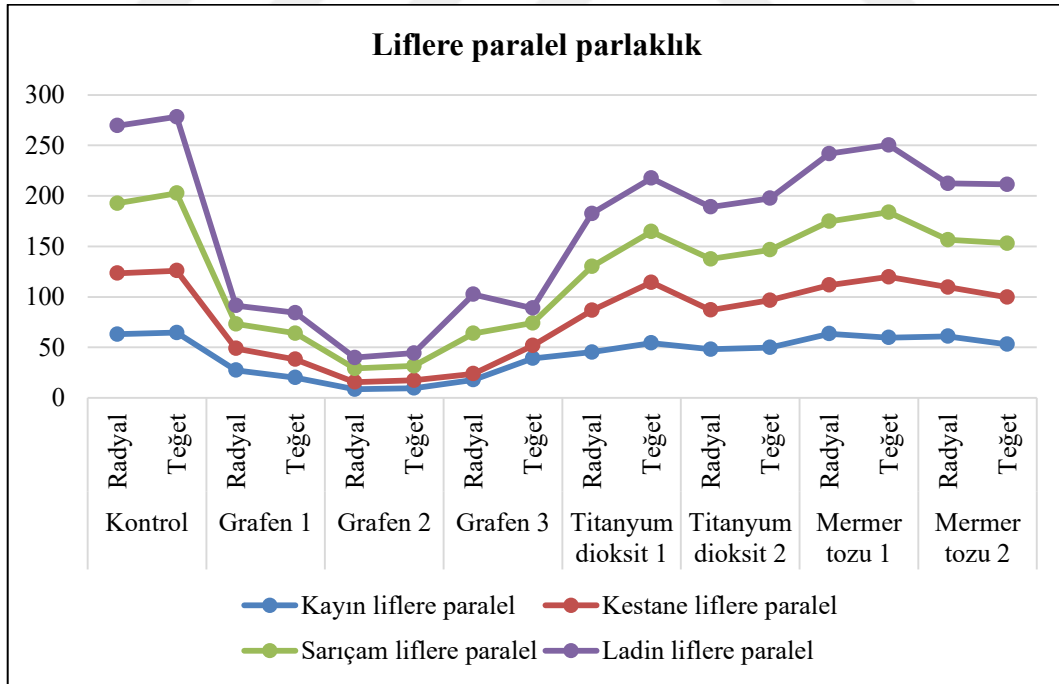
Parlaklık ölçümü estetiklik öneminin yanı sıra endüstriyel ve ticari uygulamalarda önemli rol oynar. Parlaklıkta liflere dik ve liflere paralel yönde bir farklılık her zaman vardır. Bunun sebebi malzemenin anatomisinden kaynaklıdır. Malzemedeki parlaklıkta yüzey düzgünlüğünün önemli bir rolü vardır. Malzemenin yüzeyi ne kadar düzgün olursa, vernik daha iyi gözenek açıklıklarına dolarak, daha derine nüfuz edecektir. Vernik türünün etkili olduğu söylenebilir (Sönmez, 1989). Verniğin parlaklığını belirleyen etmenler

arasında ağaç türü, yüzey düzgünlüğü ve yüzeyin ışık yansıtma kabiliyetine bağlıdır (Şanivar, 1978).

Yapılan çalışmalar arasında bambu (*Bambusa*) ağaç malzemenin üzerine selülozik vernik, sentetik vernik, poliüretan vernik ve su bazlı vernik uygulanarak sertlik, parlaklık, renk değişimi ve katman kalınlığı ölçümleri yapılmıştır. Parlaklık değerleri her bir vernik türü için kontrol grubuna kıyasla üç kata kadar artmıştır (Aykaç ve Sofuoğlu, 2021). Su bazlı verniklerin solvent bazlı verniklere göre, parlaklıkları düşüktür (Yakın, 2001). Verniksiz ahşap ile su bazlı vernikli ahşap karşılaştırıldığında ise su bazlı vernik uygulanmış örneklerde yüzey parlaklık değerinde önemli bir artış olmuştur (Pelit ve Korkmaz, 2019). Titanyum dioksit kendisine tutunan kirletici maddeleri absorbe etme ve fotokatalitik özelliği nedeniyle parlak ve temiz yüzeyler için elverişli bir nanomalzemedir. Tez çalışması literatür ile uyumludur.

• Ağaç türü açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait liflere paralel parlaklık Şekil 35'te verilmiştir.



Şekil 35. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (63,04) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2

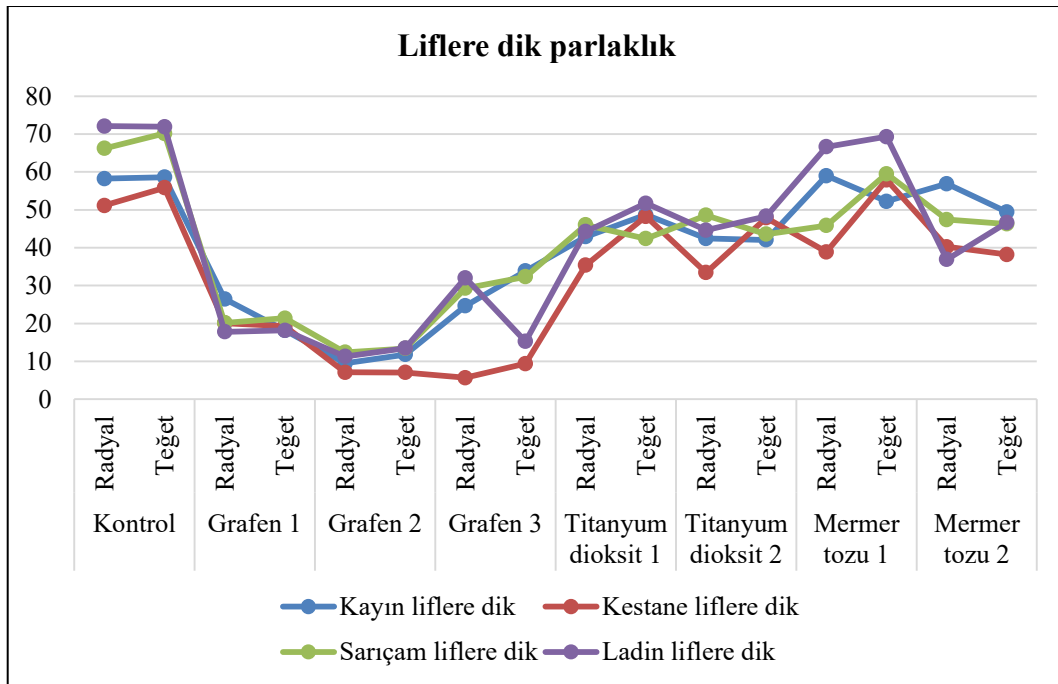
(%0,50)'de (8,6) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (64,6) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (9,66) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (60,42) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 3 (%1)'te (6,06) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (61,44) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (7,74) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (69,28) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (13,36) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (76,56) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 2 (%0,50)'de (14,36) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (78,82) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (10,78) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (75,6) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (12,64) bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar arasında kızılçam (*Pinus brutia* ten) ve karakavak (*Populus nigra* L.) ağaç türlerinin üzerine traverten ve mermer tozu sentetik vernik ve selülozik verniklerle karıştırılmıştır. Parlaklık değerleri azalmıştır (Sofuoğlu ve ark., 2013). Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait liflere dik parlaklık Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere dik parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte mermer tozu 1 (%2,5) (58,98) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (9,46) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (58,6) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (11,8) bulunmuştur.

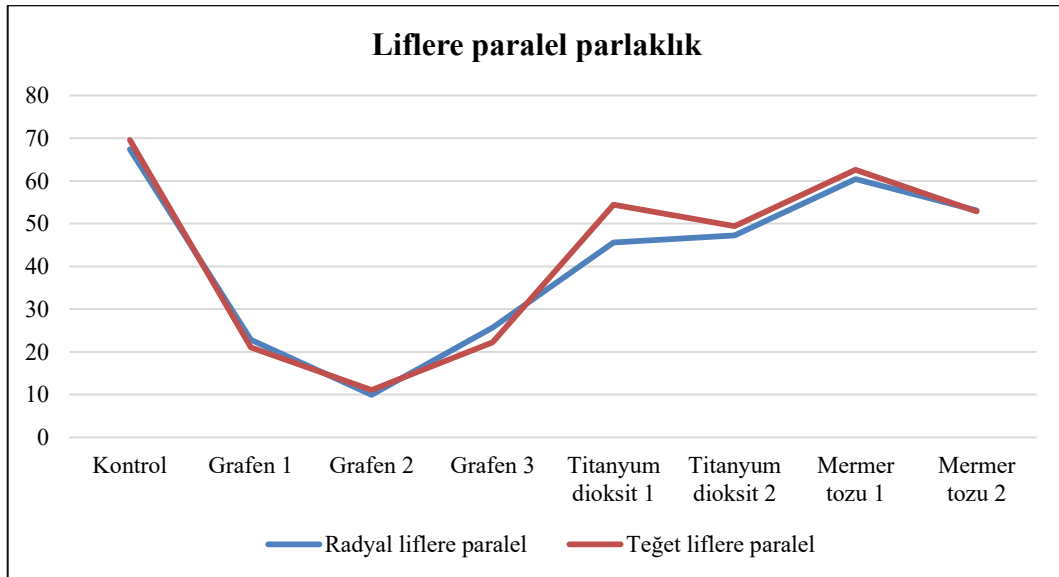
Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (51,14) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (5,66) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (57,9) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (7,04) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (66,2) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (12,36) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (70,16) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (13,4) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (72,1) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (11,3) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (71,94) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (13,48) bulunmuştur.

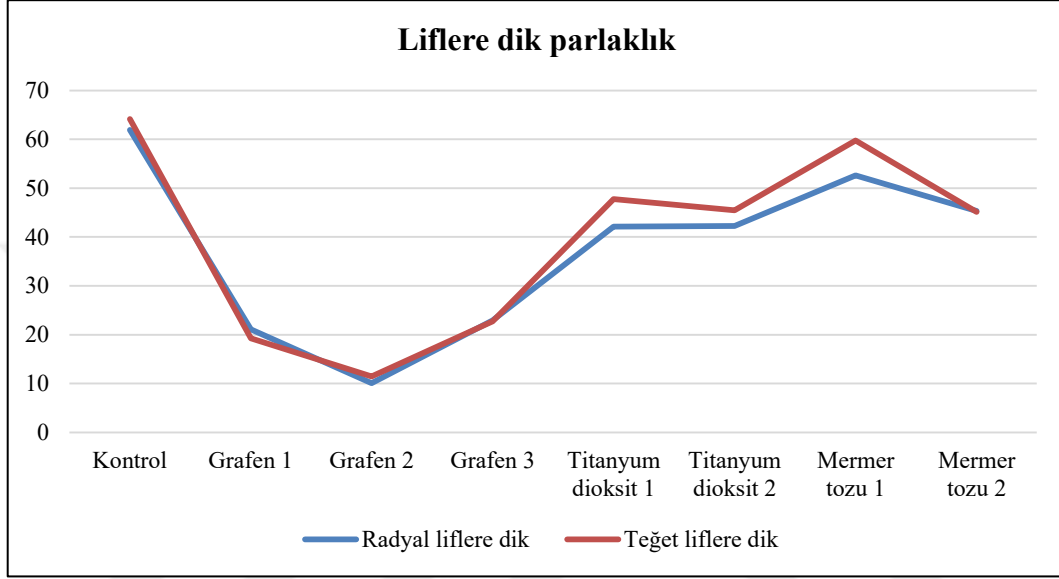
- Kesit şekli açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait liflere paralel parlaklık Şekil 37'de verilmiştir.



Şekil 37. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık değerleri radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (67,39) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (9,97) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (69,55) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%1)'de (11,1) bulunmuştur. Su bazlı vernikler için kesit şekline ait liflere dik parlaklık Şekil 38'de verilmiştir.



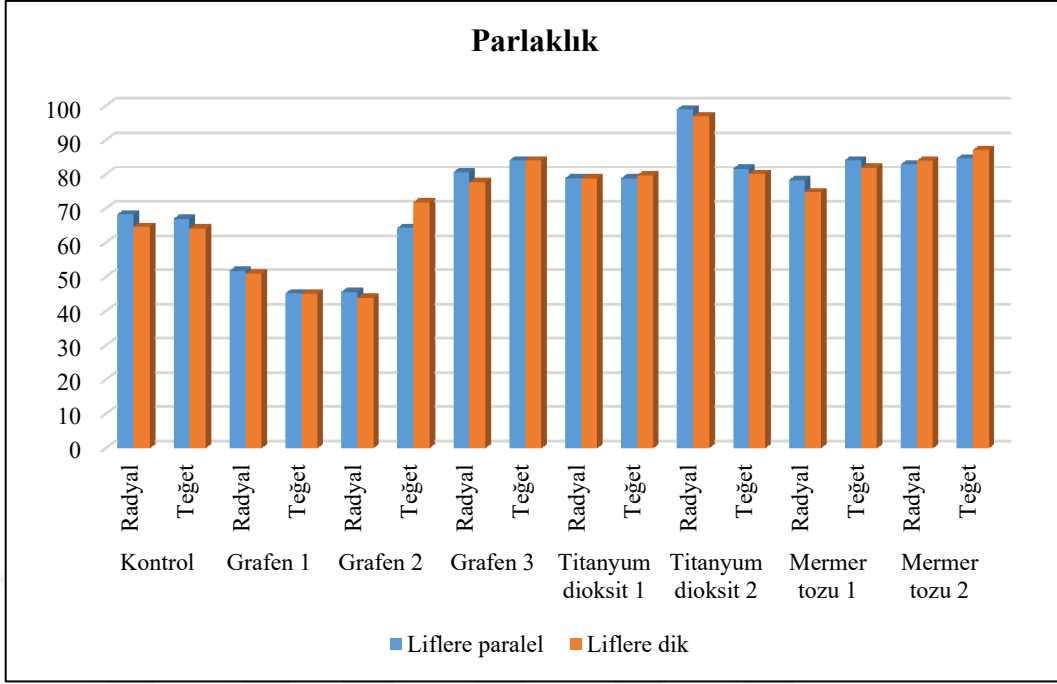
Şekil 38. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere dik parlaklık değerleri radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (61,92) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (10,05) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (64,13) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (11,43) bulunmuştur.

4.5.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık

- Katkı maddeleri açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait liflere paralel ve dik parlaklık Şekil 39'da verilmiştir.



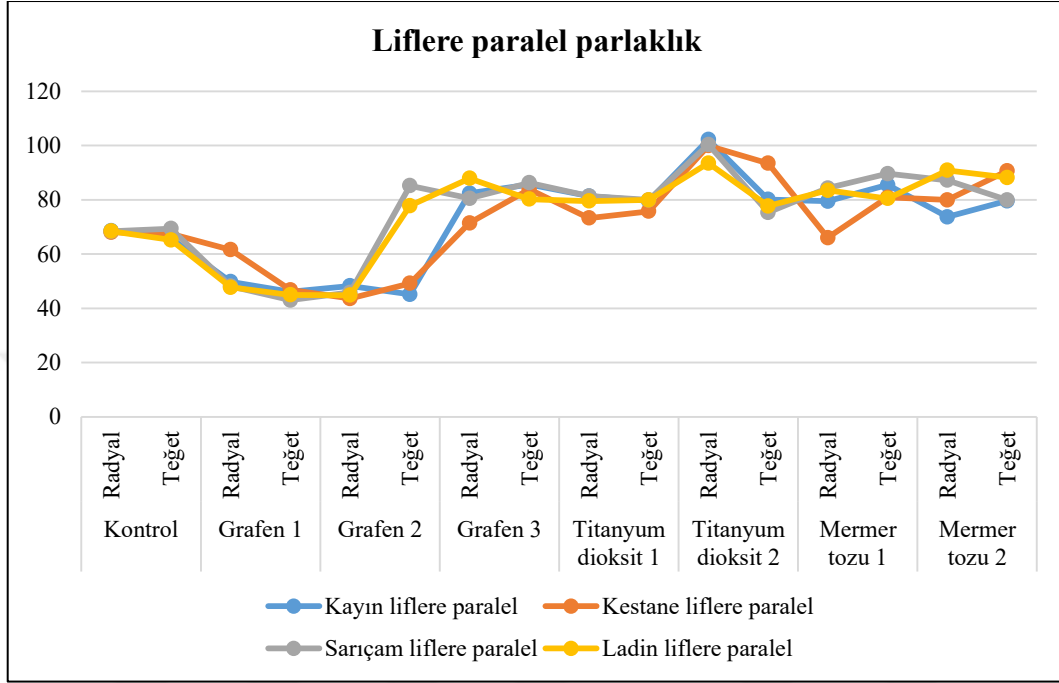
Şekil 39. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel yönde radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (98,98) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (45,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%2) (84,59) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (45,23) bulunmuştur. Liflere dik yönde radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (96,93) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (43,93) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (87,08) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (45,12) bulunmuştur. Kullanılan katkı maddelerinden titanyum dioksitin ve mermer tozunun karışımın oranında miktarı arttıkça parlaklığın arttığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalar arasında en parlak yüzeyler poliüretan vernikte elde edilmiştir (Sönmez, 1989; Sönmez, 2000). Kullanım şartlarına göre yüzeylerin parlak olması istendiği zaman polyester vernik, poliüretan vernik tercih edilmesi gerekir (Sönmez, 1989). Vernik uygulamasında katman kalınlığı arttıkça parlaklıkta paralel olarak artmaktadır. Bunun sebebini ele alan bir çalışmada kalın vernik katmanlarının ahşap malzemenin gözeneklerini tam olarak doldurması ve optik özelliklerinin değişiminden kaynaklanabileceği vurgulanmıştır (Budakçı, 1997). Vernik çeşidi bakımından parlaklık değeri en yüksek poliüretan vernikte en düşük su bazlı vernikte elde edilmiştir (Soylamiş, 2007). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

• Ağaç türü açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait liflere paralel parlaklık Şekil 40'ta verilmiştir.



Şekil 40. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

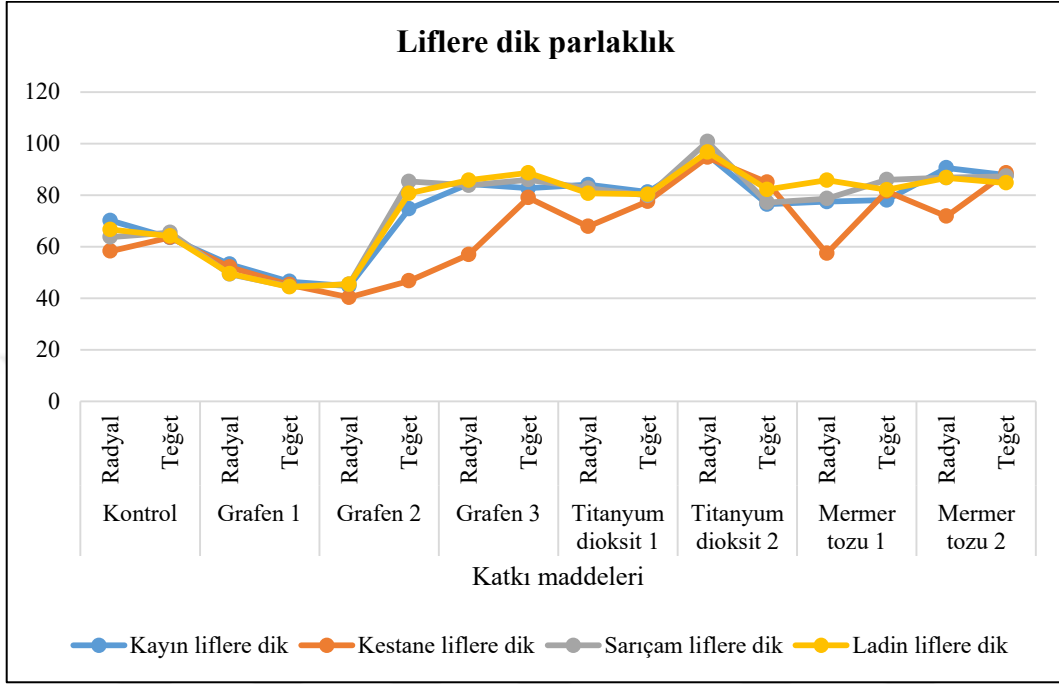
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (102,16) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (48,28) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 3 (%1) (85,66) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (45,14) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (99,92) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (43,58) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (93,42) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (46,8) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (100,34) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (45,86) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (89,6) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 1 (%0,25)'de (43,02) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (93,52) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (44,82) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek

mermer tozu 2 (%5) (88,22) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (44,96) bulunmuştur. Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait liflere dik parlaklık Şekil 41'de verilmiştir.



Şekil 41. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere dik parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (95,66) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (44,64) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (87,74) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (44,96) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (94,64) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'te (40,32) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (88,56) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (45,2) bulunmuştur.

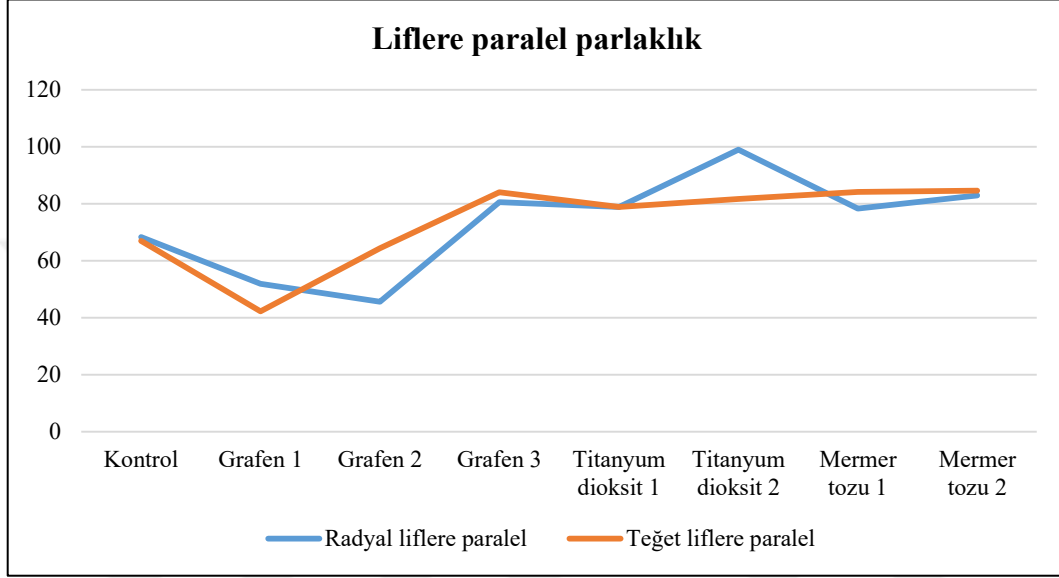
Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (100,34) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (45,38) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 1 (%2,5) (87,32) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (44,52) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (96,7) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 2 (%0,50)'de (45,4) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek

grafen 3 (%1) (88,62) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1(%0,25)'de (44,32) bulunmuştur.

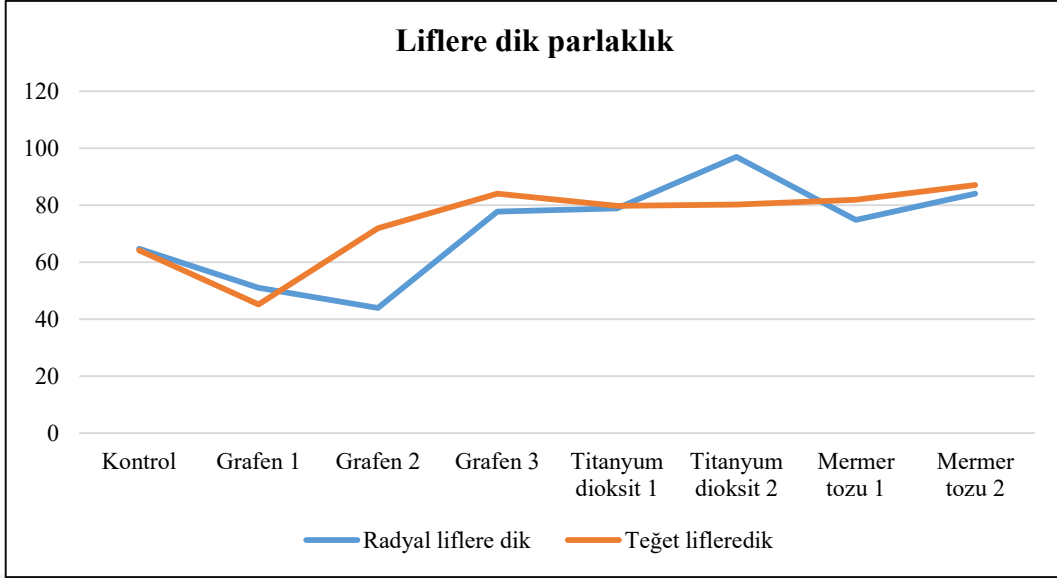
- Kesit şekli açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait liflere paralel parlaklık Şekil 42'de verilmiştir.



Şekil 42. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (98,98) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,25)'de (45,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (84,59) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (42,23) bulunmuştur. Poliüretan vernikler için kesit şekline ait liflere dik parlaklık Şekil 43'de verilmiştir.



Şekil 43. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık

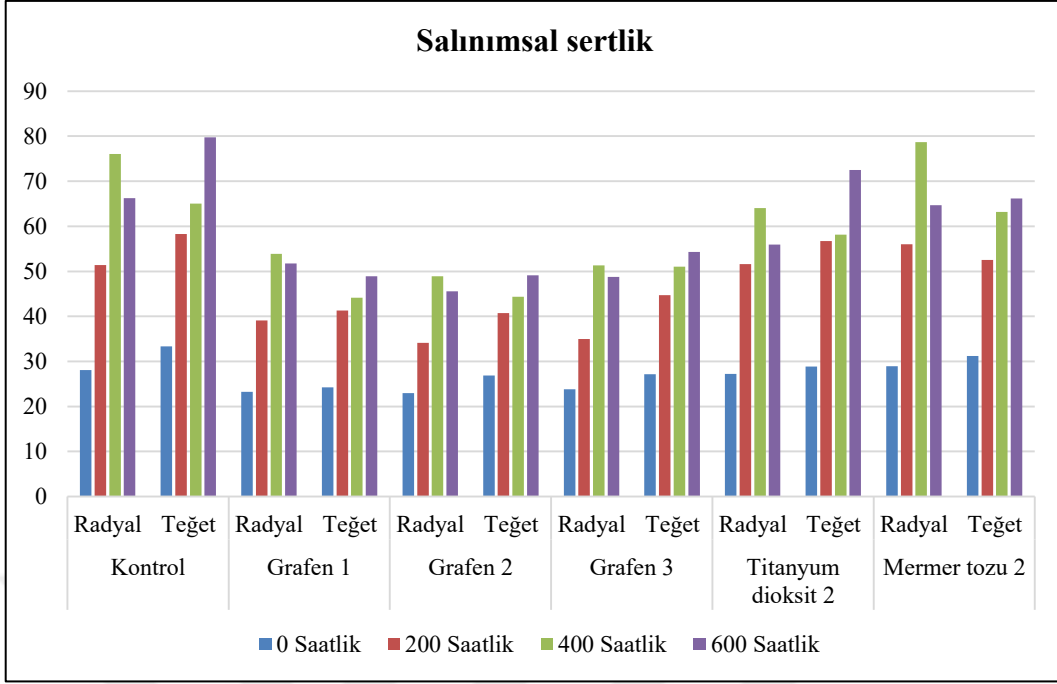
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık radyal kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (96,93) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (43,93) bulunmuştur. Teget kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (87,08) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (45,12) bulunmuştur.

4.6. Salınımsal Sertlik Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

4.6.1. Su Bazlı Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci

- Katkı maddeleri açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 44'te verilmiştir.



Şekil 44. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik

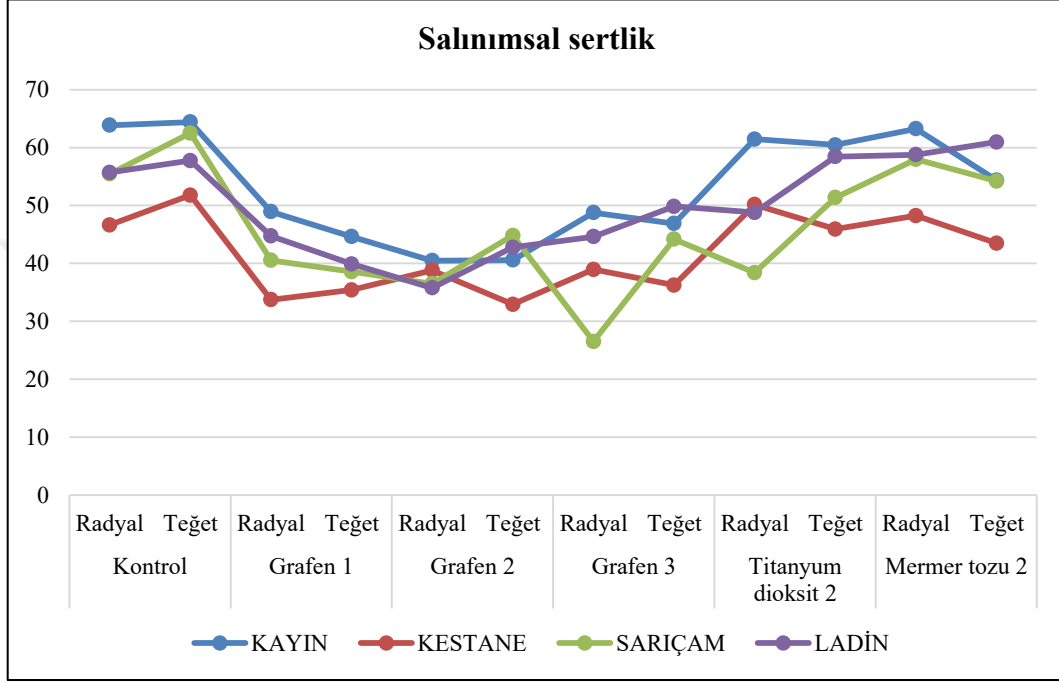
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet ve radyal kesitler için titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 2 (% 50)'nin sertlik direnci grafenin her oranından daha yüksektir. Kullanılan katkı maddelerinin titanyum dioksitin ve mermer tozu çeşitli oranlarda su bazlı vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarında arttıkça sertliği arttığı, fakat grafenin karışım oranında miktarı arttıkça sertliği düştüğü görülmektedir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ağaç türlerine ThermoWood yöntemine göre 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1-2 saat ısıtma işlemi uygulanan su bazlı vernikler (bir ve iki bileşenli) uygulandıktan sonra QUV hızlandırılmış yaşlandırma test cihazında UV-A 340 nm floresan lambalar kullanılarak 144, 288 ve 432 saat boyunca UV ışığına maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma sonrasında sertlik değerlerinin arttığı bulunmuştur (Ayata ve Çakıcıer, 2021). Sarıçam, iroko ve anadolu kestanesi ağaç türlerine farklı vernikler uygulanarak Ksenon-ark ile yapılan hızlı yaşlandırma testi yapılmış yapışma direncinde bir artış ve vernik tabakasının sertlik değerleri farklı katman kalınlıklarında gözlemlenmiştir (Çakıcıer, 2007). Kırım ardıç (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) ağaç türüne UV'ye dayanıklı poliüretan alkid reçineli yüksek parlaklıkta vernik (PAV) ve su bazlı akrilik reçineli parlak

verniki (WBAV) uygulanmış su bazlı verniğin sertliği poliüretandan yüksek bulunmuştur (Öncel ve ark., 2019).

• Ağaç türü açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 45'te verilmiştir.



Şekil 45. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (63,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (40,49) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (64,4) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (40,59) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (50,15) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (33,74) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (51,77) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (32,93) bulunmuştur.

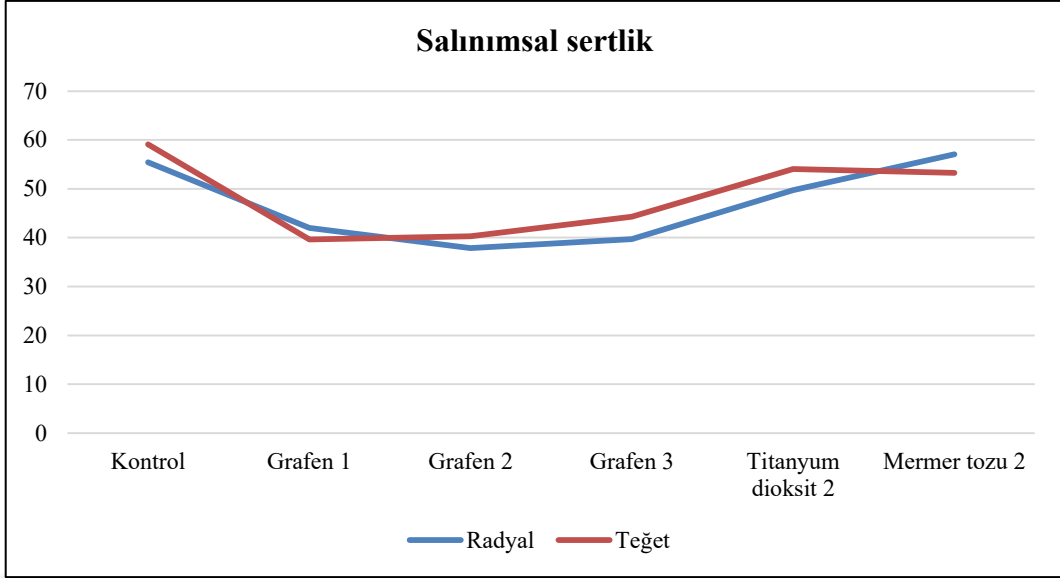
Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte mermer tozu 2 (%5) (57,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (26,52) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (62,5) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (38,56) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte mermer tozu 2 (%5) (58,77) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50) 'de (35,78) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (60,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (39,9) bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar arasında vernik katman sertliğinin ağaç türü ile ilişkili olduğu söylenmiştir (Özen ve Sönmez, 1999). Poliüretan vernik diğer vernik türlerine göre daha sert katman oluşturur (Çakıcıer ve ark., 2011; Yalınkılıç ve ark., 1999). Ağaç türü faktörünün katman sertlik değeri üzerine etkili olmadığı ancak vernik çeşidinin etkili olduğunu bildirilmiştir (Sönmez, 1989, Uysal ve ark., 1999). Vernik katmanının sertliğinde bir artışta, ağaç türünün etkisinin gözlemlendiği bildirilmiştir (Özen ve Sönmez, 1999). Su bazlı tek ve çift bileşenli vernik katmanlarında salınımsal sertlik değeri üzerinde ağaç türünün etkili olduğu, ancak vernik katman kalınlığının etkili olmadığı belirtilmiştir (Çakıcıer, 2007). Sarıçam, kayın ve meşe türlerine aynı tür vernik, ısıtma işlemi ve UVA lambası ile gerçekleştirilen yaşlandırma, en yüksek sertlik değerlerinin meşe örneğinde elde edildiği belirtilmiştir (Ayata, 2014). Özellikle yoğunluğu düşük ağaç malzemenin lümen boşluklarına vernik daha fazla nüfuz ettiği ve ince bir katman oluşturduğu ifade edilmiştir (Sönmez ve Budakçı, 2004). Su çözücü verniklerin ince bir katman sağladığını, ağaç malzeme yüzeylerine iyi yayıldığını ve ağaç dokusunun daha belirgin hissedilmesine imkân tanıdığını belirtmiştir (Kesik, 2009).

- Kesit şekli açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait salınımsal sertlik direnci Şekil 46'da verilmiştir.

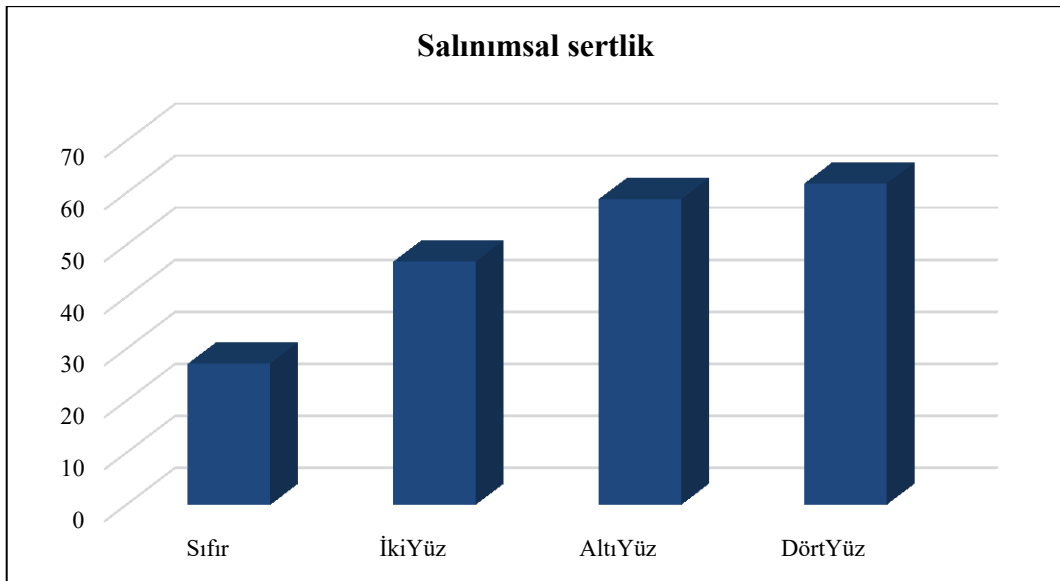


Şekil 46. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (57,05) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (37,89) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (59,1) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (39,63) bulunmuştur.

• Zaman açısından salınımsal sertlik direnci

Su bazlı vernikler için zamana ait salınımsal sertlik direnci Şekil 47'de verilmiştir.



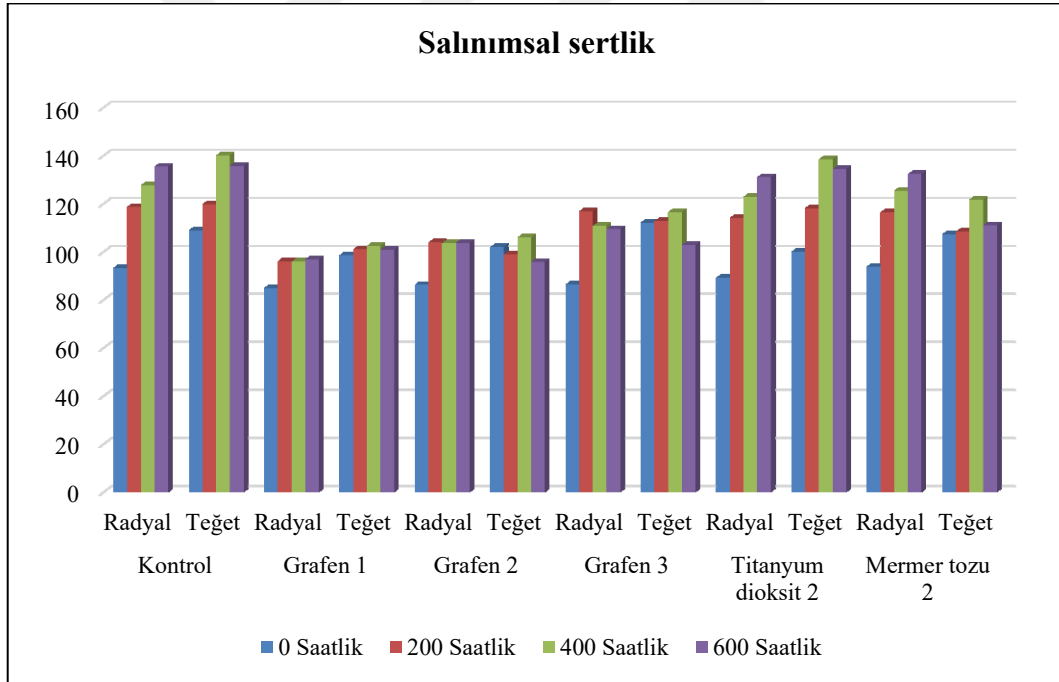
Şekil 47. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

UV yapay yaşlandırma testi sırasında zamanla sertlik değerleri artmıştır. Yaşlandırma işlemi sırasında artış gösteren sıcaklık etkisinin vernik molekülleri arasında kurulan çapraz bağları artırdığını, bunun da polimerik katmanlardaki sertliğin artmasına yol açtığı şeklinde ifade etmiştir (Çakıcıer, 2007). Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda nano maddeler içeren su bazlı verniklerin ultraviyole (UV) ışığa maruz kaldığında bozulmaya karşı dayanıklıdır (Cristea ve ark., 2010; Miklečić ve ark., 2017).

4.6.2. Poliüretan Verniklerin Salınımsal Sertlik Direnci

- Katkı maddeleri açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 48’de verilmiştir.



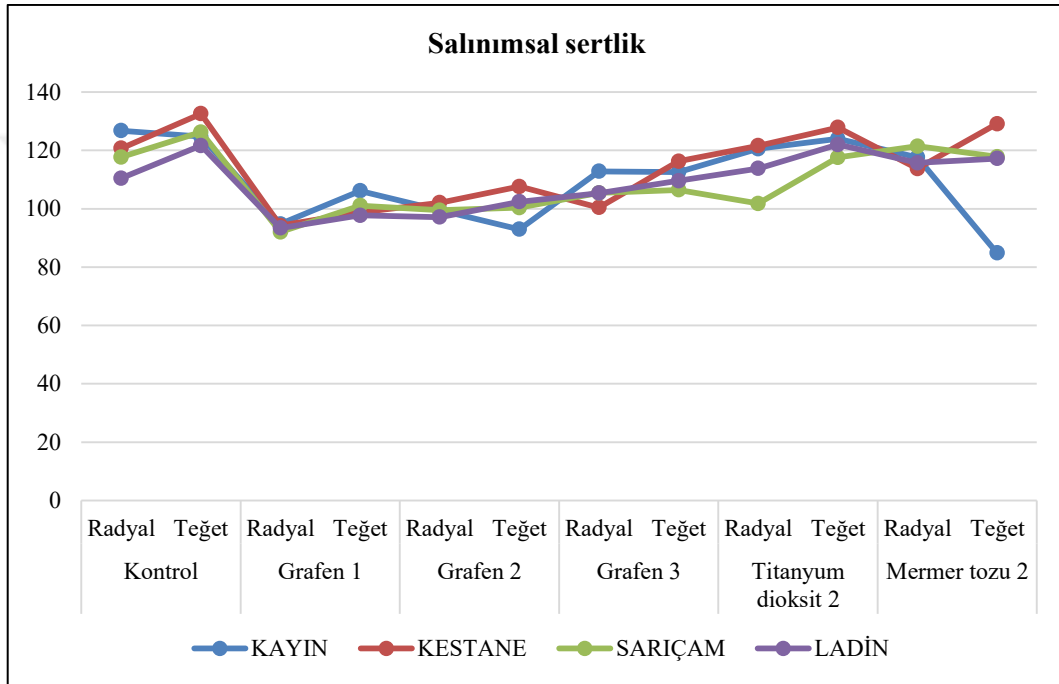
Şekil 48. Katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet ve radyal kesitler için titanyum dioksit 2 ve mermer tozu 2’nin sertlik direnci grafenin her oranından daha yüksektir. Kullanılan katkı maddelerinin titanyum dioksitin ve mermer tozu çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarında arttıkça sertliği arttığı, fakat grafenin

karışım oranında miktarı arttıkça sertliği düştüğü görülmektedir. Nano katkı verniklerin daha üstün katman oluşturma kapasitelerinden dolayı daha yüksek sertlik değeri verir (Kaygın ve Akgün, 2008). Poliüretan reçine esaslı su bazlı verniğe eklenen grafen oksitin katman sertliğini artırıcı özellik gösterdiği belirtilmiştir (Li ve ark., 2014).

• Ağaç türü açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait salınımsal sertlik direnci Şekil 49'da verilmiştir.



Şekil 49. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (126,74) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (94,78) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (124,75) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (84,84) bulunmuştur.

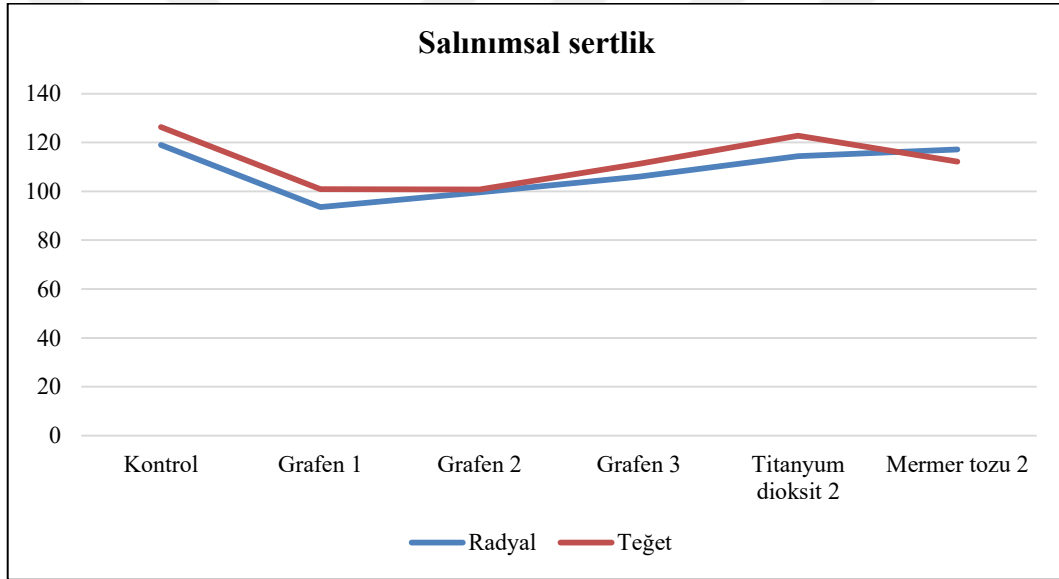
Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (121,62) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (94,21) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (132,55) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (98,78) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte mermer tozu 2 (121,43) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1'te (92,03) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (126,27) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (101,6) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) (113,81) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1'de (93,4) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (121,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (97,71) bulunmuştur.

- Kesit şekli açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait salınımsal sertlik direnci Şekil 50'de verilmiştir.

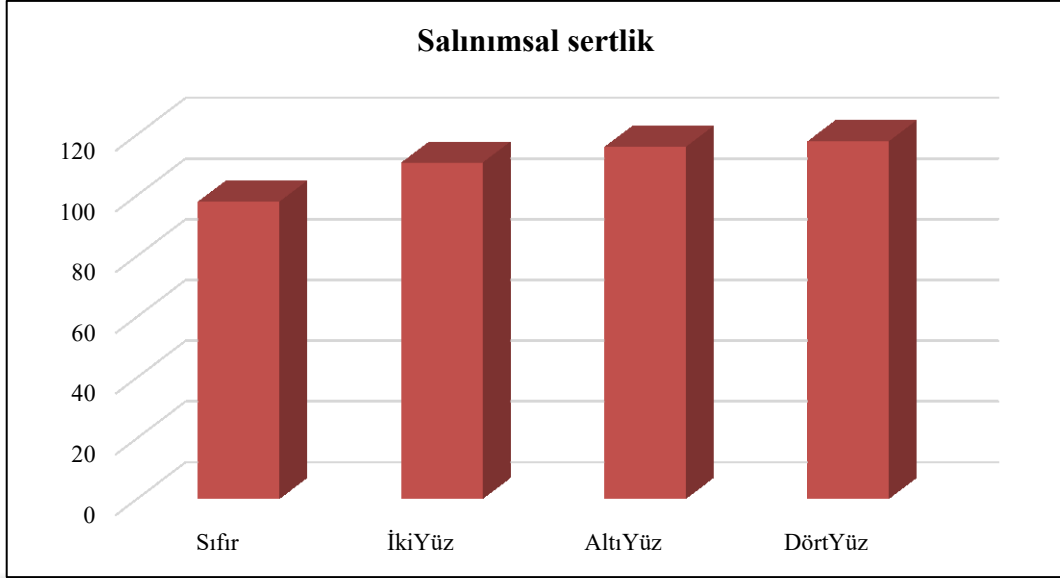


Şekil 50. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, salınımsal sertlik direnci radyal kesitte en yüksek mermer tozu 2 (115,71) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (93,4) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek titanyum dioksit 2 (%2) (121,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (97,71) bulunmuştur.

- Zaman açısından salınımsal sertlik direnci

Poliüretan vernikler için zamana ait salınımsal sertlik direnci Şekil 51'de verilmiştir.



Şekil 51. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin salınımsal sertlik direnci

UV yapay yaşlandırma testi sırasında 0 saat den 200 saate geçerken ve 200 saatten 400 saate geçerken sertlik artmış, 400 saatten 600 saate geçerken sertlik değerleri azalmıştır.

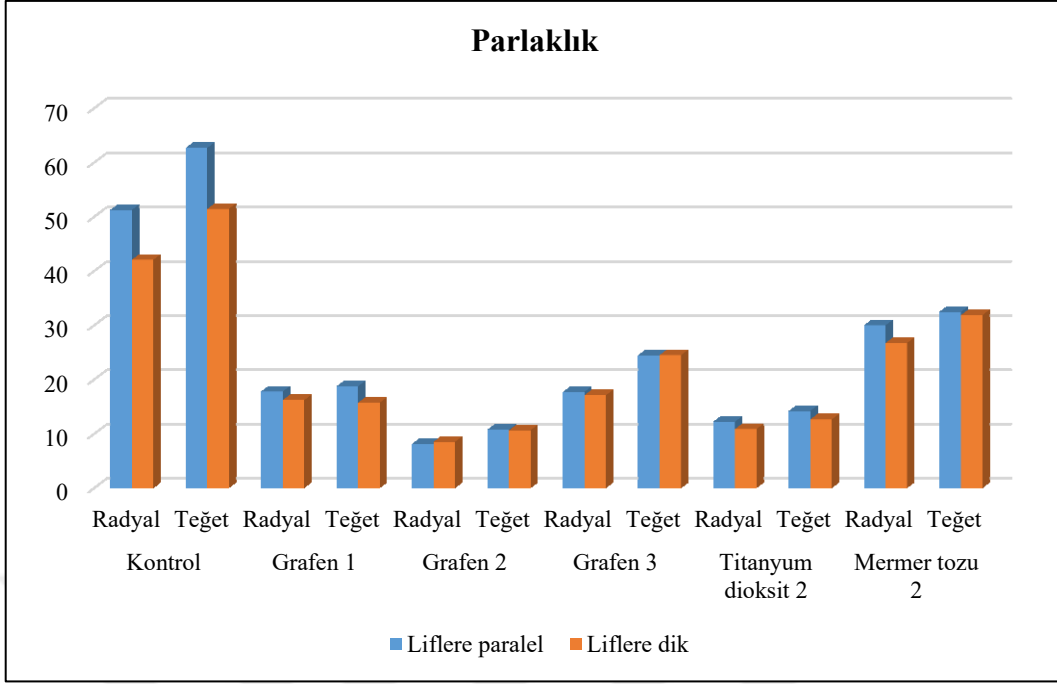
Vernikli yüzey kaplamaları normal şartlarda uzun vadeli koruma sağlamaz. Kaplamanın bu kadar erken bozulmasının sebebi verniğin üst katmanını UV ışığına karşı şeffaflığı ve ahşabın içinde bulunan ligninin bozulmaya karşı meyilli olmasından kaynaklanır. Yapılan araştırmalar arasında ligninin daha kısa dalga (450'ye kadar olan) boylarında bozulduğu tespit edilmiştir. (George ve ark., 2005).

4.7. Parlaklık (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

4.7.1. Su Bazlı Verniklerin Parlaklık

- Katkı maddeleri açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait liflere paralel ve dik parlaklık Şekil 52'de verilmiştir.



Şekil 52. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel yönde ve dik yönde teğet kesitte kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet ve radyal kesitler için en yüksek mermer tozu 2 (%5) örneklerde elde edilirken, en düşük ise grafen 2 (%0,50)'de bulunmuştur. Kullanılan katkı maddelerinin grafenin, titanyum dioksitin ve mermer tozu çeşitli oranlarda su bazlı vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarı arttıkça parlaklığın azaldığı görülmüştür.

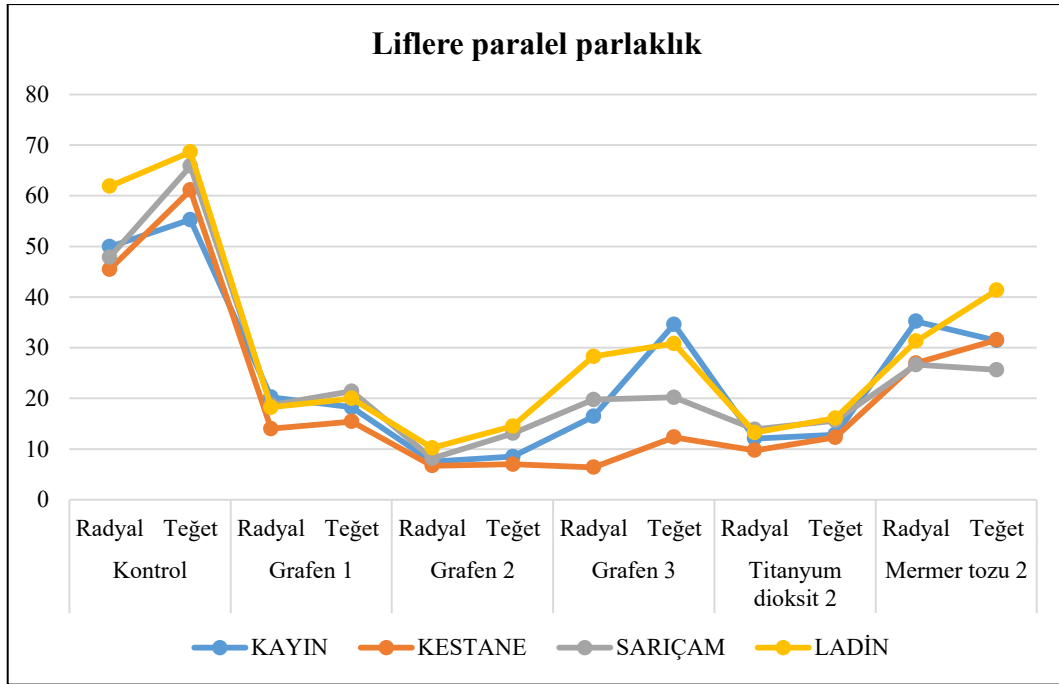
Bir yüzeyin parlaklığı değişik yönlerden gelen ışığın kalitesini belirlemede oldukça önemli bir faktördür (Ged ve ark., 2010; Vardi ve ark., 2010). Ahşap malzemenin türü, malzemenin işlenme koşulları, yüzey pürüzlülüğü, verniğin yapısı, verniğin uygulanma şekli, katman sayısı, ışığın gelme açısı ve parlaklık ölçüm yönü ahşap malzemenin parlaklık oranını etkiler. Ahşap malzemenin doğası gereği karmaşık yapısı parlaklık ölçümünü karmaşık bir hale getirir.

Yapılan bir çalışmada su çözücülü UV kürlenmeli poliüretan-akrilat verniğin 30 µm kalınlığındaki tabakalarının yaşlanma sonucunda parlaklığının arttığı ifade etmiştir (Decker ve ark., 2004). Kontrol grubuyla karşılaştırılan 212°C sıcaklıkta 1,5 saat ve 2,5 saat süreyle uygulanan ısıtılma işleminin, liflerin paralel ve dik yöndeki parlaklık değerlerini azalttığı belirtilmiştir (Özçifçi ve ark., 1999; Korkut ve ark., 2013; Kılıç ve Söğütü, 2020). Isıl işlemin uygulanması sırasında, sıcaklık derecesinin bazı ağaçların doğal parlaklık

özelliklerini olumsuz yönde etkilediği ve ısı işleme tabi tutulan ahşap malzemelerde sıcaklığa bağlı olarak parlaklık değerindeki azalmanın, glukoz, hemiselüloz ve lignin adlı kimyasal bileşenlerde meydana gelen değişiklikler sonucunda ortaya çıktığı bildirilmiştir (Esteves ve ark., 2008; Esteves ve Pereira, 2009). Tarçın ağacı (*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl) odunları üzerinde gerçekleştirilen 200°C'de 3 saat süren ısı işlemin ardından ortaya çıkan bazı yüzey özellikleri üzerindeki etkiler, parlaklık değerleri açısından incelenmiş ve bir artış gözlemlenmiştir (Peker ve ark., 2023). UV engelleyici özelliği olan titanyum dioksit nanopartiküllerinin eklenmesi kapsamlı bir uygulamadır. Titanyum dioksit büyük oranda güneş ışınımını absorbe edip engellemesi ve fotostabilizasyonu sağlaması oldukça önemli bir özelliktir (Fufa ve ark., 2012; Veronovski ve ark., 2013; Nikolic ve ark., 2015). Kara kızılâğaç (*Alnus glutinosa* L.) ağaç türü su bazlı, ipeksi parlaklık, ipeksi mat ve UV verniği ile kaplanarak parlaklık ve yaşlandırma testi yapılmıştır. Su bazlı verniğin parlaklığı ve UV dayanımı diğerlerine göre daha düşüktür (Salca ve ark., 2021).

- Ağaç türü açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait liflere paralel parlaklık Şekil 53'te verilmiştir.



Şekil 53. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

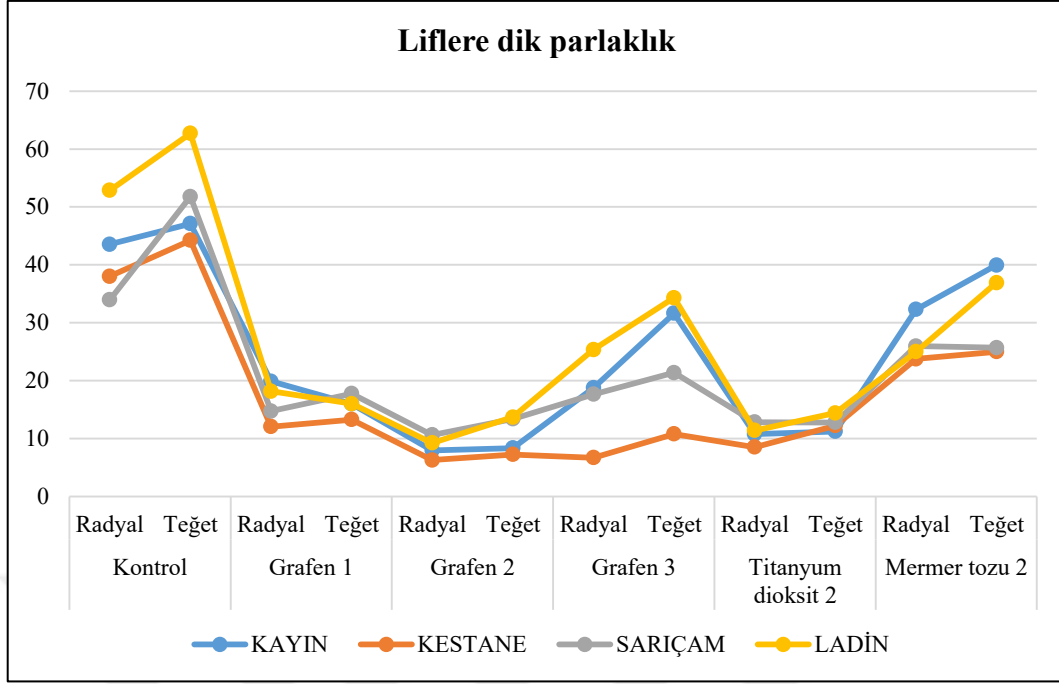
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (55,27) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (7,49) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (49,92) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (8,5) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (45,46) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1) 'te (6,41) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (61,1) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (7,01) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (47,87) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (8,17) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubunda (65,83), en düşük grafen 2 (%0,50)'de (13,1) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (61,86) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (10,22) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (68,63) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (14,53) bulunmuştur. Bu durumun sebebi olarak, tam doldurulmamış trahe boşluklarının yüzeye gelen ışık şiddetini azalttığı ve ışığın farklı yönlerde yansıtılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Sönmez ve Budakçı, 1999).

Birçok ağaç türü (*Juglans regia*, *Paulownia tomentosa* , *Acer spp.*, *Quercus* , *Larix decidua*, *Niangon* , *Tilia cordata* , *Fraxinus excelsior*) su bazlı verniklerle kaplandıktan sonra UV yapay yaşlandırma testi (0-600 saat) yapılmıştır. Vernikli örneklerin dayanımı verniksiz örneklerden fazla çıkmıştır (Koutsianitis ve ark., 2019). Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait liflere dik parlaklık Şekil 54'te verilmiştir.



Şekil 54. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere dik parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (45,54) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (7,98) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (47,11), en düşük grafen 2 (%0,50)'de (8,36) bulunmuştur.

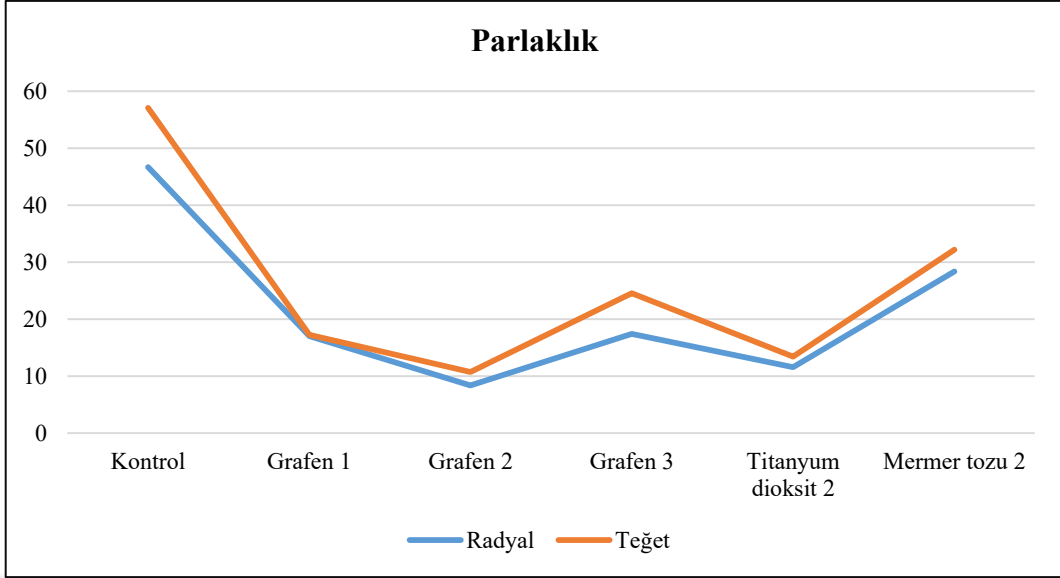
Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (38,02) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 3 (%1)'te (6,29) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (44,25) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (7,25) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (33,95) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (10,63) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (51,77) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (12,78) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (52,86) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (9,26) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (62,71) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 2 (%0,50)'de (13,71) bulunmuştur.

- Kesit şekli açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait parlaklık Şekil 55'te verilmiştir.

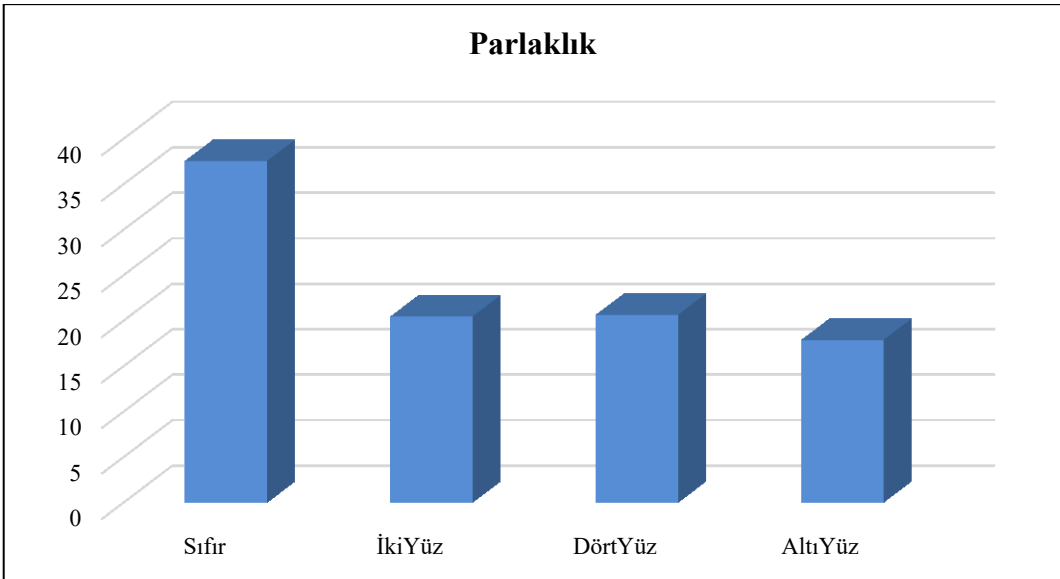


Şekil 55. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, parlaklık radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (46,68) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (8,34) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (57,08) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 2 (%0,50)'de (10,73) bulunmuştur.

- Zaman açısından parlaklık

Su bazlı vernikler için zamana ait parlaklık Şekil 56'da verilmiştir.



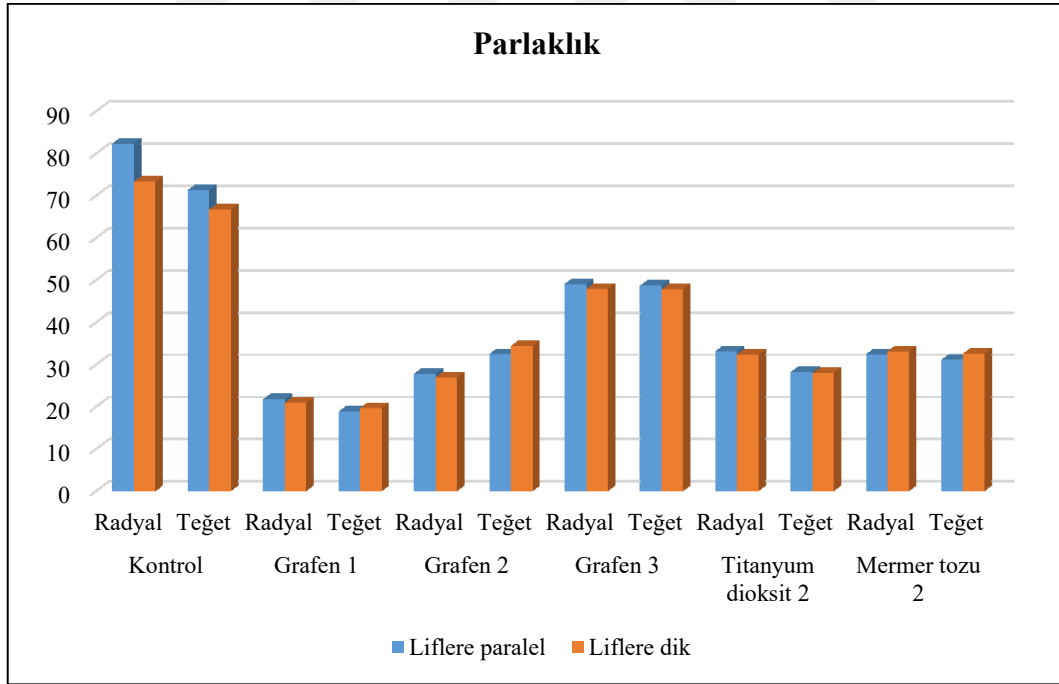
Şekil 56. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık

UV yapay yaşlandırma testi sırasında zamanla parlaklık değerleri azalmıştır. Yapılan bir çalışmada ilk yaşlanma periyodunda katman parlaklığında belirgin bir azalma gözlemlenirken, yaşlanmanın ileri aşamalarında kaybedilen parlaklık değerinin yarısına kadar bir artış görüldüğü ifade edilmiştir (Çakıcıer, 2007). Çalışma literatür ile uyusmaktadır. Başka bir çalışmada parlaklık, yaşlandırmada uygulanan sıcaklık ve sürenin bir fonksiyonu olarak gösterilirken, uzun süreli korumalarda vernik karakteristiklerinin uygulanan sıcaklık ve süreden daha belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Holzhausen ve ark., 2002).

4.7.2. Poliüretan Verniklerin Parlaklık

- Katkı maddeleri açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait liflere paralel ve dik parlaklık Şekil 57’de verilmiştir.



Şekil 57. Katkı maddelerinin liflere paralel ve dik parlaklık

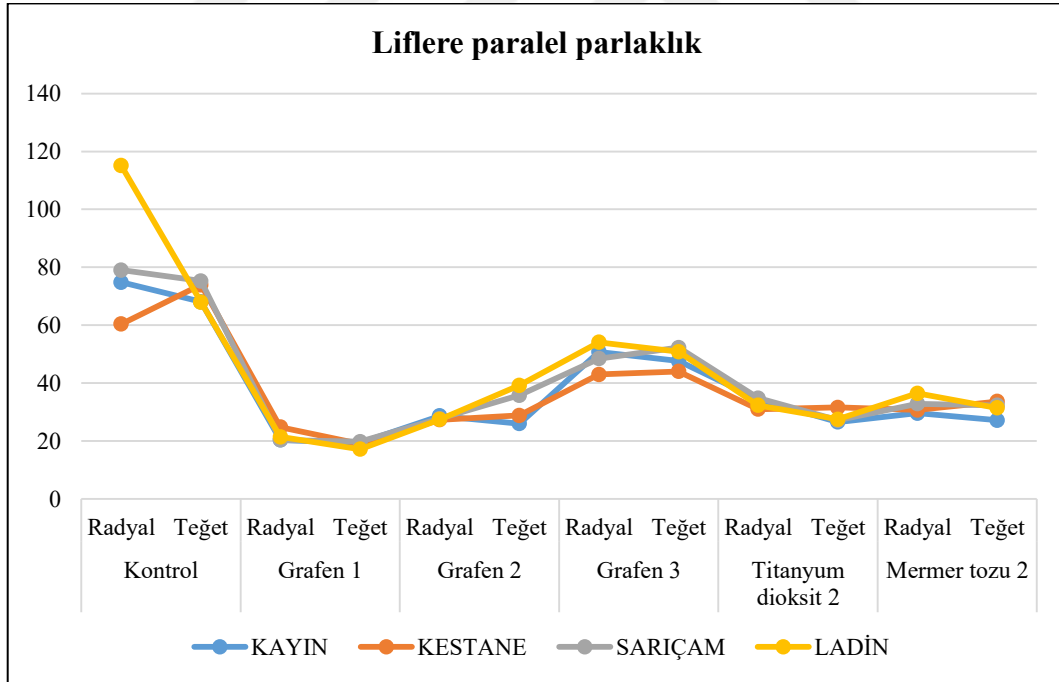
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel yönde ve dik yönde teğet ve radyal kesitler için en yüksek kontrol grubu örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25) bulunmuştur. Kullanılan katkı maddelerinin kontrole kıyasla grafenin, titanyum dioksitin

ve mermer tozu çeşitli oranlarda poliüretan vernikle karıştırılması ile elde edilen örneklerde karışımın oranında miktarı arttıkça parlaklığın azalttığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalar arasında doğal ahşap malzemenin renginde yeknesaklık olması estetik açıdan oldukça önemlidir. Işığa maruz kalan ahşap malzemelerin bazılarının rengi griye dönerken içerdiği ekstraktif madde bileşimlerine göre sarı, kırmızı ve kahverengiye dönebilir (Hon 2001; Kamdem ve Grelier 2002). Dış ortamda kullanılan ahşap malzemede vernik yüzeyinin renk ve görünüm açısından bozulması verniklerin dezavantajlarından biridir (Schnabel ve ark., 2009). Çok sayıda çalışma UV veya kızılötesi ışığın ahşap malzemede ve verniğin bileşenlerinde kimyasal reaksiyonlara neden olduğunu ve cilanın bozulmasına sebep olduğunu bulmuştur (Oltean ve ark., 2008; Deka ve ark., 2008; Ahajji ve ark., 2009).

- Ağaç türü açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait liflere paralel parlaklık Şekil 58’de verilmiştir.



Şekil 58. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere paralel parlaklık

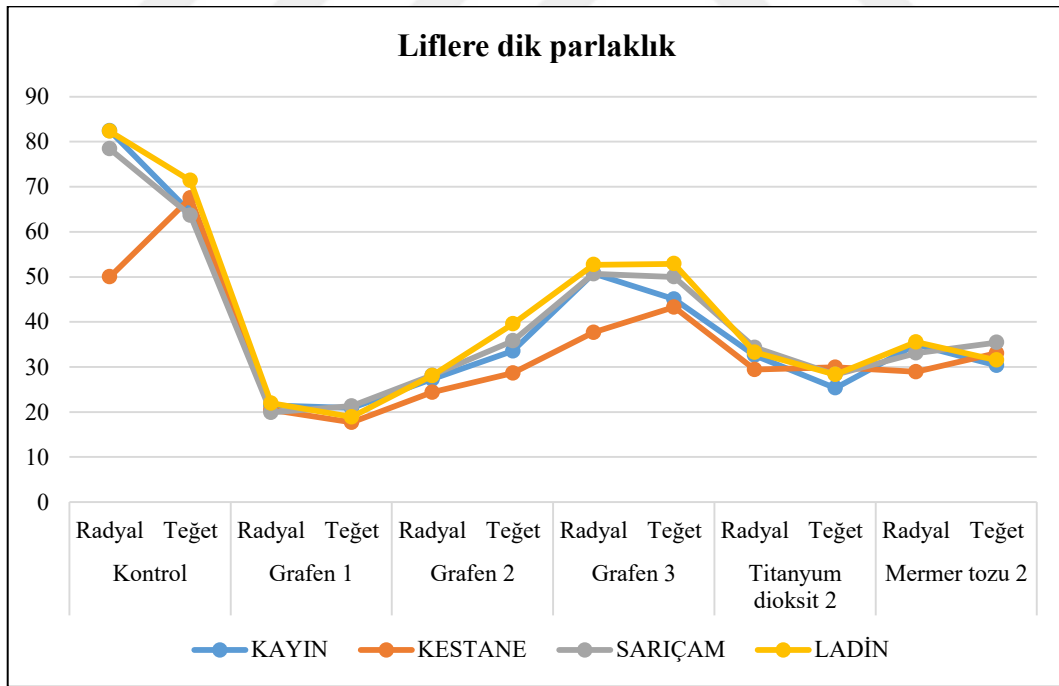
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (74,81) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1

(%0,25)'de (20,4) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (68,08) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (19,38) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (60,38) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'te (24,81) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (73,96) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (19,01) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (79,01) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (20,4) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (75,28) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 1(%0,25)'de (19,75) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (115,12) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,41) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (67,99) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (17,15) bulunmuştur. Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait liflere dik parlaklık Şekil 59'da verilmiştir.



Şekil 59. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin liflere dik parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, liflere paralel parlaklık kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (82,44) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1

(%0,25)'de (21,45) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (64,35) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (20,88) bulunmuştur.

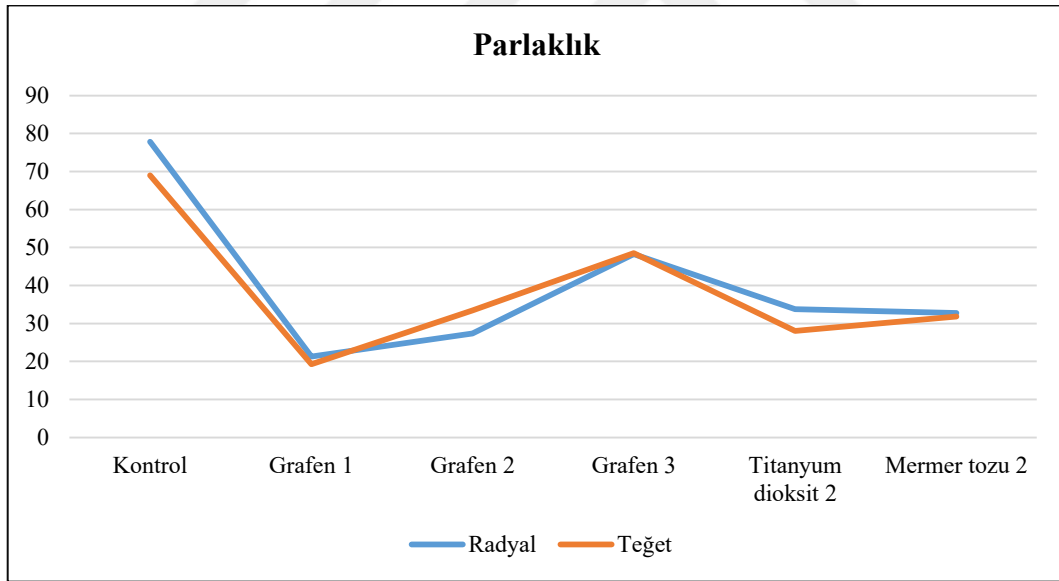
Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (49,99) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'te (20,45) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (67,5) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (17,69) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (78,42) örneklerde elde edilirken , en düşük grafen 1 (%0,25) 'de (19,88) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (63,67), en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,3) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte kontrol grubu (82,32), en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,96) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (71,37) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (18,88) bulunmuştur.

- Kesit şekli açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait parlaklık Şekil 60'ta verilmiştir.

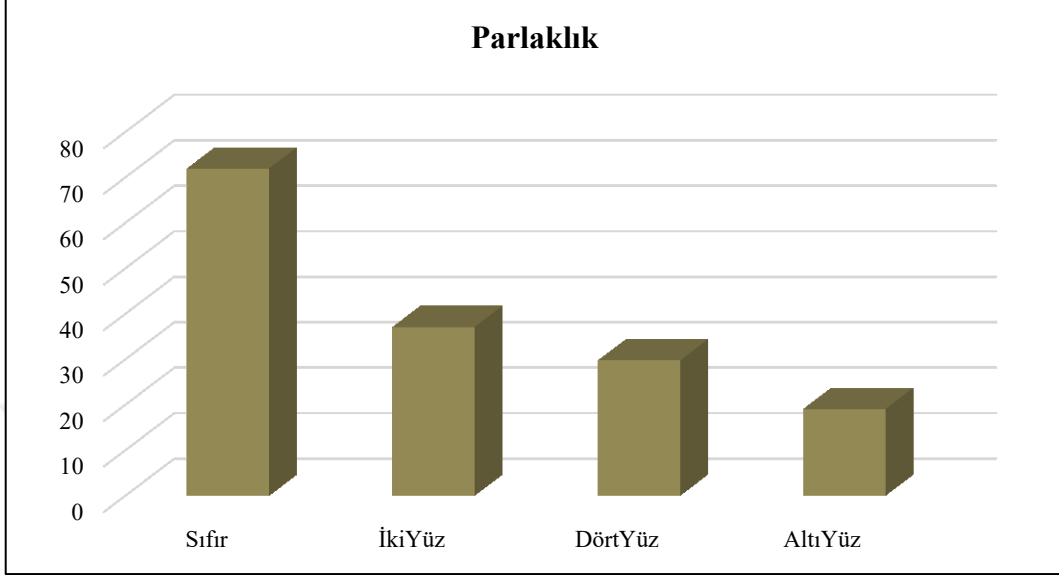


Şekil 60. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, parlaklık radyal kesitte en yüksek kontrol grubu (77,81) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (21,34) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek kontrol grubu (69,02), en düşük grafen 1 (%0,25)'de (19,25) bulunmuştur.

- Zaman açısından parlaklık

Poliüretan vernikler için zamana ait parlaklık Şekil 61’de verilmiştir.



Şekil 61. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin parlaklık

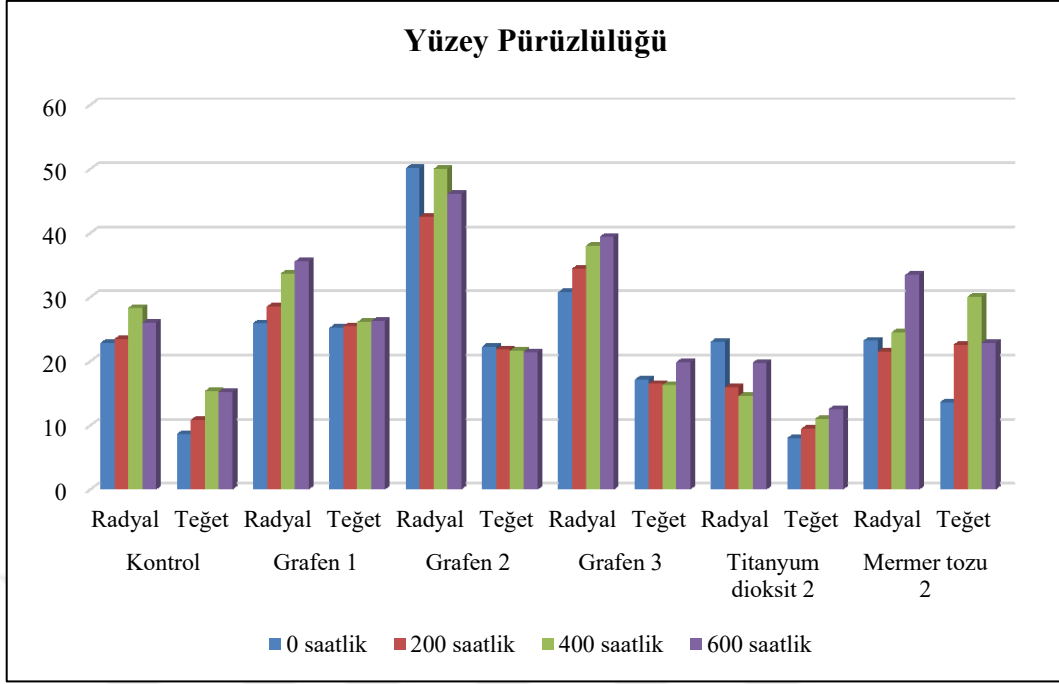
UV yapay yaşlandırma testi sırasında zamanla parlaklık değerleri azalmıştır.

4.8. Yüzey Pürüzlülüğü (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

4.8.1. Su Bazlı Verniklerin Yüzey Pürüzlülüğü

- Katkı maddeleri açısından yüzey pürüzlülük

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ait yüzey pürüzlülük Şekil 62’de verilmiştir.



Şekil 62. Katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

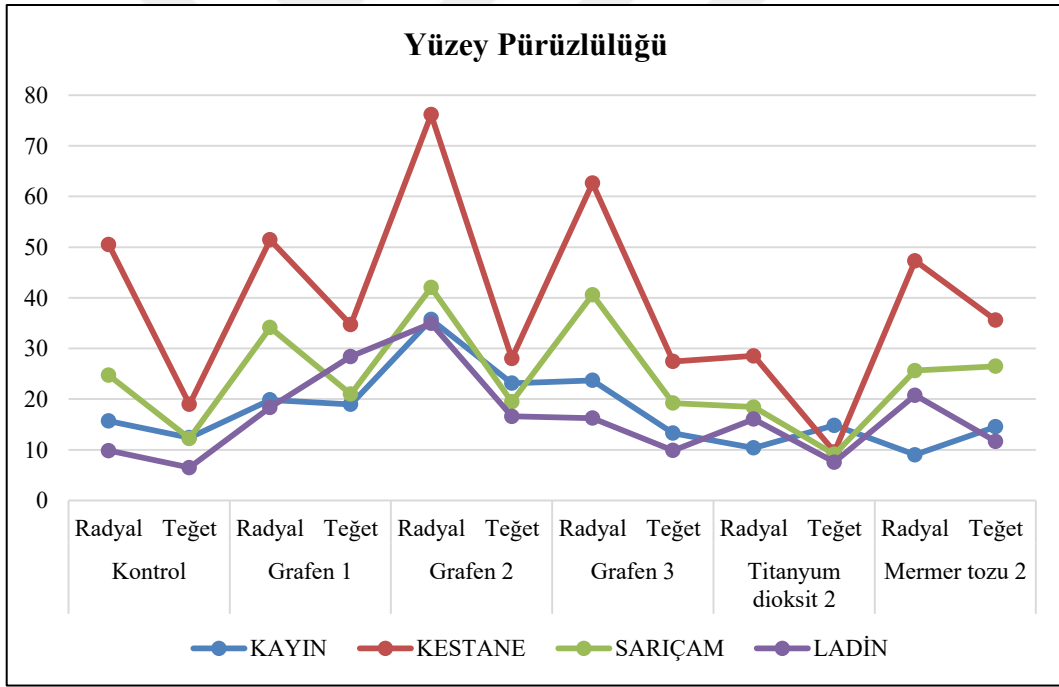
Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet kesitte grafen 1 (%0,25) ve mermer tozu 2 (%5)'nin pürüzlülüğü arttırdığı, radyal kesitte ise grafen 2 (%0,50)'nin pürüzlülüğü arttırdığı bulunmuştur. Titanyum dioksit 2 (%2) pürüzlülüğü kontrol grubuna kıyasla düşürmüştür.

Yapılan çalışmalar arasında doğal ahşap malzeme dış hava koşullarına maruz kalması güneş ışıklarının tüm dalga boylarını absorbe etmeye başlaması ile öncelikle renk değişimi daha sonra kimyasal değişimler ile yüzey tabakasında bozulmalar meydana gelir (Ayadi ve ark., 2003). Güneş ışığının etkisine bir de hava koşullarında eklenince yüzeyde meydana gelen bozulma oranı artar (Feist 1982). Amerikan dişbudak (*Fraxinus americana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ağaç türlerine çinko oksit (ZnO) ve içi boş seramik küresel (HCS) nanopartikülleri ile modifiye edildikten sonra su bazlı vernik uygulanmıştır. Daha sonra UV yaşlandırma testi (190 °C sıcaklıkta 1,5 saat ve 212 °C sıcaklık) yapılmıştır. Nanopartiküllerin genel olarak su bazlı verniklerde yüzey pürüzlülüğünü ve yapışma mukavemetini azalttığını belirlemişlerdir (Karamanoğlu ve Kesik, 2021). Oduna uygulanan yaşlandırma süresinin artmasıyla birlikte pürüzlülük değerinin azaldığı ifade edilmiştir (Korkut ve Budakçı, 2010; Korkut, 2012; Aytin ve ark., 2015). 144 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma sürecinin ardından, katmanda ışık etkisi ile bozunmanın başladığı ve UV ışınlarının etkisiyle yüzey pürüzlülüğünün arttığı belirtilmiş;

bu artışın en fazla meşe odununda gözlemlendiği ifade edilmiştir (Söğütlü ve Sönmez, 2006). Su bazlı vernikli örneklerde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerinin elde edildiği belirtilirken, yaşlandırma süresi uzadıkça yüzey pürüzlülük değerlerinde artış gözlemlendiği ve 144 saatlik yaşlandırma süresinin sonunda ışık etkisi ile bozunmanın başladığının belirtildiği ifade edilmiştir (Çakıcıer, 2007). Bir diğer çalışmada su bazlı verniğin içine farklı oranlarda (%0, %1,0 ve %1,5) titanyum dioksit nanopartikülleri katılmıştır. Doğal hava koşullarında değerlendirme alınan titanyum dioksit katkılı ve katkısız vernikli örnekler arasında katkısız vernikli örneklerin bir yıl sonra tamamen bozulduğu titanyum dioksit katkılı vernikli örneklerin ise dayandığı bulunmuştur (Moya ve ark., 2017). Tez çalışması literatür ile uyumludur.

- Ağaç türü açısından yüzey pürüzlülük

Su bazlı vernikler için ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük Şekil 63'te verilmiştir.



Şekil 63. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülükleri kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (35,72) örneklerde elde edilirken, en düşük mermer tozu 2 (%5)'de (9,01) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (23,13) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (12,39) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (76,14) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2) 'de (28,54) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5)'de (35,62) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (9,58) bulunmuştur.

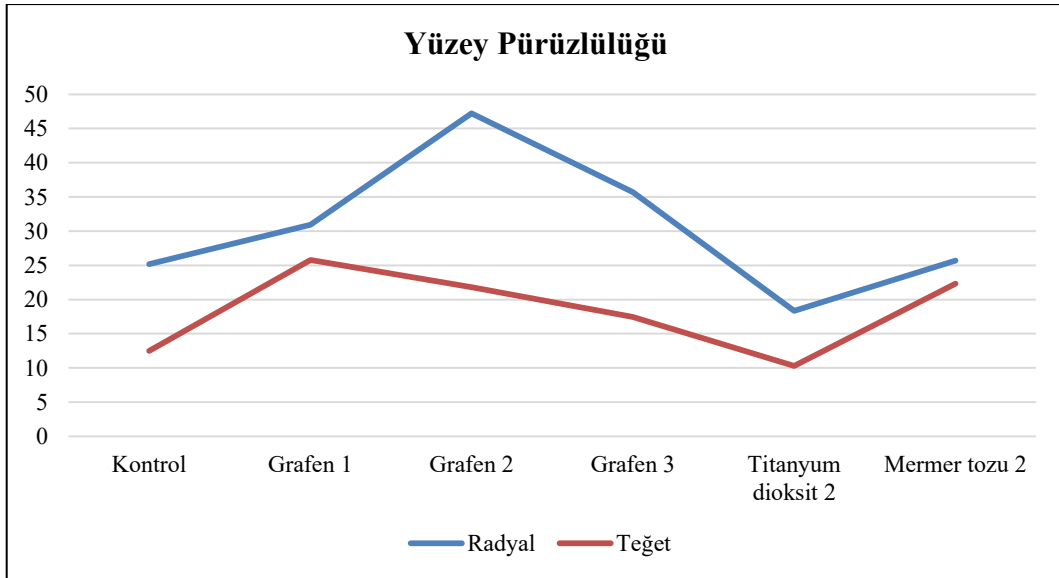
Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (42,04) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (18,43) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5)'de (26,48) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2) 'de (9,11) bulunmuştur.

Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50)'de (34,95) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (9,84) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1(%0,25)'de (28,4) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (6,48) bulunmuştur.

Cennet ağacı su bazlı vernik ile kaplandıktan sonra UV hızlandırılmış yaşlandırma testi yapıldıktan sonra yüzey pürüzlülük değerlerinde orta derecede bir artış görülmüştür (Kúdela ve ark., 2017).

- Kesit şekli açısından yüzey pürüzlülük

Su bazlı vernikler için kesit şekline ait yüzey pürüzlülük Şekil 64'te verilmiştir.



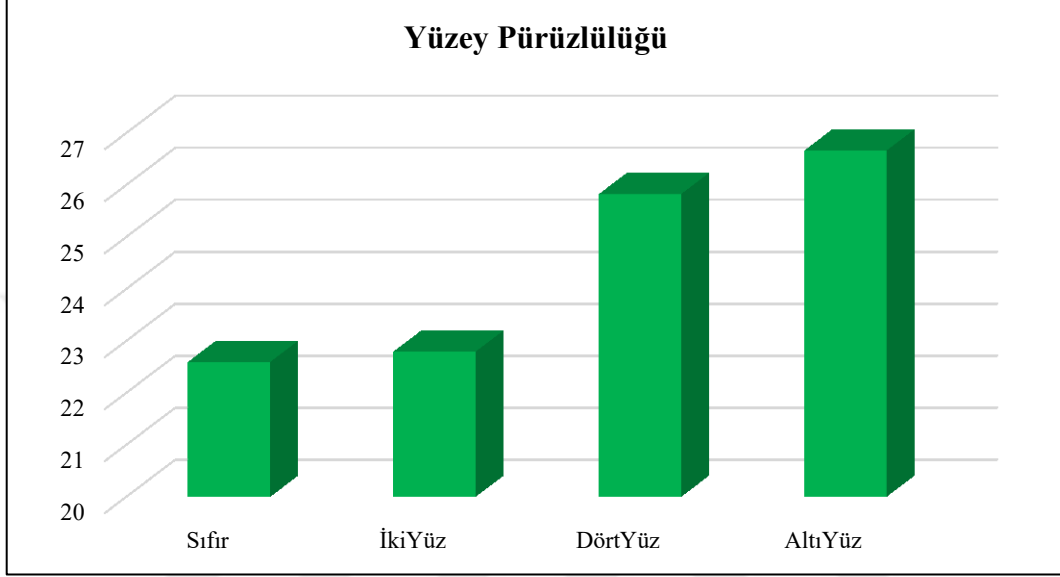
Şekil 64. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü radyal kesitte en yüksek grafen 2 (%0,50) (47,12) örneklerde elde edilirken , en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (18,35)

bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek grafen 1(%0,25) (25,77) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (10,27) bulunmuştur.

- Zaman açısından yüzey pürüzlülük

Su bazlı vernikler için zamana ait yüzey pürüzlülük Şekil 65'te verilmiştir.



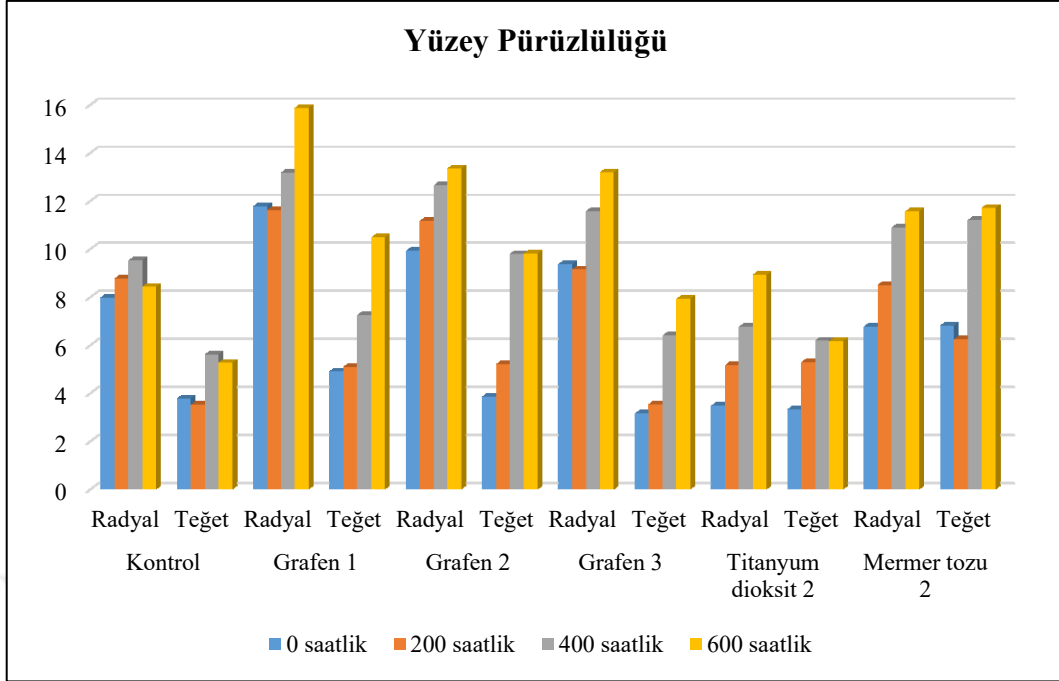
Şekil 65. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin pürüzlülük

UV yapay yaşlandırma testi sırasında zamanla pürüzlülük değerleri artmıştır.

4.8.2. Poliüretan Verniklerin Yüzey Pürüzlülüğü

- Katkı maddeleri açısından yüzey pürüzlülük

Poliüretan vernikler için katkı maddelerine ait yüzey pürüzlülük Şekil 66'da verilmiştir.



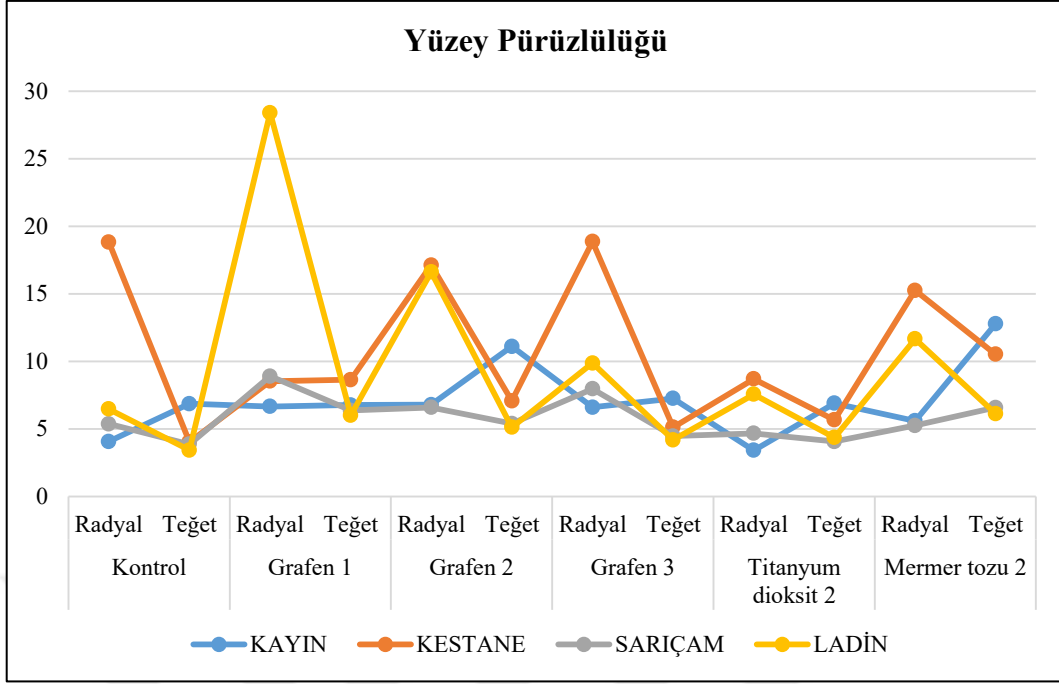
Şekil 66. Katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet kesitte grafen 1(%0,25) ve mermer tozu 2 (%5)'nin pürüzlülüğü arttırdığı, radyal kesitte ise grafen 2 (%0,50)'nin pürüzlülüğü arttırdığı bulunmuştur. Titanyum dioksit 2 (%2) pürüzlülüğü kontrol grubuna kıyasla düşürmüştür.

Yapılan çalışmalar arasında bakır-amin (Cu-MEA) akçaağaç üzerine mikrodalga yöntemi ile aşılınmış ve UV yaşlandırma testi yapılmıştır. UV yaşlandırma testi sonucunda yüzey rengi ve yüzey pürüzlülüğü testi yapılmıştır. Yüzey pürüzlülüğünde bir iyileştirme olmamıştır (Kamdem ve Grelier, 2002). Norveç ladinine titanyum dioksit nanopartiküllerinin etkisini araştırmak için hızlandırılmış iklim yaşlanma deneyi yapılmıştır. Nanopartiküllerle kaplanan yüzeylerin dış hava koşullarına karşı daha iyi koruma sağladığını bulmuştur (Fufa ve ark., 2012).

- Ağaç türü açısından yüzey pürüzlülük

Poliüretan vernikler için ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük Şekil 67'de verilmiştir.



Şekil 67. Ağaç türlerine ait çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülük kayın ağaç türü için en yüksek radyal kesitte grafen 2 (%0,50) (6,79) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (3,42) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (12,77) örneklerde elde edilirken, en düşük grafen 1 (%0,25)'de (6,77) bulunmuştur.

Kestane ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 3 (%1) (18,86) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (8,17) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) 'de (10,52) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (4,04) bulunmuştur.

Sarıçam ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 1 (8,9) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)'de (4,67) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (6,58) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (3,87) bulunmuştur.

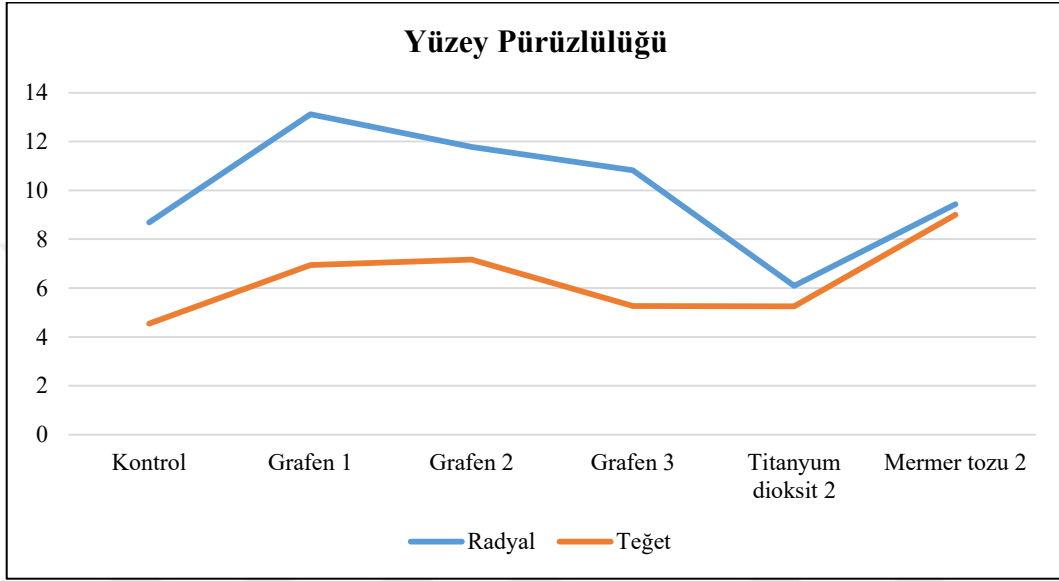
Ladin ağaç türü en yüksek radyal kesitte grafen 1 (%0,25) (28,4) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (6,43) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (6,13) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (3,43) bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar arasında kayın (*Fagus orientalis*) ağaç türünün üzerine mimoza ve quebracho özleri ile işlenmiş ve poliüretan, su bazlı ve selülozik vernikler uygulanarak

UV hızlandırılmış yaşlandırma testi yapıldıktan sonra yapışma ve yüzey pürüzlülüğü testi yapılmıştır. Sonucunda yüzey pürüzlülüğünde artışlar tespit edilmiştir (Yalçın ve Ceylan, 2017).

- Kesit şekli açısından yüzey pürüzlülük

Poliüretan vernikler için kesit şekline ait yüzey pürüzlülük Şekil 68’de verilmiştir.



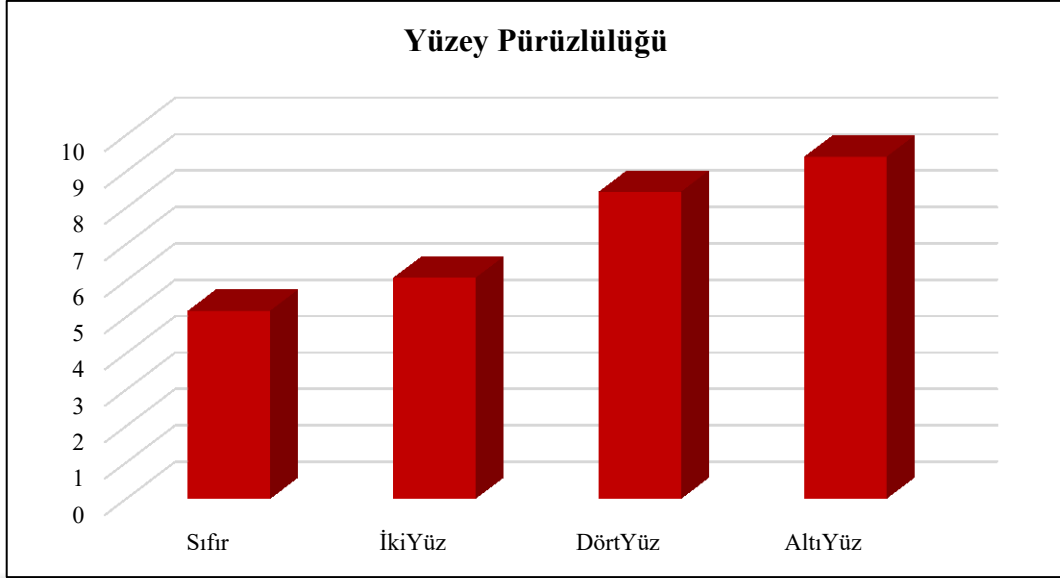
Şekil 68. Kesit şekline göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

Yukarıdaki grafik incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü radyal kesitte en yüksek grafen 1 (%0,25) (13,12) örneklerde elde edilirken, en düşük titanyum dioksit 2 (%2)’de (6,09) bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek mermer tozu 2 (%5) (9) örneklerde elde edilirken, en düşük kontrol grubunda (4,55) bulunmuştur.

Sarıçam (*Pinus sylvestris*), ladin (*Picea orientalis*), kayın (*Fagus orientalis*) ve kestane (*Castanea sativa*) ağaç türlerine poliüretan ve selülozik vernik uygulanarak yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak kayın ağacının gözenekli yapısını rağmen hem poliüretan hemde selülozik vernikli yüzeylerde pürüzsüz yüzeyler elde edilmiştir (Özdemir ve Hızıroğlu, 2009).

- Zaman açısından yüzey pürüzlülük

Poliüretan vernikler için zamana ait yüzey pürüzlülük Şekil 69’da verilmiştir.



Şekil 69. Zamana göre çeşitli katkı maddelerinin yüzey pürüzlülük

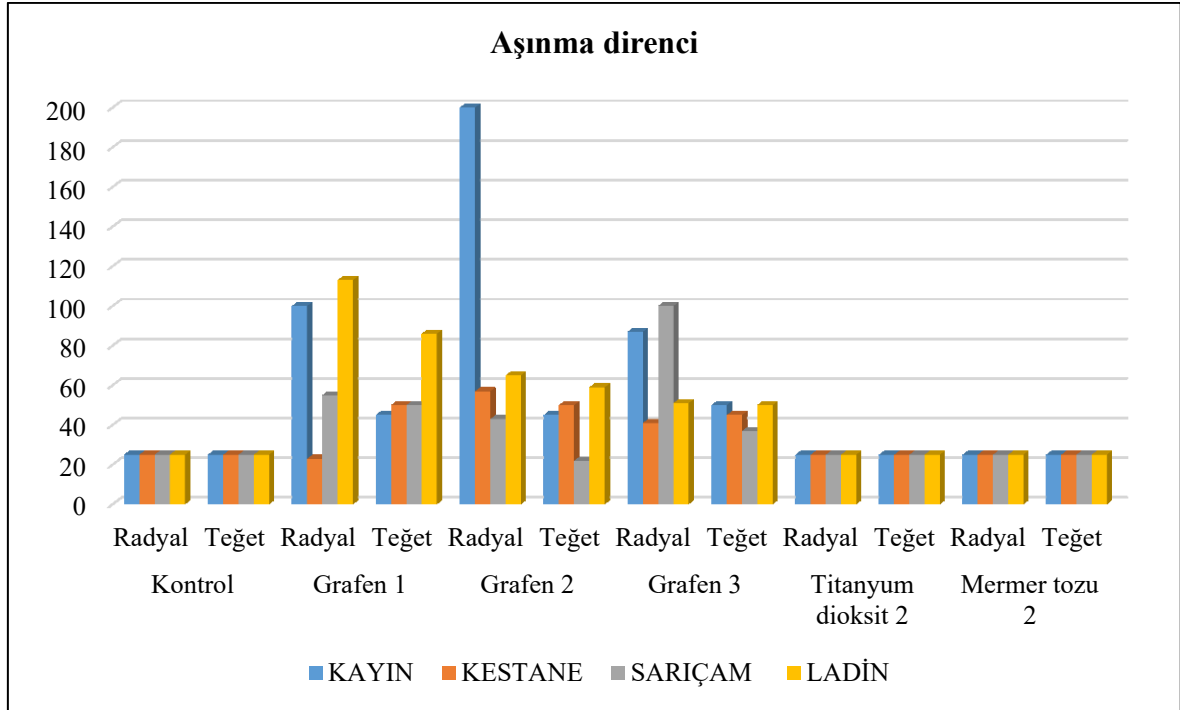
UV yapay yaşlandırma testi sırasında zamanla pürüzlülük değerleri artmıştır.

4.9. Aşınma Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

Grafenin yüksek sertlik, yüksek mukavemeliğe sahip özellikleri vardır (Allen ve diğerleri 2010; Novoselov ve diğerleri 2012). Bu sebeple UV yaşlandırma testi sonrasında her iki vernik türü için grafenin ahşap malzeme yüzeyinden çıkmaması literatür ile desteklenmektedir.

4.9.1. Su Bazlı Verniklerin Aşınma Direnci

Su bazlı vernikler için katkı maddelerine ve ağaç türlerine ait aşınma direnci Şekil 70'te verilmiştir.

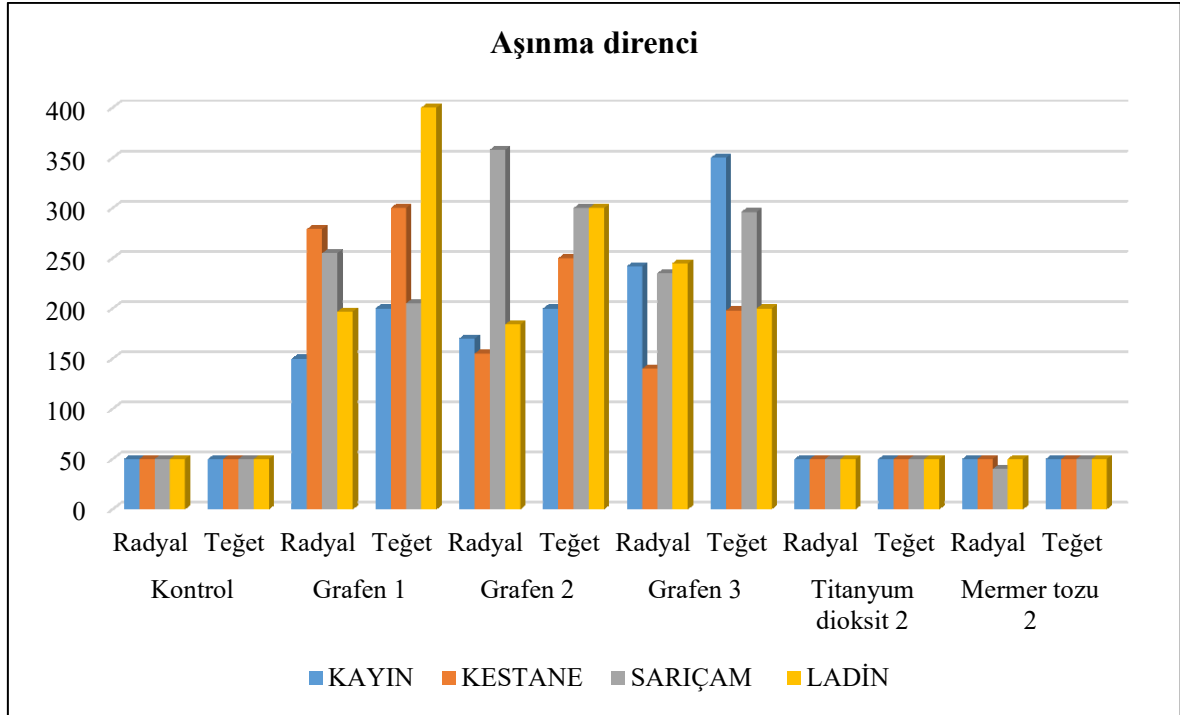


Şekil 70. Katkı maddeleri ve ağaç türlerinin aşınma direnci

Yukarıdaki grafikte su bazlı vernikler ile karıştırılmış katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet ve radyal kesitler için en yüksek grafenlerde bulunmuştur.

4.9.2. Poliüretan Verniklerin Aşınma Direnci

Poliüretan vernikler için katkı maddeleri ve ağaç türlerine ait aşınma direnci Şekil 71’de verilmiştir.



Şekil 71. Katkı maddeleri ve ağaç türlerinin aşınma direnci

Yukarıdaki grafikte poliüretan vernikler ile karıştırılmış katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman teğet ve radyal kesitler için en yüksek grafenlerde bulunmuştur.

5. SONUÇLAR

5.1. Yapışma Direnci

- Su bazlı verniklerin yapışma direnci

Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1(%0,25) , grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1) ve titanyum dioksit 2 (%2) ; katkı maddeleri ağaç türüne göre; radyal ve teğet kesitte (grafen 3 (%1) hariç) ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte katkı maddeleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık tespit edilmiştir. Grafen 2 (%0,50) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek yapışma direnci tespit edilmiştir. Katkı maddelerinin her biri bütün oranlarda kontrole kıyasla yapışma direncini arttırmıştır. Ağaç türü açısından yapışma direnci değerlendirildiği zaman kayın ağaç türünde en yüksek yapışma direnci elde edilmiştir. Kestanenin içerisine diğer ağaç türlerine göre vernik katkı maddeleri karışımı iyi bir şekilde penetrasyon sağlayamadığı için yapışma direnci diğer türlere göre düşük çıkmıştır. Grafen radyal kesitte daha iyi tutunmuştur. En yüksek yapışma direnci teğet kesitte titanyum dioksit 1’de bulunmuştur.

- Poliüretan verniklerin yapışma direnci

Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50) ve titanyum dioksit 1 (%1); katkı maddeleri ağaç türüne göre mermer tozu 2 (%5) hariç diğerlerinde; radyal ve teğet kesitte (grafen 2 (%0,50) hariç) ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte ve teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Titanyum dioksit 1 (%1) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek yapışma direnci tespit edilmiştir. Katkı maddelerinin her biri bütün oranlarda kontrole kıyasla yapışma direncini arttırmıştır. Kayın, sarıçam ve ladin ağaç türlerinde katkı maddeleri arasında titanyum dioksit ve mermer tozu yapışma direncini artırırken, kestane de grafen 2 (%0,50) yapışma direncini arttırmıştır. Genel olarak yapışma direnci açısından poliüretan vernik ile kullanılan bütün katkı maddeleri arasında iyi bir bağ oluşmuştur. Katkı maddeleri verniğin performansını arttırmıştır.

5.2. Aşınma Direnci

- Su bazlı verniklerin aşınma direnci

Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25) ve mermer tozu 1 (%2,5); katkı maddeleri ağaç türüne göre grafen 2 (%0,50) ve titanyum dioksit 2 (%2) bir farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte grafen 3 (%1), mermer tozu 2(%5)'de ve teğet kesitte de grafen 2 (%0,50)'de ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte katkı maddeleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Mermer tozu 1 (%2,5) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek aşınma direnci tespit edilmiştir. Katkı maddelerinin her biri bütün oranlarda kontrole kıyasla aşınma direncini arttırmıştır.

- Poliüretan verniklerin aşınma direnci

Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50), grafen 3 (%1) ve titanyum dioksit 2 (%2); katkı maddeleri ağaç türüne titanyum dioksit 2 (%2) hariç diğerlerinde farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte titanyum dioksit 2 (%2) ve teğet kesitte mermer tozu 2 (%5)'de ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte katkı maddeleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Poliüretan vernik ile karıştırılmış mermer tozu 2 (%5) katkılı radyal kesitte sarıçam ağaç türünde en yüksek aşınma direnci tespit edilmiştir. Katkı maddelerinin her biri bütün oranlarda kontrol ile karşılaştırıldığında aşınma direnci arttırmıştır. Poliüretan vernikler ile karıştırılmış katkı maddelerinin hepsi aşınma direncini arttırmıştır. Grafenin diğer katkı maddelerine karşılaştırıldığında daha fazla aşınma direncini arttırdığı görülmüştür. Aşınma direnci radyal kesitte grafen 2 (%0,50)'de yüksek oranda çıkmıştır. Teğet kesitte aşınma direnci yüksek çıkmıştır.

5.3. Aşınmada Ağırlık Kaybı

- Su bazlı verniklerin aşınmada ağırlık kaybı

Katkı maddeleri kesit şekline göre kontrol grubunda; katkı maddeleri ağaç türüne göre grafen 3 (%1) hariç bir farklılık bulunmuştur. Diğerlerinde farklılık vardır. Radyal kesitte kontrol grubu, titanyum dioksit 1 (%1) hariç ve teğet kesitte de grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 2 (%5) hariç ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte ve teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur.

Su bazlı vernik ile karıştırılmış mermer tozu 2 (%5) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek aşınmada ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Grafen ve mermer tozunun aşınmada ağırlık kaybının arttığı, fakat titanyum dioksit düşürdüğü bulunmuştur. Böylece titanyum dioksitin aşınmaya karşı dirençli olduğu sonucuna varılabilir.

- Poliüretan verniklerin aşınmada ağırlık kaybı

Katkı maddeleri kesit şekline göre mermer tozu 1 (%2,5) 'de; katkı maddeleri ağaç türüne kontrol, titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5) bir farklılık olduğu bulunmuştur. Radyal kesitte kontrol grubu, grafen 1 (%0,25), titanyum dioksit 2 (%2), mermer tozu 1 (%2,5) ve teğet kesitte kontrol, titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2), mermer tozu 2 (%5)'de ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte katkı maddeleri arasında bir farklılık bulunmamıştır. Teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Mermer tozu 2 (%5) katkılı radyal kesitte sarıçam ağaç türünde en yüksek aşınma direnci tespit edilmiştir.

5.4. Salınımsal Sertlik Direnci

- Su bazlı verniklerin salınımsal sertlik direnci

Katkı maddeleri kesit şekline göre grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 2 (%5); katkı maddeleri ağaç türüne göre bir farklılık bulunmuştur. Farklılık tespit edilmiştir. Radyal ve teğet kesitte ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal ve teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Mermer tozu 1 (%2,5) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek sertlik tespit edilmiştir. Katkı maddeleri arasında titanyum dioksit ve mermer tozunun sertliği arttırdığı, grafenin ise sertliği düşürdüğü bulunmuştur.

- Poliüretan verniklerin salınımsal sertlik

Katkı maddeleri kesit şekline göre kontrol grubunda, mermer tozu 1 (%2,5) ve mermer tozu 2 (%5)'de; katkı maddeleri ağaç türüne titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5) bir farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte (grafen 2 (%0,50) hariç) ve teğet kesitte (kontrol, grafen 1 (%0,25) , grafen 2 (%0,50), titanyum dioksit 1 (%1), mermer tozu 1 (%2,5), mermer tozu 2 (%5) hariç) ağaç türlerine göre farklılık bulunmuştur. Radyal kesitte ve teğet kesitte katkı maddeleri arasında farklılık bulunmuştur. Poliüretan vernik ile karıştırılmış mermer tozu 1 (%2,5) katkılı radyal kesitte kayın ağaç türünde en yüksek sertlik tespit edilmiştir.

5.5. Parlaklık

- Su bazlı verniklerin parlaklık

Katkı maddeleri kesit şekline göre mermer tozu 1 (%2,5) bir farklılık olduğu bulunmuştur. Katkı maddeleri lif yönüne göre bir farklılık tespit edilmemiştir. Katkı maddeleri ağaç türüne göre titanyum dioksit 1 (%1) hariç diğerlerinde bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri radyal ve teğet kesitte (titanyum dioksit 2 (%2) hariç) ağaç türüne göre farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri radyal kesitte liflere paralel yönde (titanyum dioksit 1 (%1) hariç) ve liflere dik yönde bir farklılık tespit edilmiştir. Katkı maddeleri teğet kesitte liflere paralel yönde titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) ve mermer tozu 1 (%2,5) ve liflere dik yönde grafen 1 (%0,25), titanyum dioksit 1 (%1) ve titanyum dioksit 2 (%2) bir farklılık bulunmuştur. Liflere paralel ve dik yönde radyal kesitte ladin ağaç türü kontrol grunda en yüksek parlaklık değeri bulunmuştur. Kullanılan bütün katkı maddelerinin parlaklığı kontrol grubuna göre düşük çıkmıştır. Katkı maddelerin her yönde ve her kesitte parlaklığı düşürmüştür. Katkı maddeleri kendi içinde kıyaslandığı zaman parlaklığın en düşük olduğu katkı maddesi grafendir. En yüksek olduğu katkı maddesi ise mermer tozudur.

- Poliüretan verniklerin parlaklık

Katkı maddeleri kesit şekline göre titanyum dioksit 2 (%2) hariç bir farklılık olduğu bulunmuştur. Katkı maddeleri lif yönüne göre kontrol grubunda ve grafen 2 (%0,50)'de bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri ağaç türüne göre kontrol grubu ve titanyum dioksit 2 (%2) hariç diğerlerinde bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri radyal kesitte (kontrol grubu, titanyum dioksit 2 (%2) hariç) ve teğet kesitte (kontrol grubu, grafen 3 (%1), titanyum dioksit 1 (%1), mermer tozu 1 (%2,5) ve mermer tozu 2 (%5) hariç) ağaç türüne göre farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri radyal kesitte liflere paralel yönde (kontrol grubu, titanyum dioksit 1 (%1), titanyum dioksit 2 (%2) hariç) ve liflere dik yönde (kontrol grubunda, grafen 1 (%0,25), grafen 2 (%0,50) hariç) bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri teğet kesitte liflere paralel yönde (grafen 1 (%0,25), grafen 3 (%1), mermer tozu 1 (%2,5), titanyum dioksit 1 (%1) hariç) ve liflere dik yönde (grafen 2 (%0,50) hariç) bir farklılık bulunmuştur. Liflere paralel yönde radyal kesitte kayın ağaç türü titanyum dioksit 2 (%2) katkılı en yüksek parlaklık değeri tespit edilmiştir. Liflere dik yönde radyal kesitte sarıçam ağaç türü titanyum dioksit 2 (%2) katkılı en yüksek parlaklık değeri tespit edilmiştir. Poliüretan vernikler ile karıştırılmış grafenin her yönde ve her

kesitte parlaklığı düşürmüştür. Grafenin oranı arttıkça parlaklık düşmüştür. Katkı maddelerini kendi içerisinde karşılaştırıldığında parlaklığın en düşük olduğu katkı maddesi grafendir. Titanyum dioksit ve mermer tozu ise parlaklığı arttırmıştır.

5.6. Salınımsal Sertlik Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

- Su bazlı verniklerin salınımsal sertlik

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Sertlik en yüksek grafen 2 (%0,50)'de, en düşük ise kontrol grubunda bulunmuştur. Radyal ve teğet kesitte en yüksek pürüzlülük mermer tozu 1 (%2,5)'de bulunmuştur. Katkı maddeleri ağaç türü bakımından en yüksek sertlik kayın ağaç türünde mermer tozu 1 (%2,5)'de, en düşük pürüzlülük ise ladin ağaç türünde grafen 2 (%0,50)'de bulunmuştur. Katkı maddeleri arasında titanyum dioksit ve mermer tozunun sertliği arttırdığı, grafenin ise sertliği düşürdüğü bulunmuştur.

- Poliüretan verniklerin salınımsal sertlik

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Sertlik en yüksek grafen 1 (%0,25)'de, en düşük ise kontrol grubunda bulunmuştur. Radyal ve teğet kesitte en yüksek pürüzlülük mermer tozu 2 (%5) ve titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Katkı maddeleri ağaç türü bakımından en yüksek sertlik kestane ağaç türünde titanyum dioksit 2 (%2)'de, en düşük sertlik ise sarıçam ağaç türünde grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Katkı maddeleri arasında titanyum dioksit ve mermer tozunun sertliği arttırdığı, grafenin ise sertliği düşürdüğü bulunmuştur.

5.7. Parlaklık (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

- Su bazlı verniklerin parlaklık

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri arasında en düşük parlaklık grafen 2 (%0,50)'de, en yüksek parlaklık mermer tozu 2 (%5)'de bulunmuştur. Liflere paralel ve dik yönde radyal kesitte ladin ağaç türünde kontrol grunda en yüksek parlaklık değeri; en düşük parlaklık kestane ağaç türünde grafen 3 (%1)'te bulunmuştur. Kullanılan bütün katkı maddelerinin parlaklığı kontrol grubuna göre düşük çıkmıştır. Katkı maddelerin her yönde ve her kesitte parlaklığı

düşürmüştür. Katkı maddeleri kendi içinde kıyaslandığı zaman parlaklığın en düşük olduğu katkı maddesi grafendir. En yüksek olduğu katkı maddesi ise mermer tozudur.

- Poliüretan verniklerin parlaklık

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Katkı maddeleri arasında en düşük parlaklık grafen 1 (%0,25)'de, en yüksek parlaklık kontrol grubunda bulunmuştur. Liflere paralel yönde radyal kesitte ladin ağaç türünde kontrol grunda en yüksek parlaklık değeri; en düşük parlaklık ladin ağaç türünde grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Liflere dik yönde radyal kesitte kayın ağaç türünde kontrol grunda en yüksek parlaklık değeri; en düşük parlaklık kestane ağaç türünde grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Kullanılan bütün katkı maddelerinin parlaklığı kontrol grubuna göre düşük çıkmıştır. Katkı maddelerin her yönde ve her kesitte parlaklığı düşürmüştür. Fakat grafenler kendi içinde değerlendirildiği zaman grafen oranı arttıkça parlaklık artmıştır. Katkı maddeleri kendi içinde kıyaslandığı zaman parlaklığın en düşük olduğu katkı maddesi grafendir. En yüksek olduğu katkı maddesi ise mermer tozudur.

5.8. Yüzey Pürüzlülüğü (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

- Su bazlı verniklerin yüzey pürüzlülüğü

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük en yüksek grafen 2 (%0,50)'de, en düşük ise titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Radyal kesitte en yüksek pürüzlülük grafen 2 (%0,50) ve titanyum dioksit 2 (%2) 'de bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek pürüzlülük grafen 1 (%0,25) ve titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Katkı maddeleri ağaç türü bakımından en yüksek pürüzlülük kestane ağaç türünde grafen 2 (%0,50)'de, en düşük pürüzlülük ise ladin ağaç türünde kontrol grubunda bulunmuştur. Katkı maddeleri arasında yüzey pürüzlülüğü açısından titanyum dioksitin pürüzlülüğü azalttığı, grafenin ve mermer tozunun pürüzlülüğü arttırdığı bulunmuştur. Su bazlı verniklerde daha fazla yüzey pürüzlülüğü meydana gelmiştir.

- Poliüretan verniklerin yüzey pürüzlülüğü

Katkı maddeleri, kesit şekli, ağaç türü ve zaman bakımından bir farklılık bulunmuştur. Pürüzlülük en yüksek mermer tozu 2 (%5)'de, en düşük ise titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Radyal kesitte en yüksek pürüzlülük grafen 1 (%0,25)'de bulunmuştur. Teğet kesitte en yüksek pürüzlülük mermer tozu 2 (%5) 'de bulunmuştur.

Katkı maddeleri ağaç türü bakımından en yüksek pürüzlülük ladin ağaç türünde grafen 1 (%0,25)'de, en düşük pürüzlülük ise kayın ağaç türünde titanyum dioksit 2 (%2)'de bulunmuştur. Poliüretan vernikler ile karıştırılmış katkı maddeleri arasında yüzey pürüzlülüğü açısından titanyum dioksitin pürüzlülüğü azalttığı, grafenin ve mermer tozunun pürüzlülüğü arttırdığı bulunmuştur.

5.9. Aşınma Direnci (UV Yapay Yaşlandırma Sonrası)

Su bazlı ve poliüretan vernikler ile karıştırılmış katkı maddeleri arasındaki aşınma direnci en yüksek grafenlerde elde edilmiştir.



6. ÖNERİLER

“Çeşitli Katkı Maddelerinin (Mermer Tozu, Grafen, Titanyum Dioksit) Ağaç Malzemelerin Verniklenme ve Yaşlandırma Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı bu tez çalışması iki ana bölüme ayrılarak yürütülmüştür. İlk bölümde yapılan yapışma testi, aşınma testi, aşınmada ağırlık kayıpları, salınımsal sertlik direnci testi ve parlaklık testi sonuçlarından dolayı, katkılı verniklerin dış ortam performanslarını değerlendirmek için UV yapay yaşlandırma testi yapılarak 0-200-400-600 saatlik zaman dilimlerinde salınımsal sertlik direnci, parlaklık testi, yüzey pürüzlülüğü, aşınma direnci ve yapışma direnci testleri yapılmıştır. Tez çalışmasında çeşitli katkı maddelerinin farklı oranlarda verniklere karıştırılarak, çeşitli ağaç malzemelerinin farklı kesitler üzerine püskürtme yöntemi ile uygulanarak vernik+katkı maddelerinin performansları belirlenmiştir. Katkı maddeleri ve oranları grafenin (%0.25, %0.50, %1), mermer tozunun (%2,5, %5) ve TiO_2 (%1, %2), vernikler (su bazlı ve poliüretan vernik) ve ağaç malzemeler (Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Doğu ladini (*Picea orientalis*)) kullanılmıştır.

Odun esaslı ürünler, konut inşası, park ve bahçe elemanları, mobilya üretimi, tel direkleri, demir yolu traversleri, zemin kaplamaları ve benzeri birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, doğal ve organik bir malzeme olan ahşap, mantar ve böcek gibi biyotik faktörlerin yanı sıra yangın ve rutubet gibi abiyotik etkenlerin zararlı etkilerine karşı savunmasızdır. Ahşabı bu tür biyotik ve abiyotik zararlılardan korumak amacıyla günümüze kadar çeşitli koruma yöntemleri ve maddeleri geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar genellikle ağaç malzemeye vernik uygulaması yapılmadan önce ısıtma işlemi, emprenye işlemleri yapıldıktan sonra yüzeye uygulanan film tabakasına ait özellikler araştırılmıştır. Araştırma konuları çoğunlukla vernik ile oluşturulan film tabakasının performansını belirlemek için yapışma direnci, salınımsal sertlik, parlaklık, yüzey pürüzlülüğü, aşınma direnci, katman kalınlığı, rutubet ve katı madde miktarı vb. incelenmiştir (Yakın, 2001; Budakçı, 2003; Sönmez ve Budakçı, 2004; Sarıca, 2006; Pelit, 2007; Tekin, 2009; Tutkun, 2014). Ek olarak ağaç malzeme ile vernik boya etkileşimi, farklı vernik uygulama şekillerinin katman özelliklerine etkisi, UV yaşlandırmanın katman üzerine etkisi, bor takviyeli emprenyenin vernik katman sertliğine

etkisi boya/vernüklerin renk değiştirici etkisi incelenmiştir (Budakçı, 2003; Sönmez ve ark., 2004; Çakıcıer, 2007; Yalınkılıç ve Sönmez, 2009; Kesik, 2009; Budakçı ve ark., 2011).

Tüm bu çalışmalara incelendiğinde vernüklere katkı maddesi ilavesi ile vernüklerin yüzey işlem performansları ve karışım oranlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların çok kısıtlı olduğu görölmektedir. Bu tez çalışması ile vernüklere katkı maddesi ilavesiyle (mermer tozu, grafen, TiO_2), ağaç malzemeler üzerine vernüklerin yüzey performansının ölçülmesi tezin özgün değerlerinden biridir.

Tezde hem bir geri dönüşüm malzemesi hem de nanoteknolojik malzemelerin katkı maddesi olarak kullanılması ön plandadır. Ahşap malzemedeki nanoteknoloji ve geri dönüşüme dayalı yenilikçi işlemleri gözden geçirmek ve böylece temel ahşap özelliklerini, yani dayanıklılık, su emme ve UV emilimini iyileştirmek hedeflenmiştir.

Yapılan analizler sonrası yüzey işlemleri anlamında iyi sonuçları veren gruplar belirlenmiştir. Ahşap malzeme her ne kadar yanma sırasında kömürleşerek bir miktar dayanım gösterebilir. Kritik özelliğın iyileştirilmesi oldukça önemlidir. Bu yüzden tez kapsamında kullanılan katkı maddeleri arasında optimum sonucu veren kombinasyonların yangın dayanım performansına bakılabilir.

Nano-teknolojik katkı maddelerinin kirlenme, aşınma ve çizilmeye karşı dayanıklılığı artırdığına dair çalışmalar mevcuttur. Katkı maddelerinin tekli, ikili veya çoklu formlarının bu özelliklere olan etkisi araştırılabilir.

Grafenin, yüksek yüzey alanından dolayı farklı optik özellik sergilediğı bilinmektedir. Bu farklılıkların odun materyali üzerindeki etkilerini gözlemlemek için uygun analiz ve testlerin yapılması, elde edilen bulguların bilimsel ve akademik çevrelerle paylaşılması gerekmektedir. Ayrıca, parlaklık sonuçlarını endüstrinin ilgili alanlarına uyarlayarak değerlendirmek de önem taşımaktadır.

Sinema veya spor salonu gibi yoğun kullanıma maruz kalan alanlarda aşınmaya karşı direncinin yüksek olmasından dolayı grafen katkılı vernüklerin kullanımı önerilebilir.

Genellikle dış ortamda radyal kesitli yüzeyler daha çok tercih edilir. Bu çalışma ile beraber teğet yüzeyler de grafen katkılı vernükler kullanılarak tercih edilebilir.

Yüzeyin enerjisi veya gerilimi değiştirildikten sonra (örnek plazma ya da corona yöntemi ile) herbir katkı maddesi uygulaması ile daha yüksek direnç sağlanabilir.

Ahşap vernük ve boya üreticileri yeni ürünlerine yönelik kapsamlı AR-GE ve ÜR-GE araştırmalarında üretim sırasında grafeni %0,50 oranında üretim reçetesine katarak vernük ve boyaların performansı artırılabilir.

Araştırma sonuçlarının daha detaylı bir biçimde ortaya koymak üzere; SEM/EDS (Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive Spectroscopy), ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis), XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), FTIR (Fourier Transform Infrared), ESR (Electron Spin Resonance), AWP (Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi) ve AFM (Atomic Force Microscopy) gibi cihazlar ile incelenme yapılabilir.

Siyah renkli mobilya yapımında verniğin içerisinde düşük oranlarda grafen katılarak kolay bir şekilde üretilebilir. Bu da yüksek oranda tasarruf sağlar.

Ortalama yüzey pürüzlülük (R_a^* , R_q^* , R_z^*) değerinin düşük olmasının istendiği yerlerde kayın ağaç türü, titanyum dioksit 2 (%2) katkılı poliüretan vernik vernik uygulanması önerilebilir.

Her iki vernik türünde (su bazlı ve poliüretan) grafen katkılı örneklerde zamanla sertlik düşmüştür. Bunun sebebi grafenin elastik bir yapı göstererek kırılma olmamasından kaynaklanır. Esneklik istenen yerlerde (ahşap zeminler, otomotiv kaplamaları, tekne yat kaplamaları vs.) bu kombinasyon kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

- A. Tekin, (2009). Ahşap Malzemelerde Kullanılan Bazı Vernik Katmanlarının Aşınma Dirençlerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,Türkiye.
- Ahajji, A., Diouf, P. N., Aloui, F., Elbakali, I., Perrin, D., Merlin, A., & George, B. (2009). Influence of Heat Treatment on Antioxidant Properties and Colour Stability of Beech And Spruce Wood And Their Extractives, *Wood Science and Technology*, 43, 69-83.
- Ait Benhamou, A., Salim, M. H., Boussetta, A., Mennani, M., Essifi, K., Kassab, Z., ... & Moubarik, A. (2024). Graphene Oxide a Promising Formaldehyde Scavenger of Phenolic Resin-Bonded Plywood: From Elaboration to Evaluation, *Journal of Applied Polymer Science*, 141(11), e55093. <https://doi.org/10.1002/app.55093>.
- Allen, M. J., Tung, V. C., & Kaner, R. B. (2010). Honeycomb Carbon: a Review of Graphene, *Chemical reviews*, 110(1), 132-145. doi.org/10.1021/cr900070d.
- Asif, A. H., Mahajan, M. S., Sreeharsha, N., Gite, V. V., Al-Dhubiab, B. E., Kaliyadan, F., ... & Aleyadhy, D. M. (2022). Enhancement of Anticorrosive Performance of Cardanol Based Polyurethane Coatings by Incorporating Magnetic Hydroxyapatite Nanoparticles, *Materials*, 15(6), 2308. <https://doi.org/10.3390/ma15062308>.
- ASTM D 1644-01, (2006). Standard Test Methods for Nonvolatile Content of Varnishes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.
- ASTM D 6132, (2008).Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic gage.
- Atanasova, K., & Angelski, D. (2021). Adhesion Strength of Nano Water-Based Finishes Applied to Wood Surfaces. Proceedings of the first international, Salzburg Conference for Smart Materials at the FH-Salzburg: Campus Kuchl.
- Athulya, R., Nandini, J., Bhoi, T. K., & Sundararaj, R. (2023). Recent Advances of Nanotechnology in Wood Protection: A Comprehensive Review. *Wood Material Science & Engineering*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/17480272.2023.2239800>.
- Atılğan, A., Göktaş, O. & Peker, H., (2011). Pinar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Ahşap Boyanın Ahşap Malzemeye Üst yüzey Olarak Uygulanması, Artvin Çoruh Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 2, 139-147.
- Atılğan, A., Burdurlu, E., Atar, M., & Yasar, S. S. (2024). The Effect of the Mechanical Densification Process in Wood Material on the Surface Adhesion Resistance of Varnishes, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3909021/v1>.

- Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., & Merlin, A. (2003). Color Stability of Heat-Treated Wood During Artificial Weathering, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 61, 221-226.
- Ayata, Ü., & Çakıcıer, N. (2021). Determination of Pendulum Hardness (König Method) Values Against Artificial Weathering in Water-Based Varnishes Applied to Some Wood Species After Heat Treatment (Thermowood). *Drewno: prace naukowe, doniesienia, komunikaty*, 64.
- Ayata, Ü., (2014). Isıl işlem Görmüş (Thermowood) Bazı Ağaç Türlerinde Kullanılan Su Bazlı Vernik Katmanlarının Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Direncinin Belirlenmesi, Düzce Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Doktora tezi, Düzce, Türkiye.
- Ayhan, A. (2002). Düünden Bugüne Türkiye'de Bilim-Teknoloji ve Geleceğin Teknolojileri, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. İstanbul. 455s.
- Aykaç, S., & Sofuoğlu, S. D. (2021). Bambu Ağaç Malzemede Vernik Tiplerinin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 24(4), 1353-1363.
- Aytin, A., Korkut, S., & Çakıcıer, N. (2015). Yabani Kiraz Odununda Bazı Yüzey Karakteristikleri Üzerine Thermowood® Yöntemi ile Isıl İşlemin Etkisi, *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 539-554.
- Bae, T. H., & Tak, T. M. (2005). Effect of TiO₂ Nanoparticles on Fouling Mitigation of Ultrafiltration Membranes for Activated Sludge Filtration, *Journal of Membrane Science*, 249(1-2), 1-8.
- Bashkirova, K. A., Gazeev, M. V., & Sviridov, A. V. (2022). Features of Planning an Experiment to Develop a New Paint and Varnish Composition for the Formation of Protective and Decorative Coatings on Wood Products, In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science *IOP Publishing*. Vol. 949, No. 1, p. 012065.
- Bauer, F., & Mehnert, R. (2005). UV Curable Acrylate Nanocomposites: Properties and Applications, *Journal of Polymer Research*, 12, 483-491.
- Beaaty, L., & Penboss, I.,(1993). Surface Coatings Raw Materials and Their Usage, *Chapman And Hall Publications*, London.
- Bentley, J. (2001). Composition, Manufacture and Use of Paint, In Forensic Examination of Glass and Paint *CRC Press*. pp. 135-154.
- Berkel, A., (1970). Ağaç Malzeme Teknolojisi, 1. Cilt,İ.Ü. Orman Fak., İ.Ü. Yayın No:1448, O.F. Yayın No:147, İstanbul.
- Berkin, G. (2022). Ağacın izinde: Tasarımda orman ürünleri sözlüğü, Yem Yayın.İstanbul.
- Berman, D., Erdemir, A., & Sumant, A. V. (2013). Few Layer Graphene to Reduce Wear and Friction on Sliding Steel Surfaces, *Carbon*, 54, 454-459. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2012.11.061>.

- Berman, D., Erdemir, A., & Sumant, A. V. (2014). Graphene: a New Emerging Lubricant, *Materials Today*, 17(1), 31-42. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2013.12.003>.
- Bilgin, N., (2010). Mermer Tozu Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanımı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. & Erdin N. (2000). Odun Anatomisi, İstanbul, Üniversitesi İstanbul.
- Bozkurt, Y., & Erdin. N., (1997). Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 3598, Fak Yayın No:45 İstanbul.
- Böhm, S. (2014). Graphene Against Corrosion, *Nature nanotechnology*, 9(10), 741-742. <https://doi.org/10.1038/nnano.2014.220>.
- Budakçı M., (1997). Ahşap Verniklerinde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetine Etkileri, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara.
- Budakçı, M. (2003). Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi.
- Budakçı, M., & Sönmez, A. (2010). Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(1).
- Budakçı, M., Akkuş, M., Budakçı, A., & Boya, S. B. (2011). Verniklerin Türkiye'deki Üretimi ve Kullanımı, 6. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'11), Elazığ-Türkiye, 176.
- Bulian, F., & Graystone, J. (2009). Wood coatings: Theory and practice, *Elsevier*.
- Cassens, D. L., (1980). Wood Finishing: Selection and Application of Exterior Finishes of Wood, *North Central Region Extension Publ.135*, West Lafatette.
- Ceylan, H., Saraç, S., & Özkahraman, T. (2001). Mermer Toz Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi (Fuga) Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001) Bildiriler Kitabı, 3(5).
- Cichowlaz, S. D. (2004). Wood preservation & wood products treatment pest control study guide. *Nevada state department of agriculture*, 10, 1-59.
- Creemers, J., Meijer, M., D. ve Sell, J., (2002). Influence of Climatic Factors on The Weathering of Coated Wood, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60, 411-420.
- Cristea, M. V., Riedl, B., & Blanchet, P. (2010). Enhancing The Performance of Exterior Waterborne Coatings for Wood by Inorganic Nanosized UV Absorbers, *Progress in Organic Coatings*, 69(4), 432-441.

- Cristea, M. V., Riedl, B., & Blanchet, P. (2011). Effect of Addition of Nanosized UV Absorbers on the Physico-Mechanical and Thermal Properties of An Exterior Waterborne Stain for Wood, *Progress in organic coatings*, 72(4), 755-762.
- Cui, H., & Li, Q. (2020). Nano–titanium dioxide Coating of Chinese Fir Treated by High-Temperature Steam to Improve the Anticorrosion and Surface Hydrophobicity, *Forest Products Journal*, 70(2), 158-164. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-19-00050>.
- Çakıcıer, N. (2007). Ağaç Malzeme Yüzey İşlem Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Çimen, O., & Yılmaz, M. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Geri Dönüşümle İlgili Bilgileri ve Geri Dönüşüm Davranışları, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 63-74.
- Çolakoğlu, G., (2002). Ağaç Malzeme Yapıştırıcıları ve Ders Uygulama Teknikleri, Basılmamış Ders Notları, Trabzon.
- Dahman, Y. (2017). Nanotechnology and functional materials for engineers, *Elsevier*.
- De Filpo, G., Palermo, A. M., Rachiele, F., & Nicoletta, F. P. (2013). Preventing Fungal Growth in Wood by Titanium Dioxide Nanoparticles, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 217-222.
- Decker C., Masson F., & Schwalm R., (2004). Weathering Resistance of Waterbased UV-Cured Polyurethane-Acrylate Coatings, *Polymer Degradation and Stability*, 83, 309-320.
- Deka, M., Humar, M., Rep, G., Kričej, B., Šentjerc, M., & Petrič, M. (2008). Effects of UV Light Irradiation on Colour Stability of Thermally Modified, Copper Ethanolamine Treated and Non-Modified Wood: Epr and Drift Spectroscopic Studies, *Wood Science and Technology*, 42, 5-20.
- Demirci, Z., Sonmez, A., & Budakçı, M. (2013). Effect of Thermal Ageing on the Gloss and the Adhesion Strength of the Wood Varnish Layers, *BioResources*, 8(2), 1852-1867.
- Deng, Z., Smolyanitsky, A., Li, Q., Feng, X. Q., & Cannara, R. J. (2012). Adhesion-dependent Negative Friction Coefficient on Chemically Modified Graphite at the Nanoscale, *Nature materials*, 11(12), 1032-1037. <https://doi.org/10.1038/nmat3452>.
- Erkoç, Ş. (2007). Nanobilim ve Nanoteknoloji. ODTÜ Gelistirme Vakfı Yayıncılık, Ankara.
- Ersöz, M., Işıtan, A., & Balaban, M. (2018). Nanotechnology 1: Fundamentals Of Nanotechnology, *Bilal Ofset*, Denizli.
- Esteves, B., & Pereira, H. (2009). Wood Modification by Heat Treatment: A Review, *BioResources*, 4(1), 370-404.

- Esteves, B., Domingos, I., & Pereira, H. (2008). Pine wood modification by heat treatment in air, *BioResources*, 3(1), 142-154.
- Evans, P., D., Abbott, D. & Thein, S., (1987). A Technigue for the Rapid Assesment of Wood Surface Degradation During Weathering, *18. IRG Annual Meeting*, May, Ontario, Canada, IRG/WP-2281.
- Fei, P., Xiong, H., Cai, J., Liu, C., & Yu, Y. (2016). Enhanced the Weatherability of Bamboo Fiber-Based Outdoor Building Decoration Materials by Rutile Nano-TiO₂, *Construction and Building Materials*, 114, 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.166>.
- Feist W., C. & Hon D., N.-S., (1984). In: Rowell R. M., ed. The Chemistry of Solid Wood, Chapter 11: Chemistry of Weathering And Protection, *Advances in chemistry series 207*, Washington, DC: American Chemical- Society.
- Feist, W., C., (1984). Painting and Finishing Wood for Use Outdoor, In: New Ideas Materials Procedures, Proceedings of Seventh Annual Educational Conference, February, Baltimore, MD. Washington, DC, *American Society of Home Inspectors*, A1-A27.
- Feist, W., C., (1988). In: Rowell R. M., James B.R. Archaeological Wood: Properties, Chemistry, and Preservation, Chapter 11: Outdoor Wood Weathering and Protection, Washington, DC: *Proceedings of 196th meeting of the American Chemical Society*.
- Feist, W., C., (1990). Weathering Performance of Painting Wood Pretreated with WaterRepellent Preservatives, *Forest Products Journal*, 40, 7-8, 21-26.
- Feist, WC (1982). Weathering of Wood in Structural Uses. In: Meyer RW, Kellogg RM (Eds) Structural Use of Wood in Adverse Environments, *Society of wood science and technology*. Van Nostrand Reinhold, New York, 156–178.
- Flexner, B. (1994). *Understandig Wood Finishing*, Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania.
- Freeman, M. H., Shupe, T. F., Vlosky, R. P., & Barnes, H. M. (2003). Past, Present, and Future of the Wood Preservation Industry, *Forest products journal*, 53(10), 8.
- Fufa, S. M., Jelle, B. P., Hovde, P. J., & Rørvik, P. M. (2012). Coated Wooden Claddings and the Influence of Nanoparticles on the Weathering Performance, *Progress in organic coatings*, 75(1-2), 72-78.
- Fufa, S. M., Jelle, B. P., Hovde, P. J., & Rørvik, P. M. (2012). Coated Wooden Claddings and the Influence of Nanoparticles on the Weathering Performance, *Progress in organic coatings*, 75(1-2), 72-78. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2012.03.010>.
- Ged, G., Obein, G., Silvestri, Z., Le Rohellec, J., & Viénot, F. (2010). Recognizing Real Materials from Their Glossy Appearance, *Journal of vision*, 10(9), 18-18.
- Geim, A. K. (2009). Graphene: Status and Prospects. *Science*, 324(5934), 1530-1534.

- George, B., Suttie, E., Merlin, A., & Deglise, X. (2005). Photodegradation and Photostabilisation of Wood—The State of the Art, *Polymer degradation and stability*, 88(2), 268-274.
- Gornicka, B., & Sieradzka, K. (2009). Barrier Properties of İmpregnating Varnishes with Nanosilica, In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 146, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Güler, S. B. (2011). Ahşabın Yaşam Döngüsü Çerçevesinde Koruma ve Onarım Metotlarının Analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Günay, R. (2007). Geleneksel Ahşap Yapılar: Sorunları ve Çözüm Yolları, Birsen Yayınevi.
- Hafizoğlu, H., & Deniz, İ. (2012). Odun Kimyası Ders Notları, (Basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Han, X., Zhang, Q., Yin, Y., & Pu, J. (2018). Fire retardancy of Graphene Oxide/Wood Composite (GOW) Prepared by a Vacuum-Pulse Dipping Technique, *Holzforschung*, 72(5), 375-378. <https://doi.org/10.1515/hf-2017-0111>.
- He, Z., Gu, Y., Liu, H., Sun, Y., Liu, G., Chang, S., ... & Hu, J. (2023). Encapsulation of Wood Capillary Channels by Electrostatically Self-Assembled Graphene Oxide for Enhanced Conductivity, *Journal of Porous Materials*, 30(5), 1643-1652. doi.org/10.1007/s10934-023-01448-w.
- Herzog, T., Nattere, J., Schweitzer, R., Volz, M., & Winter, W. (2004). Timber Construction Manual, Basel: Birkhäuser.
- Holzhausen U., Millow S., & Adler H.J.P., (2002). Studies on The Thermal Ageing of Organic Coatings, Wiley-WCH Verlag GmbH, Weinheim.
- Hon, D. N. S. (2001). Weathering and Photochemistry of Wood, Wood and cellulosic chemistry, 2, 512-546.
- ISO, I. 11507 (2007)., Paints and varnishes—Exposure of coating to artificial weathering-exposure to fluorescent UV and water. *ISO: USA*.
- Jacques, L. F. E. (2000). Accelerated and Outdoor/Natural Exposure Testing of Coatings. *Progress in polymer science*, 25(9), 1337-1362.
- Jalili, M. M., Moradian, S., Dastmalchian, H., & Karbasi, A. (2007). Investigating the Variations in Properties of 2-Pack Polyurethane Clear Coat Through Separate Incorporation of Hydrophilic and Hydrophobic Nano-Silica, *Progress in Organic Coatings*, 59(1), 81-87.
- Kamdem, D. P., & Grelier, S. (2002). Surface Roughness and Color Change of Copper-Amine Treated Red Maple (*Acer Rubrum*) Exposed to Artificial Ultraviolet Light.

- Karamanoğlu, M., & Kesik, H. İ. (2021). Factors Affecting Some Properties on Surface of Thermowood Material Applied with Water-Based Varnishes Modified with Nanoparticles. *Cerne*, 27, e-102886.
- Karslı, N. G., Özocak, M., Topal, B. C., Aytaç, A., & Yesil, S. (2012). Farklı Termoplastik Elastomerler (TPE) Kullanılarak Geri Kazanılmış Poli (Etilen Teraftalat)/Poli (Etilen Naftalat)(PET/PEN) Karışımlarının Uyumluluklarının Arttırılması.
- Kartal, B. (2015). Yapılarda Ahşap Kullanımı ve Çağdaş Yapı Teknolojisinde Ahşap Kullanımı, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kartal, S. N. (1992). Odun Degradasyonunda Güneş Işığı ve Su Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 42, 169-176.
- Kaygın, B. (1997). Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Opak Boyaların Dayanım Özellikleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Kaygın, B., & Akgün, E. (2008). A Nano-Technological Product: An Innovative Varnish Type For Wooden Surfaces.
- Kelsall, R. W., Hamley, I. W., & Geoghegan, M. (2005). Nanoscale Science and Technology.
- Kesik H.İ., (2009). Değişik Kimyasallar ile Ön İşlem Görmüş Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Su Bazlı Verniklerin Katman Performansı, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Keskin, H., & Tekin, A. (2011). Abrasion Resistances of Cellulosic, Synthetic, Polyurethane, Waterborne and Acidhardening Varnishes Used Woods, *Construction and Building Materials*, 25(2), 638-643.
- Khan, A. A., De Vera, M. A. T., Mohamed, B. A., Javed, R., & Al-Kheraif, A. A. (2022). Enhancing the Physical Properties of Acrylic Resilient Denture Liner Using Graphene Oxide Nanosheets, *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 28(3), 487-493. <https://doi.org/10.1002/vnl.21895>.
- Kılıç, A., & Hafizoğlu, H. (2009). Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler, *Turkish Journal of Forestry*, 2, 175-183.
- Kılıç, K., & Söğütlü, C. (2020). Doğal Yaşlanmış Ağaç Malzemeye Uygulanan Bazı Verniklerin Parlaklık Değerlerinin Belirlenmesi, *Politeknik Dergisi*, 23(4), 1423-1431.
- Kılıç, K., & Söğütlü, C. (2022). Surface Hardness of Three Types Varnish Applied to Fresh and Naturally Aged Wood, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 22(2), 125-134.

- Kim, K. S. Lee, H. J., Lee, C., Lee, S. K., Jang, H., Ahn, J. H., ... & Lee, H. J. (2011). Chemical vapor Deposition-Grown Graphene: The Thinnest Solid Lubricant, *ACS nano*, 5(6), 5107-5114. <https://doi.org/10.1021/nn2011865>.
- Korkut, D. S., Hiziroglu, S., & Aytin, A. (2013). Effect of Heat Treatment on Surface Characteristics of Wild Cherry Wood, *BioResources*, 8(2), 1582-1590.
- Korkut, S. (2012). Performance of Three Thermally Treated Tropical Wood Species Commonly Used in Turkey, *Industrial Crops and Products*, 36(1), 355-362.
- Korkut, S., & Budakci, M. (2010). The effects of High-Temperature Heat-Treatment on Physical Properties and Surface Roughness of Rowan (*Sorbus Aucuparia* L.) Wood, *Wood Research*, 55(1), 67-78.
- Koutsianitis, D., Mitani, A., Ntalos, G., & Ninikas, K. (2019). Hygroscopic Properties After Weathering of Some Varnish Coated Wood Species, *Proligno*, skin. 15, no. 4, 55-60.
- Kovan, V. (2002). Plastik Malzeme Türleri ve Bunların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Deney ve Yöntemler, Pamukkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Kúdela, J., Strbová, M., & Jas, F. (2017). Influence of Accelerated Ageing On Morphology and Wetting of Wood Surface Treated with A Modified Water-Based Coating System, *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen res Publica Slovaca*, 59(1), 27.
- Kurtoğlu, A. (2000). Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, 1. Cilt: Genel Bilgiler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No: 4262, Fakülte Yayın No: 463, İstanbul.
- Kut, D., Güneşoğlu, C. (2005). Nanoteknoloji ve Tekstil Sektöründeki Uygulamaları, *Tekstil Teknik. Şubat*: 224-230.
- Li, P., Ren, H., Qiu, F., Xu, J., Yu, Z., Yang, P., ... & Yang, D. (2014). Preparation and Properties of Graphene Oxide-Modified Waterborne Polyurethane-Acrylate Hybrids, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 53(13), 1408-1416.
- M. Sarıca, (2006). Borlu Bileşikler ile Emprenye İşleminin Bazı Ağaç Malzeme ve Verniklerde Sertlik ve Aşınma Direncine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Mathiazhagan, A., & Joseph, R. (2011). Nanotechnology-a New Prospective in Organic Coating-Review. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 2(4), 225.
- Merev, N., (1998). Odun Anatomisi Cilt 1, Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fak., KTÜ Genel Yayın No: 189. Fak. Yayın No:27, Trabzon.
- Merev, N., (2003). Odun Anatomisi, KTÜ, Orman Fak., KTÜ Genel Yayın No: 209. Fak. Yayın No:31, Trabzon.

- Miklečić, J., Turkulin, H., & Jirouš-Rajković, V. (2017). Weathering Performance of Surface of Thermally Modified Wood Finished with Nanoparticles-Modified Waterborne Polyacrylate Coatings, *Applied Surface Science*, 408, 103-109.
- Milton, F. T. (1995). The Preservation of Wood, Minnesota Extension Service.
- Moya, R., Rodríguez-Zúñiga, A., Vega-Baudrit, J., & Puente-Urbina, A. (2017). Effects of Adding TiO₂ Nanoparticles to a Water-Based Varnish for Wood Applied to Nine Tropical Woods of Costa Rica Exposed to Natural and Accelerated Weathering, *Journal of Coatings Technology and Research*, 14, 141-152.
- Nikolic, M., Lawther, J. M., & Sanadi, A. R. (2015). Use of Nanofillers in Wood Coatings: A Scientific Review. *Journal of Coatings Technology and Research*, 12, 445-461.
- Novoselov, K. S., & Geim, A. K. (2007). The Rise Of Graphene *Nat. Mater*, 6(3), 183-191.
- Novoselov, K. S., Colombo, L., Gellert, P. R., Schwab, M. G., & Kim, K. A. J. N. (2012). A Roadmap for Graphene Nature, 490(7419), 192-200.
- Nuraje, N., Khan, S. I., Misak, H., & Asmatulu, R. (2013). The addition of Graphene to Polymer Coatings for Improved Weathering. *International Scholarly Research Notices*.
- Oltean, L., Teischinger, A., & Hansmann, C. (2008). Wood Surface Discolouration Due to Simulated Indoor Sunlight Exposure, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 66(1), 51-56.
- Onargan, T., Köse, H., & Deliormanlı, A. H., (2005). Mermer, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara.
- Öncel, M., Vurdu, H., Kaymakçı, A., Özkan, O. E., & Aydoğan, H. (2019). Coating Performances of Crimean Juniper (*Juniperus Excelsa* M. BIEB.) Wood, *Cerne*, 25, 36-43.
- Örs, Y. & Keskin, H., (2001). Ağaç Malzeme Bilgisi, *Atlas Yayınları*, Ankara.
- Özalp, M., & Sarı, S. (2018). Alüminyum Sülfat'ın Poliüretan Vernik Uygulamalarındaki Etkilerinin İncelenmesi, *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2, 116-123.
- Özçifçi, A., Atar, M. & Uysal, B. (1999). Ahşap Ağartma Kimyasallarının Verniklerin Yüzey Parlaklığına e Yapışma Mukavemetine Etkileri, *Türkiye Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23 (9), 763-770.
- Özdemir, T., & Hiziroglu, S. (2009). Influence of Surface Roughness and Species on Bond Strength Between the Wood and the Finish, *Forest products journal*, 59(6), 90-95.
- Özdemir, T., (2003). Türkiye'de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Trabzon.

- Özdemir, T., Bozdoğan, Ö., & Mengeloglu, F. (2013). Effects of Varnish Viscosity and Film Thickness on Adhesion Strength of Coated Wood, *Proligno*, Vol. 9, No:4, 164-168.
- Özdemir, T., Hizirolu, S., & Kocapınar, M. (2015). Adhesion Strength of Cellulosic Varnish Coated Wood Species As Function of Their Surface Roughness, *Advances in materials science and engineering*.
- Özen, R., & Sönmez, A. (1999). Dış Hava Şartlarının Verniklerin Katman Sertliğine Etkileri, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, 323-328.
- Peker, H., Ayata, Ü., & Çamlıbel, O. (2023). Tarçın (*Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl) Ağacına Ait Ahşabında Shore D Sertlik, Renk Parametreleri, Parlaklık ve Beyazlık İndeksi Değerleri Üzerine Isıl İşlemin Etkisi, Bozok, *Journal of Engineering and Architecture*, 2(2), 29-37.
- Pelit, H. & Korkmaz, M. (2019). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Yüzey Özelliklerine Nano-Grafen Katkılı Su Bazlı Verniklerin Etkisi, *Politeknik Dergisi*, 22 (1), 203-212. DOI: 10.2339/politeknik.385436.
- Pelit, H. (2007). Ağaç Malzeme Rutubet Miktarının Su Bazlı Vernik Katman Özelliklerine Etkisi, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pelit, H., & Korkmaz, M. (2019). Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Yüzey Özelliklerine Nano-Grafen Katkılı Su Bazlı Verniklerin Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 22(1), 203-212.
- Richter, C. (2015). Wood characteristics: Description, Causes, Prevention, Impact on Use and Technological Adaptation, Switzerland: *Springer International Publishing* doi: 10.1007/978-3-319-07422-1_2.
- Roco, M. C. (2011). The Long View of Nanotechnology Development: The National Nanotechnology Initiative at 10 Years, *Journal of Nanoparticle Research*, 13, 427-445.
- Salca, E. A., Krystofiak, T., Lis, B., & Hizirolu, S. (2021). Glossiness Evaluation of Coated Wood Surfaces as Function of Varnish Type And Exposure to Different Conditions, *Coatings*, 11(5), 558. doi.org/10.3390/coatings11050558.
- Sarıca, M. (2006). Borlu Bileşikler ile Emprenye İşleminin Bazı Ağaç Malzeme ve Verniklerde Sertlik ve Aşınma Direncine Etkisi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Saygın, E., & Budakçı, M. (2017). Reçine Temizleme İşleminin Su Bazlı Verniklerin Sertlik Değerine Etkisi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 169-183.
- Schnabel, T., Zimmer, B., & Petutschnigg, A. J. (2009). On the Modelling of Colour Changes of Wood Surfaces, *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(2), 141-149.

- Schultz, T. P., Nicholas, D. D., & Preston, A. F. (2007). A Brief Review of The Past, Present and Future of Wood Preservation. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 63(8), 784-788.
- Sofuoğlu, S. D., Ordu, M., Aykaç, E., & Çelikbaş, S. (2013). Mermer ve Traverten Tozunun Ahşap Üst Yüzey İşlemlerinde Kullanımının Parlaklık ve Pürüzlülüğüne Etkisi, *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (030), 81-94.
- Sonmez, A. (2005). Ağaç İşlerinde Üst yüzey İşlemleri (I) Hazırlık ve Renklendirme, 2. Baskı, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 56-57.
- Sow, C., Riedl, B., & Blanchet, P. (2011). UV-Waterborne Polyurethane-Acrylate Nanocomposite Coatings Containing Alumina and Silica Nanoparticles for Wood: Mechanical, Optical, and Thermal Properties Assessment, *Journal of Coatings Technology and Research*, 8, 211-221.
- Soylamış D., (2007). Su İtici Emprenye Maddelerinin Üst Yüzey İşlemlerine Etkisi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara.
- Söğütlü C., & Sönmez A., (2006). Değişik Koruyucular ile İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda UV Işınlının Renk Değiştirici Etkisi, *Gazi Üniversitesi Müh. Mimarlık Fak. Dergisi*, 21 (1) 151-159.
- Söğütlü, C., Nzokou, P., Koc, I., Tutgun, R., & Döngel, N. (2016). The Effects of Surface Roughness on Varnish Adhesion Strength of Wood Materials, *Journal of Coatings Technology and Research*, 13, 863-870.
- Söğütlü, C., Öztürk, Y., Döngel, N., & Okçu, S. (2017). Sapelli Odununda Uygulanmış Bazı Verniklerin Aşınma ve Çizilme Direncinin Belirlenmesi, *International Conference On Agriculture, Food Sciences and Technologies*.
- Sönmez A. & Budakçı M., (2004). Ağaç işlerinde Üst yüzey İşlemleri II Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri, Ankara, Türkiye: İndeks İletişim, bölüm III, ss.48-120.
- Sönmez A., (1989). Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Ankara.
- Sönmez A., (2000). Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri: Hazırlık ve Renklendirme, Gazi Üniversitesi Yayınları, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sönmez, A, Budakçı, M, Bayram, M, (2009). Ahşap Nem İçeriğinin Vernik Kaplamaların Yapışmasına Etkisi. *Bilim. Res. Denemeler*, 4 (12) 1432–1437.
- Sönmez, A. (1989). Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Gazi Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, Türkiye.
- Sönmez, A., & Budakçı, M. (2004). Ağaç işlerinde Üst Yüzey İşlemleri II.İndeks İletişim, Ankara.

- Sönmez, A., & Budakçı, M., (1999). Vernik Katman Kalınlığının Parlaklığa Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 12 (3) 747-757.
- Sönmez, A., Budakçı, M., & Yakın, M. (2004). Ağaç Malzemede Su Çözücülü Vernik Uygulamalarının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Direncine Etkileri, *Politeknik Dergisi*, 7(3), 229-235.
- Şanıvar N. (1991). Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri, Ankara.
- Şanıvar, N. (1978). Ağaç işleri üst yüzey işlemleri, Millî Eğitim Bakanlığı.
- Tekin, A. (2009). Ahşap Malzemelerde Kullanılan Bazı Vernik Katmanlarının Aşınma Dirençlerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Temiz, A. (2005). Benzetilmiş Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Tichy, R.J., (1997). Interior Wood Finishing: Industrial Use Guide, Wood Materials and Engineering Laboratory, Washington State University.
- Tojiboyev, B. M., & Muhiddinov, N. Z. (2022). Termoplast Polimerlar Asosida Olingan Kompozitsion Materiallarning Xossalari, *Scientific progress*, 3(4), 1058-1064.
- Torun, S. B., Cavdar, A. D., & Özdemir, T. (2020). The Synergistic Effect Of Intumescent Coating Containing Titanium Dioxide and antimony Trioxide Onto Spruce and Alder Wood Species. *Journal of Building Engineering*, 31, 101407. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101407>.
- Tutgun, R. (2014). Ağaç Malzemede Yüzey Pürüzlülüğünün Vernik Katmanı Tutunma Direncine Etkisi, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ulay G. & Budakçı M., (2015). Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Su Bazlı Vernikler ile İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3, (2), 470–480.
- Uysal, B., Atar, M., & Özçifçi, A. (1999). The Effects of Chemicals For Using The Bleaching of The Wood Surfaces on The Layer Hardness of Varnish, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 443-450.
- Vardi, J., Golan, A., Levy, D., & Gilead, I. (2010). Tracing Sickle Blade Levels of Wear And Discard Patterns: A New Sickle Gloss Quantification Method, *Journal of Archaeological Science*, 37(7), 1716-1724.
- Vejdan, A., Ojagh, S. M., Adeli, A., & Abdollahi, M. (2016). Effect of TiO₂ Nanoparticles On The Physico-Mechanical and Ultraviolet Light Barrier Properties of Fish Gelatin/Agar Bilayer Film, *LWT-Food Science and Technology*, 71, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.011>.

- Veronovski, N., Verhovšek, D., & Godnjavec, J. (2013). The Influence Of Surface-Treated Nano-TiO₂ (Rutile) Incorporation In Water-Based Acrylic Coatings On Wood Protection, *Wood science and technology*, 47(2), 317-328.
- Vitosytė J.; Ukvalbergienė K.; & Keturakis G., (2012). The Effects of Surface Roughness on Adhesion Strength of Coated Ash (*Fraxinus Excelsior* L.) And Birch (*Betula* L.) Wood, *Materials Science*, 18: 347-351.
- Wan, C., Jiao, Y., & Li, J. (2015). In Situ Deposition of Graphene Nanosheets on Wood Surface By One-Pot Hydrothermal Method for Enhanced UV-Resistant Ability, *Applied Surface Science*, 347, 891-897. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.04.178>
- Wang, Y. Y., Li, Y. Q., Zhu, W. B., & Fu, S. Y. (2024). Strong and Fire-Resistant Bamboo Enabled by Densification and Boron Nitride/Graphene Oxide Nanocoating, *Industrial Crops and Products*, 212, 118292. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118292>.
- Wheeler, E., (1983). Wood Structure and Properties, Finishing Eastern Hardwoods, USDA, Madison.
- Wicks, Z., Jones, F., & Pappas, S., (1989). Organic Coatings Science and Technology, *Wiley Interscience Publication*, USA.
- Williams, R., S. & Feist, W., C., (1999). Water Repellents and Water-Repellent Preservatives for Wood, Gen., Tech., Rep., FPL-GTR-109, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 12 p.
- Williams, R., S., (1999). Finishing of Wood, In Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Madison, Wisconsin, USA, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Williams, R., S., (2005). Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Chapter 7: Weathering of wood, Forest Products Laboratory, USDA, Forest Service.
- Wojciechowski, K., Zukowska, G. Z., Korczagin, I., & Malanowski, P. (2015). Effect of TiO₂ on UV Stability of Polymeric Binder Films Used in Waterborne Facade Paints. *Progress in Organic Coatings*, 85, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2015.04.002>.
- Xiao, H. & Liu, S. (2017). Yağlayıcı Katkı Maddesi Olarak 2D Nanomalzemeler: Bir İnceleme. *Malzemeler ve Tasarım*, 135, 319-332. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2013.12.003>.
- Xu, D., Liang, G., Qi, Y., Gong, R., Zhang, X., Zhang, Y., ... & Li, Y. (2022). Enhancing the Mechanical Properties of Waterborne Polyurethane Paint by Graphene Oxide For Wood Products, *Polymers*, 14(24), 5456. <https://doi.org/10.3390/polym14245456>.
- Yakın, M. (2001). Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, Ankara.

- Yalcin, M., & Ceylan, H. (2017). The Effects of Tannins on Adhesion Strength and Surface Roughness of Varnished Wood After Accelerated Weathering, *Journal of Coatings Technology and Research*, 14, 185-193.
- Yalınkılıç, A. C., & Sönmez, A. (2009). Ağaç Malzemedede Su Bazlı Vernikler ile Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi, *Politeknik Dergisi*, 12(2), 121-126.
- Yalınkılıç, M. K., İlhan, R., Imamura, Y., Takahashi, M., Demirci, Z., Yalınkılıç, A. C., & Peker, H. (1999). Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings, *Journal of Wood Science*, 45, 502-514.
- Yıldız, A.H. (2008). Mermer Toz Atıklarının Yol İnşaatlarında Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta.
- Yıldız, Ü.C. (2005). Odun Koruma Ders Notları (Basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Yılmaz, H., (2020). Fagaceae. (Ed.: Akkemik, Ü.). Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıları, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 627-659, İstanbul.
- Zeng, Y., Pei, X., Yang, S., Qin, H., Cai, H., Hu, S., ... & Wang, J. (2016). Graphene Oxide/Hydroxyapatite Composite Coatings Fabricated by Electrochemical Deposition, *Surface and Coatings Technology*, 286, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2015.12.013>.
- Zhang, N., Mao, Y., Wu, S., & Xu, W. (2022). Effects of the Ball Milling Process on The Particle Size of Graphene Oxide And Its Application in Enhancing The Thermal Conductivity of Wood, *Forests*, 13(8), 1325. <https://doi.org/10.3390/f13081325>.
- Zheng, R., Tshabalala, M. A., Li, Q., & Wang, H. (2015). Weathering Performance Of Wood Coated With A Combination of Alkoxysilanes and Rutile TiO₂ Hierarchical Nanostructures, *BioResources*, 10(4), 7053-7064.
- Zhou, F., Li, Z., Shenoy, G. J., Li, L., & Liu, H. (2013). Enhanced Room-Temperature Corrosion of Copper in The Presence of Graphene, *ACS nano*, 7(8), 6939-6947. <https://doi.org/10.1021/nn402150t>.
- Zorluer, İ., & Usta, M., (2003). Zeminlerin Atık Mermer Tozu ile İyileştirilmesi, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, Afyon, 305-312.

ÖZGEÇMİŞ

Özlem BOZDOĞAN BALÇIK, ilköğretim, lise eğitimini Erzurum'da tamamladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2011 yılında lisanstan 2015 yılında yüksek lisanstan mezun oldu. 2018 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Makinaları ve İşletme dalında doktora programına başladı. 2020 yılında aynı bölüme araştırma görevlisi olarak atandı.

