DÜZCE ÜNİVERSİTESİ | LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BOYALI AĞAÇ MALZEMENİN TEMİZLENMESİNDE ÇEVRE DOSTU BAZI MEDYALARIN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

İZHAM KILINÇ

DOKTORA TEZİ
KOMPOZİT MALZEME TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. MEHMET BUDAKÇI

DÜZCE, 2023

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BOYALI AĞAÇ MALZEMENİN TEMİZLENMESİNDE ÇEVRE DOSTU BAZI MEDYALARIN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

İzham KILINÇ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kompozit Malzeme Teknolojileri Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI
Düzce Üniversitesi _____

Doç. Dr. Hüseyin PELİT
Düzce Üniversitesi _____

Doç. Dr. Hacı İsmail KESİK
Gazi Üniversitesi _____

Prof. Dr. Bülent KAYGIN
Bartın Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KORKMAZ
Düzce Üniversitesi _____

Tez Savunma Tarihi: 15/12/2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

15 Aralık 2023

İzham KILINÇ

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI'ya en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımın tamamlanmasında bilgi birikimleriyle ve önerileriyle destek veren çok sevgili tez izleme kurulu üyesi Doç. Dr. Hacı İsmail KESİK ve Doç. Dr. Hüseyin PELİT'e, her türlü konuda bana destek ve yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KORKMAZ'a, Düzce Üniversitesi İletişim ve Tanıtım Koordinatörlüğü personeli Kadir AY'a şükranlarımı sunarım.

Malzeme temini desteği sağlayan Dual Boya Limited Şirketi ve Polisan Boya Limited Şirketi'ne, KATTABOT'un üretiminde ücretsiz işçilik desteği sunan UTS Makine Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, "TÜBİTAK-1005 Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı" kapsamında 221O709 Proje Numarası ile desteklenmiştir.

15 Aralık 2023 **İzham KILINÇ**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ viii
ÇİZELGE LİSTESİ xi
KISALTMALAR xv
SİMGELER xvi
ÖZET xvii
ABSTRACT xviii
EXTENDED ABSTRACT xix
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 5
2.1. AĞAÇ MALZEME 5
2.1.1. Sarıçam *(Pinus sylvestris* L.*)* 5
2.1.1.1. Botanik özellikliği ve dağılımı 5
2.1.1.2. Makroskopik özellikleri 5
2.1.1.3. Mikroskobik özellikler 6
2.1.1.4. Fiziksel ve mekanik özellikleri 6
2.1.1.5. Kurutma, İşlenme, Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri 7
2.1.1.6. Kullanım yerleri 7
2.2. KORUYUCU KATMANLAR (BOYA/VERNİK) 7
2.2.1. Boyaların Temel Bileşenleri 8
2.2.1.1. Bağlayıcılar 8
2.2.1.2. Pigmentler 8
2.2.1.3. Çözücüler 8
2.2.1.4. Kimyasal katkılar 9
2.2.1.5. Dolgu maddeleri 9
2.2.2. Boyaların Sınıflandırılması 9
2.2.2.1. Su bazlı sistemler 9
2.2.2.2. Solvent bazlı sistemler 10
2.2.3. Boyaların Koruyucu Özelliğini Kaybetmesi 13
2.3. YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ 13
2.3.1. Doğal Yaşlandırma 14
2.3.2. Deniz Ortamında Yaşlandırma 14
2.3.3. Hızlandırılmış Yaşlandırma 15
2.4. AHŞAP YÜZEYLERDE BOYA TEMİZLİĞİ 18
2.4.1. Basınçlı Sistem Boya Temizleme Makineleri 18
2.4.2. Boya Temizleme İşleminde Medyaların Önemi 23
2.4.3. Medyalar (Aşındırıcılar) 23
2.4.3.1. Sodyum Bikarbonat ($NaHCO_3$) 24
2.4.3.1. Fındık Kabuğu 25
2.4.3.2. Ceviz Kabuğu 25
2.4.3.3. Kayısı Çekirdeği 26
2.4.3.4. Mısır Koçanı 26
2.5. DENEME METOTLARI 27
2.5.1. Renk 27
2.5.1.1. Munsell Renk Sistemi 29
2.5.1.2. Doğal Renk Sistemi 30

2.5.1.3. CIELab Renk Sistemi *31*
2.5.1.4. Renk Ölçüm Yöntemleri *33*
2.5.2. Parlaklık kavramı ve Parlaklık Testi **34**
2.5.3. Temas Açısı **36**
2.5.3.1. Temas Açısı *36*
2.5.4. Sertlik Kavramı ve Sertlik Testi **38**
2.5.4.1. Çizilmeye Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri *39*
2.5.4.2. Sert Bir Maddenin Batmasına Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri *39*
2.5.4.3. Periyodik Deformasyon Karşısında Yorulma Direnci Esasına Dayalı Sertlik Testleri *41*
2.5.5. Yüzey Pürüzlülüğü **42**
2.5.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri *42*
2.5.6. Yüzey Aşınma Testi **44**
2.5.6.1. Aşınmanın Faktörleri *44*
2.5.6.2. Aşınma Türleri *45*
2.5.6.3. Yüzey Aşınma Test Yöntemleri *45*
2.5.7. Rutubet Tayini Testi **47**
2.5.7.1. Kurutma Metodu ile Odunda Rutubet Tayini *47*
2.5.8. Sem-Edx (Taramalı Elektron Mikroskubu) Analizleri **47**
2.5.8.1. Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışma Prensibi *48*
2.5.9. Fourier Dönüşümsel Kızıl Ötesi Spektroskopisi (ATR-FTIR) **48**
3. LİTERATÜR ÖZETİ **51**
4. MATERYAL VE YÖNTEM **58**
4.1. AĞAÇ MALZEME **58**
4.2. ÖRNEKLERE BOYA UYGULAMASI **59**
4.3. YAŞLANDIRMA İŞLEMİ **63**
4.4. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİNDE KULLANILAN KATTABOT'UN TASARIMI VE ÜRETİMİ **64**
4.4.1. KATTABOT'un Çalışma Prensibi **65**
4.4.2. KATTABOT'un Üretimi **68**
4.4.3. KATTABOT'un Otomasyon Devresi ve Kabine Entegresi **70**
4.4.4. KATTABOT'un Kalibrasyon Sertifikasının Alınması **71**
4.5. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİNDE KULLANILAN MEDYALAR **71**
4.6. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİ **73**
4.7. DENEY YÖNTEMLERİ **74**
4.7.1. Rutubet Tayini **74**
4.7.2. Renk ve Parlaklık Testi **75**
4.7.3. Sertlik Testi **76**
4.7.4. Yüzey Aşınma Miktarı Testi **77**
4.7.5. Yüzey Pürüzlülüğü Testi **78**
4.7.6. Temas Açısı Testi **78**
4.7.7. Sem-Edx (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizleri **79**
4.7.8. Fourier Dönüşümsel Kızıl Ötesi Spektroskopisi (Atr-Ft-Ir) Analizleri **80**
4.7.9. Verilerin Değerlendirilmesi **80**
5. BULGULAR **82**
5.1. TOPLAM RENK DEĞİŞİMİ (ΔE) **82**
5.2. PARLAKLIK **104**
5.3. SERTLİK **126**
5.4. AŞINMA MİKTARI **148**
5.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ **170**
5.6. TEMAS AÇISI **192**

5.7. TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) ANALİZİ 214
5.8. FOURIER TRANSFORM INFRARED (FT-IR) SPEKTROSKOPI..... 223
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 226
6.1. SONUÇLAR..... 226
6.1.1. Toplam Renk Değişimi 226
6.1.2. Parlaklık..... 229
6.1.3. Sertlik 231
6.1.4. Aşınma Miktarı 234
6.1.5. Yüzey Pürüzlülüğü..... 236
6.1.6. Temas Açısı..... 239
6.2. ÖNERİLER..... 242
7. KAYNAKLAR..... 246
8. EKLER 269
8.1. EK 1: MAKİNE TEKNİK RESİMLERİ..... 269
8.2. EK 2: MAKİNE KALİBRASYON SERTİFİKASI 274
8.3. EK 3: DENEME DESENİ 277
ÖZGEÇMİŞ..... 279

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dış ortamda uzun süre bekletilmiş boyalı ağaç malzeme[23]. 2
Şekil 2.1. Seyyar tip ve kabin tipi boya temizleme makinesi [68]. 19
Şekil 2.2. Boya temizleme işleminde kullanılan çeşitli nozullar [25]. 20
Şekil 2.3. Boya temizleme işleminde kullanılan çift cidarlı hortum [71]. 20
Şekil 2.4. Hava kompresörü [72]., ... 21
Şekil 2.5. Medya deposu 21
Şekil 2.6. Toz emme sistemi [73]. 22
Şekil 2.7. Koruyucu giyişiler [74]. 22
Şekil 2.8. Görsel renk tayfı [94]. 28
Şekil 2.9. Renklerin Dalga Boyları [95]. 28
Şekil 2.10. Rengin emilmesi ve yansıması[96]. 28
Şekil 2.11. Munsell renk sistemi [97]. 30
Şekil 2.12. Doğal Renk Sistemi (NCS) uzaydaki doygun renklerin gösterimi [64]. 30
Şekil 2.13. Doğal renk sistemi NCS'nin renk uzayının, bir renk tonundaki farklı doygunluk ve ışıklılıktaki renklerin toplu görünümü [64]. 31
Şekil 2.14. X ve Y koordinatları cinsinden renk ışıklılık düzlemleri kromatik diyagramı [64], [97], [98]. 32
Şekil 2.15. CIELab renk uzayının L, a ve b koordinatları ile ve bunların ifade ettiği renklerin gösterimi [99]. 32
Şekil 2.16. Farklı açılarda parlaklık ölçüm işlemi ve 60° ile gerçekleştirilen esas ölçme açısının belirlenmesi [105]. 35
Şekil 2.17. a) Gönderilen ve algılanan ışık, b) %100 gönderilen ışık ve %10 yansıyan ışık, c) %100 gönderilen ışık ve %85 yansıyan ışık [98], [106]. 36
Şekil 2.18. Suyun oluşturduğu damla, temas açısı hesaplama yöntemi ve Young denklemi formülü gösterimi [110]. 37
Şekil 2.19. Su damlalarının katı yüzey ile yaptığı temas özellikleri (a.Young Durumu, b.Wenzel Durumu, c.Cassie-Baxter Durumu) 38
Şekil 2.20. ASTM D143 Janka sertlik testi ekipmanı: (a) test düzeneğinin mili; (b) esnek yaka; (c) yaka için seviye; (d) bilyalı girinti [115]. 41
Şekil 2.21. Taramalı elektron mikroskobunun şematik görüntüsü 48
Şekil 2.22. Temsili bir FT-IR sisteminin temel kısımları [139] 49
Şekil 4.1. Örneklerin İklimlendirilmesi 58
Şekil 4.2. Örneklerin ölçülendirilmesi işlemi 59
Şekil 4.3. Örneklerin boyama işlemi 59
Şekil 4.4. Çalışmada kullanılan boyaların yoğunluk ölçümleri 61
Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan boyaların pH ve Viskozite ölçümleri 62
Şekil 4.6. Boyaların Katı Madde Tayini İşlemi 62
Şekil 4.7. Yaşlandırma işleminin gerçekleştirilmesi 63
Şekil 4.8. Yaşlandırma sonrası yapılan işlemler 63
Şekil 4.9. KATTABOT'un Tasarımı 64
Şekil 4.10. Temizleme Açısı Ayarlama Aparatı 65
Şekil 4.11. Step Motorlar ve Mesafe Ayarlama Mili 65
Şekil 4.12. Evrensel G Kodu Göndericisi 66
Şekil 4.13. Temizlenecek Örneklerin KATTABOT'a Sabitlenmesi 67
Şekil 4.14. KATTABOT Kabin ve Toz Emme Ünitesi 67
Şekil 4.15. Selenoid Hava Valfi 68

Şekil 4.16. KATTABOT'un Montaj Şeması ve Tüm Mekanizmaların Yerleşimi 69
Şekil 4.17. KATTABOT 70
Şekil 4.18. Kontrol Ünitesi ve Arduino CNC Shield Kurulumu 70
Şekil 4.19. KATTABOT 3 Eksen Kontrol Yazılımı 71
Şekil 4.21. Çalışmada kullanılan medyalara ait görseller (a. Sodyum bikarbonat, b. Fındık kabuğu granülü, c. Ceviz kabuğu granülü, d. Kayısı çekirdeği granülü, e. Mısır koçanı granülü). 72
Şekil 4.22. Çalışmada kullanılan medyalara ait SEM görüntüsü (a. Ceviz kabuğu granülü, b. Fındık kabuğu granülü, c. Kayısı çekirdeği granülü, d. Mısır koçanı granülü, e. Sodyum bikarbonat) 73
Şekil 4.22. KATTABOT ile yapılan boya temizleme işlemi 74
Şekil 4.23. Örneklerin Renk ve Parlaklık Ölçümü 75
Şekil 4.24. BYK Gardner Spektro-guide 45/0 renk ölçüm prensibi ve CIEL*a*b* renk alanı. 76
Şekil 4.25. Sertlik Ölçüm İşlemi 77
Şekil 4.26. Örneklerin aşınma miktarı ölçümü 77
Şekil 4.27. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemi 78
Şekil 4.28. Örneklerin temas açısı ölçüm işlemi 79
Şekil 4.29. Denton Vacuum Desk V makinası kullanılarak örnek yüzeylerinin altın metali ile kaplanması. 79
Şekil 4.30. Taramalı Elektron Mikroskobu ile görüntü alınması (SEM). 80
Şekil 4.31. Fourier transform infrared (FT-IR) spektroskopi. 80
Şekil 5.1. Kontrol (ham) örnekte en ve radyal kesit SEM görüntüsü. 214
Şekil 5.2. En yüksek toplam renk değişimi değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü 214
Şekil 5.3. En düşük toplam renk değişimi değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü 215
Şekil 5.4. En yüksek parlaklık değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü 216
Şekil 5.5. En düşük parlaklık değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü 216
Şekil 5.6. En yüksek sertlik değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 217
Şekil 5.7. En düşük sertlik değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü 218
Şekil 5.8. En yüksek aşınma miktarı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 218
Şekil 5.9. En düşük aşınma miktarı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 219
Şekil 5.10. En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 220
Şekil 5.11. En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 220
Şekil 5.12. En yüksek temas açısı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 221
Şekil 5.13. En düşük temas açısı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü. 222
Şekil 5.14. Doğal (yüzey işlemsiz) ve sentetik boya uygulandıktan sonra boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklere ait FT-IR spektrumları, (1: Kontrol; 2: sodyum bikarbonat; 3: Fındık kabuğu; 4: Mısır koçanı; 5: Ceviz kabuğu; 6: Kayısı çekirdeği) 224
Şekil 5.15. Doğal (yüzey işlemsiz) ve su bazlı boya uygulandıktan sonra boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklere ait FT-IR spektrumları, (1: Kontrol; 2: sodyum bikarbonat; 3: Fındık kabuğu; 4: Mısır koçanı; 5: Ceviz kabuğu; 6: Kayısı çekirdeği) 224

Şekil 8.1. KATTABOT çalışma şeması..... 269
Şekil 8.2. KATTABOT genel görünüş 270
Şekil 8.3. KATTABOT montaj..... 271
Şekil 8.4. KATTABOT montaj..... 272
Şekil 8.5. KATTABOT montaj..... 273

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Sarıçam odununun fiziksel özellikleri 6
Çizelge 2.2. Sarıçam odununun mekaniksel özellikleri..... 6
Çizelge 2.3. Parlaklık değerinin sınıflandırılması[64]. 35
Çizelge 2.4. Farklı pürüzlülük yöntemlerinin özellikleri. 43
Çizelge 4.1. Örnekler üzerine uygulanan boyalara ait bilgiler 60
Çizelge 4.2. Medyalara ait m^2'ye uygulama miktarları 71
Çizelge 4.3. Temizleme işleminde kullanılan tarımsal atıklara ait teknik özellikler..... 73
Çizelge 5.1. Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar. 82
Çizelge 5.2. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları. 86
Çizelge 5.3. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları. 87
Çizelge 5.4. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 88
Çizelge 5.5. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 88
Çizelge 5.6. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 89
Çizelge 5.7. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 90
Çizelge 5.8. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 91
Çizelge 5.9. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 93
Çizelge 5.10. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 94
Çizelge 5.11. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 95
Çizelge 5.12. Boya çeşidi – uygulama yöntemi-parametre çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 97
Çizelge 5.13. Medya çeşidi – uygulama yöntemi- temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 98
Çizelge 5.14. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 100
Çizelge 5.15. Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar. 104
Çizelge 5.16. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları 108
Çizelge 5.17. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları. 109
Çizelge 5.18. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 110
Çizelge 5.19. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 110
Çizelge 5.20. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 111
Çizelge 5.21. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık

değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 111
Çizelge 5.22. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 113
Çizelge 5.23. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 115
Çizelge 5.24. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 116
Çizelge 5.25. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 117
Çizelge 5.26. Boya çeşidi – uygulama yöntemi- temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 119
Çizelge 5.27. Medya çeşidi – uygulama yöntemi-parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 120
Çizelge 5.28. Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 122
Çizelge 5.29. Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar. 126
Çizelge 5.30. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları 130
Çizelge 5.31. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları. 131
Çizelge 5.32. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 132
Çizelge 5.33. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 132
Çizelge 5.34. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 133
Çizelge 5.35. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 134
Çizelge 5.36. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 135
Çizelge 5.37. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 137
Çizelge 5.38. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 138
Çizelge 5.39. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 139
Çizelge 5.40. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 141
Çizelge 5.41. Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 142
Çizelge 5.42. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları. 144
Çizelge 5.43. Aşınma miktarı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (g). 148
Çizelge 5.44. Aşınma miktarı değeri varyans analizi sonuçları (g). 152
Çizelge 5.45. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (g). 153
Çizelge 5.46. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g) 154
Çizelge 5.47. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı

değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g)..... 154
Çizelge 5.48. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g). 155
Çizelge 5.49. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g)..... 156
Çizelge 5.50. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g). 157
Çizelge 5.51. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g)..... 159
Çizelge 5.52. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g)..... 160
Çizelge 5.53. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g). 161
Çizelge 5.54. Boya çeşidi – uygulama – yöntemi temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g). 163
Çizelge 5.55. Medya çeşidi – uygulama yöntemi -temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g). 164
Çizelge 5.56. Boya çeşidi-medya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi sonuçları (g). 166
Çizelge 5.57. Yüzey pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm). 170
Çizelge 5.58. Yüzey pürüzlülük değeri varyans analizi sonuçları (µm). 174
Çizelge 5.59. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (µm). 175
Çizelge 5.60. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 176
Çizelge 5.61. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 176
Çizelge 5.62. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 177
Çizelge 5.63. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 178
Çizelge 5.64. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 179
Çizelge 5.65. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). . 181
Çizelge 5.66. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). . 182
Çizelge 5.67. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 183
Çizelge 5.68. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 185
Çizelge 5.69. Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 186

Çizelge 5.70. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm). 188
Çizelge 5.71. Temas açısı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (°). 192
Çizelge 5.72. Temas açısı değeri varyans analizi sonuçları (°). 196
Çizelge 5.73. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörü Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (°). 197
Çizelge 5.74. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 198
Çizelge 5.75. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 198
Çizelge 5.76. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 199
Çizelge 5.77. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 200
Çizelge 5.78. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 201
Çizelge 5.79. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 203
Çizelge 5.80. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 204
Çizelge 5.81. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 205
Çizelge 5.82. Boya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 207
Çizelge 5.83. Medya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 208
Çizelge 5.84. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°). 210
Çizelge 5.85. FT-IR spektraların absorpsiyon pikleri ve fonksiyonları 223

KISALTMALAR

ANOVA	Analysis of Variance (Çoklu Varyans Analizi)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Uluslararası Amerikan Test ve Malzeme Topluluğu)
CIE	Comission International de I'Eclairage (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)
DÜBİT	Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi
FT-IR	Fourier Transform İnfrared Spectroscopy (Fourıer Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi)
HG	Homojenlik Grubu
ISO	International Standart Organization (Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu)
KATTABOT	Kabin Tipi Tam Otomasyon Boya Temizleme Makinesi
LDN	Lif Doygunluğu Noktası
LSD	Least Significant Difference (En Küçük Önemli Aralık)
NCS	Natural Color System (Doğal Renk Sistemi)
SEM	Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
St.S	Standart sapma
SWOM	Sunshine Weather-Ometer (Gün Işığı Ölçüm Cihazı)
TS	Türk Standartları
TS EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜRKAK	Türk Akreditasyon Kurumu
UV	Ultraviyole
VOC	Volatile Organic Compounds (Uçucu Organik Bileşik)

SİMGELER

°C	Santigrat derece
Ca	Calsiyum
Cl_2	Klor
cm	Santimetre
cm^2	Santimetre kare
cP	Centipoise
d	Yoğunluk
Fn	Uygulanan normal kuvvet
g	Gram
M	Kütle
m	Metre
mm	Milimetre
mm^2	Milimetre kare
mN/m	MiliNewton/metre
N	Newton
nm	Nanometre
pH	Potansiyel hidrojen
P_2O_5	Fosfor
r	Rutubet
S	Aşınma mesafesi
V	Hacim
°	Açı
Ø	Çap
σç	Çekme direnci
σe	Eğilme direnci
σb	Basınç direnci
Ws	Özgül aşınma miktarı
βr	Radyal yönündeki daralma oranı
βt	Teğet yönündeki daralma oranı
βv	Hacmen daralma oranı
µm	Mikron
ΔE	Toplam renk değişimi
Δa	Toplam kırmızı renk değişimi
Δb	Toplam sarı renk değişimi
ΔL	Toplam ışıklılık değişim değeri
Δm	Ağırlık kaybı
Δv	Hacimsel malzeme kaybı
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama

ÖZET

BOYALI AĞAÇ MALZEMENİN TEMİZLENMESİNDE ÇEVRE DOSTU BAZI MEDYALARIN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

İzham KILINÇ

Düzce Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kompozit Malzeme Teknolojileri Anabilim Dalı
Doktora Tezi
Danışman: Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Aralık 2023, 278 sayfa

Bu çalışmada, ahşap malzeme yüzeylerinde bulunan eskimiş ve koruyucu özelliğini kaybetmiş koruyucu katmanlarının modern temizleme yöntemlerinden olan basınçlı bir sistem yardımı ile çevre dostu bazı medyalar ve farklı temizleme parametreleri kullanılarak temizleme etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının yüzeyine sentetik ve su bazlı boyalar uygulanmış, daha sonra ise örnekler 100 gün süre ile deniz koşullarında (Karadeniz) bekletilerek yaşlandırılmıştır. Ardından Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 221O709 proje numaralı desteği ile kabin tipi tam otomasyon boya temizleme makinesi (KATTABOT) tasarlanıp üretilmiştir. Üretilen bu makine ile örnek yüzeylerindeki yaşlanmış katmanlar bazı çevre dostu medyalar ile farklı temizleme parametreleri kullanılarak kuru ve sulu bir şekilde temizlenmiştir. Boya temizleme işlemi sonrası örnek yüzeylerinde meydana gelen değişimleri tespit etmek için rutubet (TS ISO 13061-1), temas açısı (TS EN 828: 2013), sertlik (ASTM D 2240-15), parlaklık (TS EN ISO 2813; 2014), renk (ASTM-D 2244-22), yüzey pürüzlülüğü (TS EN ISO 21920-2) yüzey aşınma miktarı (ASTM-G76-95) testleri uygulanmıştır. Ayrıca örnek yüzeylerinde ve kimyasal yapılarında meydana gelen değişimler, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Fourier Transform İnfrared Spectroscopy (FTIR) ile belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda, kuru yöntem kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, 5 mm nozul çapı 7 cm temizleme mesafesinde örnek yüzeylerinde bulunan boya katmanlarının etkili bir şekilde temizlendiği gözlemlenmiştir. Bu parametreler doğrultusunda, kontrol örneklerine göre, parlaklık değerlerinde %313, sertlik değerlerinde %26, aşınma değerlerinde %17, temas açısı değerlerinde %109'luk bir azalma, yüzey pürüzlülük değerlerinde ise %14935'lik bir artış belirlenmiştir. Toplam renk değişiminde en yüksek ve en düşük değer arasında %733 oranında bir değişim elde edilmiştir. SEM görüntülerinden elde edilen sonuçlara göre, boya temizleme işlemi sonrası kontrol örneklerine göre örneklerin yüzey profillerinin bozunduğu, FT-IR analizlerine göre ise örneklerin kimyasal yapısında herhangi bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Yaşlanmış boyalı yüzeyler, boya temizleme, medyalar, ağaç malzeme, aşınma.

ABSTRACT

INVESTIGATING THE USABILITY OF SOME ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MEDIA IN REMOVING PAINT FROM WOOD MATERIALS

İzham KILINÇ
Düzce University
Graduate School, Department of Composite Material Technologies
Doctoral Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

December 2023, 278 pages

In this study, it was aimed to investigate the removability of aged and lost protective layers on the surfaces of wood materials with the help of pressurized systems, one of the modern paint removal methods, using some environmentally friendly media and different parameters. For this purpose, synthetic and water-based paints were first applied to the surface of yellow pine (*Pinus sylvestris* L.) samples samples samples, and then the samples were kept in seawater conditions (Black Sea) for 100 days. Then, with the support of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) with project number 221O709, an cabin type fully automated paint removing machine (CTFAPRM) was designed and manufactured. With this machine, the aged layers on the sample surfaces were removed dry and wet using some environmentally friendly media and different removing parameters. Moisture (TS ISO 13061-1), contact angle (TS EN 828: 2013), hardness (ASTM D 2240-15), gloss (TS EN ISO 2813; 2014), color (ASTM-D 2244-22), surface roughness (TS EN ISO 21920-2), surface abrasion amount (ASTM-G76-95) tests were applied to determine the changes on the sample surfaces after the paint removing process. In addition, changes in the sample surfaces and chemical structures were determined by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). As a result of the research, it was observed that the paint layers on the sample surfaces were effectively paint removed with apricot kernel granules using the dry method at 90° removing angle, 2.5 bar pressure, 5 mm nozzle diameter, 7 cm removing distance. In accordance with these parameters, compared to the control samples, a decrease of 313% in gloss values, 26% in hardness values, 17% in abrasion values, 109% in contact angle values and an increase of 14935% in surface roughness values were determined. In the total color change, a change of 733% was obtained between the highest and lowest value. According to the results obtained from SEM images, it was determined that the surface profiles of the samples were degraded compared to the control samples after the paint removing process, and according to FT-IR analysis, there was no change in the chemical structure of the samples.

Keywords: Aged painted surfaces, paint removing, media, wood material, surface wear.

EXTENDED ABSTRACT

INVESTIGATING THE USABILITY OF SOME ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MEDIA IN REMOVING PAINT FROM WOOD MATERIALS

İzham KILINÇ
Düzce University
Graduate School, Department of Composite Material Technologies
Doctoral Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

December 2023, 278 pages

1. INTRODUCTION

Wood, a natural and organic building material, has been a crucial resource used for centuries in crafting a wide range of products. These products include rafts, boats, ships, port structures, bridges, piers, load-bearing elements, large-span structures, roofs, walls, flooring and stair coverings, door and window joinery, molds, furniture, and more [1]–[3].

Wood material exposed to outdoor conditions for extended periods is unable to effectively resist the effects of biotic and abiotic pests without the application of a preservative [4]–[6]. A variety of chemical, physical, mechanical, and microscopic changes can be observed in aging wood materials as a result of these effects. It has been reported that these changes can penetrate up to 2.5 mm deep into the surface during the initial degradation period [7], [8] and are caused by the deterioration of the chemical structure of wood extractives, polysaccharides (cellulose, hemicelluloses) and polyphenolics (lignin) [8]–[12].

A variety of preservatives, impregnates, paints, varnishes, or film-forming varnishes are applied to the wood material in order to protect it from the effects they will encounter at the place of use and to ensure long-term durability [13]–[15]. These protective layers contain pigments and UV-absorbing additives that preserve the color and brightness of the wood material and prevent deterioration due to environmental factors [6], [12], [16]–[18]. The application of a protective layer is therefore extremely important to reduce the amount of light energy that reaches wood surfaces and causes photodegradation, as well as to provide a water-resistant surface [14], [19].

However, these protective layers can also deteriorate over time and lose their protective

properties depending on the external influences they are exposed to at the place of use. This reduces the strength and service life of the wood material. In order to extend the life of the material, it is important to remove paint and varnish layers that have lost their protective properties and create a new protective layer.

Currently, there are many techniques available to remove old layers of paint and varnish from wood surfaces. In many cases, removing these layers is a very time-consuming and difficult process. For the operator to safely and healthily conduct the paint removal process, specialized materials, and equipment as well as an array of protective measures are necessary. Both traditional and modern methods have some advantages and disadvantages depending on the application and material type.

In this study, it was aimed to investigate the removability of aged paint layers on wood material surfaces with the help of pressurized systems, one of the modern paint removal methods, using different media and different parameters. For this purpose, synthetic and water-based paints were first applied to the surface of yellow pine (*Pinus sylvestris L.*) samples, and then the samples were kept in seawater conditions (Black Sea) for 100 days. Then, with the support of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) with project number 221O709, an environmentally and human friendly Cabin Type Full Automation Paint Removal machine (CTFAPRM) was designed and manufactured. A calibration certificate was obtained from a Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) approved laboratory to certify the accuracy of the CTFAPRM. The aged layers on the sample surfaces were then removed with CTFAPRM using different environmentally friendly media (sodium bicarbonate, hazelnut shell granules, walnut kernel granules, apricot kernel granules, corn cob granules) and different removing parameters (45-90° blasting angle, 2 and 2.5 bar air pressure, 5-8 mm nozzle diameter, 7-10 cm blasting distance) by dry and wet method. Moisture content (TS ISO 13061-1), contact angle (TS EN 828: 2013), hardness (ASTM D 2240-15), glossiness (TS EN ISO 2813), color properties (ASTM D 2244-22), surface roughness (TS EN ISO 21920-2), and surface wear amount (ASTM-G76-95) tests were carried out to determine the changes on the sample surfaces after paint removal. In addition, the changes in the sample surfaces and chemical structures were determined in more detail by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).

2. MATERIAL AND METHODS

Scotch pine (*Pinus sylvestris L.)* wood, which is widely used in the woodworking industry of our country, was preferred for the preparation of the samples. The samples were meticulously chosen from the sapwood sections of first-grade timber. These sections featured smooth fibers, free from cracks, defects, density variations, and color discrepancies, and showed no signs of damage from fungi or insects. The annual rings were oriented perpendicular to the surface, and the samples were cut to dimensions of 320 mm in length, 110 mm in width, and 12 mm in thickness, adhering to the principles outlined in TS ISO 3129 [20]. Subsequently, the samples were placed in an air-conditioned room with a consistent average temperature of 20±2 ºC and a relative humidity of 65±3%, in accordance with TS ISO 13061-1, until they achieved a constant weight [21]. The samples were then cut into final dimensions of 320x100x10 mm. Before the painting process, a visual inspection of the samples was conducted, and they were subjected to sanding. The sanding procedure was executed on a calibrated sanding machine, utilizing 80 and 100 grit sandpaper, respectively.

Painting Process: Two different types of paint were applied to the sample: the white glossy one-component synthetic paint and the two-component water-based paint. In the painting process, the principles of ASTM D3023-98 were followed. During the preparation of the paints, the mixing ratios were determined in accordance with the manufacturer's instructions. The first primer paints were applied with a brush, parallel to the ground plane, in a dust-free environment at room temperature (~20°C). Subsequently, the samples were left to dry for 24 hours. After drying, the painted surfaces were sanded with 220 and 320 grit sandpaper respectively and topcoat paint was applied. The samples were then kept in the conditioning chamber until they reached constant weight for final acclimatization.

Aging process: The stained specimens were subjected to aging in seawater for 100 days in a specially designed stainless cage at a depth of 10 m off the central port of Sinop province (42°01'23.3"N, 35°08'46.4"E), 1 m above the ground. At the end of this period, any mud, moss, or fungus on the sample surfaces was gently wiped away with a damp cloth. The samples were then stored in an air conditioning cabinet at a temperature of 20±2 ºC and a relative humidity of 65±3% until they reached a constant weight.

Media used in paint removal process: Agricultural wastes, including hazelnut shell,

apricot kernel, corn cob, and walnut shell, along with sodium bicarbonate, a commonly used substance in the paint removal industry, were chosen to remove the aged paint layers from the sample surfaces.

Paint removal process: The aged layers on the sample surfaces were removed using different environmentally friendly media (sodium bicarbonate, hazelnut shell granules, walnut kernel granules, apricot kernel granules, corn cob granules) and different removing parameters (45 and 90° blasting angle, 2 and 2.5 bar air pressure, 5 mm and 8 mm nozzle diameter, 7 cm and 10 cm blasting distance) by dry and wet method. The samples placed in the CTFAPRM were fixed with gripper jaws and the paint removal process was performed automatically.

Moisture determination: For the determination of moisture content in the samples, the principles specified in TS ISO 13061-1 standard were followed. The average moisture content of 10 randomly selected samples was determined as 11±1% [21].

Determination of surface brightness and colour change: Gloss measurements were performed according to TS EN ISO 2813 using a 60° light angle [22]. Colour measurements were performed according to ASTM D 2244-22. Measurements were made perpendicular and parallel to the fibres and the arithmetic averages were recorded as final value [23].

Determination of hardness: The hardness values of the samples were determined in accordance with ASTM D 2240-15. Measurements were taken from the summer wood and spring wood regions of each sample and the arithmetic averages were recorded as the final value [24].

Determination of abrasion resistance: The surface wear amount was measured by the loss-in-weight method according to the principles specified in ASTM-G76-95. In this method, using a balance with a sensitivity of 0.01g, the first measurement was taken on the raw samples (control) and the second measurement was taken on the processed samples. The amount of abrasion was determined in g/cm^2 by measuring the weight difference between the two measurements [25].

Determination of surface rougness: Surface roughness measurement was carried out according to the principles specified in TS EN ISO 21920-2. In order to determine the surface roughness changes in the samples, the first measurement was performed on the

control samples and the second measurement was performed on the processed samples [26].

Determination of contact angle: In the contact angle measurement process, distilled water with a temperature of 20°C and a surface tension of 72.80 mN / m was dripped onto the sample surfaces with the help of an adjustable syringe in the amount of 5 µl, following the principles specified in TS EN 828: 2013 [27]. After the water was dropped onto the surface, an image of the drop was taken. The images were transferred to the computer environment and contact angle values were determined with Image J image analysis program.

Scanning electron microscopy (SEM) analysis: SEM analysis of raw (control) and processed samples was performed with FEI Quenta FEG 250. In the imaging processes, the cross and radial sections of the samples were used, first coated with gold in Denton Vacuum Desk V device and then microscopic images were taken with high vacuum technique.

Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy analysis: FT-IR analyses of the raw (control) and dye cleaned samples were performed at 4000-600 cm^{-1} wavelength and 4 cm^{-1} resolution using Shimadzu IRPrestige 21 brand device.

Evaluation of Data: CoStat statistical software (CoHort Software, version 6.45, Berkeley, CA, USA) was used for statistical analysis. As a result of multiple analysis of variance (ANOVA) tests, when the factors of paint type, media type, application method, blasting parameters and their interactions were significant with α=0.05 margin of error, comparisons between groups were made with Duncan test using LSD (Least Significant Difference) critical values, it was tried to determine which factors caused this difference.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

As a result of the research, an optimal paint removal process was achieved using apricot kernel granules in the dry method, with a blasting angle of 90 degrees, a pressure of 2.5 bar, a nozzle diameter of 5 mm, and a blasting distance of 7 cm. In line with these parameters, compared to the control samples, a 313% decrease in gloss values, a 26% reduction in hardness values, a 17% drop in abrasion values, a 109% decrease in contact angle values, and a 14935% increase in surface roughness values were observed. In terms

of total colour change, a variation of 733% was recorded between the highest and lowest values. Generally, when the blasting angle and pressure decreased, and the blasting distance and nozzle diameter increased, the paint removal process became less effective, depending on the media used. SEM images revealed that the surface profiles of the treated samples were degraded compared to the control samples. Additionally, there were minor fluctuations in the FT-IR spectra due to the paint and media used, but these did not result in any changes in the chemical structure of the samples.

Accordingly, when the results of the paint removal process were analyzed, the effectiveness of the parameters and media used in the study was proven. In this respect, the economic contribution of agricultural wastes (hazelnut and walnut shells, corn cobs and apricot kernels) has been increased by recycling them for industrial purposes.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK

In line with the results obtained in the study, it was observed that the paint removing process carried out with the environmentally friendly media used in the study gave higher values in terms of total color change on the samples painted with water-based paint, while the sample surfaces painted with synthetic paint were removed more easily. On the other hand, when analyzed in terms of gloss, surface roughness, surface abrasion amount and contact angle values, it was determined that the surfaces processed after applying water-based paint gave better results. In addition to these results, considering that the polymer chains contained in synthetic paint may be more sensitive to aging conditions where harsh environmental factors such as the marine environment are at the forefront, the choice of the type of paint to be used should be carried out meticulously.

In the paint removing process carried out using environmentally friendly media, the dry application method was found to be more effective on wooden surfaces. Accordingly, it may be recommended to prefer the dry application method for similar paint removing processes.

In terms of paint removal parameters, it was observed that the application with an angle of 90 degrees removed more paint than the application with 45 degrees. In general, the wear of the surface decreases as the angle decreases. In this context, if there is degradation due to aging before the paint removing process, choosing relatively low angles can prevent further degradation. If the paint layers on hard surfaces are being processed, blasting at 90 degrees or close angles may provide more effective results.

1. GİRİŞ

Doğal ve organik bir yapı malzemesi olan ağaç malzeme, sallar, tekneler, gemiler, liman yapıları, köprü, iskele, taşıyıcı elemanlar, büyük açıklıklı yapılar, çatı, duvar, döşeme ve merdiven kaplamaları, kapı ve pencere doğramaları, kalıp, mobilya vb. ürünlerin üretiminde yüzyıllar boyunca kullanılan en önemli kaynaklardan biri olmuştur [1]–[3].

Günümüzde bilenen "insan eli değmiş" en eski ahşap obje olan ve tapınma amaçlı kullanıldığı düşünülen 5 metre boyundaki "Shigir" idolü yaklaşık 11500 yıl önceye tarihlenmiştir. Karaçamdan üretilen idol, soğuk iklimi ile bilinen Sibirya'da doğal bir antimikrobiyal olan fitonsit bakımından zengin bir turba bataklığında bulunmuştur [4]. Bilinen en eski ahşap konstrüksiyon ise yaklaşık 7500 yıl önceye tarihlenen 80*80 cm taban ölçülerine ve 140 cm yüksekliğe sahip kare formda, fındık ve meşe ağaçlarından yapıldığı belirlenen bir su kuyusudur. Bir zamanlar üzerinde bulunduğu kuyunun içinde bulunmuş ve mikrobiyal açıdan fakir tatlı su içerisinde büyük oranda bozulmadan kalabilmiştir [5]. Ayrıca Mısır'da piramitlerin çevresinden çıkarılan 2500 yıl öncesine tarihlenen ahşap tabutlar, karanlık ve rutubet oranı düşük höyüklerde saklandığı için herhangi bir yüzeysel ve yapısal dezenformasyona uğramadan varlığını sürdürebilmiştir [6]. Genellikle çevresel faktörlerin tesadüfen bir araya gelmesi ile oluşan koruyucu ortamlarda bulunan bu örnekler, kendisini tahrip eden faktörlerin elimine edildiği uygun şartlar sağlandığında ağaç malzemenin binlerce yıl işlevini kaybetmeden hizmet verebileceğinin somut örnekleridir.

Dış ortam koşullarında uzun süre korunmasız halde kullanılan ağaç malzeme biyotik ve abiyotik zararlıların etkilerine yeterince dayanıklı değildir [7]–[9]. Bu etkiler altında yaşlanan ağaç malzemede, kimyasal, fiziksel, mekanik ve mikroskobik değişiklikler görülebilir. Bu değişikliklerin, ilk bozunma periyodu sırasında ağaç malzeme yüzeyinde 2,5 mm derinliğe kadar nüfuz edebildiği [10], [11] ve odun ekstraktifleri, polisakkaritler (selüloz, hemiselülozlar) ile polifenoliklerin (lignin) kimyasal yapısının bozulmasından kaynaklandığı bildirilmektedir [11]–[15].

Ağaç malzemeyi kullanım yerlerinde karşılaşacakları etkilerden korumak ve uzun süreli kullanım sağlamak için çeşitli koruyucular, emprenye maddeleri, boyalar, cilalar veya

film oluşturan vernikler uygulanmaktadır [16]–[18]. Uygulanan bu koruyucu katmanlarda bulunan pigmentler ve UV emici katkı maddeleri ağaç malzemenin rengini ve parlaklığını stabil hale getirerek, dış ortam koşullarından kaynaklanan bozulmayı azaltır [9], [15], [19]–[21]. Bu nedenle, ağaç malzeme yüzeylerine ulaşarak onun foto bozunmasına neden olan ışık enerjisini azaltmak ve suya karşı direnç sağlamak için koruyucu katman uygulamak oldukça önemlidir [17], [22].



Şekil 1.1. Dış ortamda uzun süre bekletilmiş boyalı ağaç malzeme [23].

Ancak bu koruyucu katmanlar da kullanım yerlerinde maruz kaldıkları harici etkilere bağlı olarak zamanla bozulabilmekte ve koruyucu özelliklerini kaybedebilmektedir (Şekil 1.1). Bu durumu ağaç malzemenin dayanımını ve kullanım ömrünü azaltmaktadır. Bu sebeple koruyucu özelliğini yitiren boya ve vernik katmanlarının yüzeyden temizlenerek yeni bir koruyucu katman oluşturulması malzemenin kullanım ömrünün uzatılması bakımından önem arz etmektedir.

Günümüzde ağaç malzeme yüzeylerinden eskimiş boya ve vernik katmanlarını temizlemek için pek çok teknik mevcuttur. Bu katmanların temizlenmesi, genellikle çok zor ve vakit alan bir süreçtir. Temizleme operatörünün sağlıklı ve güvenli bir şekilde temizleme işlemini gerçekleştirebilmesi, çok çeşitli koruma çalışmalarını da kapsayan özel malzemeler ve ekipmanlar gerektirmektedir. Bu teknikler, geleneksel ve modern yöntemler olarak iki farklı kategoride ele alınmaktadır. Hem geleneksel hem de modern yöntemlerin uygulama ve malzeme tipine bağlı olarak bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Geleneksel yöntemlerde temizleme işlemi boya kazıyıcı aletler, teller, zımparalar vb. gereçlerle mekanik olarak yapıldığından malzeme yüzeyindeki girintileri bu yöntemlerle temizlemek nispeten zordur. Ayrıca eskimiş katmanların temizlenmesi sırasında

yüzeylere zarar verilebilmesi de söz konusu olabilmektedir.

Bir diğer geleneksel yöntem olan solvent bazlı kimyasal boya sökücülerin kullanımı, uygulama esnasında salınan gazlar nedeniyle insan sağlığına ve çevreye zarar vermektedir. Cildi tahriş ve tahrip edici bu kimyasallar, sucul ortamda yaşayan organizmalar için de büyük tehdit oluşturmaktadır [24].

Modern temizleme yöntemlerinden biri olan ışık enerjisi ile boya temizleme bir ön uygulama olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem yardımıyla malzeme yüzeyindeki boya katmanının yapısı ısı ve ışık yardımıyla bozularak kolay bir şekilde temizlenmesi sağlanır. Kızılötesinden morötesine geniş ve farklı dalga boylarında ışığın kullanıldığı bu yöntem uygulama bakımından maliyetli olmasının yanı sıra radyasyon gibi insan sağlığına zararlı faktörler de içermektedir [25], [26].

Bir diğer modern boya temizleme işlemi ise basınçlı sistemler ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler, çeşitli medyaların basınçlı hava yardımı ile temizlenecek malzeme yüzeyine püskürtülmesi ile yapılmaktadır. İnsan ve çevre sağlığına uygun medyalar kullanılabilmesi, boya katmanını malzeme yüzeyinden hızlı, etkili ve malzemeye zarar vermeden temizleme imkanı sunması ve uygulama kolaylığı ile diğer yöntemlere kıyasla daha çok tercih edilmektedir [26]. Sulu veya susuz olarak uygulanabilen bu yöntemler uygulama basıncı, medya tipi, nozul büyüklüğü gibi parametreler değiştirilerek farklı yüzeyler için konfigüre edilebilir [27]. Ancak bu alanda yapılan çalışmaların yetersizliği nedeniyle, temizleme işleminde kullanılacak parametreler genellikle operatörün önceki deneyimlerine bağlı olarak belirlenmektedir. Bu durum işçilik, zaman ve malzeme kayıplarının yanı sıra ekonomik kayıplara da neden olabilmektedir.

Bu çalışmada, ağaç malzeme yüzeylerindeki yaşlanmış boya katmanlarının modern temizleme yöntemlerinden biri olan basınçlı sistemler yardımı ile farklı medyalar ve farklı temizleme parametreleri kullanılarak temizlenebilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, önce sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarının yüzeyine sentetik ve su bazlı boyalar uygulanmış, daha sonra örnekler 100 gün süre ile deniz suyu koşullarında (Karadeniz) bekletilmiştir. Ardından Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 221O709 proje numaralı desteğiyle çevre ve insan dostu Kabin Tipi Tam Otomasyon Boya Temizleme (KATTABOT) makinesi tasarlanıp üretilmiştir. Çalışma kapsamında üretimi tamamlanan KATTABOT'un çalışma doğruluğunu belgelemek için önce Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikası

alınmıştır. Daha sonra KATTABOT ile örnek yüzeylerindeki yaşlanmış katmanlar, farklı çevre dostu medyalar (sodyum bikarbonat, fındık kabuğu granülü, ceviz çekirdeği granülü, kayısı çekirdeği granülü, mısır koçanı granülü) ile farklı temizleme parametreleri (45-90° temizleme açısı, 2-2.5 bar temizleme basıncı, 5-8 mm nozul çapı, 7-10 cm temizleme mesafesi) kullanılarak kuru ve sulu bir şekilde temizlenmiştir. Boya temizleme işlemi sonrası örnek yüzeylerinde meydana gelen değişimleri tespit etmek için rutubet (TS ISO 13061-1), temas saçısı (TS EN 828-13), sertlik (ASTM D 2240-15), parlaklık (TS EN ISO 2813), renk (ASTM D 2244-22), yüzey pürüzlülüğü (TS EN ISO 21920-2) ve yüzey aşınma miktarı (ASTM-G76-95) testleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örnek yüzeylerinde ve kimyasal yapılarında meydana gelen değişimler, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Fourier Transform İnfrared Spectroscopy (FTIR) ile belirlenmeye çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. AĞAÇ MALZEME

2.1.1. Sarıçam *(Pinus sylvestris* L.*)*

2.1.1.1. Botanik özellikliği ve dağılımı

Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), ağaç işleme sektöründe yoğun olarak tercih edilen bir ağaç türüdür. Ülkemizde kuzey Anadolu'nun yaylalarında Eskişehir ili Yeşilada ilçesinden doğuya doğru uzanır. Karadeniz bölgesinde Of ve Sürmene çevresinde, Rize ve Artvin illeri çevresine dağılan silvestris çamı kıyıya kadar uzanır, doğu ladiniyle karışarak 2100 m yüksekliğe ulaşır. Sarıçam, 1.239.578 hektar ile ülkemizdeki iğne yapraklı ormanlar arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Adı, birkaç parçaya bölünmüş olan gövde kabuğunun renginden gelir. Yetişkin bir ağacın yüksekliği 20-40 m'dir [28].

Pinaceae familyasının önemli üyelerinden biri olan çamların; Kızılçam, Halepçamı, Fıstıkçamı, Karaçam, Sarıçam olmak üzere ülkemizde 5 türü bulunur. Sarıçamların gövde formları düzgün, çapı 0.6-1 m, boyları ise 30-45 m aralığında değişmektedir. İşlenebilir gövde uzunluklarıysa 18-20 m aralığındadır [29].

Kurutulması kolay, yapıştırılması mümkün ve işlenmesi kolaydır. Odununda çalışma azdır. Reçine sızıntısı nedeniyle üst yüzey işlemlerinde istenmeyen kusurlar çıkarır. Öz odun dayanıklıdır, diri odun ise biyolojik zararlılara karşı oldukça hassastır. Ahşabın nemi %25'i aştığında 20-25°C arasında mavi bir renk meydana gelir. Ağaç malzemenin kullanılabileceği her yerde kullanımı mümkündür. Doğu Karadeniz göknar ve ladin ile karışık dağılım gösterir. Orta ve Batı Karadeniz bölgesinde kayın ve göknar, Orta Anadolu'da ise çoğunlukla saf bir dağılım gösterir [29].

2.1.1.2. Makroskopik özellikleri

Diri odun 5-10 cm genişliğinde, sarımsı beyazdır ve öz odun kırmızımsı-sarı ve kırmızımsı-kahverengidir. Yıllık halka geçişleri açık ve dalgalıdır. Açık renkli ilkbahar odunu ile yaz odunu zıtlık oluşturur. Yıl halkaları, büyüme alanına bağlı olarak dar veya geniş olabilir. Radyal kısmında yaz ahşabı paralel şeritler olarak görülmektedir. Öz çıplak gözle görülmese de yaz odunu belirgin olabilir. Radyal kısmında enine ince bantlar vardır,

ancak uzunlamasına paranşim yoktur. Reçine kanalları büyük ve oldukça fazla sayıda ve yaz odununda açık renkli noktalar ve ilkbahar odununda koyu renkli lekeler olarak görünürler. Radyal ve teğet kesitlerde boyuna çizikler şeklindedir. Odunu orta ağırlıkta, mat, taze olduğunda reçineli kokulu ve dekoratif bir görünüme sahiptir [29].

2.1.1.3. Mikroskobik özellikler

Mikroskopik yapısına baktığımızda; yaz odunu traheidleri çok yassı, yıllık halka sınırlar ise belirgindir. Dar lümen ve kalın çepere sahiptir. Traheidlerin uzunlukları 1800-4500µm, çapı 10-50 µm'dir. İlkbahar ve yaz odunları arasındaki geçişler çok hızlıdır. İlkbahar odun tracheidlerin radyal duvarlarında kenarlı kanallar geniş ve tek sıradır. Reçine kanallına sahip olan öz ışınları ortada 2 ila 5 sıra ve öz ışınları tek sıradır. Öz ışınları genellikle 1 ila 12 hücre yüksekliğinde ve bazen 15 hücreyi aşmaktadır. Heterojen bir yapıya sahiptir. Boyuna paranim hücreler yoktur. Boy yönündeki reçine kanalları genellikle tek başına ve çoğunlukla yaz odununda bulunur. Epitel hücrelerinin ince duvarları vardır [28].

2.1.1.4. Fiziksel ve mekanik özellikleri

Sarıçamın fiziksel özellikleri Çizelge 2.1'de, mekanik özellikleri 2.2'de verilmiştir [28].

Çizelge 2.1. Sarıçam odununun fiziksel özellikleri

Tam kuru yoğunluğu	D_0 = 0,49 g/cm^3
Hava kurusu yoğunluğu (%12)	D_{12}= 0,52 g/cm^3
Radyal yönündeki daralma oranı (%)	β_r = % 4.0
Teğet yönündeki daralma oranı (%)	β_t = % 7.7
Hacmen daralma oranı (%)	β_v = %12.1

Çizelge 2.2. Sarıçam odununun mekaniksel özellikleri

Elastikiyet modülü	E-mod = 11 700 N/mm^2
Eğilme direnci	σ_e = 98 N/mm^2
Çekme direnci	$\sigma_ç$ = 102 N/mm^2
Basınç direnci	σ_b = 54 N/mm^2
Dinamik eğilme direnci	a = 0.39-0.70 kN/cm

2.1.1.5. Kurutma, İşlenme, Dayanıklılık ve Emprenye Özellikleri

Kolay bir şekilde kurutulabilir, işleme ve yapıştırma işlemi basit ve çalışma ihtimali düşüktür. Boya/vernik gibi işlemlerde reçine sızması sebebiyle zorluklar yaratabilir. Emprenye edilebilme ve dayanıklılık açısından, öz odunu dayanıklı, diri odunuysa biyolojik etkenlere karşı hassastır. Emprenye işlemlerinde öz odunda zorluklar çıkabilirken, diri odunda aynı zorluklarla karşılaşılmaz [28].

2.1.1.6. Kullanım yerleri

Mobilya ve ağaç işleri sektöründe oldukça yoğun bir kullanım alanı vardır. Telefon ve telgraf direkleri, traversler, döşemecilik, inşaat, iç ve dış mekan zemin ve çatı kaplamaları, kaplama endüstrisi, ahşap kompozit malzeme üretimi, kağıt üretimi ile mobilya üretiminde tercih edilmektedir [28], [29].

2.2. KORUYUCU KATMANLAR (BOYA/VERNİK)

Boya bir cisme renk kazandırmak ve koruma amacıyla uygulanan organik kaplama olarak tanımlanabilir. Boyaların renk verme özelliğinin yanında örtücülük ve koruma özellikleri de bulunur. Başka bir anlatımla boya, reçine ile bazı pigmentlerin uygun bir çözücü (alkol, tiner, su, terebentin vb.) içinde çözündürülmesi ile elde edilen bir karışımdır [30], [31].

Boyalar birçok farklı tip ve özellikte geniş ürün yelpazesine sahiptir. Özelliklerine ve kullanım amaçlarına göre yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Boya, uygulandığı malzemeleri ve yüzeyleri rutubete, suya, kirliliğe, kimyasallara ve diğer zararlı etkenlere karşı koruyabilme yeteneğine sahiptir [32], [33].

Türkiye'de boya ihtiyacının, uygulama alanlarına göre dağılımı incelendiğinde; inşaat sektöründe kullanılan boya ve vernikler büyük çoğunluğu kapsamaktadır [34]. Bunu sırasıyla, ağaç malzeme boya/vernikleri, otomotiv sektörü, metal malzeme boyaları, toz boyalar ve diğer boyalar takip etmektedir [32].

Boya imalatında bileşen olarak birçok farklı hammadde kullanılmaktadır. Bu hammaddeler boyadaki işlevlerine göre sınıflandırılmaktır.

2.2.1. Boyaların Temel Bileşenleri

Farklı boyaların bileşenleri değişmekle birlikte, boya üretiminde yaygın olarak kullanılan bileşenler; bağlayıcılar, dolgu maddeleri, pigmentler, katkı maddeleri ve çözücülerdir [32].

2.2.1.1. Bağlayıcılar

Boyalar tatbik edildikleri yüzeylerde sürekli, yapışan ve sağlam bir film oluştururlar. Dolayısıyla hepsinin formülasyonunda kullanılan bir film yapıcı vardır. Film yapıcılar, boyaların ana bileşeni olup çeşide göre boyalara isimlerini kazandırırlar. Boyaların omurgasını oluşturan film yapıcılar, reaksiyon sonucu sıvı halden katı hale geçerek pigment parçacıklarını düzgün boya filmi oluşturmak üzere bağlayarak boyanın yüzeye yapışmasını sağlar. İyi yapışmış yüzeyde, sertlik, sağlamlık, parlaklık, hava koşullarına ve kimyasallara direnç ve benzeri özellikleri kazandırırlar [35].

2.2.1.2. Pigmentler

Pigmentler, doğal kaynaklardan veya sentetik yöntemlerle elde edilen, bağlayıcılarda ve çözücülerde çözünmeyen toz parçacıklardır. Boyalarda renklendirme ve pas önleme amacıyla kullanılırlar. Teknik olarak boyada kullanılan çözücüler tarafından çözünmezler. Bunun yerine, bağlayıcılar ve boya çözücüleri tarafından oluşturulan bir sıvı ortamda kararlı bir şekilde dağılan mikron boyutlu katı süspansiyonlar olarak bulunurlar [36].

Renk verici gruplar ile pigmentlerin renk özellikleri belirlenmektedir. Diğer taraftan benzer moleküllerden meydana gelen bir pigmentin asıl tane büyüklüğü değiştirilerek pek çok özelliği farklılaştırılabilir [36].

2.2.1.3. Çözücüler

Boyaların uçucu yanını oluşturan kimyasallardır. Boyanın üretim ve uygulaması aşamasında özelliklerinde herhangi bir değişiklik yapmadan inceltme sıvıları olarak tanımlanmaktadır. Hem üretim hem de uygulama aşamaları sırasında viskozitenin düzenlenmesine gereksinim vardır. Bu nedenle, boya formülünde yer alan bağlayıcıları inceltme etkisi olan sıvılar kullanılmaktadır [37].

2.2.1.4. Kimyasal katkılar

Boyanın birtakım niteliğini iyileştirmek, olumsuzlukları önlemek veya yavaşlatmak amacıyla tercih edilirler. Boyadaki maksimum içerikleri %3'tür. Boya üretici firmalar teknik farklılıklarını bu özellik içerisinde gizlemektedir. Oldukça pahalı olmalarının yanı sıra kaplamanın türüne ve kullanım amacına bağlı olarak kaplama performansını artırmak için eklenir [32].

2.2.1.5. Dolgu maddeleri

Çözünme özellikleri olmayıp, maliyeti düşürmek amacıyla kullanılan, bunun yanı sıra boyalarda bazı özellikleri iyileştirmeyi sağlayan katı maddelerdir. Temel olarak dolgularla pigmentleri renk ve örtücü özellikleri ayırır. Boya filmi içerisinde renksiz saydam özellik göstermeleri sağlanması sebebiyle, boyada lüzumsuz pigment içeriğini önleyerek fiyatı düşürücü bir etki yapar [36].

2.2.2. Boyaların Sınıflandırılması

Boyalar pek çok özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Boya bileşenlerinin çeşidi ve miktarı boyaların sınıfını belirler. Atıkların kontrolü ve azaltılması açısından boyalar içerdikleri çözücü temelinde sınıflandırılır. Bu açıdan, fiziksel çeşitlerine ve işlevlerine şeklinde sınıflandırılırlar. Su bazlı ve solvent bazlı boyalar olarak çeşitlendirilebilirler [36].

2.2.2.1. Su bazlı sistemler

Su bazlı sistemler, düşük VOC'lere (organik esaslı uçucu bileşik) sahip oldukça yaygın kullanılan çevreci sistemlerdir. Su bazlı boyalar, geleneksel solvent sistemlerine kıyasla büyük farklar içermektedir. Su bazlı sistemlerin tüketim, üretim ve kullanımının son zamanlarda ortalama üzeri seviyede artmış olması, üretimlerinde kullanılan çeşitli özellik gösteren reçinelerden kaynaklanmaktadır [38], [39]. Bu reçineler çok farklı olup, polyester, alkid, akrilik, epoksi ve poliüretan bazlı olabilmektedir. Reçinelerin bu kadar fazla çeşitlenebilmesi, çevreci sistemlere oranla hızlı bir şekilde gelişmesini sağlamıştır [30], [40]–[43].

Polimer ve partikül yapısının, film elde edilme sürecinin ve nihai film morfolojisinin kontrol edilebilmesi ve uygulamada çeşitliliğin artış göstermesi ile birlikte su bazlı reçine teknolojisi yaygın kullanım alanı bulan bir teknoloji halini almıştır. "Polimer

heterojenitesi kontrolü" bu teknolojinin yaygın kullanımını sağlayarak neredeyse bütün kaplama alanlarında solvent esaslı kaplamaların yerini almasında ve boya vernik endüstrisindeki sorunların çözümünde etkili bir gereç olmuştur. Bu durum ev ve endüstride çalışan kişiler için oldukça gelişim göstermiş, güvenlik ve çevreci yapısı ile sağlık açısından önemini de ön plana çıkarmıştır [42], [44].

Su bazlı boya ve vernikler; alkid, polyester, akrilik ve poliüretanın yanı sıra pek çok reçine ile üretilen boya ve vernik çeşididir. Parlak vernikler renk pigmenti barındırmazken, mat verniklerde matlık verici gereçler yer almaktadır. Günden güne endüstride yaygın bir yer tutmaya başlayan bu sistem esas olarak emülsiyon polimerizasyonu ve dispersiyona göre hazırlanır [42], [45].

Bu alanda öne çıkan yeni gelişmelerden biri de dispersiyon diye adlandırılan su bazlı kaplamalardır. Günümüze kadar elde edilen bilgiler, dispersiyonların başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Alkid, poliester, akrilik, poliüretan ve daha birçok farklı reçineden düşük seviyelerde uçucu organik bileşikler (VOC) barındıran dispersiyonlar elde edilebilmektedir [42], [46].

En eski su çözücülü yüzey kaplama sistemi emülsiyon sistemlerdir. Avrupa'da kullanımı giderek artan bu sistemler fazlasıyla tercih edilmektedir. Düşük miktarlarda VOC içermeleri ve yüksek üstün özellikleri sebebi ile kullanılmaktadırlar. Mümkün olabildiğince az oranda katkı maddeleri içeren ve bağlayıcı reçine parçacıkları çok küçültülebilen emülsiyonlar önümüzdeki zamanlarda bu konunun temel gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. [42], [46].

2.2.2.2. Solvent bazlı sistemler

Solventler organik ve inorganik kaplamaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Solventler formülasyona katılan diğer bileşenleri (polimerik bağlayıcı malzeme ve pigmentler gibi) çözebilen sıvılar olarak tanımlanabilir [43]. Çözünme esnasında solvent ve çözünende kimyasal bir değişiklik gözlenmez[47]. Amonyak, karbon dioksit, fosfor tribromür ve su inorganik solventler olarak bilinir. İçeriğinde karbon barındıran solventler ise organik solventler olarak isimlendirilmektedir. Solventlerin endüstride yaygın kullanım alanları bulunur. Boya ve mürekkep üretimi, elyafa hamur özelliği katılmasında, çeşitli katı maddelerde, yağ ekstraksiyonu, metal malzemelerin yağdan arındırılması en fazla kullanım alanı gördüğü işlerdir. Solventin yoğun bir kullanım alanı bulduğu uygulamalardan birisi de boya piyasasıdır. Solventler boyanın üretimini ve uygulanacak

yüzeylere uygulamayı kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır [30], [43], [47].

Boyalara katılan solventin birincil görevi boyada istenilen viskozitenin sağlanarak, sürülebilen ve püskürtülen bir özellik kazandırmak ve boya uygulaması sonrasında uçarak malzeme yüzeyinde ince bir tabaka oluşturup yapışmayı sağlamaktır. Bir diğer görevi ise, boyayı meydana getiren farklı organik bileşiklerin kendi içlerinde çözünmesini, boyada düzenin sağlayarak, kuruma süresini ve malzeme yüzeyindeki yapışma bağını etkiler [30]. Boyada bulunan ana bağlayıcıya katılan solvent ilk olarak molekül zincirleri arasına girer ve zincirler arasındaki bağı koparmaya çalışır. Burada kullanılan solvent miktarı arttırılarak zincirlerin birbirilerinden uzaklaşmaları sağlanır ve bunun sonucunda viskozite azalır. Boya endüstrisinde en sık tercih edilen solvent hidrokarbonlardır [30]. Bu solventler ucuz olmalarının yanı sıra yağ, alkid vb. reçineleri çözebilme yeteneklerinin yüksek olması sebebiyle tercih edilir. Alifatik hidrokarbon gruplarından nhekzan ile n-heptan, aromatik hidrokarbon gruplarındansa tolüen ile ksilen en fazla kullanılan solventlerdendir. Ayrıca boya üretiminde bunlardan başka, halojenleşmiş hidrokarbonlar, alkoller, keton, ester ve eter de kullanılır [30], [47]. Boya endüstrisinde önceleri aromatik hidrokarbon gruplarından biri olan benzen yaygın bir şekilde kullanılmaktaydı. Ancak, kanserojen etkisi sebebiyle artık benzenin kullanımı oldukça azalmıştır. Günümüzde aromatik hidrokarbon solvent olarak kolay bulunabilirliği sebebiyle ksilen yaygın olarak kullanılmaktadır. Aromatik solventlerin çözücü gücü alifatik solventlere kıyasla oldukça fazladır. Oksijenin yer alması nedeniyle polar bir yapı kazanan solventte çözücü kabiliyeti artar. Ancak oksijenli solventlerin hidrokarbonlu solventlere kıyasla maliyetlerinin yüksek olması, sanayide kullanımlarını kısıtlamaktadır [31]. Metanol, alkoller içinde yüksek çözücü güce sahip olmasına rağmen toksik etki yaratması ve hızlı bir şekilde buharlaşması sebebi ile yaygın bir şekilde kullanılmaz. Glikol eterleri ve asetatları; yağ, doğal reçine, alkid akrilik, nitroselüloz, etil selüloz, polistiren, polivinilasetat gibi polimerleri çözmede kullanılır [47].

Günümüzde üretimi gerçekleştirilen boya/verniklerin neredeyse tamamına yakınında katman oluşturucu olarak sentetik reçineler kullanılmaktadır. İç ve dış cephe bina boyalarında ve diğer pek çok inşaat gereçlerinde, Ahşap mobilya yüzeylerinde, harici etkilere maruz kalabilecek ortamlarda kullanım alanı bulan ahşap malzemelerde ve deniz taşıtlarını korumak amacıyla hazırlanan boya ve vernikler de sentetik sistem içerisinde bulunmaktadır [30].

2.2.2.2.1. Sentetik sistem

Bu sistemde bulunan boya/verniklerin esas özelliği, karışımında yer alan kuruma özelliğindeki yağ veya yağ alkidleridir. Başlangıç dönemlerinde boya/vernik üretimi içerisinde herhangi bir değişiklik göstermeden kullanılan bu kuruyan yağlar, günümüz teknolojisinde büyük ölçüde yerini yağ alkidlerine bırakmıştır. Sentetik boya/vernik teknolojisinde yağ alkidi dışında oluşumu tamamlanmış vinil tarzı polimeler, strenal alkidler, üretan alkidler ve epoksi esterleri bulunur. Bu yapay reçineler hem modifiye elemanı hemde ana bağlayıcı olarak kullanılabilirler. Neft, terebentin vb. hidrokarbonlar bu sistemde çözücü olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır[30].

Sentetik sisteme dahil olan boya katlarının kürleme ve kurutma sistemi, esas olarak üretiminde kullanılan kuruyan yağ ve yağ alkidleri nedeniyle oluşan oksidasyon tepkimesi üzerine kurulur. Kurutma aşaması sırasında oksidasyonun dışında çözücüde de buharlaşma beklenir. Çözücü olarak kullanılan hidrokarbonlar, azotlu sıvılardan uzun sürede buharlaşır. Sonuç olarak, oksidasyon yavaş yavaş gelişir. Bu nedenle sentetik sistemin kurutma ve kürleme aşaması diğer solvent esaslı yöntemlere kıyasla daha fazla zaman gerektirir. 18-20 ℃ sıcaklıklarda uygulama gerçekleştirilmeli ve 5 ℃'nin altındaki sıcaklıklarda uygulama yapılmamalıdır. Çözücü buharlaşmasını hızlandırmak için ortam sıcaklığı arttırılabilir [30].

Sentetik boya-vernik katmanları içeriğinde yağ bulunması sebebiyle hidrofobik özelliktedir. Hidrofobik özelliği sebebi ile sıklıkla dış ortamlarda kullanılacak olan ağaç malzemelere uygulanır. Bileşiminde bulunan yağ ve yağ alkidlerinin oranının arttırılması ile katmanın esnekliği arttırılabilir. Esnekliği artması sonucunda, ahşap malzemenin çalışmasına uygum sağlayarak, şişme -çekme sınırlarını arttırır ve katmanda çatlama oluşumunu engeller. Ancak sertliğin azalması mekanik etkilere karşı direncin azalmasına sebep olur. Bu boya-vernik üreticileri tarafından pek istenmemesi sebebiyle modifikasyon ile sertliği arttırıcı karışımlara ilgi gösterirler [30].

Sentetik reçineler kendi aralarında uyum sağladıkları müddetçe, oldukça geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Bileşim içerisine dahil edilen her reçine katmanın farklı özelliklere sahip olmasını sağlar.

2.2.3. Boyaların Koruyucu Özelliğini Kaybetmesi

Çeşitli malzeme yüzeylerinde uzun süreli kullanım amacıyla koruma sağlayan boyalar kullanım alanlarında maruz kaldıkları etkenler nedeniyle zaman içerisinde yüzey dokusunu, rengini ve parlaklığını kaybederek koruyucu özellik etkisini yitirmektedir. Boyaların koruma özelliklerini kaybetme nedenleri çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Boyanın fiziksel aşınma ve darbelere maruz kalması, yüzeyin zaman içinde yıpranmasına yol açabilir. Ayrıca, güneş ışığındaki ultraviyole (UV) ışınlarının, özellikle dış mekan boyalarında, renklerin solmasına neden olduğu bilinmektedir [48]. Nem ve su, boyanın kabarmasına, çatlamasına ve dökülmesine sebep olurken [49], kimyasal maddelere temas halinde olması veya yüksek sıcaklıklara maruz kalmaması gibi etkenler de bozunmaya yol açabilir [50]. Mekanik stresler, oksidasyon, yetersiz yüzey hazırlığı, kalitesiz boya veya uygulama tekniklerinde yapılan hatalar da boyanın dayanıklılığını azaltan etkenler olarak tanımlanmaktadır [51]. Boyaların koruyucu özelliklerini yitirmesi istenmeyen bir durum olarak kabul edilir. Bu nedenle, bu süreci taklit etmek amacıyla çeşitli yaşlandırma yöntemleri uygulanmaktadır.

2.3. YAŞLANDIRMA İŞLEMLERİ

Boyalar genellikle ağaç malzemenin dış ortamda dayanıklılığını artırmak ve malzemeye estetik bir görünüm kazandırmak amacıyla kullanılırlar [30]. Bu boyalar, güneş radyasyonu, nem, sıcaklık değişimleri, oksidasyon, bakteri ve mantar saldırıları, kir ve çeşitli kimyasal etkenler gibi dış ortam koşullarının etkisi altında bulunurlar. Bu tür koşullar altında kullanılan boyaların dayanıklılığı, mukavemet kaybı, yapışma zayıflığı, kırılganlık, renk solması, tebeşirleşme, parlaklık kaybı ve çevresel aşındırma anlamına gelir [52], [53]. Genel olarak, boyalı ağaç malzemenin kalitesi, kullanılan boyanın ahşap yüzeye iyi bir şekilde yapışma sağlayabilmesi ve uzun süre dayanabilmesiyle ilişkilidir [54]. Tüm bu koşullar altında malzemenin ya da boyanın zaman içinde nasıl değişeceğini ve dayanıklılığını belirlemek amacıyla çeşitli yaşlandırma testleri yapılır. Bu testler özellikle endüstriyel sektörlerde boya kalitesini ve performansını değerlendirmek için kullanılır. Boyalı ahşabın yaşlanma mekanizmasının anlaşılması sadece ahşaptan yapılan tarihi binaların korunması ve restorasyonu için değil, aynı zamanda temel ahşap araştırmaları için de önemlidir [55]. Farklı ortam türlerine göre yapılan yaşlandırma testleri, koşulların yerel hava ve iklim şartlarına (örneğin, uzun vadeli hava modellerine) bağlı olarak belirlendiği Dünya yüzeyindeki dış ortamı temsil eder. Dış ortam

koşullarında yaşlandırma, kimyasal, mekanik ve güneş ışınları faktörlerinin karmaşık bir etkileşimini içerir.

Koruyucu katman uygulanmadan dış hava koşullarına maruz bırakılan ağaç malzemelerde;

- 1-) UV etkisi nedeniyle fotobozunma,
- 2-) Su etkisiyle yıkanmaya, hidrolize ve boyutsal değişime,
- 3-) Kirlilik ve zarar verici mikroorganizmalar sebebiyle renk değişimine ve ayrışmaya uğramaktadır [56].

Bu kapsamda, boyalı ağaç malzemenin yaşlanmasını test etmek amacıyla doğal yaşlandırma ve hızlandırılmış yaşlandırma olmak üzere iki farklı yöntem uygulanmaktadır.

2.3.1. Doğal Yaşlandırma

Doğal yaşlandırma işleminde, boyalı ahşap malzemenin doğal dış ortam koşullarındaki dayanıklılığı, UV radyasyonu, ıslanma etkisi, sıcaklık etkisi, biyotik zararlılar ve diğer etkenler göz önünde tutularak test edilmektedir. Bu işlemin temel amacı malzemenin uzun dönemli dış ortam maruziyetini simüle ederek, malzemenin dayanıklılığını, performansını ve diğer fiziksel özelliklerini değerlendirmektir [57], [58]. Malzeme dayanıklılığı, koruyucu kaplamaların etkinliği, maliyet tasarrufu, çevresel uyum, müşteri memnuniyeti ve ürün güvenilirliği gibi bir dizi avantaj sunmaktadır.

2.3.2. Deniz Ortamında Yaşlandırma

Organik ve inorganik maddeler çevremizde genellikle hızlı bir dönüşüm sürecinden geçer. Moleküllerin inatçılığına bağlı olarak, nemli ve tuzlu ortamlara maruz kaldıktan sonra kısa bir süre içinde bu maddelerde bozulmalar gözlemlenebilir [59]. Boyalı ahşap malzeme, deniz ortamında kullanılan oldukça ekonomik ve en uygun yapı malzemelerinden bir tanesidir. Deniz uygulamalarında kullanılan ahşap yapılar, gelgit ve gelgit altı bölgelerdeki zorlu ortamlara maruz kalmaktadır [60], [61]. Bu farklı ortamlar, bakteriler, çürüme mantarları ve ahşap oyucuları gibi çok çeşitli bozucu organizmaları içerir [62]. Boyalı ahşap malzemeyi bozan organizmalara karşı direncin yanı sıra, dalgaların, rüzgar ve gelgit tarafından taşınan kiremit, kum, buz ve diğer katı parçaların tekrarlayan etkisinden kaynaklanan yüksek mekanik yükler nedeniyle, özellikle deniz

yapılarında kullanılan boyalı ahşap malzemenin yüksek mekanik dirence sahip olması gerekmektedir. Hem yüksek mekanik yüklere hem de biyolojik organizmaların saldırısına dayanmaları gerektiğinden, deniz koşulları boyalı ahşap malzemeler için en zorlu uygulamalar arasında yer alır [63].

2.3.3. Hızlandırılmış Yaşlandırma

Laboratuvar ortamında yapılan hızlandırılmış yaşlandırma testleri, gerçek hayattaki son kullanım koşullarında meydana gelenlere benzer bozulmaları hızlandırılmış ancak ilgili (veya gerçekçi) ve hassas bir şekilde tetiklemeyi amaçlamaktadır. Ömürleri tahmin etmek için bir yaşlandırma testi protokolünün başarısı, bu özellikler arasındaki dengeye bağlı olacaktır.

Bu testlerin amacı, malzemeyi güneş ışığı, kar, yağmur, çiğ, rüzgar ve ani sıcak-soğuk değişimleri gibi doğal olaylar karşısında, UV ve mor ötesi ışınlarına, kimyevi maddelere ve korozyona karşı performansını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Yapılan bu testlerin doğal olarak yapılması sonuç alım süresini uzatacağından dolayı uygun test cihazlarında yapılmaktadır [64]. Hızlandırılmış yaşlandırma test yöntemlerinin bazıları şunlardır :

2.3.3.1.1. UV Yaşlandırma Testi

UV yaşlandırma testi, malzemelerin veya ürünlerin çevresel faktörlere maruz kalması sonucu yaşlanma sürecinin değerlendirilmesi için yapılan bir testtir. Bu testte, malzemeler veya ürünler, yüksek yoğunluklu UV ışınlarına maruz bırakılır ve sonuçta malzeme veya ürünlerin ne kadar dayanıklı olduğu ölçülür.

UV yaşlandırma testi, birçok sektörde kullanılır. Örneğin, otomotiv sektöründe araç parçalarının ve boya kaplamalarının UV dayanıklılığı test edilir. Ayrıca, plastiklerin, kauçukların ve ahşap malzemelerin UV dayanıklılığı da bu testle ölçülür. Bu test, malzemelerin ve ürünlerin çevresel faktörlere ne kadar dayanıklı olduğunu belirlemek için önemlidir. UV ışınlarına maruz kalan malzemelerde ve ürünlerde yaşlanma süreci hızlandığından, UV yaşlandırma testi, ürünlerin ömrünü ve kalitesini artırmak için tasarım ve malzeme seçimi aşamasında yaygın olarak kullanılmaktadır [64], [65].

2.3.3.1.2. Termal (Isıl) İşlemlerle Hızlandırılmış Yaşlandırma

Termal (Isıl) İşlemlerle Hızlandırılmış Yaşlandırma, malzemelerin veya ürünlerin yaşlanma sürecini hızlandırmak için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, malzemeler

veya ürünler yüksek sıcaklıklara maruz bırakılır ve sonuçta yaşlanma süreci hızlandırılır.

Termal işlemlerle hızlandırılmış yaşlandırma, birçok sektörde kullanılır. Örneğin, ağaç işleri endüstrisinde ahşap malzemenin dayanıklılığı, sıcaklık değişiklikleri ve mekanik stresler gibi faktörlere maruz bırakılarak test edilir. Ayrıca, elektronik sektöründe kullanılan bileşenler, yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak dayanıklılıkları test edilir. Ortamda rutubet olması durumunda sıcaklı daha fazla etkili olmaktadır. Saf sıcaklık etkisiyle meydana gelen bozunmaya termoliz, termolitik veya pirolitik bozunma denmektedir. Bu tepkime koşullarında oksijen işlem dışı bırakılmıştır. Aslında termal tahribat söz konusuysa, akla daha çok termal-oksidatif yıkım gelir. Bu tip tepkimeler, oksijenin dahil edildiği termal destekli reaksiyonlardır. Örneğin, yüksek sıcaklıklar altında sertleşme oluşumu gözlemlenen polimerlerde dahi sıcaklık 32°C'de sabit tutulursa bile, önemli miktarda bağ kopması gözlenebilir [64], [66], [67].

Bu yöntem, malzemelerin ve ürünlerin gerçek yaşlanma sürecini taklit etmesine yardımcı olur ve ürünlerin ömrünü ve kalitesini belirlemek için önemlidir. Termal işlemlerle hızlandırılmış yaşlandırma, ürün tasarımı ve malzeme seçimi aşamalarında kullanılarak, ürünlerin gerçek dünya koşullarında ne kadar dayanıklı olduğu belirlenebilir. Bu da ürünlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için önemli bir adımdır.

2.3.3.1.3. Xenon Lamba İle Yaşlandırma

Xenon lamba ile yaşlandırma, malzemelerin veya ürünlerin çevresel faktörlere maruz kalması sonucu yaşlanma sürecinin değerlendirilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, xenon lamba kullanılarak malzemeler veya ürünler yoğun ışık ve sıcaklığa maruz bırakılır ve sonuçta malzeme veya ürünlerin ne kadar dayanıklı olduğu ölçülür. Güneş ışığının yıpratıcı etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir cihaz olan "Karbon Kıvılcım Lambaları" ile çalışabilen Gün Işığı Weatherometreleri (Sunshine Weather-ometer: SWOM), yaygın bir şekilde kullanılan bir başka cihazdır. Ayrıca, SWOM testleri sonuçları, malzemenin yüzey işlem tabakasının doğal ortamındaki dayanıklılık davranışıyla önemli benzerlikler sergilemektedir [64], [67].

Xenon lamba ile yaşlandırma, birçok sektörde kullanılır. Örneğin, otomotiv sektöründe araç parçalarının ve boya kaplamalarının dayanıklılığı, güneş ışığına benzer ışık spektrumu kullanılarak test edilir. Ayrıca, plastiklerin ve kauçukların yaşlanma süreci de bu yöntemle ölçülür. Bu yöntem, malzemelerin ve ürünlerin gerçek dünya koşullarına ne kadar dayanıklı olduğunu belirlemek için önemlidir. Xenon lamba ile yaşlandırma,

ürünlerin ömrünü ve kalitesini artırmak için tasarım ve malzeme seçimi aşamasında kullanılabilir [64]. Bu yöntem ayrıca, malzemelerin ve ürünlerin çevresel faktörlere ne kadar dayanıklı olduğunu belirleyerek, ürünlerin çevreye olan etkisini de ölçebilir.

2.3.3.1.4. Tuz Püskürtme (Tuz korozyon) Testi

Bu test, malzemelerin korozif etkilere maruz kalma dayanıklılığını ölçmek için kullanılan bir test yöntemidir. Malzemelerin veya ürünlerin çevresel faktörlere maruz kalması sonucu ne kadar dayanıklı olduğunu belirlemek için önemlidir. Bu test, genellikle 35ºC sıcaklıkta boyalı malzemelerin bulunduğu bir kabin içerisine belli aralıklarla tuzlu su çözeltisi (genellikle %5 NaCl içeren çözeltiler kullanılır), püskürtülerek gerçekleştirilir. Dolayısıyla kabin içerisinde tuzlu su buharı oluşturulur. Test belirli aralıklarla bu şekilde tekrarlanarak devam ettirilir. Testin süresi boyadan beklenilen performansa göre 96 saat ile 2000 saat arasında değişebilmektedir. Bu testin gerçekleştirileceği örneklerin boyalı yüzeyleri farklı şekillerde çizilerek tahribat oluşturulur. Test bitiminde hem çiziklerin etrafı hem de örneğin genel görüntüsü kabarcıklanma, paslanma, pas ilerlemesi gibi durumlar bakımından incelenir [64], [65].

Tuz püskürtme testi sonuçları, malzemelerin ve kaplamaların dayanıklılığını ve koruyucu etkisini ölçmek için kullanılır. Bu test yöntemi, ürünlerin uzun ömürlü olmasını ve çevreye olan etkisini azaltmasını sağlamak için tasarım ve malzeme seçimi aşamasında kullanılabilir. Ayrıca, tuz püskürtme testi, birçok endüstriyel sektörde kullanılır, örneğin otomotiv, havacılık, savunma sanayii gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılır.

2.3.3.1.5. Sıcak soğuk testi

Sıcak-soğuk yaşlandırma testi, malzemelerin dayanıklılık ve dayanıksızlık özelliklerini test etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu test, malzemelerin maruz kalabileceği sıcaklık değişimlerinin neden olduğu hasarın ölçülmesi amacıyla yapılır. Bu test sırasında; kullanılacak fırın ve buzdolabına önceden belirlenmiş sayıda örnek, tüm örnekler arasında hava geçişi olacak şekilde dikey olarak yerleştirilir. Örneklerin vernikli ya da boyalı kenarlarının ısıtma veya soğutma ünitelerinin fanlarına bakmaması gerekmektedir. Örnekleri aşırı ısınmayı önleyecek şekilde 50 ± 5°C sıcaklıktaki fırında 1 saat bekletilir. Bu sürenin sonunda örnekler 1 dakika içerisinde -20 ± 2°C sıcaklıktaki derin dondurucuya yerleştirilerek 1 saat boyunca burada muhafaza edilir. Ardından örnekler 30 dakika dinlenmeye bırakılarak (15 dakika dinlenme süresi, 15 dakika inceleme süresi), 1 döngü tamamlanmış olur [64], [68].

2.4. AHŞAP YÜZEYLERDE BOYA TEMİZLİĞİ

Ahşap malzemeleri koruma ve ömrünü uzatma amacıyla ilk çağlardan beri farklı teknik ve yöntemler kullanılmaktadır. Günümüzde ısıl işlem uygulamaları, emprenye, yoğunlaştırma gibi yüksek teknoloji ve uzmanlık gerektiren yöntemler farklı amaçlar için kullanılsa da en eski yöntemlerden biri olan koruyucu katman uygulaması, diğer yöntemlere göre daha ekonomik ve kolay bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Malzemenin yüzeyine örtücü veya örtücü olmayan çeşitli katmanların uygulanmasını kapsayan bu yöntem, farklı amaçlar için kullanılacak malzemeler için farklı çözümler üretilmesini sağlamaktadır. Bu koruyucu katmanlar, yapısal ve dekoratif amaçlar için de oldukça uygundur. Ancak, kimyasal, fiziksel ve çevresel süreçlerin bir sonucu olarak koruyucu katmanların sonsuz bir ömre sahip olması mümkün değildir. Bu nedenle, çevresel etkilere bağlı olarak ahşap malzeme yüzeylerindeki koruyucu katmanın zaman içinde deforme olması durumunda temizlenmesi ve yeniden koruyucu katman uygulanması bir gerekliliktir. Küçük çaplı uygulamalar söz konusu olduğunda çeşitli kazıyıcı ve aşındırıcılarla yapılabilen boya temizleme işlemi; endüstriyel uygulamalarda çözücü kimyasallar, yüzey soğutma-ısıtma uygulamaları, lazerle kazıma ve yüzeye çeşitli aşındırıcıları basınçlı hava ile püskürtme gibi tekniklerle yapılabilmektedir. Bu tekniklerin hem çevre ve insanlığı için daha az risk barındıran hem de uygulaması kolay ve ekonomik olanı basınçlı sistem boya temizleme makineleri kullanılarak, basınçlı hava yardımıyla yapılan uygulamalardır.

2.4.1. Basınçlı Sistem Boya Temizleme Makineleri

Basınçlı sistem boya temizleme makineleri, temizleme işleminde kullanılan aşındırıcı medyanın istenilen yüzeye belirli hızlarda püskürtülmesini sağlayan cihazlar olarak tanımlanır. Bu makineler, boya temizleme işleminde kritik bir rol oynar. Püskürtme işlemi sırasında, belirli bir hız ve açıyla fırlatılan medyalar, hedef yüzeyde bulunan boyayı etkili bir şekilde çözerek temizler [69], [70]. Bununla birlikte, boya temizleme işleminin etkinliğini artırmak için, birçok makine medyaların tekrar kullanılabilmesi amacıyla ek donanımlar içerir. Bu donanımlar, kullanılan medyanın toplanmasını, temizlenmesini ve tekrar püskürtme işlemi için hazır hale getirilmesini sağlar. Bu sayede, işlem maliyeti düşerken, çevresel etki azaltılır [71]. Ayrıca, boya temizleme işlemi gerçekleştirilecek malzemenin her noktasının homojen bir şekilde temizlenebilmesi için özel sistemler mevcuttur. Bu sistemler, medyanın doğru açı ve hızda püskürtülmesini

sağlar, böylece boya temizleme işlemi gerçekleştirilecek yüzeyin her alanı eşit şekilde temizlenir [72].

Basınçlı sistem ile boya temizleme makineleri, endüstriyel boya temizleme alanında önemli rol oynarlar. Sulu ve susuz bir şekilde temizleme imkanı sunan bu makineler, genellikle seyyar tip ve kabin tipi (Şekil 2.1) boya temizleme makineleri olmak üzere iki ana kategoride bulunmaktadır.

Seyyar tip makineler, taşınabilir olmaları sayesinde geniş bir uygulama yelpazesine hitap eder. Bu makineler, endüstriyel tesislerde, gemi tersanelerinde ve büyük yapı projelerinde yaygın olarak kullanılır. Seyyar makineler, çeşitli medya türleriyle (örneğin kum, granül veya su ile karıştırılan aşındırıcılar) çalışabilir ve yüksek basınç altında püskürtülerek yüzeylerin temizlenmesini sağlar. Ayrıca, operatöre geniş bir çalışma alanı sunar, böylece büyük ve karmaşık yüzeylerde etkili bir temizlik gerçekleştirilebilir.



Şekil 2.1. Seyyar tip ve kabin tipi boya temizleme makinesi [69].

Kabin tipi makineler, kapalı bir çalışma alanına sahip olup, operatörün içinde çalışabileceği bir ortam sunar. Bu tip makineler, özellikle küçük ve hassas parçaların temizliği için idealdir. Kabin, işlemin tozunun ve medyanın yayılmasını önler, bu da daha kontrollü bir temizlik işlemi sağlar. Ayrıca, kabin tipi makineler, çeşitli medya türleri ve basınç seviyeleri ile uyumlu olarak tasarlanabilir, böylece farklı yüzey tiplerine ve temizlik ihtiyaçlarına uygun hale getirilebilir.

Boya temizleme makinelerinde işlemin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için bazı ekipmanlar kullanılmaktadır. Bunlar;

Nozullar (Uçlar): Nozullar, aşındırıcı medyanın yüzeye püskürtülmesini sağlayan parçalardır (Şekil 2.2). Farklı tipte ve boyutta nozullar, medyanın püskürtülme hızını, açısını ve yoğunluğunu ayarlamak için kullanılır.



Şekil 2.2. Boya temizleme işleminde kullanılan çeşitli nozullar [25].

Hortumlar: Basınçlı sistemlerde kullanılan hortumlar, aşındırıcı medyanın makineden nozula iletilmesini sağlarlar (Şekil 2.3). Yüksek basınca ve aşınmaya dayanıklı olmaları önemlidir. Bu nedenle genellikle iki veya daha fazla cidarlı olarak imal edilirler.



Şekil 2.3. Boya temizleme işleminde kullanılan çift cidarlı hortum [73].

Hava Kompresörü: Hava kompresörleri, basınçlı hava üreterek medyanın yüksek hızda püskürtülmesini sağlar (Şekil 2.4). Basınçlı sistem ile boya temizleme makinelerinin çalışabilmesi için temel bir bileşendir.



Şekil 2.4. Hava kompresörü [74].

Medya Deposu: Medya depoları, yüzeyden boya kaldırma işlemi sırasında kullanılan aşındırıcı maddelerin depolandığı kaplardır (Şekil 2.5). Bu depolar, işlemin sürekli olarak devam etmesini sağlarlar.



Şekil 2.5. Medya deposu.

Toz Toplama Sistemleri (Şekil 2.6): Toz toplama sistemleri, işlem sırasında ortaya çıkan tozu toplar ve medyanın geri dönüşümünü sağlar. Bu kapsamda toz emme sistemlerinde yaygın bir şekilde siklonlar kullanılmaktadır. Bu sistemlerde önemli bir rol oynayan siklonlar, dönme etkisiyle hava akışını kullanarak çalış ve bu sayede çevresel etkileri

azaltarak daha temiz bir çalışma ortamı sağlar. Siklonların kullanımı zorunlu olmasa da tercih edildiğinde, çevreci bir yaklaşım benimseyerek aynı zamanda ekonomik bir işlem gerçekleştirme olanağı sunar. Bu sayede, geri dönüşüm etkisiyle daha sürdürülebilir bir çalışma ortamı elde edilmiş olur.



Şekil 2.6. Toz emme sistemi [75].

Koruyucu Giysiler ve Ekipmanlar: Operatörler, çalışma sırasında koruyucu giysiler, eldivenler, gözlük ve solunum cihazları gibi ekipmanları (Şekil 2.7) kullanmalıdır. Bu ekipmanların doğru kullanımı güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için oldukça önemlidir.



Şekil 2.7. Koruyucu giyisiler [76].

Bu ekipmanlar, basınçlı sistemlerle boya temizleme makinelerinin etkili bir şekilde çalışabilmesi için gerekli olan unsurlardır. Her biri, temizlik işlemi için belirli bir amaçla tasarlanmıştır ve doğru kombinasyonun seçilmesi, temizlik işleminin başarıyla tamamlanması için önemlidir. Diğer taraftan, temizleme işleminde bir diğer önemli bileşen ise, yüzeylerde aşındırıcı olarak kullanılan medyalardır. Endüstride cam küre,

metal küre, sodyum bikarbonat, kuru buz ve silika gibi medyalar yaygın bir şekilde kullanılmakla beraber alternatif medyaların kullanımı da gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır [77].

2.4.2. Boya Temizleme İşleminde Medyaların Önemi

Temizleme işleminde bir diğer önemli bileşen ise, yüzeylerde aşındırıcı olarak kullanılan medyalardır. Endüstride cam küre, metal küre, sodyum bikarbonat, kuru buz ve silika gibi medyalar çeşitli yüzeylerin temizlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [71], [78]. Bununla beraber alternatif medyaların kullanımı da gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Özellikle ahşap gibi yumuşak ve yıllık halkaların anatomik yapısı nedeniyle birim yüzey alandaki yoğunluk farklılığının fazla olduğu malzemelerde doğru medya seçimi son derece önemlidir. Özellikle ahşap yüzey temizliğinde nispeten yumuşak ve malzemeye en az zararı verecek medyalar tercih edilir. Bu kapsamda, boya temizleme endüstrisinde sodyum bikarbonat ideal bir malzeme olarak kullanılmaktadır [70]. Ancak solunum depresyonu, hipoksi, alkaloz, hipernatremi, hipokalemi, hiperosmolarite veya lokal doku inflamasyonu gibi rahatsızlıklara neden olabilen kimyasal bir maddedir [79]. Bu nedenle, alternatif medyaların kullanımı konusunda araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle tarımsal atıklardan elde edilen medyaların (mısır koçanı, ceviz kabuğu granülleri, fındık kabuğu granülleri, kayısı çekirdeği granülleri vb.) endüstride yaygınlaştığı gözlemlenmektedir [80].

2.4.3. Medyalar (Aşındırıcılar)

Basınçlı sistemlerde kullanılan medyalar doğal olarak elde edilenler, bir imalat sürecinde yan ürün olarak ortaya çıkanlar ve yüzey temizliği için özel olarak imal edilenler olmak üzere üç ana kategoride sınıflandırılır. Doğal medyalar, topraktan elde edilmektedir. Bu kategoride silis kumu, mineral kumu, çakmaktaşı, garnet, zirkon ve benzeri mineral ürünler yer alır. Tüm bu medyalar iyi kesme özelliklerine sahiptir ve kullanımları nispeten ekonomiktir. Garnet haricinde, bu aşındırıcıların hızlı parçalanmaları ve bazıların yüksek oranda tehlikeli silika içermeleri nedeniyle kapalı bir sistemde kullanılmaları uygun değildir. Garnet, sınırlı yataklarda bulunan son derece sert ve keskin bir malzemedir. Basınçlı sistemlerle yapılan boya temizleme işlemlerinde zorlu temizlik uygulamaları için tercih edilen malzemedir. Fiziksel özellikleri sınırlı yeniden kullanım avantajlarına izin verir [81].

Yan ürün aşındırıcı sınıflandırması, başka bir işlemden üretilen tek kullanımlık malzemeler olan, ancak boya temizleme maddeleri olarak oldukça etkili olduğu kanıtlanan tarımsal ürünleri içerir. Piyasada birkaç çeşit tarımsal madde bulunmaktadır. En popüler olanlarından ikisi ceviz kabuğu ve mısır koçanıdır. Hafif ve yumuşak olan tarımsal medyalar, boya ve diğer maddelerin alttaki yüzeyi etkilemeden çıkarılması gereken uygulamalar için uygundur. Doğru kullanıldığında yumuşak, esnek bileşimleri metal veya diğer sert yüzeyleri aşındırmaz. Örnek olarak, bu maddeler stator laminasyonuna ve tel yalıtımına zarar gelmesinin önlenmesi gereken elektrik motoru temizliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer yaygın işlemler ahşap, plastik ve hafif metallerin boyasının çıkarılmasıdır.

İmal edilen aşındırıcı kategorisi çeşitli metal ve ametal bileşimlere ve fiziksel özelliklere sahiptir. Tipik olarak, metal aşındırıcılar çelik ve demirdir; ametaller ise alüminyum oksit, silikon karbür, plastik, buğday nişastası ve cam boncuktur. Uygulamalarda bazı örtüşmeler olsa da üretilen her aşındırıcı türü özel bir rol oynar.

Endüstride genellikle medya seçimi yüzeye veya temizlenecek katmanın özelliklerine göre belirlenir. Sert yüzeylerin temizliğinde demir bilye (Shot peening), silisyum karbür, alüminyum oksit, cam boncuk ve sodyum bikarbonat gibi medyalar kullanılmaktadır. Her biri farklı özelliklere sahip olan bu medyaların, özellikle ahşap gibi yumuşak yüzeylerin temizliğinde kullanılabilirliği kısıtlı veya çoğunlukla olanaksızdır.

2.4.3.1. Sodyum Bikarbonat ($NaHCO_3$)

Sodyum bikarbonat, Fransız kimyager Nicolas Leblanc tarafından 1791 yılında üretimi gerçekleştirilmiştir. Günümüzde, soda külü olarak da bilinen bu madde, dezenfektanlarda, deodorantlarda, diş macunlarında ve temizlik malzemelerinde kullanım alanı bulmaktadır. Church and Dwight Company, Inc. (Princeton, New Jersey) ve Schmidt Manufacturing, Inc. (Houston, Texas) tarafından Amerikan Çevre Bakanlığı'nın talebi üzerine uzay araçları ve bu araçlara ait diğer sistemlerin temizliği ve bakımı için geliştirilen sodyum bikarbonat, koruyucu özelliğini yitirmiş katmanları temizleme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Kimyasal formülü NaHCO3 olan bu madde, sodyum tuzlarından birisidir ve anti asit özelliği taşır. Ayrıca, suda çözünebilen beyaz katı kristal yapıda bir tozdur.

Malzeme yüzeylerinde bulunan eskimiş kir, boya vb. katmanları temizlemek için yaygın olarak kullanılan bir temizleme malzemesidir. Sodyum bikarbonat, farklı boyutlarda ve

beyaz toz halinde kristalize yapıda üretilmektedir. Bu madde suda çözünebilir, kokusuz, yanmayan, alev almayan ve temizleme sırasında zararlı gaz çıkarmayan bir özelliğe sahiptir. Ayrıca, açık ya da kapalı ortamlarda kullanılabilir ve hava basıncı ile istenilen yüzeye püskürtülerek işlem gerçekleştirilebilir. Sodyum bikarbonat, ahşap malzemelerden eski eserlere, taşlardan betona, seramikten çelik malzemelere kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Ayrıca, askeri mühimmatlar ve genel amaçlı işler için farklı formülasyonlarda geliştirilmiş olan bir maddedir [25], [82]. Ancak yine de ahşap gibi yumuşak yüzey dokusuna sahip malzemeler için temizleme işleminde çok düşük basınçlarla çalışma gereksinimi duyması temizleme işleminde verimliliği düşürmektedir. Basıncın arttırılması sonucunda ise medya boyutlarının çok düşük olması nedeniyle ortamda çok fazla toz toz birikintisine sebebiyet vermektedir.

2.4.3.1. Fındık Kabuğu

Türkiye yıllık 350-600 bin tonluk üretimiyle Dünyadaki fındık üretiminin %65- 70 gibi büyük bir kısmını gerçekleştirmektedir. Üretilen bu fındık miktarı büyük oranda kabuksuz bir şekilde satılmakta ve kabuk kısmıysa çoğunlukla yakacak olarak tüketilmektedir [83]. Ayrıca düşük yoğunluğu sebebiyle son yıllarda ahşap yüzeylerin temizlenmesinde aşındırıcı granül olarak kullanılmaktadır. Fındık kabuğu granülleri, farklı malzeme türlerinin yüzeylerinde kullanılmak üzere fındık kabuklarının çeşitli boyutlarda öğütülmesi ile elde edilir. Bu granüller, yapı malzemelerinin yüzeylerindeki eski boya tabakalarının temizlenmesinde etkili bir şekilde kullanılır. Bu temizleme işlemi çevresel açıdan dostudur, tehlikeli atıkların oluşmasına yol açmaz ve biyolojik olarak parçalanabilir niteliktedir [84].

2.4.3.2. Ceviz Kabuğu

Ceviz, sert kabuklu oldukça eski zamanlardan beridir üretimi yapılan bir meyvedir. Kâğıt kabuklu olarak isimlendirilen çok ince kabuklu cevizlerin çeşitlerinin yanında; çetin ceviz olarak adlandırılan sert kabuklu ve çok kalın ceviz çeşitleri de bulunmaktadır. Ceviz yüksek oranda doymamış yağ asidi içerikleri ve hayvansal protein kaynağı yerine geçebilen değerli bir besin kaynağıdır. Yaş ve kuru olarak tüketilebilen ceviz, folik asit içeren birçok vitamin ile demir, Thiamin, vitamin B6, çinko, magnezyum, bakır, fosfor ve potasyum açısından zengindir. Kolestrol içermeyen ceviz sağlıklı bir yaşam sürdürmek için gerekli olan linoleik asit bakımından da oldukça zengindir [85]. Ceviz çekirdeği granülleri, ceviz içi çıkarıldıktan sonra elde edilen ve öğütülerek veya ezilerek farklı

boyutlarda granüller haline getirilen sert ve lifli bir üründür. Bu granüller, boya temizleme işlemlerinde kullanılmaktadır. Toksik olmayan ve biyolojik olarak parçalanabilen yapısı sayesinde iç mekân kullanımlarında güvenli ve hassas bir boya temizleme işlemi sağlar [86]. Yapılan araştırmalar, ceviz çekirdeği granüllerinin kumlama işlemlerinde kullanılan kum veya silika ürünleriyle meydana gelebilecek silikoz hastalığına neden olmadığını göstermiştir. Bu granüller, metal, ahşap, alüminyum, pirinç, taş, plastik ve fayans dahil olmak üzere hemen hemen her yüzeyden boya, kir, küf ve is kalıntılarını temizlemek için kullanılabilen bir medya olarak tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, binalardan grafitilerin temizlenmesi, yangın sonrası restorasyon ve metal yüzeylerindeki karbon birikintilerinin temizlenmesinde de oldukça başarılı bir medya olarak kullanılmaktadır. [87].

2.4.3.3. Kayısı Çekirdeği

Kayısı (*Prunus armeniaca*) Rosaceae familyasına ait olan çekirdekli bir meyvedir. Pek çok ülkede üretimi gerçekleştirilen kayısı endüstriyel olarak gıda alanının büyük bir kısmında, zengin lif içeriği nedeniyle yeme içme sektöründe de farklı şekillerde kullanılmaktadır [88]. Oldukça geniş kullanım alanıyla ticari anlamda öneli bir ürün olan kayısı süreklilik oluşturan bir üretim ve pazara sahiptir[89]. Kayısı çekirdeği kabukları, büyük ölçüde lignoselüloz içeren ve çözünmeyen liflerden meydana gelen bir hammaddedir, bu da ona karakteristik olarak açık kahverengi bir renk ve yüksek ısıl değer kazandırır. Diğer bitki temelli medyalar gibi, toksik değil, sürdürülebilir ve çevre dostudur. Literatürde, kayısı çekirdeği granülü ile yapılan boya temizleme işlemlerine dair akademik bir bilgiye rastlanmamıştır. Bununla birlikte, tarihi eser temizliği yapan restorasyon firmalarının uygulamalarına bakıldığında, restorasyon süreçlerinde medya olarak kullanıldığı gözlemlenmiştir. Ahşap, metal, alüminyum gibi malzeme yüzeylerinden boya, kir, yağ ve is kalıntılarını temizlemek için kayısı çekirdeği granülünün başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.[90].

2.4.3.4. Mısır Koçanı

Mısır (*Zea mays* L.), genellikle yüksek nemli iklim bölgelerinde yetiştirilen, yağı doymamış yağ grubunda yer alan bir yıllık tarla bitkisidir. Bilimsel sınıflandırmaya göre *Poales* takımı, *Poaceae* familyası, *Zea* cinsi içinde yer alır [91] [41]. Mısır bitkisinin anavatanı net olmamakla birlikte pek çok kaynak amarika kıtası olduğunu bildirmektedir[92].

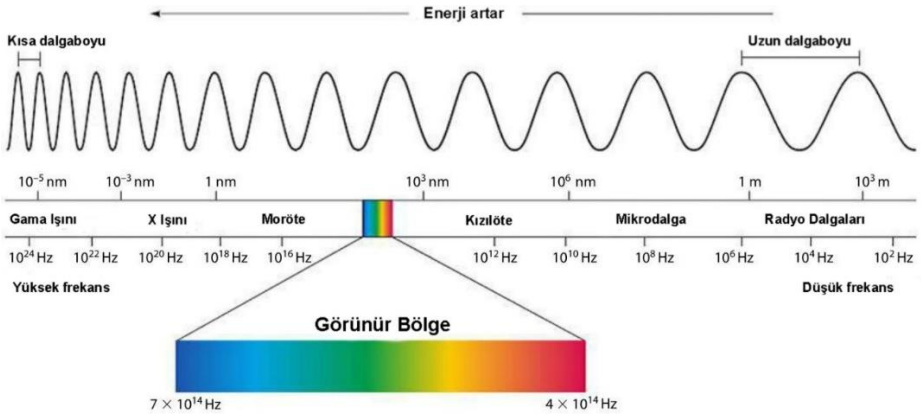
Dünyada önemli bir tahıl ürünü olarak kullanılan mısır, yüksek enerji veren bitkiler sınıfında bulunmaktadır [21]. Dünyada 520 milyon ton civarı yıllık üretim kapasitesi bulunmaktadır. Türkiye dünyada mısır üretiminde önde gelen ülkelerden biri konumundadır [43]. Yurdumuza 16. yüzyıl ortalarında giren mısır bitkisi, insan ve hayvan besini olarak yaygın bir şekilde tüketilmesi sebebiyle geniş yayılma alanı bulmuştur [44]. Meyvesi mısır koçanı olarak adlandırılmaktadır[93]. Endüstiriyel anlamda oldukça fazla işlem görmektedir. Ham koçana uygulanan analiz sonucunda yaklaşık %10 nişasta, %10 protein, %10 yağ ve vaks, %30 ksilen, %35 selüloz içeriği belirlenmiştir [49].

Mısır koçanı granülü, mısır bitkisinin sertleşmemiş koçanlarından elde edilen, düşük yoğunluklu bir üründür. Mısır tohumları çıkarıldıktan sonra, koçanlar öğütme işlemi için öğütme değirmenine yönlendirilir ve ardından boya temizleme endüstrisi için çeşitli boyutlara getirilir. Bu granül, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen ve tamamen çevre dostu bir malzemedir. Temizlik işleminde kullanılan mısır koçanı, birden fazla kullanım için geri dönüştürülebilir ve tekrar kullanılabilir. Mısır koçanı granülü ile boya temizleme işlemi, özellikle bina dış cepheleri, ahşap yüzeyler, alüminyum, fiberglas ve teknelerdeki eskimiş boya katmanlarının temizlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu granülün yumuşak yapısı, doğru parametrelerle uygulandığında malzeme yüzeylerine zarar vermeden temizlik yapma olanağı sağlar [43].

2.5. DENEME METOTLARI

2.5.1. Renk

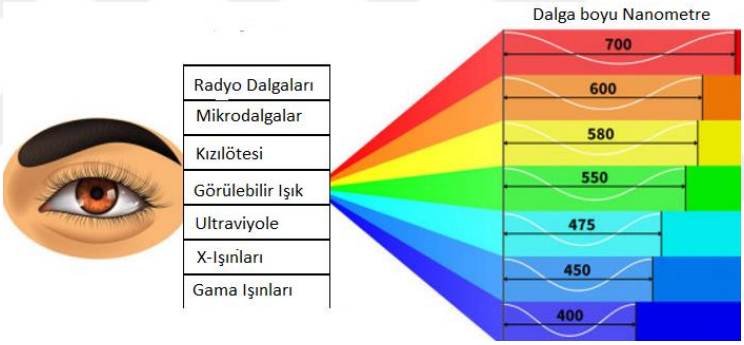
Renk, ışığın cisim yüzeylerine çarpıp yansıyarak göz tarafından algılanması sonucunda oluşturduğu etkiye denir [94]. Güneş ışığında göz ile görülebilen ve görülemeyen ışınlar bulunmaktadır. Işının göz tarafından algılanabilen 400-700 nm’lik boyutundaki farklı dalga boyları renkleri belirlemektedir [95].



Şekil 2.8. Görsel renk tayfı [96].

Şekil 2.8'de; Görülen renk tayfı 400nm'den başlayarak ve 700 nm' ile son bulur. 400 nm' den daha düşük dalga boyutları ultraviole (mor ötesi), 700 nm' nin üstündeki dalga boyutları ise infrared (kızıl ötesi) olarak adlandırılır ve çıplak gözle görülemez.

Buna göre ana ve ara renkleri oluşturan dalga boyları Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9. Renklerin Dalga Boyları [97].

Cisim yüzeylerine çarpan ışığın emiliminin ve yansıma miktarının (Şekil 2.10) farklılığı renklendirmek olarak adlandırılmaktadır [95].



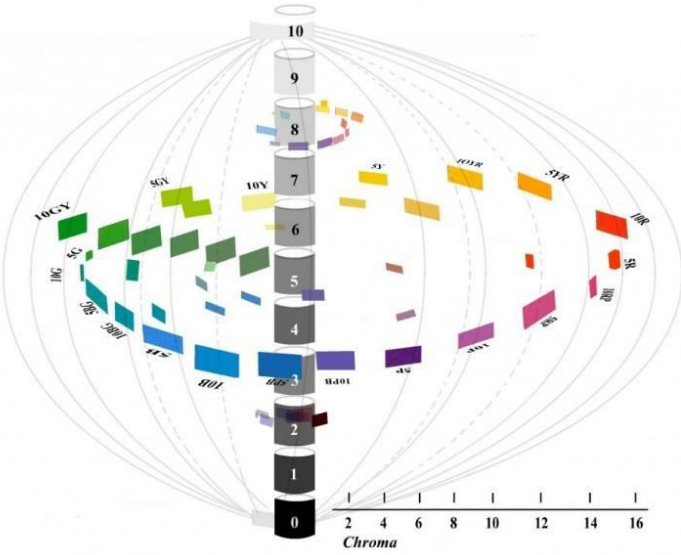
Şekil 2.10. Rengin emilmesi ve yansıması[98].

Özel rengi olan bir nesne, sahip olduğu renge ait dalga boylarını yüzeyden yansıtır, bunun dışındaki dalga boylarını ise emer. Örnek olarak, mavi renge sahip olan bir cisim mavi renk tayfını yansıtır. Ancak öteki dalga boylarını barındıran renkleri emer. Beyaz ve siyah rengin yansıma ve emme kabiliyeti renklerin tamamından farklı olmakla birlikte siyah renk, bütün renkleri emerken, beyaz renk ise bütün renklerde yansıtma özelliği gösterir.

Geçmişten günümüze ilk aşamada renkli cisimlerin hangi dalga boylarında soğurma yaptıklarını tespit edebilmek amacıyla pek çok araştırma yapılmıştır. Sonrasında geliştirilen renk ölçüm yöntemleri, yüzey üzerine iletilen ışıklar ile ilgili hesaplamaları da göz önünde bulundurmuşlardır. Bu gelişmelerin sonucunda, renkleri çeşitli bileşenlere ayırarak tanımlamayı amaçlayan bir dizi renk sistemi ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında en yaygın kullanılanlar Munsell Renk Sistemi, Doğal Renk Sistemi (NCS) ve CIELab Sistemidir [65].

2.5.1.1. Munsell Renk Sistemi

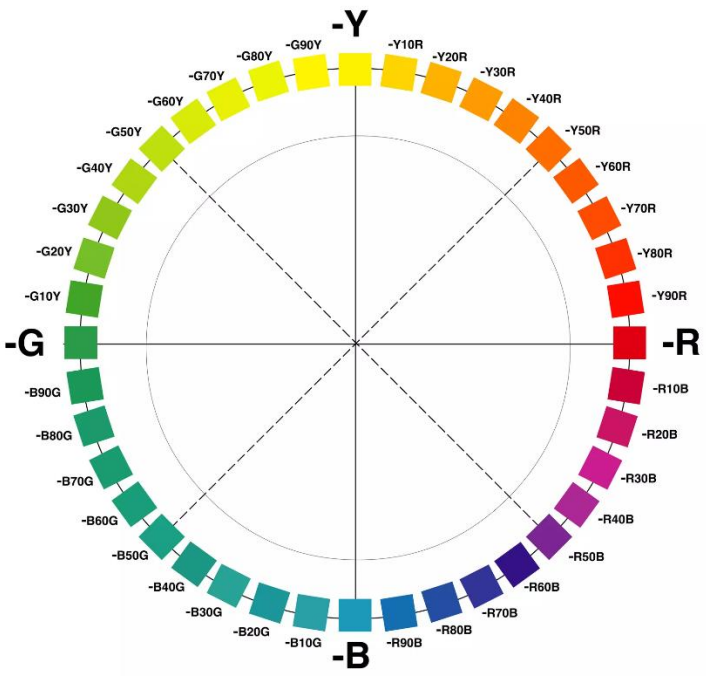
Munsell sistemi muhtemelen en iyi bilinen ve en yaygın kullanılan görsel renk sıralama sistemidir. Boston'lu bir resim öğretmeni olan Albert H. Munsell tarafından 1905 yılında geliştirilmiştir. Bu sistemde Kırmızı, Sarı, Yeşil, Mavi ve Mor artı beş bitişik çift, Yeşil-Sarı, Sarı-Kırmızı, Kırmızı-Mor, Mor-Mavi ve Mavi-Yeşil tonu tanımlar. Değer, beyazdan griye ve siyaha kadar açıklık ve koyulukla tanımlanan renk kalitesidir. Değer sıfırdan (mutlak siyah) ona (mutlak beyaz) kadar belirlenir. Kroma, bir rengin aynı değerdeki bir griden ne ölçüde farklı olduğunu tanımlayan niteliktir. Kroma, 0 (nötr gri) ile başlayıp 16'ya veya daha yükseğe kadar artan sayılarla belirtilir. Pembeden kırmızıya geçiş kroma artışına bir örnektir. Munsell notasyonunda, renk tonu ilk olarak listelenir ve bir sayı ve harf kombinasyonu ile belirtilir. Sayılar 1 ila 100 arasında değişir ve harfler on ana renk tonu adından alınır, örneğin 10 GY. Değer, 0'dan 10'a kadar bir sayı ve ardından eğik çizgi işareti ile takip edilir ve bunu kroma için bir sayı izler (Şekil 2.11). Pembeden kırmızıya değişim, kroma artışına bir örnektir [99].



Şekil 2.11. Munsell renk sistemi [99].

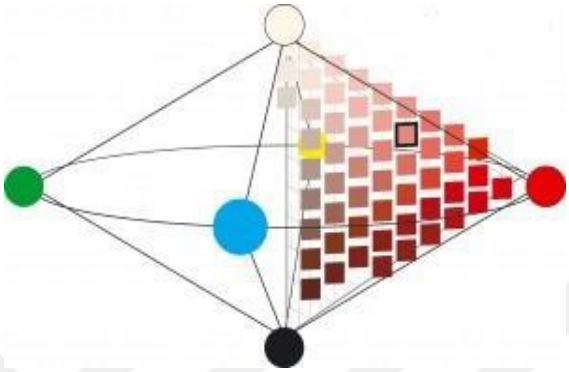
2.5.1.2. Doğal Renk Sistemi

Doğal Renk Sisteminde ışıklılık ve doygunlukla alakalı açıklamalar birçok açıdan Munsell Renk Sistemiyle örtüşmektedir. Rengin tonunu belirlemede ise, Yeşil-Kırmızı ve Sarı-Mavi zıt renk çiftleri ana renkler olarak kabul edilerek, Şekil 2.12'de görülen renk çemberi oluşturulur.



Şekil 2.12. Doğal Renk Sistemi (NCS) uzaydaki doygun renklerin gösterimi [65].

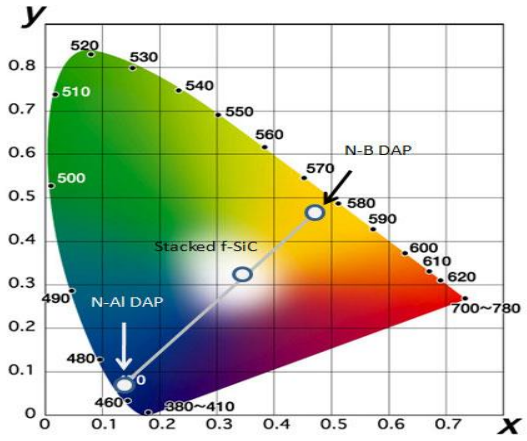
NCS sistemi, Şekil 2.12'de gösterildiği gibi 40 farklı renk tonunu tanımlar. Ayrıca, 10 farklı ışıklılık derecesi ve 10 farklı doygunluk derecesi belirlenmiştir. Şekil 2.13'te, NCS renk uzayının ve bu uzaydaki bir dalın görünümü bulunmaktadır. Örneğin, bu renk uzayında bir menekşe rengi "2080-R70B" olarak ifade edilebilir. Bu kısaltmanın anlamı, rengin tonunun %70 mavi ve %30 kırmızıdan oluştuğudur. Aynı zamanda, renk %80 doygunluktadır ve %20 oranında siyah içerir [65].



Şekil 2.13. Doğal renk sistemi NCS'nin renk uzayının, bir renk tonundaki farklı doygunluk ve ışıklılıktaki renklerin toplu görünümü [65].

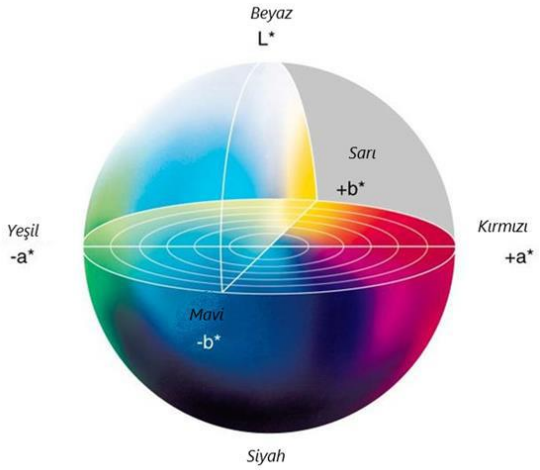
2.5.1.3. CIELab Renk Sistemi

CIELab sistemi adını, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun (CIE) Fransızca adının kısaltmasından almıştır. Bu komisyon, 1931 yılında kendi adını taşıyan CIE renk sistemini oluşturmuştur. Tüm renklerin, üç farklı oranda karıştırılan üç renkli ışıkla elde edilebildiği bilinir. Sistemin temeli, insan gözündeki konik ışık algılama hücrelerinin mavi, yeşil ve kırmızı renklerdeki ışıkları algıladığı gerçeğine dayanır. CIE sisteminde, belirli dalga boylarındaki ışık ışınlarının içeriği standart bir ışıkla tanımlanır. Bu ışık, renkli bir yüzeyin üzerine düşürülüp bir kısmı soğurulduktan sonra, kalan huzme yüzeyden gözlemcinin gözüne yansır. Yansıyan huzmenin mavi, yeşil ve kırmızı ışıkları hangi oranda içerdiği aletsel olarak ölçülür. Bu üç ışık, gözdeki üç farklı algılayıcı hücreyi uyarır ve bu uyarıcılara tristimulus değerleri denir [65], [99].



Şekil 2.14. X ve Y koordinatları cinsinden renk ışıklılık düzlemleri kromatik diyagramı [65], [99], [100].

X, y ve z renk koordinatları kullanılarak tüm renkler ifade edilebilir. Bu, Şekil 2.14'te gösterildiği gibi oluşturulan çizimlere "kromatiklik (Cromaticity)" diyagramı denir. Ancak, kromatiklik diyagramlarıyla ilgili temel bir zorluk vardır: diyagramdaki nokta çiftleri arasındaki uzaklık, bu nokta çiftleri arasındaki renk uzaklıklarının farklı olabileceğidir. Yani, kromatiklik diyagramının bulunduğu uzay "uniform" (tek biçimli) değildir. Tek biçimli bir uzay oluşturmak için, karmaşık matematiksel işlemler sonucunda "L, a ve b" koordinatlarından oluşan bir kartezyen koordinat sistemi geliştirilmiştir. CIELab renk sistemi; tüm renkleri, geometrik uzaklıklarla renk uzaklıklarının her zaman aynı oranı koruduğu, Şekil 2.15'te gösterilen kartezyen yapılı Lab uzayında ifade edilebilir [101].



Şekil 2.15. CIELab renk uzayının L, a ve b koordinatları ile ve bunların ifade ettiği renklerin gösterimi [101].

2.5.1.4. Renk Ölçüm Yöntemleri

Renk ölçümüne kolorimetri denir. Bu alanda çeşitli araçlar kullanılmaktadır. En gelişmiş olan spektrofotometreler, ışığı her bir spektral dalga boyunda bulunan enerji miktarı açısından analiz eder. Spesifik bir spektral enerji dağılımının rengini tanımlamak zordur. Göz herhangi bir enerji dağılımı için sadece tek bir rengi algıladığı için renk ölçümlerini algı ile ilgili bir şekilde ifade etmek gerekir [102].

2.5.1.4.1. Gözle renk ölçüm yöntemi

Gözle renk ölçüm yöntemi, renkleri belirlemek ve değerlendirmek için insan gözünün doğrudan kullanıldığı bir yöntemi ifade eder. Bu yaklaşım, subjektif bir değerlendirme içerir ve renkleri görmeye dayalı olarak kişisel algılama üzerine kurulmuştur. Gözle renk ölçümü yapılırken, aşağıdaki amaçlar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Gözlemlenen rengin hangi pigment veya boyar maddelerden oluştuğunu tahmin edebilmek.
- Gözlemlenen rengin, bir referans renkle ne kadar uyumlu olduğunu belirlemek,
- Gözlemlenen rengin, referans renkle daha uyumlu hale getirilmesi için hangi renklendiricilerin ne oranda eklenmesinin gerektiğini belirlemek.

Bu amaçlara ulaşmak için, ilk olarak gözlemcinin rengi ayırt edebilme kabiliyeti son derece önemlidir. Bireylerin renk yeteneklerini belirlemek için tasarlanmış çeşitli cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlar arasında en yaygın kullanılanı Munsell renk küresi testidir. İkinci önemli faktör, inceleme yapılacak yüzeyi aydınlatan ışığın kalitesidir. Ölçülmeye çalışılan nesnenin özellikleri kadar, gelen ışık demetinin niteliği de algılanan renge etki eder. Bu sebeple, bir ışık altında referans renge çok benzeyen bir nesne, başka bir ışıkta tamamen farklı görünebilir. Bir nesnenin farklı ışık kaynakları altında değişik renkte görünmesi olgusu "metamerizm" olarak adlandırılır. Bu nedenle, renk incelemelerinde öğle vakti yüzünü kuzeye döndürerek alınan güneş ışığı veya gün ışığını temsil eden D65 ışığı gibi ışıkların kullanılması uygundur. Metamerizm sorunu olup olmadığını belirlemek için sarımsı tonlu ışık altında renklerin karşılaştırılması da faydalı olabilir [65].

2.5.1.4.2. Foto elektrik yöntemler

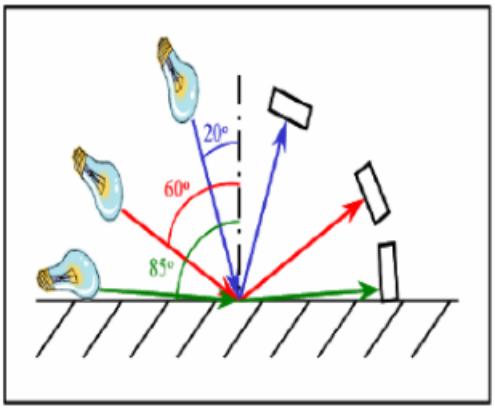
Fotoelektrik metotlar, standart renklerin (kalibre) sayısal değerler ile ifade edilmesi sonucu oluşturulurlar. Örnek renkte oluşan yansıma ile kalibre edilmiş renkte oluşan yansımanın karşılaştırmasını gerçekleştirirler. Foto elektrik metotlar olarak bilinen bu cihazları iki grupta toplamak mümkündür. Bunlar; yansıyan ışık ile ölçüm yapan (colorimeter) ve ışık tayfı ölçümü yapan (spectrophometer) cihazlardır. [103], [104].

Renk ölçüm cihazlarında genellikle üç veya daha fazla renklerden bir araya gelen filtreler bulunmaktadır. Yeşil, mavi ve sarı renklerden oluşan yansıma ölçümü bu filtrelerden geçirilerek gerçekleştirilir[105]. Rengi meydana getiren 3 rengin oranlamasının yani tristumulus değerinin ölçümüyle ölçüm yapabilen cihazlarla (colorimeters), oldukça hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir[104], [106].

Görüntü ölçümü yapan ölçen cihazlardaysa, dar bantlara iletilen ışığın tamamiyle bu bantlardan geçirilmesi sonucu yansıyan ışık ölçülür. Bu ölçüm için beyaz renk uygundur[105]. Yüzeylerden yansıyan ışık, ilk olarak bir prizmada kendisini oluşturan dalga boylarına ayrışır. Ardından ayrı dalga boylarında bulunan ışık kesilimini, yansıtan huzmeden alıp dedektör (algılayıcı) üzerine yansıyan ayrıştırma düzeneği kullanılmaktadır. Tek dalga boyları ayrı bir şekilde ışığı algılayan dedektörler ve bunların kesişiminde oluşan bir yeğinlik ve dalga boyu grafiği meydana getirir. Aynı verilerin kullanımı ile o renge ait L, a ve b değerleri hesaplanmaktadır. Örnek panel ile standart arasındaki renk farkı (ΔE) tespit edilir [104], [106].

2.5.2. Parlaklık kavramı ve Parlaklık Testi

Parlaklık kavramı; cisim üzerine iletilen ışığın hangi oranla, aynı açıyla yansıma yaptığının ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Bu sebeple, cisim yüzeyinin yansımayı hangi oranla gerçekleştirdiğini tespit etmek amacıyla "parlaklık ölçer" olarak adlandırılan aletler kullanılmaktadır. Parlaklık ölçüm işlemi, genellikle 20°, 60° ve 85°'de (şekil 2.16) ışık ışınları gönderilerek ve aynı oranlarda yansıyan ışığın şiddetinin oran ölçümü şeklinde yapılmaktadır.



Ön Ölçüm Açısı	Bulunan Parlaklık Değeri(%)	Asıl Ölçüm Açısı
60°	10'dan küçükse	85°
60°	0 – 70 arasındaysa	60°
60°	70'ten büyükse	20°

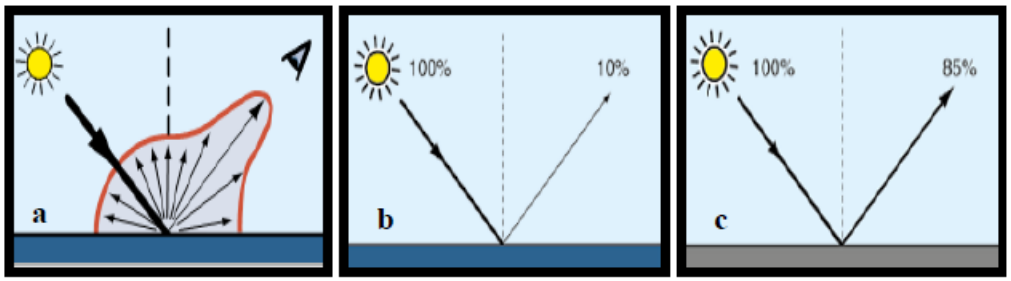
Şekil 2.16. Farklı açılarda parlaklık ölçüm işlemi ve 60° ile gerçekleştirilen esas ölçme açısının belirlenmesi [107].

60°'de gerçekleştirilen parlaklık ölçümü sonucunda yüzeyler mat, yarı mat, parlak, yarı parlak ve çok parlak gibi sınıflandırmalara konulmaktadır. Diğer taraftan, parlaklık ölçümüne göre, verniklenmiş bir yüzeyin parlaklık sınıfının belirlenmesi hususunda da yaygın bir standart ve görüş ortaya konulabilmektedir. Parlaklık ölçümünün sonuçları, Çizelge 2.3'te bildirilen aralıklar dışında kalan yüzey işleminin, aşağıda anılan sınıfların aralığında belirtilmesi gerekir [65].

Çizelge 2.3. Parlaklık değerinin sınıflandırılması[65].

60°'de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıfı
20'nin altı	Mat
25-30	Yarı Mat
35-45	İpek Mat
55-65	Yarı Parlak
70-80	Parlak
80'in üzeri	Çok Parlak

Ölçüm prensibi, Şekil 2.16'da görüldüğü gibi, 60°'de gönderilen ışık demetinin örnek parça yüzeylerine çarpıp yansıması ile gerçekleşir. Örneğin, bir parçanın yüzeyine iletilen %100'lük ışık huzmesinin %10'u kadar bir kısmının yansıması durumunda, parça yüzeyinin mat bir görünüme sahip olduğu düşünülür. Eğer yansıyan ışık miktarı %85 ise, parça yüzeyinin oldukça parlak olduğu anlaşılır [65].



Şekil 2.17. a) İletilen ve algılanan ışık, b) %100 iletilen ışık ve %10 yansıma yapan ışık, c) %100 iletilen ışık ve %85 yansıma yapan ışık [100], [108].

2.5.3. Temas Açısı

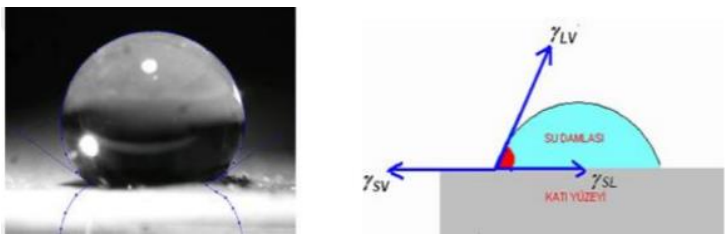
2.5.3.1. Temas Açısı

Temas açısı ölçümleri, polimerler dahil olmak üzere çeşitli malzemelerin ıslanabilirliğini değerlendirmek için temel bir yöntemdir. Bu ölçümler, 19. yüzyılın başlarından itibaren başlamış ve yüzey özelliklerinin değerlendirilmesi sırasında mantıklı bir bakış açısının gelişmesine katkıda bulunmuştur. Thomas Young'un 1805 yılında gerçekleştirdiği ilk çalışmalar bu alanda önemli bir kilometre taşıdır. Temas açısı, polimerik yüzeylerin ıslanabilirliği, yüzey özellikleri, fenomenleri, kimyasal yapıları ve işlenebilme yeteneklerinin belirlenmesinde kritik bir ölçüm yöntemidir [109].

Katı yüzey ile temas haline geçen bir sıvıda belirli bir oranda açı meydana gelir. Oluşan açı temas halinde bulunulan katıya ve temasta bulunan sıvıya göre değişmektedir. Temas açısı ıslanabilirliğin derecesini vermektedir. Açının büyük oluşu adezyon ve kohezyon kuvvetinin büyüklüğü ile değişebilir [110]. Farklı bilim alanlarında, gerçek yüzeylerin teması büyük bir öneme sahiptir. Bu alan, malzeme özelliklerini, yüzey topografyasını ve uygulanan yüklerin bir fonksiyonu olarak temas alanını tahmin etmeyi amaçlayan birçok matematiksel modelin geliştirilmesine devam edilen bir alandır. Matematikçiler, mühendisler, kimyagerler ve fizikçiler bu alanda çalışmaktadır. Temas açısının belirlenmesi ve ara yüzey geometrisinin tespiti, uzun yıllar boyunca teorisyenler ve bilim insanları için bir meydan okuma olmuştur. Çünkü gerçek temas açısı, gözlemlenen temas açısından çok daha küçüktür. Atomik kuvvet mikroskobu gibi tekniklerle deneysel olarak gösterildiği gibi, hatta sözde bozulmamış yüzeylerde bile atomik ölçekte pürüzlük ve kusurlar bulunmaktadır [111]. Sıvı bir katı yüzeye damlatıldığında, genellikle yüzeyde yayılma eğilimi gösterir. Bu yayılma, temas edilen yüzeyin fiziksel ve kimyasal yapısına, temas eden sıvının cinsine göre değişiklik gösterir. Islanabilme performansını ölçmek için

birçok farklı yöntem geliştirilmiştir. Damlacık ile katı yüzey arasındaki açıya "temas açısı" denir ve katı yüzeylerin ıslanabilme özelliklerini ölçmek için temel bir parametredir. Temas açısı genellikle bir sıvı damlasının katı yüzey ile temas etme açısını belirtir. Katı yüzeylerin ıslanabilme özelliklerini belirlemede kullanılan temel bir yöntemdir. Temas açısı, katı sıvı veya gaz içeriğine bağlı olarak havada, sıvı altında veya hava kabarcığı yöntemleriyle üç farklı şekilde ölçülebilir. Bu ölçümlerin doğru bir şekilde yapılması, yüzeylerin özelliklerinin araştırılması için son derece önemlidir. Dahası ölçümlerin doğru yapılması, incelenen yüzeyin araştırılmasının hızlanmasına katkıda bulunur. [110], [112].

Islanabilirlik, sıvı bir maddenin yüzeyde yayılma kapasitesini ifade eder. Eğer bir yüzey atomik düzeyde düz, kimyasal olarak homojen, izotropik, çözünmez, tepkimeye girmeyen ve deforme olmamış ise, dengesizlikteki ıslanabilirlik durumu, statik denklem açısı ile Young denklemi arasındaki ilişkiyle, katı-gaz, katı-sıvı ve sıvı-gaz arasındaki ara yüzey gerilimleriyle bağlantılı olacaktır [113]. Bir sıvının içindeki atomlar arasında birbirlerini etkileyen bir çekim bulunur ve atomlar arası mesafe eşitlenir. Bununla birlikte, moleküller arası hareketler dengededir. Ancak, sıvının yüzeyindeki hareketler farklıdır. Sıvının yüzeyindeki moleküller, gaz molekülleri ile temas eder ve bu yüzeyde bir dengesizlik oluşturur. Sonuç olarak, atomlar arası mesafeler yüzeyde azalır ve ek enerji ortaya çıkar. Bu enerji nedeniyle yüzey, bir tür kaplama gibi hareket eder ve bu fenomen yüzey gerilimi olarak adlandırılır. Temas açısının hesaplanma yöntemi ve Young denklemi Şekil 2.18'de gösterilmiştir.



Şekil 2.18. Suyun oluşturduğu damla, temas açısı hesaplama yöntemi ve Young denklemi formülü gösterimi [112].

Ancak, Young denklemi ideal bir düz yüzey için geçerli olup gerçek yüzeyler genellikle pürüzlü ve kimyasal olarak heterojendir. Bu nedenle, Young denklemi her durumda uygulanabilir değildir. 1930'larda ve 1940'larda iki yeni denklem geliştirilmiştir. İlk olarak, Wenzel'in 1936'da geliştirdiği denklem gelir ki bu, Young denklemine bir geliştirme getirir. Bu denklemde, sıvı damlası yüzeyin tüm özelliklerini takip eder.

Yüzeydeki sıvının temas açısı, Young denklemi tarafından tanımlanan temas açısı ile ilişkilidir ve sıvı ile temas halindeki katı yüzeyin gerçek alanı ile yansıtılan yüzey alanı arasındaki oran olan pürüzlülük faktörü (r) ile ilgili bilgiler içerir. Young, Wenzel ve Cassie Baxter yaklaşımlarına göre su damlalarının katı yüzey ile temas etme özellikleri Şekil 2.19'da gösterilmiştir.



Şekil 2.19. Su damlalarının katı yüzey ile yaptığı temas özellikleri (a.Young Durumu, b.Wenzel Durumu, c.Cassie-Baxter Durumu)

$$\cos \theta w = r \cos \theta y \text{ (Wenzel Formülü)} \quad (2.1)$$

Bu sebeple, pürüzlü yüzeylerde, eğer $r > 1$ ise pürüzlülük, malzemenin içerisindeki hidrofobiklik veya hidrofiliteyi artırabilir. Ancak, zaman zaman hava kabarcıkları pürüzlükler arasına sıkışabilir ve yüzey homojenlikten uzaklaşabilir. Bu nedenle, Wenzel denklemi uygulanamaz ve bunun yerine 1945 yılında geliştirilen Cassie-Baxter denklemi kullanılır. Bu senaryoda, su damlası mikro yapıların üzerinde asılı durur ve gözlemlenen θ, θy'ye ve fraksiyona bağlıdır. Φs, damlacık ile temas halinde olduğunda azalır, daha fazla hava sıkıştığı anlamına gelir, böylece θ artar [114].

Cassie-Baxter formülü Denklem 2.2'de verilmiştir.

$$\cos \theta cb = \Phi s \, (\cos \theta y + 1) - 1 \quad (2.2)$$

2.5.4. Sertlik Kavramı ve Sertlik Testi

Uygulama işleminin kolay oluşu ve malzeme yüzeyinde hasar oluşturmaması sebebiyle malzeme üzerinde yaygın olarak kullanılan mekanik testlerden bir tanesi sertlik testidir. Bir malzeme sertliğiyle o malzemeye ait öteki mekanik özellikleri hakkında bağlantı kurulabilir ve bu sayede diğer bazı özellikleri hakkında bilgi sağlanabilmektedir.

Sertlik göreceli bir değer olup, malzemelerin kesilmeye, sürtünmeye, çizilmeye ve plastik deformasyona karşı koyduğu direnç olarak tanımlanır. Bilimsel anlamda ise malzemelerin çizgisel kusur hareketine karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır[115].

Malzemelerin sertliği genellikle girme /batma teknikleri kullanılarak karakterize edilir.

Sertlik değerleri kullanılan alete ve ölçülen parametreye bağlıdır, ahşap için anizotropi, heterojenlik ve higroskopiklik de ölçümleri etkiler. Ahşabın sertlik testleri dinamik girintiye de dayanabilir. İnce bir girintinin dinamik penetrasyonuna dayanan teknikler, genellikle yapısal elemanların global mekanik özelliklerini tahmin etmekten ziyade ahşapta çürümeyi haritalamak için kullanılır. Mikrondentasyon testleri, hücre ve hücre altı duvar seviyesinde mekanik özellikleri araştırmak için kullanılabilir [116]. Ahşabın özelliklerini daha büyük ölçeklerde tahmin etmedeki zorluklar nedeniyle, mikrosertlik özellikle yapısal kerestenin tahribatsız testinden ziyade biyolojik temelli araştırmalarda benimsenmiştir. Bu bölümde, ahşabın sertlik testi için kullanılan farklı yöntemler sunulmuştur [117].

2.5.4.1. Çizilmeye Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri

Bu testlerde en yaygın kullanımı "Kalem Sertliği Testleri" oluşturmaktadır. Sertleşmiş vernik katmanı; sertlik değerleri artan kalemler kullanılarak yüzeyle 30°-45° açı oluşturacak şekilde konumlandırılarak itilir ve katman çizilmeye çalışılır; zig zag boyutunun minimum 0.65 cm olması gerekmektedir (Sönmez 1989). Bu yöntemde katmanı çizen ilk kalemden bir derece daha yumuşak yapıda bulunan kalem numarası katmanın kalem sertliği olarak ifade edilir.

2.5.4.2. Sert Bir Maddenin Batmasına Karşı Direnç Esasına Dayalı Sertlik Testleri

Bu deneyde, organik kaplamalara nazaran oldukça sert olan bir çizicinin, belli bir kuvvet yardımıyla kaplama içerisine batırılması sırasında, yüzeyde kullanılan kaplama çeşidinin nereye kadar direnç gösterdiği test edilir. Bu yöntemde bulunan testlerin kalın polimerik materyallerin sertlik değerlerinin belirlenmesinde kullanımları yaygındır. [65].

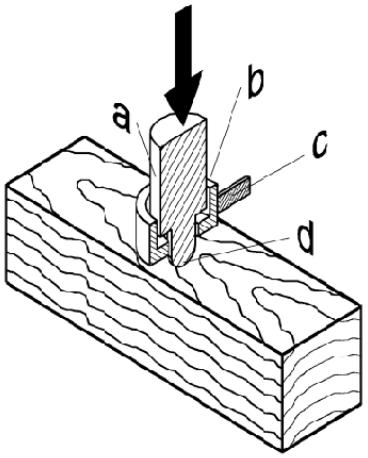
2.5.4.2.1. Shore Sertlik Testi

Shore-A yöntemi genellikle elastomer, vinil, kauçuk, deri, pvc, silikon kauçuk, teflon, neopren gibi yumuşak malzemelerin sertliğini ölçmek için kullanılırken, Shore-D yöntemi daha sert malzemelerin, örneğin polyester, naylon, poliüretan, poliamid, kevlar, akril, ahşap ve polistren gibi malzemelerin sertliğini ölçmek için tercih edilir. Bu testte, sertlik ucunun malzemeye ne kadar nüfuz ettiği ölçülür. Dalma ucu, uluslararası standartlara uygun yaylı bir sistemle hareket ettirilir. Malzemenin sertlik değeri arttıkça, dalma derinliği azalır; ancak uygulanan kuvvet de artar. Shore sertlik testleri farklı formlardaki sertlik uçları ve yay karakterizasyonlarıyla farklı skalalardaki sertliklere uygun şekilde tasarlanır. Shore A ve D, en yaygın kullanılan Shore sertlik skalalarıdır.

Özel uygulamalar için Shore B, C, O, OO, OOO ve DO gibi farklı sertlik skalaları da mevcuttur. Shore Skalası, yumuşak elastomer malzemelerden (Shore A) başlayarak, daha sert termoplastik malzemelere (Shore D) kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Plastik malzemelerde ise genellikle malzeme üzerinde kalıcı bir deformasyon olmadığı için Shore ve IRHD yöntemleri tercih edilir. Shore-A ve Shore-D yöntemlerinin yanı sıra Shore-B, Shore-C, Shore-E, Shore-M, Shore-O, Shore-OO gibi yöntemler de kullanılır ve seçim, ölçülecek malzemenin türüne göre yapılır. Ölçüm, genellikle ASTM D2240 standardına göre yapılır ve referans ile numunenin Shore birimlerinin aynı olması önemlidir. Shoremetre cihazının diğer adı Durometredir. Sertlik, malzemeye özgü bir özellik olup sıcaklığın da bir faktörü olduğundan, karşılaştırma yapılırken referans ve numunenin aynı ortam sıcaklığında olması daha doğru sonuçlar verir. Shore'un boyutsuzdur ve birimi yoktur.

2.5.4.2.2. Janka Sertlik Testi

Janka, 0,444 inç çapında (100 mm^2 projeksiyon alanı) bir çelik yarımküreyi ahşaba tamamen gömmek için statik yüklemenin gerektirdiği kuvvete dayalı olarak ahşap için modifiye edilmiş bir sertlik testi uygulamıştır [117], [118]. Janka sertlik testi Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM) tarafından benimsenmiştir. Başlangıçta Janka tarafından öngörülen temas alanına bölünen bir yük olarak ifade edilmesine rağmen, ASTM D143'te sertlik değeri her zaman 0,222 inçlik bir penetrasyondaki yük (H) olarak belirtilmiştir [119]. ASTM D143 testi laboratuvar testleri için tasarlanmıştır. Standart numune, 2 x 2 inç kesitli ve 6 inç uzunluğunda masif bir ahşap parçasıdır. Parçanın ucunda ve yan tarafında belirlenen sertlik arasında bir ayrım yapılır. Radyal ve teğetsel yüzeylerdeki sertlik arasında ayrım yapılmaz. Test ekipmanı başlangıçta bilyenin takılı olduğu bir bileziğe sahipti; bilye, bilezik numuneye karşı sıkılana kadar numuneye nüfuz ediyordu (Şekil 2.20). 1948 yılında, penetrasyonu belirlemek için bir elektronik devre göstergesi eklenmiştir [117].



Şekil 2.20. ASTM D143 Janka sertlik testi ekipmanı: (a) test düzeneğinin mili; (b) esnek yaka; (c) yaka için seviye; (d) bilyalı girinti [117].

Janka sertliği başlangıçta ahşabın mukavemet ve sertlik özelliklerini tahmin etmek için minimal tahribatlı bir test olarak kullanılmıştır [119]. Şu anda Janka testi ile belirlenen yan sertlik, ahşap türlerinin döşeme olarak kullanıma uygunluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Janka sertliğinin ahşabın mukavemet özelliklerinin bir göstergesi olma kabiliyeti ile ilgili olarak, bazı yazarlar tarafından korelasyonlar bulunmuştur; ancak bunlar yalnızca belirli nem içeriğindeki temiz ahşap için geçerlidir [117].

2.5.4.2.3. Brinell Sertlik Testi

Brinell sertlik testinin ahşaba uygulanması 1932 yılında Mörath tarafından önerilmiştir [120]. Brinell sertliği, 50 kp (çok sert türler için 100 kp ve çok yumuşak olanlar için 10 kp) normal yük uygulandıktan sonra 10 mm çapında bir çelik bilyenin izinin d çapından ölçülür. Maksimum P yüküne 15 saniye içinde ulaşılmalı, 30 saniyelik bir süre boyunca sabit tutulmalı ve daha sonra 15 saniye içinde sıfıra indirilmelidir. P maksimum yük, D çelik bilyenin çapı ve d baskının çapı ise, Brinell sertliği HB'nin değeri aşağıdaki denklem 2.3'teki gibi hesaplanabilir:

$$H_B = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot \left(D - \sqrt{D^2 - d^2}\right)} [\mathrm{kp/cm^2}] \quad (2.3)$$

2.5.4.3. Periyodik Deformasyon Karşısında Yorulma Direnci Esasına Dayalı Sertlik Testleri

2.5.4.3.1. Sarkaç Sertliği Testi

Bu testte, yarı küre şeklinde iki temas noktası aracılığıyla yüzey katmanının üst bölgesi ile temas halinde olan bir sarkaç, belli bir genişlikten bırakılarak salınma işlemi başlatılır.

Yarım küre şeklinde olan çelik toplar, sarkacın yapmış olduğu harekete göre konumunu değiştirir ve sarkacın salınım periyodu bitince yeniden aynı temas noktasına döner [64], [65].

2.5.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüklerine yönelik yapılan çalışmalar 1930'ların başlarında metal endüstrisine dayanmaktadır. Ağaç malzeme üzerine yapılan çalışmalara ise metal malzemelerin yüzey pürüzlülüğü araştırmalarından sonra başlanılmıştır. [121].

Ağaç işleri endüstrisinde yapılan yüzey pürüzlülüğü çalışmalarında uygun test yöntemi ve değerlendirmesi net bir şekilde yerleşmemiştir. Bu durumun önemli nedenleri olarak; odunun heterojen bir yapıya sahip olmasının yanı sıra hali hazırda kullanılan testlerin duyarlılık, hız, vb. bazı kısıtlamalarının neden olduğu söylenebilir. Bu sebeple uygulanan yöntem, cihaz ve değerlendirme çalışmaları günden güne gelişim göstermektedir. Uygulanan tekniklerde çeşitli ifadeler ortaya atılmasına rağmen, genel olarak iğne taramalı tekniğin etkili bir test olarak kabul gördüğü ve uygulanmasının diğer yöntemlere nazaran daha etkili olacağı bildirilmektedir [122].

Pürüzlülük ifadesi, malzeme yüzeylerinde bulunan biçim ve dalgalılık kusurlarından ayrı olarak, çok minik ve sürekli bir şekilde yinelenen doğrusallık sapmaları olarak tanımlanır[123]. Uygun işleme teknikleri sonrasında makine hassaslığı, kesicilerden ve malzeme kaynaklı ortaya çıkan ve yinelenen kusurlar da pürüzlülük olarak ifade edilmektedir[124].

Pürüzsüz veya az pürüzlü bir yüzeyin tekstürü daha incedir. Malzeme tekstürünün ince olması psikolojik açıdan mobilya ve dekorasyon elemanlarının değerini yükseltmektedir. Pürüzsüz yüzey denildiğinde, yapısal ve işleme kusurlarının oldukça az bulunduğu anlaşılmaktadır [125].

2.5.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğünün ve kalitesinin değerlendirilmesi için geleneksel yaklaşımlar, görme ve dokunma ile sınırlıdır. Ancak bu yöntemlerle yüzey hakkında detaylı bilgi elde etmek mümkün değildir, yalnızca belirgin karşılaştırmalar yapılabilir. Pürüzlülüğün ölçülmesi için çeşitli araçlar geliştirilmiştir, bunlar iğne taramalı, pnömatik, akustik, optik, ultrasonik yüzey ölçerler ve video kamera ile resim analizi gibi yöntemleri içerir. Bu cihazlar genellikle endüstriyel malzemelerin, özellikle plastik ve metal gibi,

pürüzlülüğünün ölçülmesi için tasarlanmıştır [126], [127]. Ahşap malzemelerin üretim proseslerinde, işleme parametrelerini ve ürün kalitesini belirlemek için pürüzlülük ölçümü yapmak önemlidir. Dokunma ile yapılan pürüzlülük ölçümleri ahşabın yüzeyini iğne taramalı, akustik ve pnömatik ölçümlerle değerlendirirken, temas olmadan yapılan ölçümler nirengi tabanlı tek nokta lazer veya ultrasonik sistemler ve görsel denetimler aracılığıyla gerçekleştirilir [128], [129].

Görüntü analiz sistemleri, son yıllarda pürüzlük ölçümleri için kullanılan yöntemlere bir alternatif olarak başarıyla uygulanmaya başlanmıştır. Bu sistem sayesinde, malzemenin işlenmesinden kaynaklanan pürüzlük ile odun anatomisinden kaynaklanan pürüzlük arasındaki fark ayırt edilebilmektedir [130]. Farklı pürüzlülük ölçme metotları yıllardır karşılaştırılmış ve en etkili yöntemin iğne taramalı (stylus) pürüzlülük ölçme yöntemi olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, her yöntemin kendi avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Akustik emisyon yöntemi ile iğne taramalı ölçüm yöntemi karşılaştırıldığında, akustik yöntemle hızlı tarama yapılabilirken yüzeylerin gerçek profili elde edilemez. Diğer yandan, iğne taramalı ölçüm yöntemi ile tarama süreci daha yavaş olmasına rağmen gerçek yüzey profili elde edilebilir [128], [129]. Çizelge 2.4'te pürüzlülük ölçme tekniklerinin faydaları ve sakıncaları belirtilmektedir [129], [131].

Çizelge 2.4. Farklı pürüzlülük yöntemlerinin özellikleri.

Yöntem	Faydalar	Sakıncalar
İğne taramalı	Yüksek çözünürlük	Hızı yavaş, dokunmalı metod, 2 boyutlu analiz, lif ayrılmalarına karşı hassas değil
Pnömatik	Liflere hassas, 3 boyutlu analiz	Poroziteye karşı hassas, dokunmalı metod, gercek profil vermez
Akustik emisyon	Liflere hassas, 3 boyutlu analiz, hızı yüksek	Dokunmalı metod, gerçek profil vermez
Lazer sistem	Hız yüksek, dokunmasız system, yüksek çözünürlük	Dar örnekleme alanı, liflere karşı hassas değil

Optik yöntemler, dokunmasız pürüzlülük ölçüm metotlarından biridir ve yüzey tekstürünün belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır çünkü hızlı ölçüm yapabilirler. Bu metotların en önemli avantajı, temas olmadan çalıştığı için yüzeylerde herhangi bir tahribata yol açmamasıdır. Ayrıca, mikroskobik ve görüntü tabanlı olmaları nedeniyle dokunmalı yöntemlere kıyasla daha hızlı sonuçlar verirler [100], [129], [131].

İğne taramalı ölçüm yöntemi, belirtilen pürüzlülüğü ölçmek için en yaygın olarak kullanılan araç ve yöntemdir. Bu pratik yöntem, yüzey parametrelerinin sayısal değerlerini tam olarak hesaplayabilmeyi sağlar. İğne ucuyla malzeme yüzeyi taranarak

ölçüm yapılır. Bu yöntemde iğne ucu çapı, yüzey mukavemeti ve profil uzunluğu elde edilen sonuçları etkiler [100], [130].

2.5.6. Yüzey Aşınma Testi

Aşınma; malzeme ömrünü etkileyen, iki cismin birbiri ile etkileşimi esnasında temasta olan yüzeylerin istenilmediği halde, mekanik ya da kimyasal etkenler sebebi ile açığa çıkan malzeme kaybı olarak tanımlanabilir.

Aşınma sürtünme bulunan her şeyde meydana gelir ve sadece bir malzeme sorunu olmamakla birlikte, çeşitli değişkenlere bağlı bir sorundur[132]. Sürtünerek çalışan tüm makine parçalarında kaçınılmaz olarak kompleks bir yapı özelliği gösteren aşınma büyük oranlarda enerji israfına ve malzeme kaybına sebep olmaktadır. Bu yüzden, günümüz teknik sistemlerinde yapılan pek çok araştırma aşınmayı ve sürtünmeyi azaltma ve kontrol etme çalışmaları şeklinde yaygınlaşmıştır. Aşınma teknik olarak, cisimlerin yüzeylerinde mekanik etkiler nedeniyle mikro taneciklerin kopması sonucu istenmeyen bir değişimin oluşmasıdır [133].

Mühendislik malzemelerinde oluşan kusurun aşınma olarak tanımlanabilmesi için şu şartların bulunması gerekir; sürtünmenin olması, mekanik bir etki olması, malzeme yüzeyinde değişiklik meydana getirmesi, yavaş ve devamlı olması, isteğimiz dışında gerçekleşmesidir [134].

2.5.6.1. Aşınmanın Faktörleri

Aşınma yavaş bir şekilde gerçekleşen bir yıpranma etkisidir. Aşınmanın gerçekleşmesi ve sürmesi için sürtünme gereklidir. Görünen temas alanı ile sürtünen iki maddenin etki alanı birbirinden farklıdır. İşlem gören katı malzemelerin yüzeyleri en hassas yöntemler de kullanılsa yüzeyleri hiçbir zaman düz olmaz [135].

Yüzeylerin birbirleri ile temas etmesi durumunda ise yüzeylerde bulunan karşılıklı pürüzler etkileşime girer. Bu etkileşimde en yüksek tepeler ilk olarak temas haline geçerler. Bu esnada, vadilerde herhangi bir temas gözlenmez. Temas halinde olan kısımların toplam alanı asıl temas alanını belirler. Yük ve yükleme türü temas alanı büyüklüğünde etkilidir. Yükün artması, ilk etkileşimde bulunan pürüzleri form değişikliğine uğratarak ezilmesine ve sonuç olarak kısa boylu yeni pürüzler arasında temaslara sebep olur. Yüklemenin etkisiyle de pürüz sayısında azalma olarak asıl temas alanı ile görünen alan arasında yakınlaşma meydana gelir [136].

2.5.6.2. Aşınma Türleri

Karmaşık bir yapısı olan aşınmanın sınıflandırılması pek çok farklı şekilde yapılabilmektedir. Aşınma miktarının türü, şiddetli ve hafif aşınma adıyla tanımlandığı gibi tribolojik sistemi doğrudan etkileyebilen kimyasal, mekanik ve termal olarak da tanımlanabilir. Tanımlamada temel olan malzemenin karşılaştığı etkenlerdir [133].

2.5.6.3. Yüzey Aşınma Test Yöntemleri

2.5.6.3.1. Ağırlık Kaybı Test Yöntemi

Aşınma miktarı ölçümleri arasında en yaygın olan metot ağırlık farkı metodudur. Ağırlık kaybı ölçümü genellikle 0,001 veya 0,0001 duyarlıktaki hassas teraziler yardımıyla hesaplanmaktadır. Eğer aşınma miktarı gram veya miligram olarak belirtilirse, sürtünme yoluna göre metre veya kilometre cinsinden tespit edilen ağırlık kaybı birim sürtünme yoluna göre ifade edilir, bu da (gr/km) veya (mg/m) şeklinde ifade edilebilir. Ağırlık kaybı birim alan için hesaplanacaksa (gr/cm^2) gibi bir birim kullanılabilir. Aşınmanın miktarı hacimsel hesaplanacaksa, malzeme yoğunluğu ve örneğe uygulanacak yük dikkate alınarak, birim yol ile birim yüklenmeye denk olan hacmin kaybının kullanılması ile ağırlık kaybı belirlenir. Ağırlık kaybı aşağıdaki eşitlik aracılığı ile hesaplanmaktadır [137].

$$Ws = \Delta m/d.Fn.S = \Delta v/FnS \tag{2.4}$$

Burada;

Ws: Özgül aşınma miktarı (mm^3 /Nm),

Δm: Ağırlık kaybı (mg),

Δv: Hacimsel malzeme kaybı

d: yoğunluk (mgr/mm^3),

Fn: Uygulanan normal kuvvet (N)

S: Aşınma mesafesi (m)'ni belirtmektedir.

2.5.6.3.2. Görsel Son Nokta Usulü

Bazı malzemeler, numunenin görünümü veya fiziksel yapısında açıkça göze çarpan bir değişim olacak şekilde test edilmeye daha çok uygundur. Bu husus, özellikle galvanizli,

sırlı, cilalı veya baskılı yüzeye sahip olan ve dolayısıyla, son noktanın çok bariz bir şekilde ortaya çıktığı malzemeler, testin son noktasına ulaşmadan önce 300'den az aşınma çevrimlerine dayanan malzemeler ve tekstil ürünleri için uygundur.

Görsel yöntem, test numunesinin incelenmesini gerektiren öznel/sübjektif bir testtir ve kontrollü aydınlatma/ışık altında yapılmalıdır. Test sonuçları aşınmaya ilişkin bir tarif şeklinde olacaktır ve aşınma mekanizmasının tüm detaylarının elde edilmesini sağlayacak kadar kapsamlı olmalıdır. Örneğin test numunesi bir kaplama ise, yüzey kaplamasının ne zaman ana malzeme görünür hale gelecek derecede (bu 'dönüm noktası' olarak tanımlanır) aşındığının izlenmesi tavsiye edilir. Baskılı malzemeler söz konusu olduğunda, dönüm noktasına baskının bir kısmı tamamen aşındığında ulaşılır. Dönüm noktasının ortaya çıkması için geçen çevrim sayısı kayıt edilerek nicelik belirtilmelidir. Diğer bir seçenek ise, aşındırılan numunelerin ölçülmüş bir aşınmış standart numune ile karşılaştırılmasıdır. Bu tür bir değerlendirmeye yardımcı olması için genelde 1-5 arasında bir değerlendirme ölçeği kullanılır ve çoğunlukla her bir derecelendirmeyi gösteren bir fotoğraf çekilir [137].

2.5.6.3.3. Hacim Kaybı Usulü

Bu metoda göre, aşınma miktarı, aşınma sonrasında meydana gelen boyut değişikliğinin ölçülmesi ve başlangıç değerleri ile karşılaştırılmasıyla belirlenir. Bu elde edilen kalınlık farkları kullanılarak hacimsel kayıp değeri ve dolayısıyla birim hacimdeki aşınma miktarı hesaplanabilir. Bu yöntemin ölçüm hassasiyetini artırmak için, +1 μm hassasiyetindeki hassas kalınlık ölçüm cihazları kullanılmalıdır [137].

2.5.6.3.4. Aşınma Derinliği Yöntemi

Bazı test koşullarında, numune belirli bir aşındırma basıncı altında belirli bir disk tipi kullanılarak belli bir çevrim sayısında döndürüldükten sonra aşınma derinliğinin ölçülmesi gerekebilir.

Aşınma derinliği, bir optik mikrometre veya benzer bir alet kullanılarak ölçülebilir. Ölçüm aleti numunenin hem aşınan hem de aşınmayan kısmını içine alacak şekilde yerleştirilmektedir. Numune üzerinde birbirine eşit uzaklıktaki dört noktadan aşınan ve aşınmayan bölgeler arasındaki fark ölçülerek aşınma miktarı hesaplanır. Alternatif olarak bir kalınlık mastarı veya mikrometre kullanılabilir. Aşınmayan bir numunenin arka tarafında birbirinden 90° açıda ve merkez delikten 38 mm mesafede olan dört nokta işaretlenir. Ölçüm aleti kullanılarak kalınlık belirlenir ve sonuç kaydedilir. Numune

aşındırıldıktan sonra ölçümler tekrarlanır ve kaydedilir. Numunenin aşınma yolu üzerindeki derinlik farklarını gidermek için dört okuma değerinin ortalaması alınarak hesaplama yapılır [137].

2.5.7. Rutubet Tayini Testi

Odunun rutubeti (r); içinde bulunan su miktarının (m_s) tam kuru ağırlığına (m_0) bölünmesidir. Bu tanıma göre; $r = m_s/m_0$ olmakta ve bu rutubet değerinde ağırlığının (m_r) bilinmesi halinde, içindeki su (ms); $ms = m_r - m_0$ olacağı için rutubet;

$$r = \frac{m_s}{m_0} = \frac{m_r - m_0}{m_0} = \frac{m_r}{m_0} - 1 \qquad (2.5)$$

denklemi ile bulunur. Denkleme göre rutubet değerinin bilinmesi halinde odunun rutubetli durumdaki ağırlığı (m_r yardımıyla tam kuru ağırlığı (m_0) veya tam kuru haldeki ağırlığı bilinen odunun rutubetli haldeki ağırlığı için;

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \qquad m_r = m_0(1 + r) \qquad m_0 = \frac{m_r}{1+r} \qquad (2.6)$$

denklemi oluşturulabilir.

2.5.7.1. Kurutma Metodu ile Odunda Rutubet Tayini

Rutubet oranı belirlenecek odunun ucundan en az 30 cm uzunluğunda ve liflerin yönünde yaklaşık 2 cm boyutlarında bir örnek alınır. Bu örnek, ±0,1 gr hassasiyetine sahip terazide tartılır. Daha sonra, 103±2°C sıcaklığındaki kurutma dolabında ağırlığı sabit hale gelene kadar kurutulur. Bu şekilde tamamen kurutulan örnekler, içerisinde Ca Cl_2 veya P_2O_5 bulunan bir desikatörde soğutulup tartılır. Kurutma dolabının havalandırılabilir olması, içerisinde biriken su buharının dışarı atılabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, odunun ayrışmaması için kurutma sıcaklığının 110°C'nin üstüne çıkmamasına dikkat edilmelidir [138].

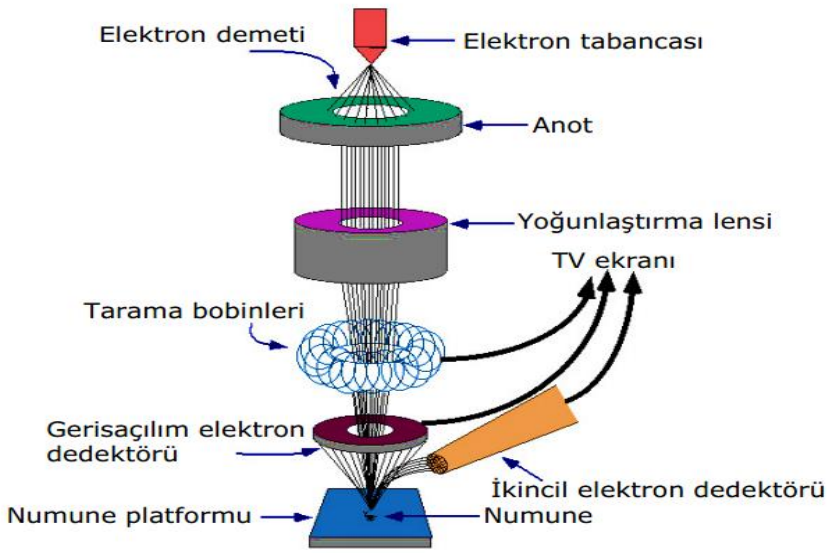
2.5.8. Sem-Edx (Taramalı Elektron Mikroskubu) Analizleri

Taramalı Elektron Mikroskobu'nda (SEM) görüntüsü; yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronların deney numunesi üzerine yoğunlaşması, bu elektron demetinin deney numunesinin yüzey alanında taratılması, tarama esnasında elektron ve numune atomları arasında oluşan girişimler sonucunda ortaya çıkan etkilerin uygun algılayıcılarda toplanması, elde edilen bilgilerin sinyal güçlendiricilerden geçirildikten sonra bir katot

ışınları tüpünün ekranına taşınmasıyla oluşur[139].

2.5.8.1. Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışma Prensibi

SEM'in (Şekil 2.21) optik kolonunda; elektron tabancası (elektron demetinin kaynağı), elektronları test edilen numuneye doğru hızlandırmak için yüksek gerilim veren anot plakası, demeti toplanmasında ve yönlendirilmesinde kullanılan obsektif mercekleri ve condenser, demet çapının sınırlandırılmasında kullanılan apertürler, örnek yüzeylerini uygun bir şekilde taraması için kullanılan tarama bobinleri vardır. Optik kolon alt kısımdan numune ocağına açılır. Burada üç eksende hareket edebilme kabiliyeti olan numune kızağı, demet-numune etkileşimi sonucunda ortaya çıkan farklı sinyallere duyarlı algılayıcılar bulunur. Mikroskobun elektronik kapasitesi ise mercek akımı, flaman akımı ve uyarma gerilimini kararlı tutarken, algılayıcılardan gelen sinyalleri işler ve numunenin çeşitli özelliklerini barındıran görüntüler oluşturur[139].



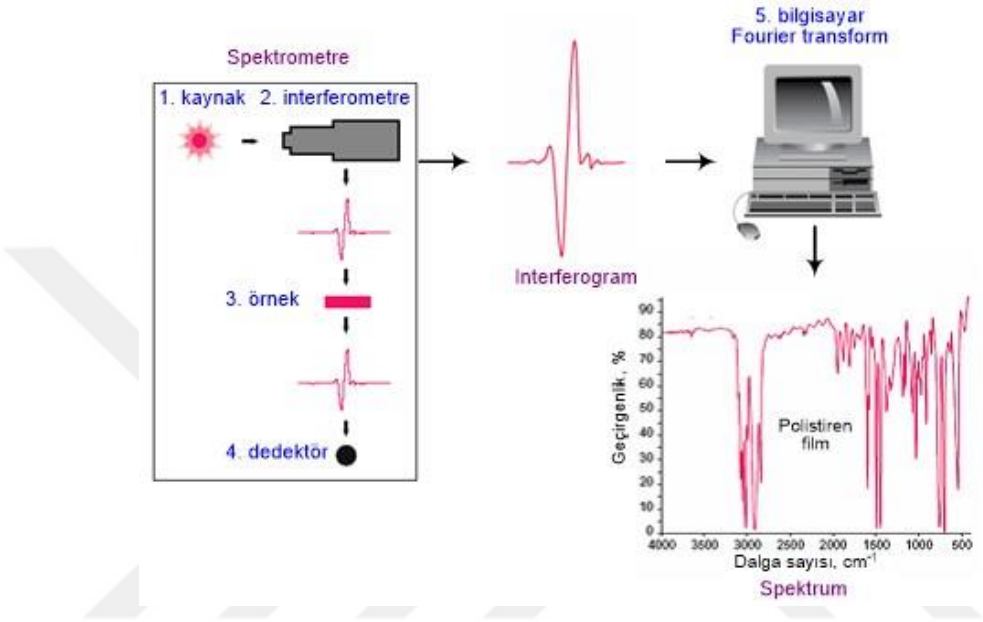
Şekil 2.21. Taramalı elektron mikroskobunun şematik görüntüsü

2.5.9. Fourier Dönüşümsel Kızıl Ötesi Spektroskopisi (ATR-FTIR)

Spektroskopi, çeşitli ışın türlerinin madde ile etkileşimini inceleyen bilim dalı için genel bir terimdir. Kızılötesi (IR) spektroskopisi bunlardan biridir. IR spektroskopisi, IR ışınının moleküller üzerinde oluşturduğu titreşimlerin neden olduğu karakteristik frekans değerlerini kullanarak moleküler düzeyde malzeme analizine olanak sağlar. Bu titreşim kalıpları bağ açısına (kesme, salınım, burkulma vb.) ve uzunluğa (simetrik ve asimetrik gerilim) göre farklılık gösterebilir ve bu farklılıklar frekans değerlerine yansıtılır.[140].

Fourier transform matematiksel bir işlemdir, bir sinyal fonksiyonunun zaman serisi gösterimi, bazı algoritmalar tarafından matematiksel olarak analiz edilebilen bir frekans spektrumuna dönüştürülür.[140].

Bir kızılötesi spektroskopi aleti temel olarak üç ana bölümden oluşur: ışık (IR) kaynağı, interferometre ve dedektör (algılayıcı). Bunlara ek olarak ışın ayırıcılar, numune yükleme bölümü ve verilerin işlendiği bilgisayar bölümleri bulunmaktadır. (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Temsili bir FT-IR sisteminin temel kısımları [141]

Bir IR spektrumu elde etmek için numuneye IR ışığı gönderilir. Bir molekülün IR ışığını emmesi için, molekülün titreşiminin bir sonucu olarak molekülün doğal dipol momentinde net bir değişiklik olması gerekir. Belirli bir enerjide iletilen ışığın ne kadarının emildiği kontrol edilir. Absorpsiyon spektrumunda bir sinyalin (bant) elde edildiği enerji, numune molekülünün titreşim frekansını verir. FT-IR ile bilgi doğrudan atomik seviyede elde edildiğinden, moleküllerdeki çok küçük değişiklikler bile tespit edilebilir. Belirli moleküller kızılötesi ışığa (lipid, protein, karbonhidrat vb.) maruz kaldıklarında, belirli frekanslarda (cm-1) moleküler bağ titreşim sinyalleri ile karakterize edilirler. Bu sinyaller üzerinden FT-IR ile farklı koşullardaki değişim kolaylıkla izlenebilir.[140].

FT-IR spektroskopisi ile çok çeşitli tiplerdeki örnekler çalışılabilir. Farklı örnek yükleme aparatları sayesinde katı, sıvı veya gaz örneklerin ölçümleri yapılabilir. Elde edilen verilerin analizi FT-IR spektroskopi tekniğinin en önemli adımıdır ve uzun zaman alabilir. Analiz için öncelikle üç kopya halinde ölçülen numunelerin ortalama spektrumu

elde edilir. Analizde spektrumlar normalizasyon, gürültü giderme ve türetme gibi işlemlere tabi tutulur. Karşılaştırmalı analizde, bantların altındaki alanlar integrasyon ile hesaplanır ve miktar olarak göreli farklılıklar belirlenir. Ayrıca kümeleme analizi ile numunelerin birbirine yakınlıkları belirlenmekte, gruplamalar yapılmakta ve çeşitli maddelerin fizikokimyasal karakterizasyonu yapılabilmektedir.[140].

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Tez konusu ile ilgili yapılan araştırmalarda doğrudan ilgili literatür bilgisine ulaşılamamıştır. Ancak kullanılan malzemeler ve testler ile ilgili yakın literatür çalışmalarının bir kısmı aşağıda sunulmuştur.

Lemaster ve arkadaşları, beyaz meşe (*Quercus alba* L.), doğu beyaz çamı (*Pinus strobus* L.), siyah kiraz (*Prunus serotina* Ehrh.) ve şeker akçaağaç (*Acer saccharum* M.) odunlarını sodyum bikarbonat, alüminyum oksit ve silisyum karbür gibi medyalar (aşındırıcı) ile temizleme işlemine tabi tutmuş, örneklerde meydana gelen renk değişimi ve aşınma direnci değerlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda alüminyum oksit ve silisyum karbürün sert yapıları sebebiyle ağaç malzeme yüzeyine nüfuz ederek tutunduğunu ve bunun sonucunda örneklerin renginde solma meydana geldiği ifade edilmiştir. Ayrıca, siyah kiraz ve şeker akçaağacının, beyaz meşe ve doğu beyaz çamından daha düşük aşınma direncine sahip olduğu ve sodyum bikarbonatın diğer medyalara kıyasla malzeme yüzeylerinde daha az hasara yol açarak temizleme yaptığı bildirilmiştir [142].

Fonte ve arkadaşları, *Pinus taeda* odunundan hazırlamış oldukları örnekler üzerinde 3 farklı medya (çelik bilye, paslanmaz çelik bilye ve bakır cüruf) kullanarak temizleme işlemi gerçekleştirmiş ve örneklerde meydana gelen renk ve temas açısı değişimleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre, farklı medyalar ile işlem gören örneklerin renk tonlarında koyulaşma meydana geldiği ve kontrol örneklerine kıyasla büyük farklılıkların gözlemlendiği ifade edilmiştir. Renk değişimine sebep olarak, temizleme işleminde kullanılan metal medyaların ahşabın yüzeyini aşındırarak gözeneklerine saplanmasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, temizleme işleminde kullanılan paslanmaz çelik medyaların diğer medyalara kıyasla en yüksek ortalama temas açısı değerleri verdiği belirtilmiştir [143].

Zulkarnain ve arkadaşları, tarımsal bazlı medyalarının sıfır serbest silika içerdiklerini, malzeme yüzeylerine zarar vermeden özellikle ahşap malzeme gibi hafif ve hassas bir temizleme işlemi gerektiren yerlerde ceviz kabuğu granülü, mısır koçanı granülü vb. tarımsal atıkların kullanımının etkili olacağını vurgulamıştır [144].

Heaton, plastik medyaların hassas yüzeylerden (uçak kaplamaları vb.) koruyucu katmanları temizlemek için kullanılabileceğini ifade etmiştir [145].

Deardorff , basınçlı sistem yardımıyla iki aşamalı özel bir boya temizleme medyasını bir savaş uçağında bulunan boyayı temizlemek için kullanmıştır. Çalışma sonucuna göre, temizleme işleminin metal yüzeyini çok iyi ve pürüzsüz bir şekilde temizlediğini, malzemede bulunan aşırı pürüzlülüğü ortadan kaldırdığını ifade etmiştir. Ayrıca çalışmada kullandığı medyaların 25 defaya kadar yeniden kullanılabildiğini vurgulamıştır [146].

Lee ve arkadaşları, lotus yaprağındakine benzer mikro-nano hiyerarşik yapı elde etmek için yüzeyinde kir tabakası bulunan bir alüminyum folyoyu basınçlı sistem aracılığı ile sodyum bikarbonat kullanarak temizleme işlemi gerçekleştirmiştir. İşlem sonucunda, alüminyum folyoda bulunan kirlenmelerin kolay bir şekilde temizlenebildiği ve geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında maliyetinin de oldukça uygun olduğu bildirilmiştir [147].

Sosa ve arkadaşları, fındık kabuğunun yapısında bulunan alkali sabun ve aseton ($(CH_3)_2CO$) özütünün sarıçam odununun asal bileşenlerinden olan, selüloz türevleri ve ligninin pigment grupları ile etkileşime girerek malzemenin orijinal renk tonlarında değişimlere sebep olabileceğini bildirmiştir [148].

Li ve arkadaşları, 100 mikron boyutunda medya, 0,2 MPa basınç, 5 cm temizleme mesafesi ve 100 mm/s'lik bir ilerleme hızı parametreleri temel alınarak bir temizleme işlemi gerçekleştirmiş ve bambu kütüklerinin yeşil renginin korunması ile yüzey özellikleri üzerindeki etkisi incelemiştir. Çalışma sonucuna göre temizleme işleminin örnekler üzerinde orijinale yakın pürüzsüz yüzeyler bıraktığı, ayrıca temas açısı değerlerinin 91° ve 97° olduğu ve bu değerlerin de kontrol örnek değerlerine yakın olduğu ifade edilmiştir [149].

Ball ve Feng, bazı malzeme yüzeylerine basınçlı sistemler aracılığı ile temizleme işlemi gerçekleştirmiş ve kullanılan medya özelliklerinin temizleme işlemine etkilerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, temizleme işleminde kullanılan medyaların; sertliği, partikül büyüklüğü, şekli, tokluğu, kinetik enerjisi gibi özelliklerinin temizleme işlemine etki ettiğini vurgulamıştır [150].

Berkel ve arkadaşları, Doğu kayını örneklerinde, Stuttgart deneme cihazı ile Alman standart esaslarına uygun şekilde aşınma denemeleri yapmış, yapılan işlemler sonucunda

ağırlık kaybı açısından aşınma miktarının ortalama 2,95 g, kalınlık kaybı açısından ise ortalama 0,30 mm olarak tespit edildiği belirtilmiştir [151].

Djurovic ve arkadaşları, kompozit malzeme yüzeylerinde bulunan epoksi astarı ve üretan esaslı boyaları basınçlı sistemler ile plastik medyalar ve buğday nişastası tozu kullanarak temizlemiştir. Araştırma sonucunda en uygun temizleme açısının 70° olduğunu, buna karşılık aynı boya ve astarın alüminyum malzemeden temizlenmesi için en yüksek verimin 45°'lik açıda elde edildiğini vurgulamıştır. Ayrıca malzeme yüzeylerinden boya temizleme kabiliyetinin, ortalama parçacık büyüklüğü azaldıkça arttığını bunun da parçacık hızındaki artıştan kaynaklandığını ifade etmiştir [152].

Feist çalışmasında, ahşap malzemenin dış ortam koşullarında korumasız bir şekilde kullanılabileceğini ancak, herhangi bir koruyucu katman uygulanmayan ahşap malzeme yüzeylerinde açık hava koşulları nedeniyle fotodegradasyon, pürüzlülük, renk değişimi ve aşınma gözlemlenebileceğini, bu sebeplerden dolayı dış ortamda kullanılacak ahşap malzemelerde korumanın oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır [153].

Eliska ve arkadaşları, ahşabın kullanım süresini uzatmak için koruyucu katman uygulamasının önemine değinmiştir. Koruyucu katman uygulaması yapılmayan ahşap malzemede UV ışını radyasyonu ve nem etkisi altında yaşlanma sonucu, ilk olarak renk değişimi meydana geleceğini, ardından çatlak oluşumu ve pürüzlülüğünün artması şeklinde malzeme özelliklerini etkileyebileceğini ifade etmiştir [154].

Takahashi ve arkadaşları, krom-bakır-bor (CCB) ile muamele edilmiş ve poliüretan vernik (PV) veya alkid bazlı sentetik vernik (SV) uygulanmış sarıçam ve kestane ağacının dış mekan performansı araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, CCB emprenye işleminin sentetik ve poliüretan vernik uygulanmış örnek yüzeylerinin rengini büyük ölçüde stabilize ettiği ve ahşabın kütle kaybını azalttığı bildirmiştir. Ayrıca, koruyucu işlemin ardından yüzey kaplama sisteminin ahşabı uzun süreli dış mekan koşullarında koruduğu belirtilmiştir [155].

Türkoğlu ve arkadaşları, bazı kimyasallarla emprenye edildikten sonra verniklenen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayınının (*Fagus orientalis* L.) renk stabilitesi üzerinde doğal hava koşullarının etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, başlangıçta sarıçam ve doğu kayını kontrol grubu örneklerinin daha açık, doğal kırmızımsı ve sarımsı renk tonlarına sahip olduğu bildirilmiş, vernikleme işlemi sonrasında örneklerin yüzey renginin açıklığı, sarılığı ve kırmızılığının arttığı ve emprenye işleminden sonra ahşap

örneklerin renk değerlerinde kontrol örneklerine kıyasla azalma olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte, işlem görmemiş (kontrol) ahşap örneklerinin, doğal yaşlandırmanın tüm aşamalarında diğer örneklerden daha yüksek renk değişiklikleri sergilediği bildirilmiştir [156].

Kúdela ve arkadaşları, kuru ortam koşullarının, açıkta kalan ahşabın özelliklerinde sulu ortamda bulunan ahşap malzemeye kıyasla çok daha düşük değişiklere yol açtığını gözlemlemiştir. Sonuç olarak kuru ortamda yaşlandırılan örneklerde sadece küçük morfolojik değişiklikler olduğu, suya maruz kalan örneklerde ise pürüzlülüğünün arttığı ifade edilmiştir [157].

Liu ve arkadaşları, dış ortam koşullarında yaşlanmanın neden olduğu renk değişikliklerinin en fazla teğet yüzeylerde, en az ise radyal yüzeylerde olduğunu bildirmiştir [158].

Sönmez ve arkadaşları, poliüretan esaslı koruyucu katmanların kimyasal yapılarından dolayı ya da zaman içeresinde yaşlanmaya bağlı olarak renk tonlarında sararma meydana geldiğini ifade etmiştir [159].

De Windt ve arkadaşları, su bazlı kaplamaların dağınık yapıları nedeniyle neme karşı daha geçirgen olduklarını ve bu sebeple ahşap-kaplama ara yüzeyinde daha yüksek stres seviyelerine maruz kaldıklarını belirtmiştir. Ayrıca, artan su geçirgenliğinin kaplamanın şişmesine ve ardından ahşap alt tabakada boyutsal değişikliklere yol açabileceğini bildirmiştir [50]

Budakçı ve arkadaşları, sarıçam, doğu kayını, sapsız meşe ve kestane odunlarını doğal yaşlandırma işlemine maruz bırakmıştır. Araştırma sonuçlarına göre doğal örneklere göre en fazla parlaklık değişiminin sarıçam odununda meydana geldiğini ve dış hava koşullarının diğer türlere kıyasla sarıçam odununun parlaklık değeri üzerinde daha etkili olduğunu vurgulamıştır [160].

Gorman ve arkadaşları, doğal ve yapay yaşlandırma koşulları altında bırakılan bazı ağaç odunlarından elde edilen örneklerin, parlaklık ve renk değişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, kısa zaman içerisinde örneklerin renk ve parlaklıklarında değişim gözlemlendiğini, bazı yabancı ağaç türlerinin ilk aylarda kaybettikleri parlaklıklarını, 6. Ay'dan sonra yeniden kazandıklarını, bundan sonraki 6 ayda parlaklığın tekrar azaldığını ifade etmiştir [161].

Özen ve Sönmez, kayın (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), meşe (*Quercus petreae* L.) ve kestane (*Castanea sativa* M.) odunlarından elde edilen örnek yüzeylerine selülozik, sentetik, asit sertleştiricili ve poliüretan vernik ile beyaz sentetik boya uygulayarak örneklerin dış ortam koşullarına karşı dayanıklılıklarını araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, meşe ve kestane örneklerinin harici etkilere karşı kayın ve sarıçam odunlarına göre daha dayanıklı ağaç türleri olarak tespit edildiği bildirilmiştir [162].

Budakçı, farklı katman kalınlıklarında uygulanan, poliüretan, sentetik ve akrilik verniklerin, sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), meşe (*Quercus Petreae* L.) ve kayın (*Fagus Orientalis* L.) odunlarından elde edilen deney örnekleri üzerine, parlaklık, sertlik ve yüzeye yapışma dayanımının etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışma sonucunda, kalın vernik katmanının sertlik değerleri üzerinde fazlaca etkili olmadığı, ancak parlaklık değerlerinde pozitif yönlü bir eğilim olduğunu belirtmiştir [163].

Yang ve arkadaşları, poliüretan verniğin suya karşı dayanımını ve değişen morfolojik özelliklerini incelediklerinde, vernik bileşiminde bulunan hidrofilik grupların yapısındaki değişim nedeniyle yüzeyde ince çatlaklar oluştuğunu ve bu sebeple poliüretan esaslı üst yüzey işlemi uygulanan örneklerin yüksek renk değişimi gösterdiğini tespit etmiştir [164].

Decker ve arkadaşları, odun yüzeyine uygulanan poliüretan ve polyester tip verniklerin, açık hava koşullarına maruz kaldığında sarıya yönelik bir renk değişimi gösterdiğini ve yüzey fotodegradasyonunu önemli ölçüde etkilendiğini, ayrıca poliüretan ve polyester tip verniklere UV absorbe edici madde eklendiğinde renk stabilizasyonun da önemli miktarda sağlandığını ifade etmiştir [165].

Sönmez ve Kesik, poliüretan, selülozik ve akrilik vernik uygulanmış, doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.), ve meşe (*Quercus petreae* L.) odun örnekleri üzerinde, sıcak-soğuk yaşlandırma deneyinin parlaklık ve sertlik değerleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, yaşlandırma işleminden sonra tüm vernik çeşitlerinin sertlik ve parlaklık değerlerinde azalmalar meydana geldiğini, en iyi sonucun akrilik vernik uygulanmış sarıçam odunu örneklerinde elde edildiği bildirilmiştir [166].

Panek ve arkadaşları, farklı ağaç türlerinden elde edilen örnek yüzeylerine 60 ve 120 numara zımpara ile perdah işlemi yapmış, ardından 4 farklı vernik uygulamış ve örnekleri dış ortam koşullarında 3 yıl süre ile bekletmiştir. Çalışma sonucunda, örneklerde

meydana gelen pürüzlülük artışlarının parlaklık değerleri üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır [9].

Tangestanian ve arkadaşları, poliüretan boya ile boyanmış alüminyum panellerin yaşlandırılmasının boyanın sertliğini önemli ölçüde arttırdığını ancak esnekliğin boya modülü üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca boyanın yaşlandıkça aşınmaya karşı daha dirençli hale geldiği de belirtilmiştir [84].

Küçüktüvek, bazı ağaç türlerinden elde ettiği örnekleri dış ortam koşullarında korunmasız halde doğal yaşlandırmaya tabi tutmuş ve sonuç olarak yaşlandırma şartlarının ağaç malzemenin sertlik değerlerinde azaltıcı etki yaptığını ifade etmiştir [167].

Feist, aşınma direnci ile sertlik değeri arasında doğrusal bir etkinin olduğunu bildirmiştir [11].

Soylamış, çeşitli yöntemlerle emprenye edilen, su bazlı ve poliüretan vernikler ile verniklenmiş, Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* M.) ve kestane (*Castanea sativa* M.) odun örnekleri üzerinde renk, parlaklık ve pandüllü sertlik değerlerini belirlemiştir. Sonuç olarak; sertlik ölçümlerinde en yüksek değeri, protim WR–230 ile emprenye edilmiş poliüretan vernikli kestane örneklerinde, en düşük değeri, protim WR-230 ile emprenye edilmiş su bazlı vernikli göknar elde ettiğini belirtmiştir [168].

Sönmez, ahşap yüzeylerinin harici etkilere karşı uzun süreli dayanıklı kalabilmesinin vernik katmanlarının karşılaşması muhtemel etkilere karşı gösterdiği dirence bağlı olduğunu bildirmiştir [169].

Özdemir, akrilik ve poliüretan verniğin selülozik verniğe göre yüksek aşınma direnci gösterdiğini bildirmiştir. Aşınma direncinde verniklerin, uygulandıkları malzemeyle etkileşiminin önemli olduğu; akrilik ve poliüretan verniklerin uygulandıktan sonra ahşap malzemede derine nüfuz ettiği ve yeterli bağ oluşturduğu, yüzeyde ise daha sıkı bir yapı gösterdiği; selülozik vernikte ise sadece yüzeyde mekanik bir bağ yaptığı ve daha gevşek bir yapı gösterdiğini ifade etmiştir [170].

Williams ve arkadaşları, vernikli ağaç malzemeyi dış ortam koşullarına maruz bırakarak, sertlik ve aşınma direnç değerlerindeki değişimlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, ağaç türlerine göre verniğin, sertlik ve aşınma dirençlerinin farklılaştığı ifade edilmiştir [171].

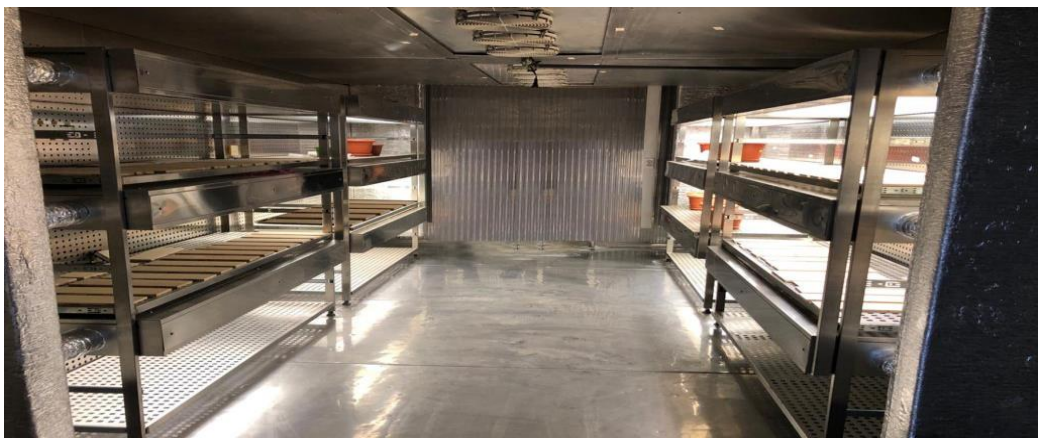
Pandey ve Krishna, iğne yapraklı ağaç türlerinden *Pinus roxburghii*, yapraklı ağaç türlerinden ise *Hevea brasiliensis*'i görülebilir güneş ışığına maruz bırakarak odun yüzeyindeki renk ve kimyasal değişimleri incelemiştir. FT-IR sonuçları incelendiğinde en büyük değişimin ligninde olduğu, lignin pikinin önemli bir azalış göstererek 50 saatlik süre sonunda neredeyse tamamen ortadan kaybolduğu tespit edilmiştir. Ayrıca lignin bozulma oranı yapraklı ağaç olan *Hevea brasiliensis*'te iğne yapraklılardan olan *Pinus roxburghii*'ye göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir [172].

Allen ve Norman, su çözücülü akrilik boyalar ile izosiyanat çözücülü akrilik esaslı boyaların UV yaşlandırma etkisi altındaki davranışlarını incelemiştir. Araştırmada su çözücülü ve izosiyanat çözücülü akrilik boyaların tipik benzofenon ve engellenen prebidin ışık sabitleyicileri ile fotokimyasal aktiviteleri karşılaştırılarak, alüminyum ve ağaç malzeme üzerinde performansları, renk, parlaklık ve kütle kayıpları ölçülmüştür. Renk sabitliği açısından 70 nm'lik partiküllerin 90 nm'lik partiküllerden daha etkili olduğu, organik esaslı malzemeler üzerinde nanopartiküller şeklinde bir tabaka oluşturarak akrilik boya sistemlerinin korumaya karşı duyarlılığının artırıldı bildirilmiştir [173].

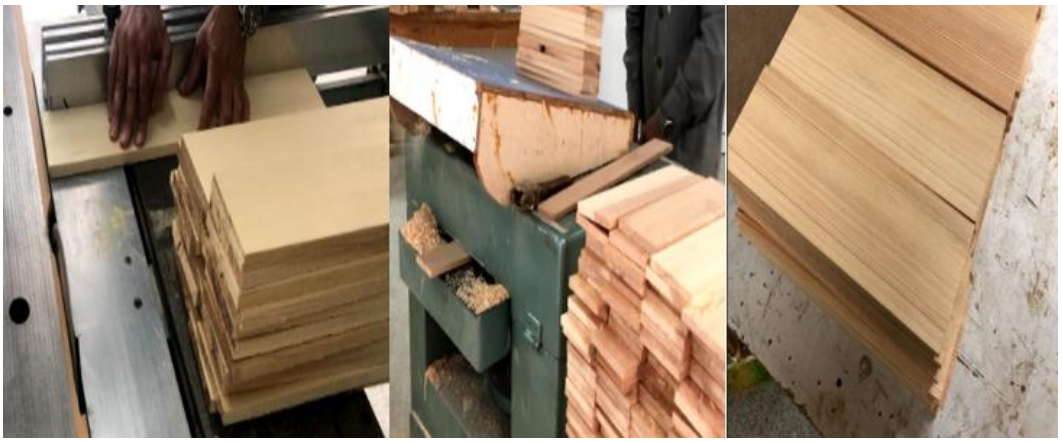
4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. AĞAÇ MALZEME

Örneklerin hazırlanmasında özellikle dış ortam şartlarında mobilya ve dekorasyon elamanları ile, doğrama, ahşap ev, deniz araçları vb. üretiminde Türkiye'de yaygın olarak tercih edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu tercih edilmiştir. Hava kurusu rutubetteki ortalama 0,49 g/cm^3 yoğunluğa sahip örnekler Düzce ilinde faaliyet gösteren bir işletmeden 1.sınıf kereste halinde temin edilmiştir. Örnekler, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde diri odun kısımlarından TS ISO 3129'da bildirilen esaslara göre hazırlanmıştır [174]. Örnekler önce 320x110x14 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiştir. Daha sonra TS ISO 13061-1 esaslarına göre ortalama 20±2 ºC sıcaklık ve %65±3 bağıl nemli iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir (Şekil 4.1). Ardından 310x100x10 mm olacak şekilde net ölçülerine getirilmiştir (Şekil 4.2). Net ölçülendirme işlemlerinden sonra perdah kurallarına uygun olarak ıslatma ve önce 80 numara, sonra 100 numara kum zımpara kullanılarak kalibre zımpara makinesinde zımparalama işlemleri yapılmıştır. Örnekler, denemeler öncesi tekrar 20±2°C sıcaklıkta ve bağıl nemi %65±3 olan iklim şartlarında bekletilmiştir [175].



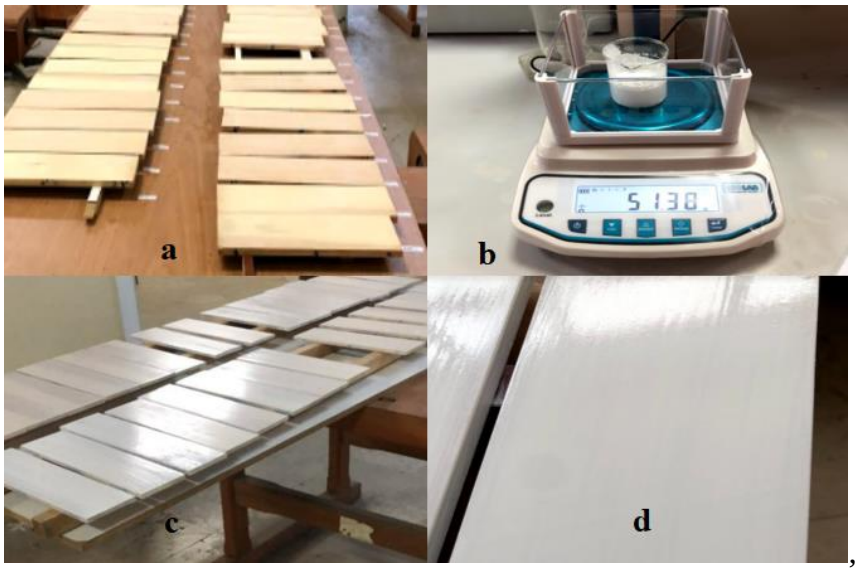
Şekil 4.1. Örneklerin İklimlendirilmesi



Şekil 4.2. Örneklerin ölçülendirilmesi işlemi

4.2. ÖRNEKLERE BOYA UYGULAMASI

Ham sarıçam örnek yüzeylerine boya işlemi gerçekleştirmek için kullanılan boyalar, proje destekçileri olan Dual Boya Limited Şirketi ile Polisan Boya Limited Şirketi tarafından temin edilmiştir. Örneklerin boyanmasında beyaz renkli parlak tek bileşenli sentetik ve iki bileşenli su bazlı ahşap boyası tercih edilmiştir. Su bazlı boya uygulamasında örneklere, önce tek bileşenli su bazlı astar boya, daha sonra çift bileşenli su bazlı son kat boya 2 kat olarak uygulanmıştır. (Şekil 4.3a). Boyama işleminde, ASTM D3023-98 esaslarına uyulmuş [176], boyaların uygulama şartlarına hazır hale getirilmesinde karışım oranları üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Uygulanan boya miktarı 0,01g duyarlıklı hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir (Şekil 4.3b).



Şekil 4.3. Örneklerin boyama işlemi

Boyama işlemi tozsuz ve oda sıcaklığındaki (~20°C) ortamda yer düzlemine paralel olarak fırça ile uygulanmış ve ardından örnekler 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Şekil 4.3c). Elde edilen yüzeyler sırasıyla 220 ve 320 numaralı zımpara ile eşit miktarda zımparalanmıştır. Boya tozları yumuşak kıllı bir fırça ile temizlenmiş ve 2. kat boya uygulaması yapılmıştır (Şekil 4.3d). Sentetik boya uygulaması, su bazlı boya uygulaması gibi yapılmış, tek bileşenli sentetik son kat boya hem astar hem de son kat olarak kullanılmıştır. Boyama işlemi sonrasında örnekler iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir [175]. Çalışmada kullanılan boyalara ait bazı özellikler ve uygulama parametreleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Örnekler üzerine uygulanan boyalara ait bilgiler

Boya çeşidi		Katı madde miktarı (%)	Yoğunluk (g/cm^3)	Uygulama Viskozitesi 25 ˚C(cP)	pH derecesi	Renk	Uygulanan boya miktarı (g/m^2)
Su bazlı boya	Aquaqool fx 6350 su bazlı astar	18.88	1.07	73,83	9.1	Krem	100±10
	Aquaqool fx 0980 Su bazlı iki bileşenli (son kat-parlak)	19.28	1.07	102,72	7.20	Beyaz	100±10
Sentetik boya	Polisan primera sentetik boya (sonkat parlak)	67.43	1.12	750	6.06	Beyaz	120±10

Çalışmada kullanılan boyaların yoğunlukları, TS EN ISO 2811-1 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için öncelikle piknometre 0,0001 hassasiyete sahip hassas terazide tartılmış ve ağırlığı belirlenmiştir. Ardından piknometre tamamen boyayla doldurulmuş ve ağzı ince bir kapiler delikli kapak ile kapatılmıştır (Şekil 4.4). Piknometreden taşan boya alkollü bez ile silinerek dolu ağırlığı tartılmıştır. Sonrasında, piknometrenin dolu ağırlığından boş ağırlığı çıkartılarak boyanın kütlesi ve aşağıda verilen Eşitlik 4.1 yardımı ile yoğunluğu hesaplanmıştır.

$$d = \frac{m}{V} \quad (4.1).$$

Burada;

d: Yoğunluk (g/ml)

m: Kütle (g)

V: Hacim (ml)



Şekil 4.4. Çalışmada kullanılan boyaların yoğunluk ölçümleri

Boyaların pH değerleri TS EN 60426 standart esaslarına göre pH metre cihazı kullanılarak belirlenmiştir [177]. Bu işlemde beher glass pH metre probunun ölçüm yapabileceği seviyeye kadar boya ile doldurulmuştur. Ardından pH metre probu boya içerisine daldırılarak birkaç dakika beklenmiş (pH değerinin sabit seviyeye gelmesi amacı ile) ve boyanın pH değeri ekrandan okunarak kaydedilmiştir (Şekil 4.5a).

Viskozite ölçüm işlemi ASTM D445–21E2'ye göre HVM 472 dinamik-kinematik otomatik viskozite cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.5b) [178]. Çalışmada kullanılan boyalar, cihazda bulunan iki adet kapiler tüpe doldurulmuş ve işlem başlatılmıştır. İşlem sonunda cihaz ekranında kaydedilen değerler alınmış ve Eşitlik 4.2 yardımı ile viskozite değerleri hesaplanmıştır.

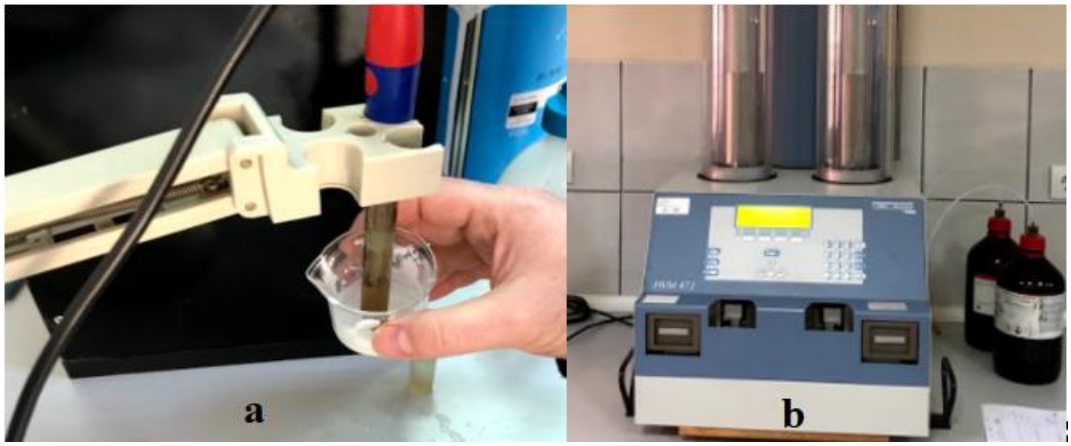
$$v = \frac{\mu}{\rho} \tag{4.2}$$

Burada;

v: akışkanın kinematik viskozitesi ($m^2.s^{-1}$)

μ: akışkanın dinamik viskozitesi ($kg.m^{-1}.s^{-1}$)

ρ: akışkanın yoğunluğu ($kg.m^{-3}$)



Şekil 4.5. Çalışmada kullanılan boyaların pH ve Viskozite ölçümleri

Boyaların katı madde miktarı tayini ASTM D 1644-01 standardına göre; boyalar, önceden darası alınan Ø 75±5 mm'lik konkav saat camına 2±0,2 g olarak damlalık yardımı ile konulmuş (Şekil 4.6a), sonrasında etüvde 40˚C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir (Şekil 4.6b). Çözücülerin tamamen buharlaşması sonucunda tekrar tartılmış ve katı madde miktarları eşitlik 4.3 yardımıyla belirlenmiştir [179].

$$\% \text{ Katı madde } = \frac{c-a}{b-a} \cdot 100 \qquad (4.3)$$

Burada;

a: kap darası, g

b: kap + yaş boya, g (etüve koymadan önce)

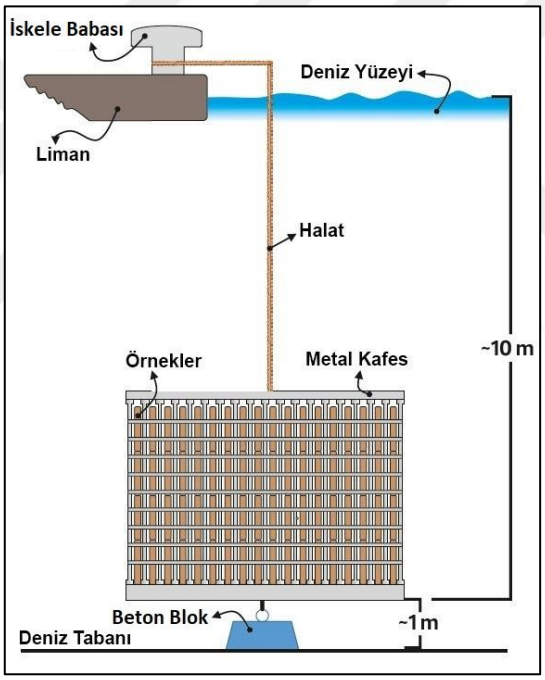
c: kap + kuru boya, g (etüvden çıktıktan sonra)



Şekil 4.6. Boyaların Katı Madde Tayini İşlemi

4.3. YAŞLANDIRMA İŞLEMİ

Örnekler özel olarak tasarlanmış paslanmaz kafes içerisinde, Sinop ili merkez limanı açıklarında (42°01'23.3"N, 35°08'46.4"E) 10 m derinlikte, zeminden 1 m yüksekte olacak şekilde ve 100 gün boyunca deniz suyu koşullarında yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 4.7). Bu süre sonunda denizden çıkartılan örnek yüzeylerindeki çamur, yosun, mantar vb. nemli bir bez yardımıyla hassas bir şekilde silindikten sonra tekrar 20±2 ºC sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar iklimlendirme dolabında bekletilmiştir (Şekil 4.8). Çalışma kapsamında yaşlandırma işleminin yapılmasındaki amaç, özellikle deniz suyu ortamına maruz kalmış boyalı ağaç malzemelerin durumunu taklit etmek ve boya temizleme işleminde daha rasyonel sonuçlar elde etmektir.



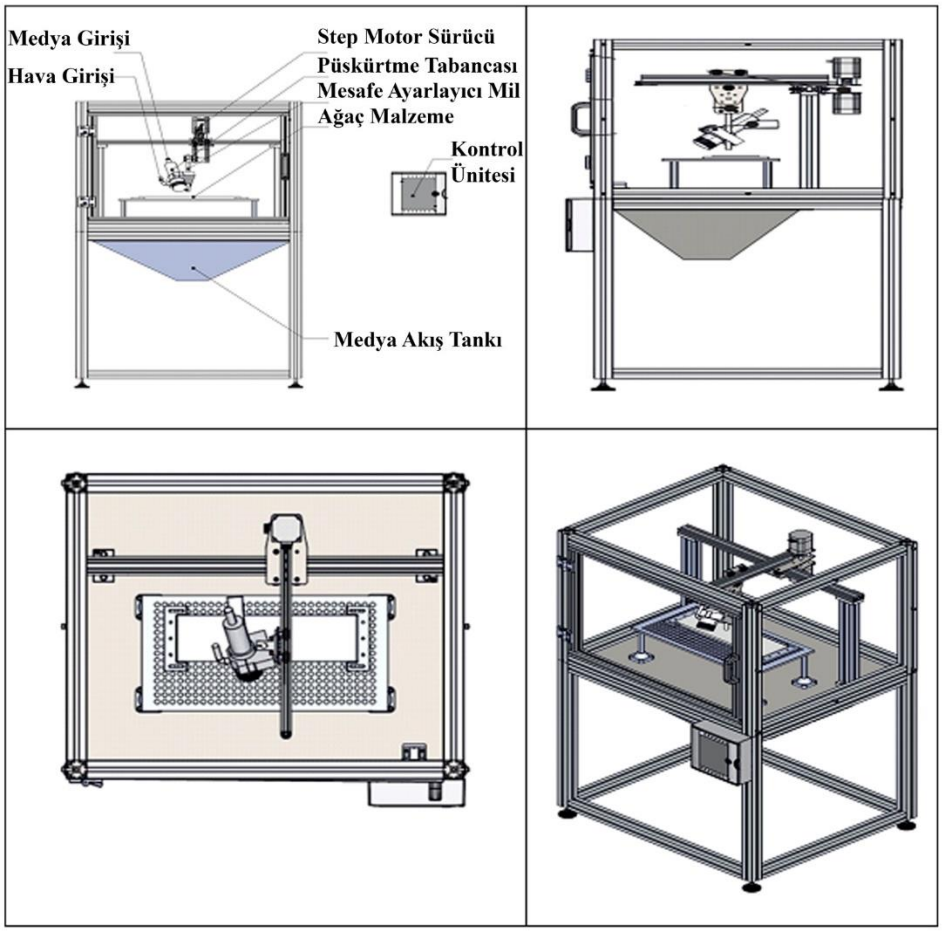
Şekil 4.7. Yaşlandırma işleminin gerçekleştirilmesi



Şekil 4.8. Yaşlandırma sonrası yapılan işlemler

4.4. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİNDE KULLANILAN KATTABOT'UN TASARIMI VE ÜRETİMİ

Tez çalışması kapsamında, TÜBİTAK tarafından 221O709 numaralı proje ile desteklenen Kabin Tipi Tam Otomasyon Boya Temizleme Makinesi (KATTABOT) tasarlanmış, üretimi gerçekleştirilmiş ve örnek yüzeyleri bu cihaz ile temizleme işlemine tabi tutulmuştur. KATTABOT'un üretimi gerçekleştirilmeden önce sektörün ve araştırmacıların kullandığı boya temizleme makineleri muadillerinin teknik özellikleri ve çalışma prensipleri araştırılmıştır. Benzer makinelerin eksik ve hatalı yönleri tespit edilip, özgün bir makine tasarlanmıştır (Şekil 4.9).

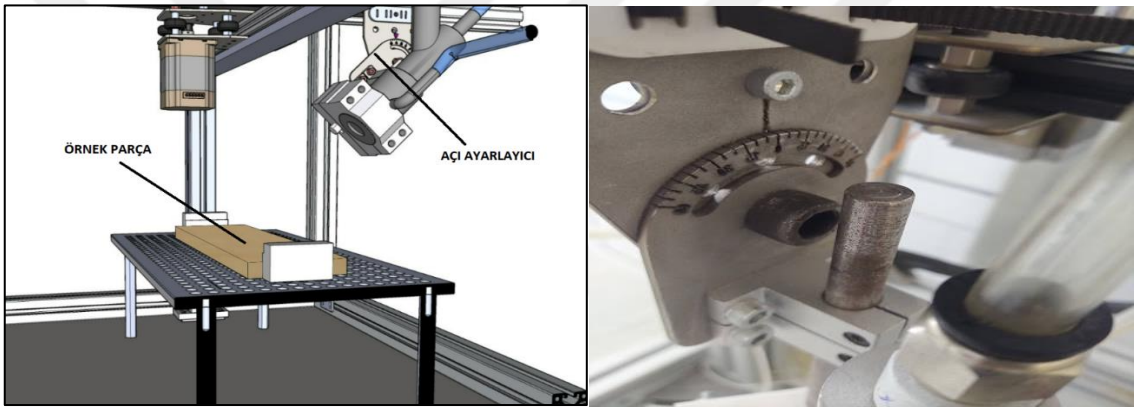


Şekil 4.9. KATTABOT'un Tasarımı

Makinenin tasarım ve projelendirilmesinde Solid-Works katı modelleme ve Sketch Up programları kullanılmış, üretimi ve deneylerin yapılmasında sorun teşkil edecek hususlar tasarım aşamasında giderilmiştir.

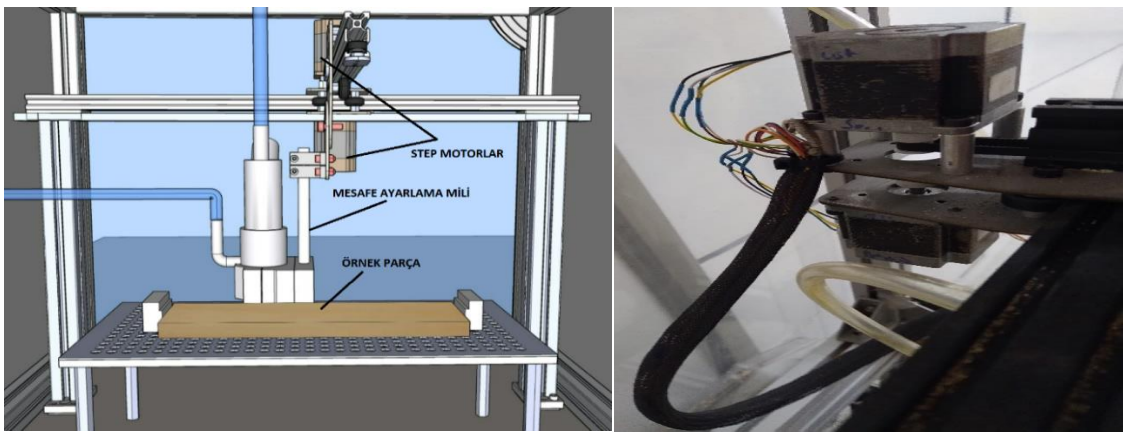
4.4.1. KATTABOT'un Çalışma Prensibi

KATTABOT'un çalışma prensibi; medya tankında bulunan medyaların basınçlı hava gücü ile örnek yüzeylerine istenilen açı, mesafe, basınç ve ilerleme hızında püskürtülerek bu yüzeylerde bulunan eskimiş koruyucu katmanları temizleme esasına dayanmaktadır. Üretimi gerçekleştirilen bu makine ile istenilen açılarda temizleme işlemi gerçekleştirilebilmesi hem piyasada bulunan benzerlerinden bir adım öne geçmesini sağlamakta hem de en etkin temizleme açısının belirlenmesine olanak sunmaktadır. Çalışmada, temizleme işlemi gerçekleştirilecek örnek yüzeylerinde açının ayarlanabilmesi için, temizleme başlığı metal malzemeden oynar başlıklı açı ayarlama aparatına (Şekil 4.10) entegre edilmiştir. Bu sayede farklı yüzey veya medyalar için farklı açılarda temizleme işlemi yapılması mümkün olmuştur.



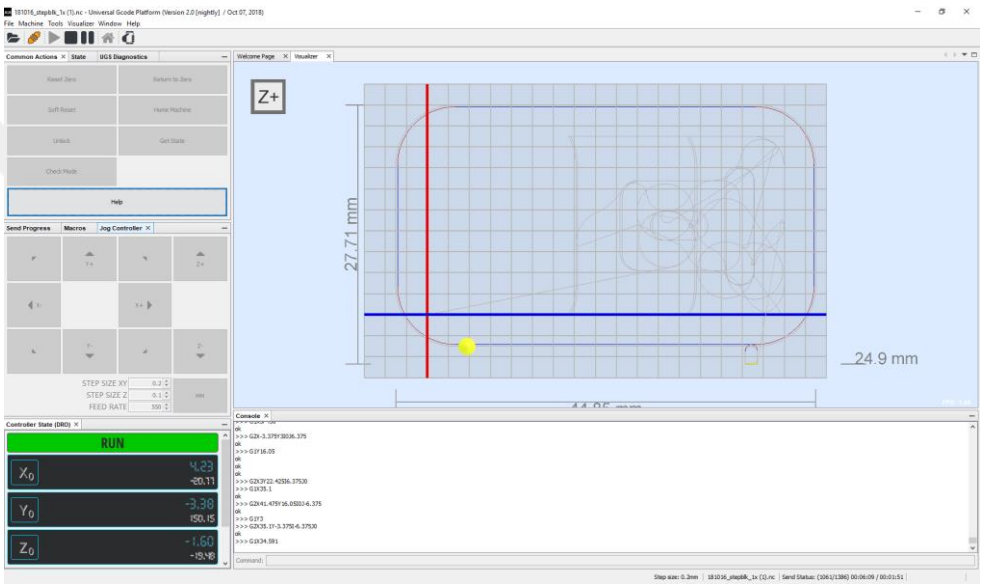
Şekil 4.10. Temizleme Açısı Ayarlama Aparatı

Temizleme işleminin farklı X, Y ve Z eksenlerinde hareketini sağlamak amacı ile tahrik gücü yüksek step motorlar kullanılmıştır. Bu motorlar aracılığı ile istenilen mesafelerde temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.11).



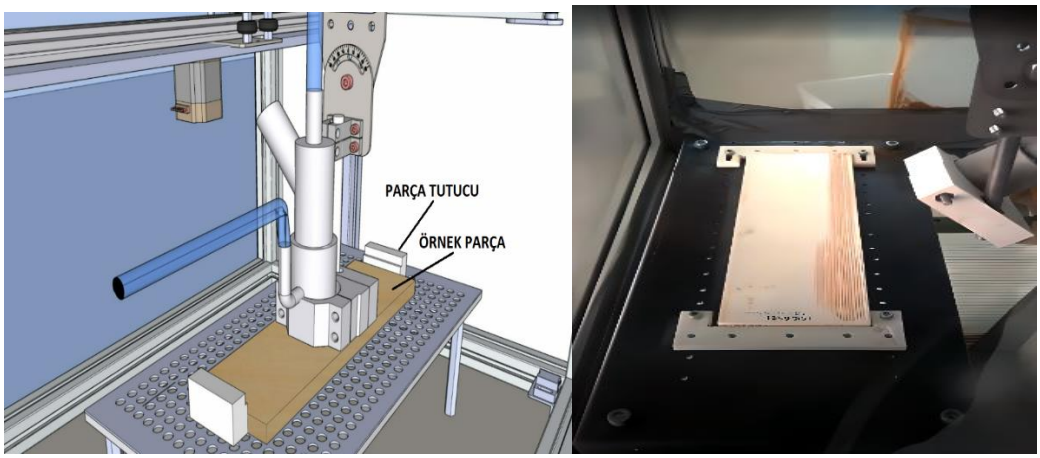
Şekil 4.11. Step Motorlar ve Mesafe Ayarlama Mili

Makinenin temizleme işleminde ilerleme hızının belirlenmesi ve temizleme işleminin otomatik bir şekilde başlatılıp sonlandırılması için evrensel G kodu göndericisi (Şekil 4.12) kullanılmıştır. Kullanılan bu arayüz sayesinde KATTABOT'a gönderilen G kodlarının doğruluğu ve etkileşimi kontrol edilebilmektedir. Ayrıca, makinenin hangi işlemi gerçekleştirdiği anlık olarak görüntülenebilmekte ve temizleme işlemine anlık olarak müdahale edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Üretimi gerçekleştirilen makinede kullanılan evrensel G kodu göndericisi açık kaynak kodlu olup, fiziksel kontrol panosunun yerine kullanılmakta ve bir bilgisayar veya mobil cihaz üzerinden işlem gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 4.12. Evrensel G Kodu Göndericisi

Temizleme işlemi, kabin içerisine temizlenecek malzemenin sabit bir şekilde yerleştirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Kabin içerisinde bulunan delikli sac plakanın üzerinde temizleme işlemi gerçekleştirilecek parçanın büyüklüğüne göre istenilen mesafelerde yerleştirilebilen parça tutucular (Şekil 4.13) tasarlanmıştır. Bu sayede farklı boyut ve geometrilere sahip örneklerin yüzeyleri temizlenebilmektedir.



Şekil 4.13. Temizlenecek Örneklerin KATTABOT'a Sabitlenmesi

KATTABOT, ortamda toz ve partikül oluşumunu minimum seviyede tutmak amacıyla kapalı sistem kabin tipi olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca kabin içerisinde oluşacak toz ve partikülleri en aza indirmek amacıyla makineye toz emme sistemi entegre edilmiştir (Şekil 4.14). Bu sistem ile çalışma ortamında bulunan hava kalitesi iyileştirilmiş ve çalışanların sağlığı korunmuştur.



Şekil 4.14. KATTABOT Kabin ve Toz Emme Ünitesi

KATTABOT'un benzerlerinden bir diğer farkı da selenoid hava valfi (Şekil 4.15) sayesinde yüzeye uygulanacak medyaların püskürtme işleminde hava akışı otomatik yapılabilmektedir. Bu sayede fazladan aşındırıcı tüketiminin önüne geçilerek ekonomik bir kazanç sağlanabilmektedir.



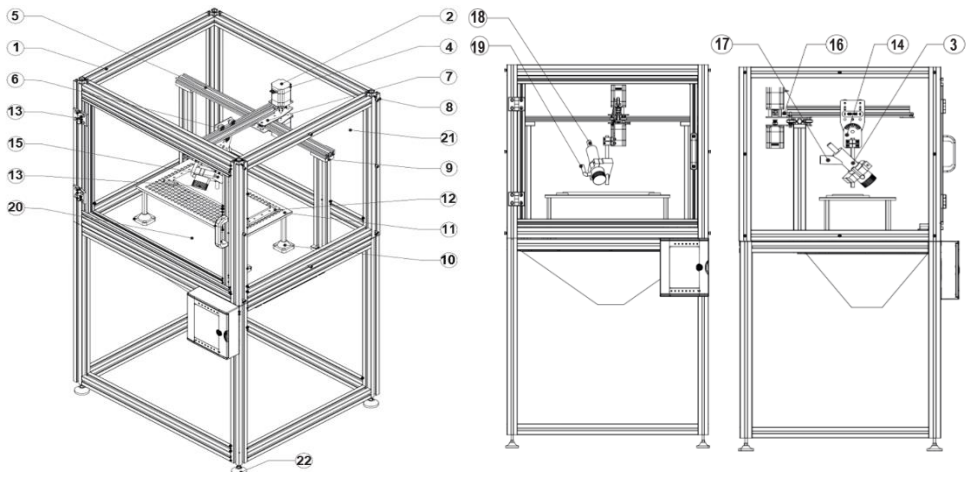
Şekil 4.15. Selenoid Hava Valfi

4.4.2. KATTABOT'un Üretimi

KATTABOT'un üretim işlemleri konusunda, projenin destekçisi olan UTS Makine Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi (Düzce) tarafından ücretsiz işçilik desteği alınmıştır. Makinenin üretim aşamaları ile ilgili bilgiler Şekil 4.16 üzerinden tarif edilerek aşağıda sunulmuştur:

- Üretim öncesi cihazın tasarımı üzerinde nihai karar verilerek, örnek model üzerinden son kontroller yapılıp malzemeler temin edilmiştir.
- İlk olarak cihazın ana gövdesinin kurulumu gerçekleştirilmiştir. Belli boyutlarda alınan profiller torna, freze vb. talaşlı imalat yoluyla istenilen özel imalat parçalara dönüştürülerek monte edilmiştir. Alüminyum sigma profil malzeme hem hafif hem de korozyona dayanıklı olduğu için cihaz gövdesinde kullanılmıştır(1).
- Temizleme başlığına hareketi sağlamak amacıyla step motor sürücüler(2), hareketi sonlandırıp püskürtme tabancasını (3) sıfır noktasına getirmek için mikro switch (4) bağlantısı gerçekleştirilmiştir.
- Motorun farklı eksenlerde hareketi gerçekleştirebilmesi amacıyla sigma profiller üzerine V-slot sigma profil (5) bağlantısı ve V-slot teker (6) gerçekleştirilmiştir.
- Step motor sürücülerin sabit bir konumda bulunmasını sağlamak amacıyla Step motor tutucular (7) bağlanmıştır.
- Sigma profillerin birbirlerine bağlanarak iskeletin oluşturulması için imbus civatalarla (8) bağlantıları yapılmıştır.

- V- slot sigma profil ve sigma profillerin birbirine bağlanmasında profil bağlama ayakları (9) kullanılmıştır.
- Temizleme işlemi gerçekleştirilecek malzemenin sabit bir konumda tutulması için kabin içerisine delikli sac bağlama ayağı (10) ile delikli saç (11) bağlanmış ve bu delikli sacın üzerine numune tutucuların (12) bağlantısı gerçekleştirilmiştir.
- Temizleme işleminin en önemli parçası olan nozul (13), püskürtme tabancası (14) içerisine yerleştirilerek nozul tutucunun (15) arasına sıkıştırılmış ve bu kısımların açı ayarlama aparatına bağlantısı gerçekleştirilmiştir.
- Makinenin hareketini veya kontrolünü sağlamak için avara kasnak (16) bağlantısı yapılmıştır.
- Makinede kullanılan püskürtme tabancası nozul tutucu arasına yerleştirilmiştir. Bu tabanca özel olarak tasarlanmış bir malzemedir ve aynı anda hava girişi (17) medya girişi (18) ve su girişi (19) sağlanabilmektedir.
- Temizleme esnasında kabin içerisinde biriken partiküllerin toz emiciye aktarımını sağlamak için polikarbonat levha (20) kullanılarak bir medya toplama tankı tasarlanmış ve makineye bağlantısı gerçekleştirilmiştir.
- Temizleme işleminin kapalı bir ortamda gerçekleşmesini sağlamak amacıyla makinenin üst kabini pleksi camlar (21) kullanılarak kapatılmıştır.



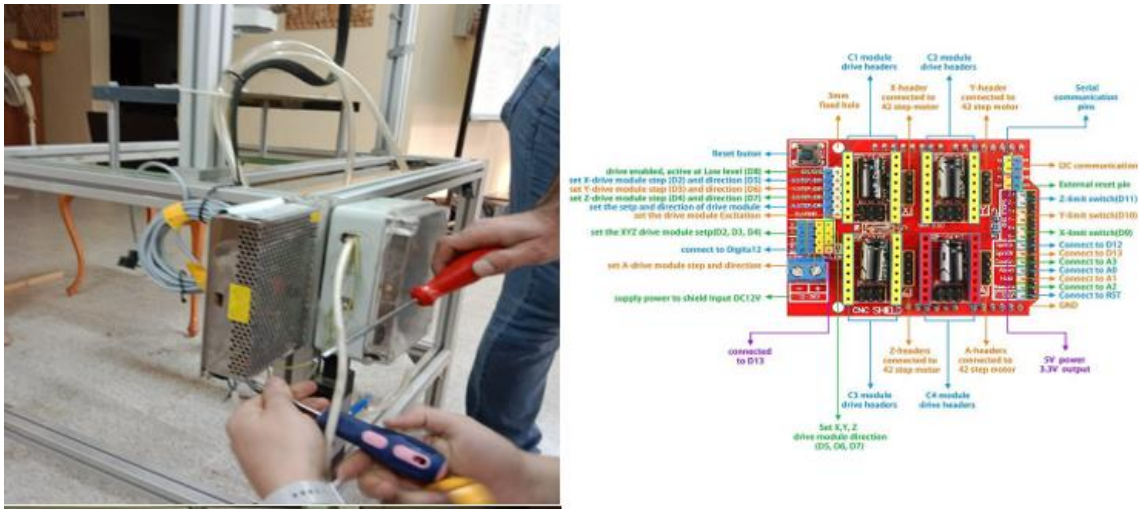
Şekil 4.16. KATTABOT'un Montaj Şeması ve Tüm Mekanizmaların Yerleşimi



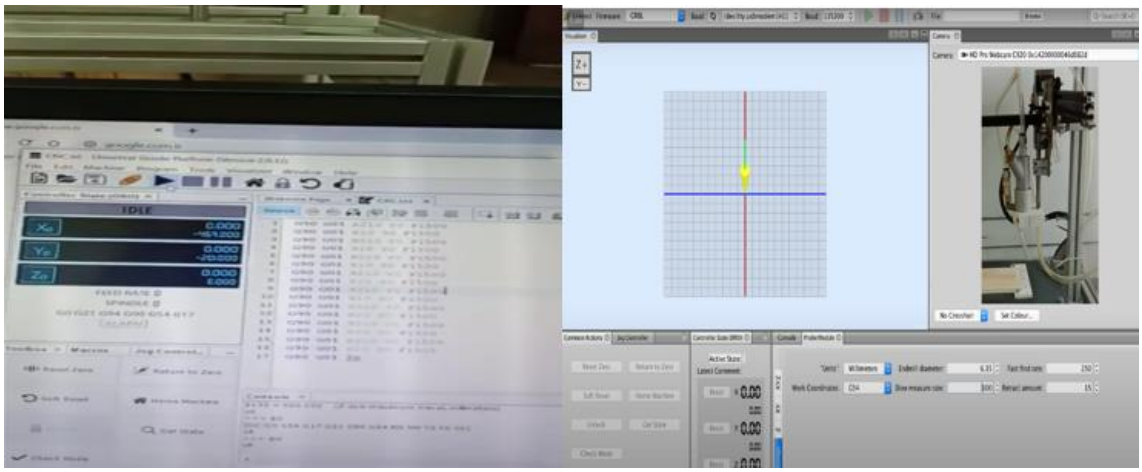
Şekil 4.17. KATTABOT

4.4.3. KATTABOT'un Otomasyon Devresi ve Kabine Entegresi

KATTABOT'un işleyişinde istenilen farklı parametre kombinasyonlarının sağlanması için Arduino CNC Shield V3, CNC (Bilgisayarlı Sayısal Kontrol) kontrol kartı olarak kullanılmıştır (Şekil 4.18). Bu sayede; ilerleme hızı, temizleme işleminin otomatik olarak başlatılması ve sonlandırılması, birden fazla motorun aynı anda hareket etmesi gibi parametre durumları önceden programlanmış talimatlar doğrultusunda hassas bir şekilde kontrol edilebilmektedir. Evrensel G kodu göndericisi ile birlikte kullanılan bu kontrol kartı sayesinde, işlemin gerçek zamanlı izlenmesi ve müdahale edilmesi mümkün olmaktadır (Şekil 4.19).



Şekil 4.18. Kontrol Ünitesi ve Arduino CNC Shield Kurulumu



Şekil 4.19. KATTABOT 3 Eksen Kontrol Yazılımı

4.4.4. KATTABOT'un Kalibrasyon Sertifikasının Alınması

Tasarımı ve üretimi tamamlanan KATTABOT'un çalışmasının doğruluğunu kontrol etmek için SİMKAL Kalibrasyon ve Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketinden TÜRKAK kalibrasyon sertifikası alınarak cihazın çalışma parametrelerindeki doğruluk ve sapma ölçümleri sertifikalandırılmıştır.

4.5. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİNDE KULLANILAN MEDYALAR

Örnek yüzeylerinde bulunan yaşlanmış boyalı katmanları temizlemek için ülkemizde yoğun bir şekilde bulunan tarımsal atıklar (fındık kabuğu, kayısı çekirdeği, mısır koçanı, ceviz kabuğu) ile boya temizleme endüstrisinde yaygın kullanımı olan sodyum bikarbonat tercih edilmiştir.

Araştırmada tarımsal atıklar, üretilen boya temizleme makinesinde basınçlı bir şekilde püskürtülebilmesi için 250-400 µm boyutlarında öğütülmüştür. Temizleme işleminde kullanılan sodyum bikarbonat ise piyasadan toz halinde 75 µm boyutunda temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan medyalara ait m^2'ye uygulama miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

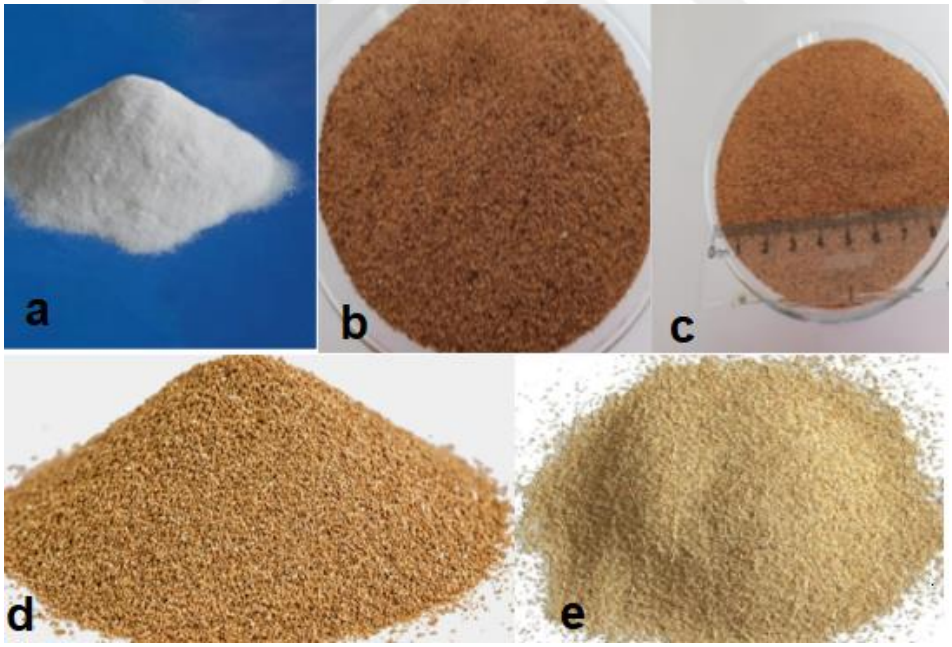
Çizelge 4.2. Medyalara ait m^2'ye uygulama miktarları

Medya Çeşidi	Basınç (bar)	Nozul Çapı (mm)	Uygulanan medya miktarı (g/m^2)
Sodyum Bikarbonat	2	5	1750
		8	2500
	2,5	5	2500

Çizelge 4.3 (devamı). Medyalara ait m^2'ye uygulama miktarları

		8	3250
Fındık Kabuğu Granülü	2	5	1000
		8	1500
	2,5	5	1500
		8	2000
Mısır Koçanı Granülü	2	5	1000
		8	1500
	2,5	5	1500
		8	2000
Ceviz Kabuğu Granülü	2	5	1000
		8	1500
	2,5	5	1500
		8	2000
Kayısı Çekirdeği Granülü	2	5	1000
		8	1500
	2,5	5	1500
		8	2000

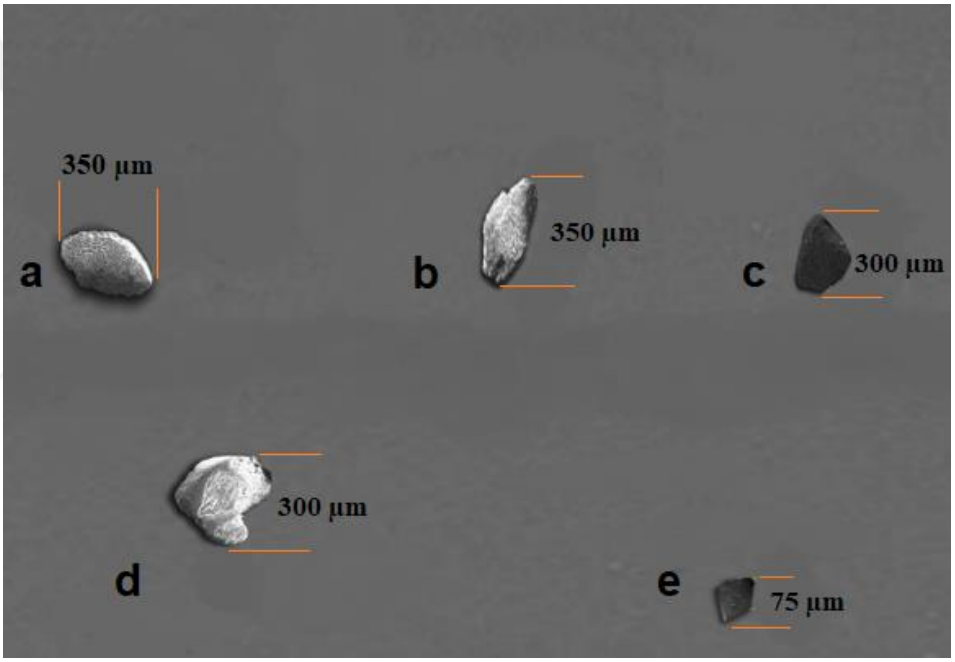
Çalışmada kullanılan medyalara ait görseller (Şekil 4.20), teknik özellikleri (Çizelge 4.3) ve SEM görüntüleri (Şekil 4.21) aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.20. Çalışmada kullanılan medyalara ait görseller (a. Sodyum bikarbonat, b. Fındık kabuğu granülü, c. Ceviz kabuğu granülü, d. Kayısı çekirdeği granülü, e. Mısır koçanı granülü).

Çizelge 4.4. Temizleme işleminde kullanılan tarımsal atıklara ait teknik özellikler

Medya Çeşidi	Özgül Ağırlık (g/cm^3)	pH	Sertlik (Mohs)	Boyut (µm)	Geometrik Şekil
Sodyum Bikarbonat	2.2	8	2.5	60-100	Monoklinik
Fındık Kabuğu Granülü	1	7.5	3	200-400	Köşeli
Mısır Koçanı Granülü	1.2	7	2-2.5	200-400	Köşeli
Ceviz Kabuğu Granülü	1.3	7.5	3	200-400	Köşeli
Kayısı Çekirdeği Granülü	1.4	5	3-4	200-400	Köşeli



Şekil 4.21. Çalışmada kullanılan medyalara ait SEM görüntüsü (a. Ceviz kabuğu granülü, b. Fındık kabuğu granülü, c. Kayısı çekirdeği granülü, d. Mısır koçanı granülü, e. Sodyum bikarbonat)

4.6. BOYA TEMİZLEME İŞLEMİ

Boya temizleme işlemi, kuru ve sulu bir şekilde 5 farklı temizleme medyası (sodyum bikarbonat, fındık kabuğu granülü, ceviz çekirdeği granülü, kayısı çekirdeği granülü, mısır koçanı granülü), 2 farklı açı (45-90°), 2 farklı temizleme basıncı (2-2.5 bar), 2 farklı nozul çapı (5-8 mm), 2 farklı temizleme mesafesi (7-10 cm) ve 1,5 m/dk standart ilerleme

hızı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2222). Bu işlemler için özel olarak tasarlanıp üretilen KATTABOT içerisine yerleştirilen örnekler, parça tutucu ile sabitlenmiş ve boya temizleme işlemi otomatik olarak yapılmıştır.



Şekil 4.22. KATTABOT ile yapılan boya temizleme işlemi

4.7. DENEY YÖNTEMLERİ

4.7.1. Rutubet Tayini

Çalışmada hem kontrol örnekleri hem de boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örnekler üzerinde yapılan tüm testler hava kurusu rutubete (~%12) sahip örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Örneklerde rutubet miktarı (RM) tayini için TS ISO 13061-1 standardında belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, 20 ± 2 ºC sıcaklık ve %65 ± 3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlıktaki rastgele seçilen 10 örnek 0,001 g hassasiyete sahip analitik terazi ile tartılıp ağırlıkları "yaş ağırlık" olarak kaydedilmiştir. Ardından bu örnekler 103±2 ºC sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa (tam kuru ağırlık) gelinceye kadar bekletilmiştir

[175]. Tam kuru hale ulaşmış örnekler tekrar tartılmış ve aşağıdaki verilen Eşitlik 4.3 yardımıyla sahip oldukları rutubet miktarları hesaplanmıştır.

$$RM(\%) = \frac{\text{Yaş Ağırlık – Tam Kuru Ağırlık}}{\text{Tam Kuru Ağırlık}} \text{ x } 100 \qquad (4.4)$$

Ölçümler sonucunda örneklerin ortalama rutubetinin %11±1 olduğu belirlenmiştir.

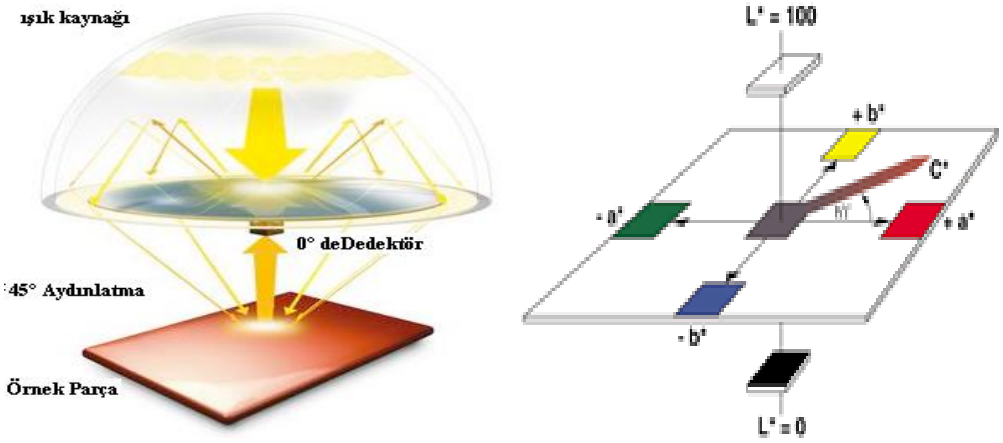
4.7.2. Renk ve Parlaklık Testi

Örneklerin parlaklık ve toplam renk değişimleri, BYK – Gardner Spektro-Guide 45/0 cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.23). Parlaklık ölçümlerinde, TS EN ISO 2813; 2014 standart esaslarına uyularak, 60°'lik ışık açısı kullanılmış, ölçümler liflere dik ve paralel olarak yapılmış, aritmetik ortalamaları kaydedilmiştir [180].



Şekil 4.23. Örneklerin Renk ve Parlaklık Ölçümü

Renk ölçümlerinde ASTM-D 2244-22'de belirtilen esaslara göre CIEL*a*b* renk sistemi kullanılmıştır [181]. Ölçüm öncesi cihaz, beyaz renge göre a= - 1,00 ± 0,3; b= 0,58 ± 0,3; L= 94,95 ± 0,3 olacak şekilde kalibre edilmiştir. CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*=0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır (Şekil 4.24). Renk parametrelerinin belirlenmesinde her bir örneğin üç farklı bölgesinden ölçüm alınmış ve ortalamaları tek değer olarak kaydedilmiştir.



Şekil 4.24. BYK Gardner Spektro-guide 45/0 renk ölçüm prensibi ve CIEL*a*b* renk alanı.

Boya temizleme işlemi sonrasında örneklerde meydana gelen toplam renk değişimi (ΔE*), işlem öncesi (ham örnekler) ve işlem sonrası renk değerlerine göre Eşitlik- 4.4 yardımı ile belirlenmiştir.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4.5)$$

Burada;

ΔL*: rengin açıklık/koyuluk değerindeki değişimi (L* ilk ölçüm (kontrol) - L* son ölçüm (boya temizleme sonrası)),

Δa*: kırmızı-yeşil renk doğrultusundaki değişimi (a* ilk ölçüm (kontrol) - a* son ölçüm (boya temizleme sonrası)),

Δb*: sarı-mavi renk doğrultusundaki değişimi (b* ilk ölçüm (kontrol) - b* son ölçüm (boya temizleme sonrası)) ifade etmektedir.

4.7.3. Sertlik Testi

Örneklerin yüzey sertlikleri, sertlik ölçme cihazı (Shoremetre-D) ile ASTM D 2240-15'a uygun olarak belirlenmiştir [182]. Cihaz tablasına yerleştirilen örnek yüzeylerine Shoremetrenin ölçüm iğnesi batırılarak örneklerin gösterdiği direnç Shore-D cinsinden cihaz göstergesinde verilen değerler alınmıştır. Sertlik değerleri için her örneğin yaz odunu ve ilkbahar odunu bölgelerinden ölçüm alınmış, aritmetik ortalamaları kaydedilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Sertlik Ölçüm İşlemi

4.7.4. Yüzey Aşınma Miktarı Testi

Yüzey aşınma miktarı ölçümü, ASTM-G76-95'te belirtilen esaslara göre ağırlık kaybı yöntemiyle gerçekleştirilmiştir [183]. Bu yöntemde 0,01g hassasiyete sahip terazi kullanılarak, ilk ölçüm gram cinsinden ham örnekler (kontrol) üzerinden, ikinci ölçüm ise yine gram cinsinden boyanıp yaşlandırıldıktan sonra temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örnekler üzerinden alınmıştır (Şekil 4.26). Bu bakımdan, kontrol örneğine kıyasla temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerden elde edilen yüksek değerler daha az aşınma gerçekleştiğini, düşük değerler ise aşınmanın daha fazla gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 4.26. Örneklerin aşınma miktarı ölçümü

4.7.5. Yüzey Pürüzlülüğü Testi

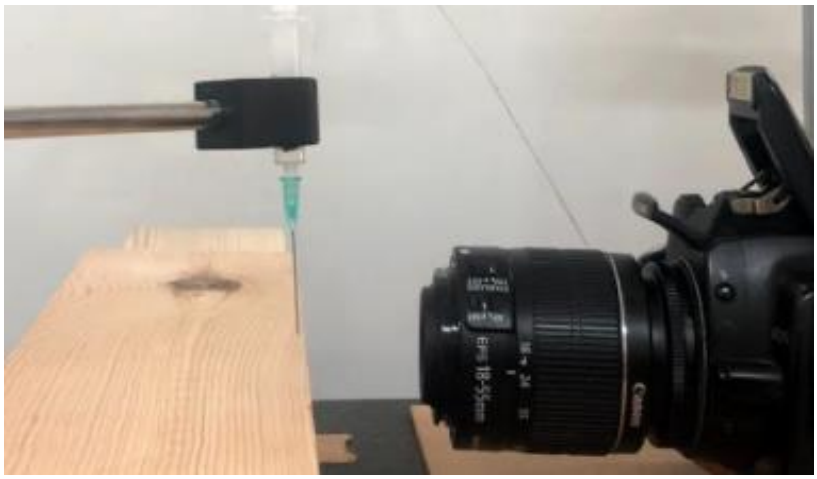
Yüzey pürüzlülüğü ölçümü, TS EN ISO 21920-2'de belirtilen esaslara göre 0,01 µm hassasiyete sahip profilometre (Surftest SJ-410, Mitutoyo Corporation, Japonya) ile değerlendirilmiştir [184]. Her örnek yüzeyinde önceden belirlenmiş ve benzer bir alan içinde olan farklı bölgelerden üç ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerde ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değeri, her okuma için, 5 µm çaplı cihaz iğnesi 1,2 mm'lik bir kesme ile liflere dik olacak şekilde 25 mm ilerletilerek ölçülmüştür (Şekil 4.27). Üç ölçümün aritmetik ortalaması, değerlendirilen her bir alanın pürüzlülüğü için referans değer olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.27. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm işlemi

4.7.6. Temas Açısı Testi

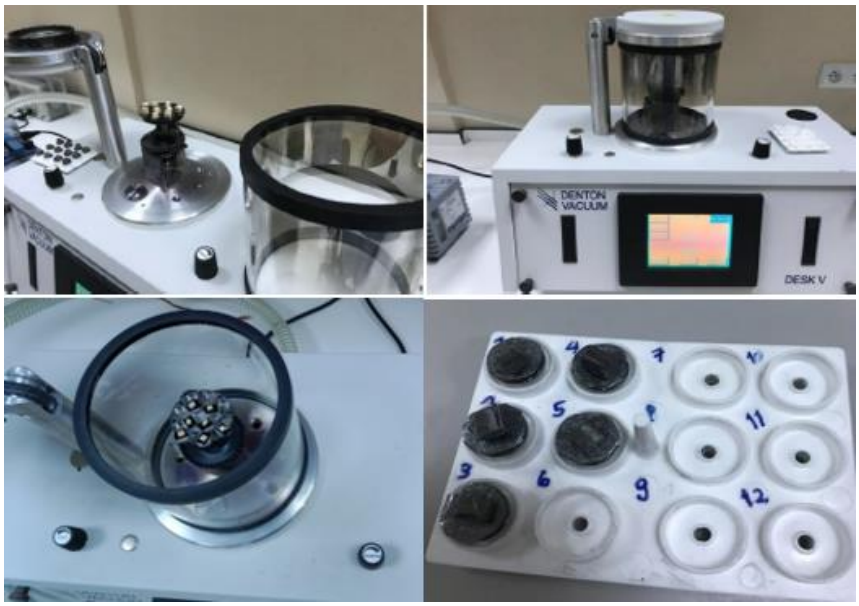
Temas açısı ölçüm işleminde TS EN 828: 2013'te belirtilen esaslara uyularak, 20°C sıcaklığa ve 72,80 mN/m yüzey gerilimine destile edilmiş su, örnek yüzeylerine özel bir şırınga yardımıyla 5 µl kadar damlatılmıştır. Su damlası yüzeye damlatıldıktan sonra damlanın görüntüsü alınmıştır (Şekil 4.28). Görüntüler bilgisayar ortamına aktarılmış ve Image J görüntü analiz programı ile temas açısı değerleri belirlenmiştir [185].



Şekil 4.28. Örneklerin temas açısı ölçüm işlemi

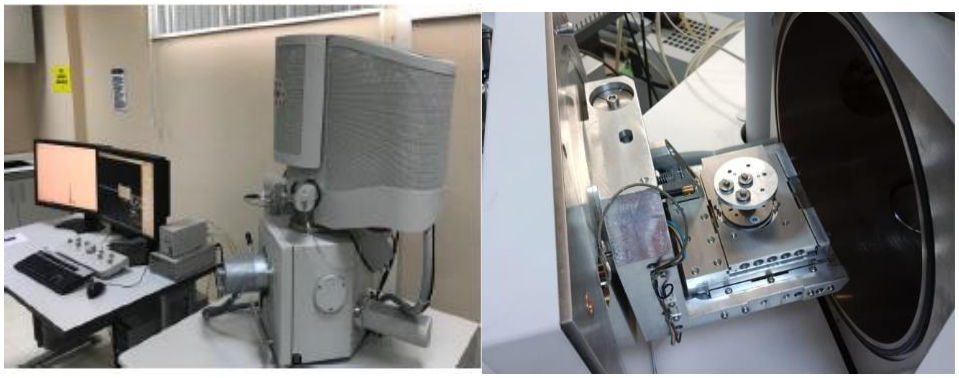
4.7.7. Sem-Edx (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizleri

Ham (kontrol) örnekleri ile boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin SEM görüntülerinin elde edilmesi işlemi, Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde (DÜBİT) yer alan FEI Quanta FEG 250 markalı cihaz aracılığı ile yapılmıştır. Görüntüleme işlemlerinde örneklerin en ve radyal kesitleri kullanılmış 4x4x4 mm ölçülerine getirilen örneklerden daha iyi görüntüler almak amacıyla, ilk önce 12'şerli gruplar şeklinde Denton Vacuum Desk V cihazında altın metali ile kaplanmıştır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Denton Vacuum Desk V makinası kullanılarak örnek yüzeylerinin altın metali ile kaplanması.

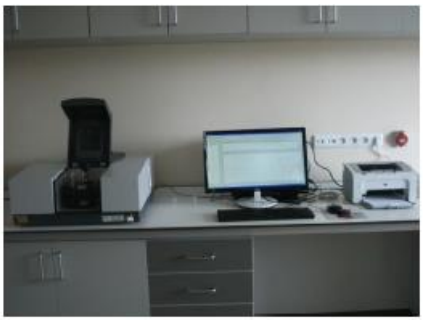
Sonrasında örnekler, FEI Quanta FEG 250 taramalı elektron mikroskobuna en ve radyal kesit olacak şekilde 7'şerli gruplar halinde yerleştirilerek yüksek vakum tekniği ile mikroskobik görüntüleri alınmıştır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Taramalı Elektron Mikroskobu ile görüntü alınması (SEM).

4.7.8. Fourier Dönüşümsel Kızıl Ötesi Spektroskopisi (Atr-Ft-Ir) Analizleri

Ham (kontrol) örnekleri ile boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerdeki FT-IR analizi işlemi, Düzce Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBİT) bünyesinde yer alan Shimadzu IRPrestige 21 markalı cihaz kullanılarak 4000 ile 600 cm^{-1} dalga boylarında 4 cm^{-1} çözünürlükte yapılmıştır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Fourier transform infrared (FT-IR) spektroskopi.

4.7.9. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma kapsamında boya temizleme işlemi öncesi ham örnek yüzeylerinden temas açısı, sertlik, parlaklık, renk, yüzey aşınma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü testleri için "kontrol" olarak kabul edilen "ilk" ölçümler yapılmıştır. "İlk" ölçüm sonuçları ile kıyaslama yapmak için örneklerin boya temizleme işlemi sonrası aynı testler yardımı ile tekrar "son" ölçümleri alınmıştır. Deney yöntemlerine göre "ilk" ölçüm ve "son" ölçüm değerleri karşılaştırılmış, örneklerin KATTABOT ile yapılan boya temizleme işlemi

sonrası ham örnek (kontrol) yüzeylerine ne kadar yakın değerlere ulaştıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. İstatistiksel analiz için CoStat istatistik yazılımı (CoHort Software, sürüm 6.45, Berkeley, CA, ABD) kullanılmıştır. Çoklu varyans analizi "ANOVA" testleri sonucunda boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi, temizleme parametreleri faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin α=0,05 hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda Duncan testi ile karşılaştırmalar yapılmıştır. LSD (En küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak yapılan testlere göre bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Duncan testinin kodlamasında, önce A-Z harfleri, ardından a-z harfleri kullanılmıştır. Bu harflerin tamamlandığı noktada, aralarına "&" simgesi eklenerek tekrar A-Z ve devamında a-z harfleri kullanılmıştır. A-Z veya a-z serileri sona erdiğinde, bir "&" simgesi daha eklenerek süreç tekrarlanmıştır.

5. BULGULAR

5.1. TOPLAM RENK DEĞİŞİMİ (ΔE)

Boya temizleme işleminin örneklerin toplam renk değişimi değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama değerler Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	20,18	2,26	20,11	2,27
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	16,04	1,20	23,88	19,45
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	15,03	1,42	14,93	1,49
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,70	2,42	14,51	2,00
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	17,26	12,01	17,76	10,13
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,14	0,47	14,79	1,29
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,24	0,90	15,54	2,03
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	18,62	1,20	19,47	0,92
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	13,15	2,00	14,39	1,35
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	15,97	1,69	19,25	1,26
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	15,02	2,36	16,85	1,44
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,22	2,73	17,13	1,46
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,81	2,35	16,32	1,49
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,92	1,89	16,63	2,22
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,45	1,57	18,55	1,12
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	20,13	1,08	21,07	0,50
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	15,28	1,49	15,43	0,90
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,58	1,34	12,49	2,53
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,91	4,29	14,24	1,39
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	10,84	2,29	12,46	0,57
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,32	2,08	12,46	1,28
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,06	0,91	12,39	2,80
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,18	0,84	13,35	2,88
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,51	2,07	8,28	2,51
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	10,66	0,74	10,92	1,21
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	14,79	1,54	16,25	1,84
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	11,60	1,00	13,07	1,95
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	8,99	2,10	9,30	1,59
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,08	2,52	10,63	1,80
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,09	2,14	12,10	1,57
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,80	4,31	14,35	2,73
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,14	2,33	14,56	0,90

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.1. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	12,49	0,77	17,15	1,27
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	14,62	1,32	18,97	1,21
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	13,54	1,31	19,45	1,37
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,67	1,22	17,65	1,81
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	16,93	1,62	21,24	3,74
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,69	2,53	20,29	1,28
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,88	1,82	17,73	1,65
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,09	1,30	18,27	0,75
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,36	1,26	15,41	1,36
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	28,21	11,80	30,36	10,38
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	11,35	1,53	13,00	1,83
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,81	1,94	15,65	1,35
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,28	1,44	17,00	2,20
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	18,93	1,48	22,38	3,87
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,22	1,39	16,96	2,46
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,86	0,85	16,03	0,97
	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8,69	1,07	10,62	4,98
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	11,22	1,31	13,05	3,43
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	7,80	2,51	8,07	3,42
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	8,50	2,10	11,84	2,75
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	6,46	1,39	5,82	4,74
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	5,93	1,70	5,59	2,57
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	6,25	1,16	4,96	2,52
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	7,66	1,43	9,33	3,25
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	7,31	1,18	8,13	2,18
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	5,41	0,94	6,77	1,53
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	7,00	1,13	7,96	5,53
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	6,30	1,19	6,03	1,38
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	4,09	2,11	5,00	1,39
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,86	0,71	11,27	1,42
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	4,68	1,20	3,49	1,50
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,84	1,58	12,09	3,12
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	9,19	2,07	13,26	0,84
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,89	1,95	15,79	1,32
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,86	1,70	18,55	2,58
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	7,46	2,19	14,96	1,21
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	6,97	1,73	12,60	0,86
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8,46	1,02	17,41	1,93
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	7,08	2,15	13,41	2,14
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,46	1,25	18,22	0,96
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	9,96	1,44	16,77	1,36
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	10,58	2,82	14,17	1,45
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	11,64	3,74	17,54	2,44
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,08	39,22	12,47	1,95
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	7,39	2,30	14,93	1,65
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,27	1,29	17,78	1,41
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,19	1,81	16,53	1,99
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,01	1,97	14,63	1,45

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.1. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	21,63	1,59	22,38	1,08
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	17,48	0,90	17,68	1,46
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	22,35	1,12	21,54	2,56
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	19,01	1,02	19,81	1,75
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	16,71	0,89	17,89	0,88
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,93	0,99	18,11	1,33
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,52	1,13	17,92	1,60
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	17,58	0,67	18,09	1,28
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	19,33	0,57	20,11	1,55
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	16,46	0,77	18,20	1,61
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	20,86	0,61	21,89	0,98
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	23,82	1,10	25,12	1,53
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	19,46	1,00	20,56	1,34
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	16,73	1,44	17,52	1,30
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	20,56	0,89	20,88	1,51
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,28	1,08	17,16	2,32
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8,95	1,40	13,56	1,36
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,43	2,42	18,36	1,61
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,30	1,84	12,02	1,62
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	18,74	31,87	12,33	1,02
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8,01	1,06	11,56	2,55
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,36	2,95	14,12	1,00
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8,70	2,27	13,40	1,24
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,46	2,73	15,23	4,00
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,37	2,05	15,58	0,64
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	9,28	2,57	12,47	2,41
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	12,09	4,55	12,37	2,13
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,91	1,63	14,89	3,59
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,59	2,07	15,53	3,12
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,56	3,00	14,21	1,77
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,28	2,14	12,33	1,38
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,80	1,62	10,65	3,21
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	9,38	1,64	10,22	0,79
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	13,42	1,59	15,06	0,95
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,43	1,42	12,34	1,19
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,12	1,63	13,03	1,35
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,90	1,14	16,69	0,93
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,91	1,63	16,61	1,00
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,65	1,87	14,34	1,29
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,86	0,72	18,05	1,10
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	17,35	1,52	17,70	0,93
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	16,75	2,10	17,62	1,05
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	14,45	2,11	13,49	1,07
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,68	1,08	16,31	1,04
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,20	1,11	12,55	1,45
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	14,35	1,30	15,14	1,01
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,31	0,85	14,46	1,59
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,75	1,44	16,32	1,70

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.1. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	9,50	1,54	12,87	1,37
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,01	1,31	14,06	1,31
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	9,55	1,93	12,51	2,26
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	11,91	1,27	18,22	1,75
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	9,32	1,81	14,76	2,54
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,20	1,37	17,03	0,97
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8,59	1,06	13,71	1,85
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,80	1,10	17,01	3,04
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	9,31	1,80	13,25	2,63
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	8,92	1,66	13,80	1,42
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	11,16	1,75	14,12	2,93
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	10,30	1,17	12,68	3,95
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,75	0,90	19,22	1,44
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,26	1,47	13,70	2,44
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,83	3,84	20,59	3,88
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	5,67	1,72	8,79	2,03
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8,85	1,40	12,21	0,93
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,53	1,98	14,03	1,07
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	15,43	1,46	19,89	0,86
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	14,03	1,91	18,05	1,13
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	9,88	2,09	13,69	0,69
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,19	1,72	16,42	1,39
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,14	0,88	16,01	1,26
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,04	1,23	14,14	1,36
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	14,88	0,96	20,15	1,02
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	9,59	1,66	13,61	1,27
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	12,06	1,03	17,91	1,57
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	10,26	1,87	15,18	0,86
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	9,45	1,87	15,08	1,11
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,79	1,76	18,99	1,31
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,33	0,93	17,21	1,22
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,72	2,13	13,91	0,71

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.1'e göre toplam renk değişimi değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları.

Faktör	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	4407,926	1	4407,926	294,808	0,000*
Medya Çeşidi (B)	19302,844	4	4825,711	322,750	0,000*
Uygulama yöntemi(C)	1242,263	1	1242,263	83,084	0,000*
Temizleme Parametreleri (D)	922,721	15	61,515	4,114	0,000*
Etkileşim (AB)	910,344	4	227,586	15,221	0,000*
Etkileşim (AC)	31,784	1	31,784	2,126	0,145
Etkileşim (AD)	434,454	15	28,964	1,937	0,016*
Etkileşim (BC)	4050,907	4	1012,727	67,733	0,000*
Etkileşim (BD)	6234,041	60	103,901	6,949	0,000*
Etkileşim (CD)	1950,332	15	130,022	8,696	0,000*
Etkileşim (ABC)	851,544	4	212,886	14,238	0,000*
Etkileşim (ABD)	1683,047	60	28,051	1,876	0,000*
Etkileşim (ACD)	427,944	15	28,530	1,908	0,019*
Etkileşim (BCD)	5081,723	60	84,695	5,665	0,000*
Etkileşim (ABCD)	1770,531	60	29,509	1,974	0,000*
Hata	33492,116	2240	14,952		
Toplam	573956,247	2560			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri üzerinde boya çeşidi - uygulama yöntemi etkileşimi anlamsız, diğer tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Boya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sentetik Boya	12,53	B
Su Bazlı Boya	15,22	**A***
LSD ± 0,438		
Medya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	18,04	**A***
Fındık Kabuğu Granülü	12,18	D
Mısır Koçanı Granülü	15,54	B
Ceviz Kabuğu Granülü	10,07	**E**
Kayısı Çekirdeği Granülü	13,42	C
LSD ± 0,631		
Uygulama Yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	13,15	B
Sulu	14,54	**A***
LSD ± 0,448		
Temizleme Parametreleri (Açı – Basınç – Uç açıklığı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	13,07	DE
45°-2 bar-Ø5-10 cm	13,60	B-E
45°-2 bar-Ø8-7 cm	14,48	AB
45°-2 bar-Ø8-10 cm	14,14	A-D
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,09	A-D
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	13,16	C-E
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,73	A-E
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,73	**E**
90°-2 bar-Ø5-7 cm	14,92	**A***
90°-2 bar-Ø5-10 cm	14,16	A-D
90°-2 bar-Ø8-7 cm	13,85	A-E
90°-2 bar-Ø8-10 cm	13,77	A-E
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,56	AB
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	13,00	DE
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,42	A-C
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,43	A-C
LSD ± 1,271		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.3'e göre boya çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (15,22), en düşük, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (12,53) belirlenmiştir.

Medya çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (18,04), en düşük ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (10,07), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (14,54), en düşük, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (13,15) çıkmıştır.

Temizleme parametreleri düzeyinde toplam renk değişimi en yüksek, 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (14,92), en düşük, 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (12,73) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**			
	Sentetik		**Su Bazlı**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	17,45	B	18,63	A*
Fındık Kabuğu Granülü	11,21	F	13,15	E
Mısır Koçanı Granülü	14,29	D	16,80	B
Ceviz Kabuğu Granülü	8,69	G	11,75	F
Kayısı Çekirdeği Granülü	11,05	F	15,80	C
LSD ± 0,856				

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.4'e göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (18,63), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (8,69) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	**Boya Çeşidi**			
	Sentetik		**Su Bazlı**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	11,95	D	14,47	B
Sulu	13,12	C	15,97	A*
LSD ± 0,616				

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.5'e göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (15,97), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (11,95) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Temizleme Parametreleri	**Boya Çeşidi**			
	Sentetik		**Su Bazlı**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	11,62	L	14,52	C-H
45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,41	J-L	14,78	A-F
45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,62	J-L	16,34	AB
45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,92	G-L	15,35	A-E
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,90	G-L	15,28	A-F
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,88	KL	14,45	D-I
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,18	KL	15,28	A-F
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,42	L	14,04	E-J
90°-2 bar-Ø5-7 cm	12,71	I-L	15,61	A-E
90°-2 bar-Ø5-10 cm	12,47	J-L	15,24	A-F
90°-2 bar-Ø8-7 cm	13,59	F-K	16,25	A-C
90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,72	I-L	14,82	A-F
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,64	B-G	14,48	D-H
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,31	L	14,68	B-F
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,87	H-L	15,97	A-D
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,37	J-L	16,49	A*
LSD ± 1,749				

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.6'ye göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (16,49), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (11,31), 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (11,62) ve 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (11,42) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	**Medya Çeşidi**	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	16,51	B
	Fındık Kabuğu	11,93	F
	Mısır Koçanı	16,64	B
	Ceviz Kabuğu	7,78	G
	Kayısı Çekirdeği	13,20	DE
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	19,57	A*
	Fındık Kabuğu	14,44	C
	Mısır Koçanı	12,65	EF
	Ceviz Kabuğu	13,64	CD
	Kayısı Çekirdeği	16,51	B
LSD ± 0,861			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.7'ye göre toplam renk değişimi en yüksek, sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (19,57), en düşük ise kuru uygulama yöntemi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (7,78) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.8'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	18,41	C-F
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	21,07	AB
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	18,77	B-E
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	18,46	C-F
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	16,51	E-K
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,40	D-H
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,49	E-K
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	16,30	F-K
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	18,44	C-F
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	16,74	E-J
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	17,47	D-H
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	18,66	B-F
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	20,07	BC
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,79	C-G
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,70	E-J
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	19,36	B-D
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	11,79	S-f
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	13,31	L-X
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	13,46	L-W
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,12	R-c
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,59	L-V
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,09	W-h
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,98	S-d
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,91	S-e
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,12	W-h
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	12,13	R-c
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	13,20	L-Z
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,28	Q-c
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,27	V-g
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,96	S-d
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,99	S-d
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,69	U-f
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	14,74	I-O
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,31	P-c
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	15,52	G-L
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	14,19	K-S
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,12	K-T
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,44	D-H
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,12	D-I
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,15	H-N
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	16,32	F-K
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	15,45	G-M
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	23,23	**A***
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	13,07	M-Z
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,61	J-Q
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	13,26	L-Y
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,70	C-G
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,49	J-R

Çizelge 5.8. (Devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8,85	hi
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,42	a-i
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,08	R-d
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	9,48	f-i
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,62	O-b
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,09	g-i
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,68	d-i
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,38	**i**
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,70	T-f
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	9,50	e-i
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	8,72	hi
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	10,06	c-i
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8,83	hi
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,26	b-i
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,02	X-h
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,78	N-a
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	11,57	U-f
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,88	Y-h
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,56	O-b
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	16,43	E-K
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,62	L-V
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,78	Z-i
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,37	L-X
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,91	S-e
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	13,21	L-Y
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	15,44	G-M
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	11,99	S-d
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,79	I-O
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	18,00	C-F
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,71	T-f
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,71	I-P
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,82	L-U
LSD ± 2,421			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.8'ye göre toplam renk değişimi en yüksek, 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (23,23), en düşük ise 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (8,38) elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	12,21	J-M
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	14,24	B-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	14,75	A-F
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,54	E-L
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,46	I-M
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,98	F-M
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,67	G-M
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,96	K-M
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	13,39	E-L
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	11,80	LM
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	16,17	**A***
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,50	H-M
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,60	E-K
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,25	**M**
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,42	A-G
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,48	E-L
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	13,94	C-J
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,95	G-M
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	14,20	B-I
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	14,74	A-F
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,72	AB
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	13,34	E-L
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,79	A-E
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,50	E-L
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	14,93	A-E
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	15,90	AB
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	13,67	D-K
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	15,04	A-E
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,51	A-C
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	14,74	A-F
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,43	A-G
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,38	A-D
LSD ± 1,772			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.9'a göre toplam renk değişim en yüksek, kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (16,17), en düşük ise kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (11,25) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Boya Çeşidi			
		Sentetik		Su Bazlı	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	15,69	DE	17,33	C
	Fındık Kabuğu	11,47	GH	12,40	G
	Mısır Koçanı	14,68	EF	18,61	B
	Ceviz Kabuğu	7,05	**J**	8,51	I
	Kayısı Çekirdeği	10,89	H	15,52	DE
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	19,22	AB	19,92	**A***
	Fındık Kabuğu	10,95	H	13,91	F
	Mısır Koçanı	13,91	F	14,98	DEF
	Ceviz Kabuğu	10,33	H	14,98	DEF
	Kayısı Çekirdeği	11,21	H	16,08	D
	LSD ± 1,157				

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.10'a göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (19,92), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (7,05) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
		Sentetik		Su Bazlı	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	17,71	F-R	19,12	C-J
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	20,90	A-F	21,24	A-D
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	16,76	G-X	20,78	A-F
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	18,69	D-L	18,24	D-N
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,86	K-f	17,16	G-S
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	16,98	G-U	17,82	F-P
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,53	G-Z	16,45	H-b
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,88	J-f	16,73	G-X
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	18,10	D-O	18,78	D-L
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	16,24	H-c	17,25	G-S
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	16,21	H-c	18,72	D-L
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	17,94	E-P	19,37	B-H
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	19,02	C-K	21,12	A-E
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,14	G-T	18,44	D-M
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,32	H-c	17,08	G-T
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	19,00	C-K	19,71	B-G
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	10,97	p-z&A-E	12,61	g-x
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,11	j-z	14,50	Q-n
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,50	m-z&A-C	15,42	M-i
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	11,11	o-z&A-E	13,13	c-v
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,79	P-l	12,40	i-y
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,16	t-z&A-H	12,01	k-z&AA
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,71	q-z&A-E	13,26	a-v
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,44	s-z&A-G	13,38	Y-t
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	10,48	s-z&A-G	11,75	l-z&AB
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	11,02	p-z&A-E	13,25	b-v
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	12,04	k-z&AA	14,36	S-n
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,84	k-z&AB	12,72	f-x
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,45	s-z&A-G	12,10	j-z&AA
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,84	p-z&A-E	13,08	c-v
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,83	p-z&A-E	13,16	c-v
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,04	v-z&A-H	13,34	Y-t
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	13,30	Z-u	16,18	H-c
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	10,94	p-z&A-E	13,68	V-s
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	14,02	S-p	17,02	G-U
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,49	h-y	15,89	J-f
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,89	d-w	15,34	M-j
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,92	J-f	18,97	C-K
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	15,80	K-g	18,45	D-M
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,26	S-o	16,04	I-d
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	14,47	R-n	18,16	D-N
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	14,35	S-n	16,55	G-Y
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	22,48	AB	23,99	**A***
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,90	d-w	13,25	b-v
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,24	b-v	15,98	I-e
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,74	l-z&AB	14,77	P-l
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,64	G-X	18,76	D-L
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,27	a-v	15,71	L-h

Çizelge 5.11. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
		Sentetik		Su Bazlı	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	7,25	&GH	10,44	s-z&A-G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,09	z-z&A-H	11,74	l-z&AB
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,62	r-z&A-F	13,55	X-s
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8,67	&B-H	10,29	t-z&A-H
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,21	t-z&A-H	15,03	N-k
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	7,89	&E-H	10,29	t-z&A-H
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8,06	&D-H	11,31	n-z&A-D
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	7,42	&F-H	9,34	y-z&A-H
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	10,23	t-z&A-H	13,17	c-v
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8,31	&C-H	10,69	q-z&A-E
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	7,16	**&H**	10,29	t-z&A-H
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	9,08	z-z&A-H	11,04	o-z&A-E
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8,30	&C-H	9,35	y-z&A-H
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8,42	&C-H	12,11	j-A
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,56	x-z&A-H	12,49	h-y
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,76	&B-H	16,80	G-W
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8,86	&-z&A-H	14,27	S-o
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,02	z-z&A-H	12,74	e-x
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,21	t-z&A-H	14,91	O-l
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,65	W-s	19,22	C-I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,75	q-z&A-E	16,50	G-a
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8,42	&C-H	13,15	c-v
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,82	w-z&A-H	16,92	G-V
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,11	z-z&A-H	14,71	P-m
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	10,25	t-z&A-H	16,18	H-c
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	12,42	i-y	18,46	D-M
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	10,09	u-z&A-H	13,89	T-q
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,85	k-z&AB	17,73	F-Q
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	22,17	A-C	13,83	U-r
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8,42	&C-H	15,00	N-k
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,03	o-z&A-E	18,38	D-M
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,76	q-z&A-E	16,87	G-W
LSD ± 3,246					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.11'e göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (23,99), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (7,16) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Boya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
		Sentetik		Su Bazlı	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	11,04	S-W	13,37	I-S
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	13,17	J-T	15,31	A-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,67	L-V	16,83	A-D
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	12,03	N-W	15,05	A-L
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,63	U-W	14,28	E-O
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,99	O-W	13,98	G-Q
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,25	R-W	14,09	F-Q
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,92	T-W	13,00	J-U
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	12,07	N-W	14,72	C-M
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	10,49	VW	13,12	J-T
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	14,99	A-M	17,36	**A***
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,32	R-W	13,69	H-R
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,08	A-L	12,12	N-W
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,73	**W**	12,77	K-V
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,81	K-V	16,03	A-H
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,07	S-W	15,88	A-H
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	12,19	N-V	15,68	A-I
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	11,66	Q-W	14,25	E-O
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,57	M-V	15,84	A-H
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,81	H-Q	15,66	A-I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,16	A-K	16,29	A-G
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,76	P-W	14,92	B-M
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,12	J-T	16,46	A-F
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,92	O-W	15,08	A-L
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	13,35	I-T	16,50	A-F
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	14,45	D-N	17,35	AB
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	12,20	N-V	15,14	A-K
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,12	F-P	15,96	A-H
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,19	E-P	16,83	A-D
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,89	J-V	16,59	A-E
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,94	J-U	15,91	A-H
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,66	H-R	17,09	A-C
LSD ± 2,435					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.12'ye göre toplam renk değişimi en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (17,36), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (9,73) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.13'te verilmiştir.

Çizelge 5.13. Medya çeşidi – uygulama yöntemi- temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	16,22	L-X	20,60	C-G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	20,15	C-H	22,00	B-D
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	19,96	D-I	17,58	F-R
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	14,98	N-j	21,95	B-D
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,60	V-t	19,41	D-K
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,51	G-R	17,30	H-S
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,96	N-j	18,02	E-N
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,89	O-l	17,72	E-Q
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	19,05	D-M	17,83	E-P
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	13,77	U-s	19,72	D-J
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	17,61	E-R	17,33	H-S
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	15,94	M-Z	21,37	B-D
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,67	N-c	24,47	B
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	15,57	N-c	20,01	D-I
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,27	L-X	17,13	H-S
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	18,00	E-O	20,72	C-E
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	11,73	m-z&AB	11,85	j-z&AB
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	15,36	N-f	11,25	q-z&A-C
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,53	o-z&A-C	15,39	N-e
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,07	Y-x	11,16	q-z&A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,65	n-z&AB	15,53	N-c
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,39	d-z	9,79	yz&A-G
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,73	m-z&AB	12,24	f-z&A
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,77	a-z	11,05	r-z&A-D
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8,89	&B-H	13,34	X-w
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	10,79	s-z&A-E	13,47	W-v
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	15,52	N-c	10,87	r-z&A-D
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,34	e-z	12,23	g-z&A
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	9,15	&&A-H	13,40	W-v
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,36	v-z&A-G	13,56	W-u
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,10	r-z&A-C	12,89	Z-y
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,58	c-z	10,80	s-z&A-E
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	14,53	R-p	14,94	N-k
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	14,82	P-m	9,80	yz&A-G
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	16,80	J-U	14,24	S-q
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	16,50	K-W	11,89	i-z&AB
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	15,66	N-c	12,57	c-z
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	19,09	D-L	15,80	N-b
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,99	E-O	16,26	L-X
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	16,30	K-X	14,00	T-r
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	15,68	N-c	16,95	I-T
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	13,38	W-v	17,52	F-R
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	29,28	**A***	17,18	H-S
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,18	g-z&A	13,97	T-r
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,73	U-s	15,49	N-d
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	14,64	Q-o	11,88	i-z&AB
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	20,65	C-F	14,75	P-n
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	15,09	N-h	13,89	T-s

Çizelge 5.13. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	7,23	&G-K	10,46	u-z&A-F
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,65	zz&A-G	11,19	q-z&A-C
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,13	g-z&A	12,03	h-z&A
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	7,94	&D-J	11,03	r-z&A-D
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,17	x-z&A-G	15,06	N-h
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	6,14	&H-K	12,04	h-z&A
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	5,76	&I-K	13,61	V-t
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	5,61	&JK	11,15	q-z&A-C
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8,50	&C-J	14,91	N-l
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	7,72	&E-J	11,28	q-z&A-C
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	6,09	&H-K	11,36	q-z&A-C
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	7,48	&F-K	12,64	c-z
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	6,17	&H-K	11,49	p-z&A-C
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	4,54	**&K**	15,98	L-Z
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,57	t-z&A-F	11,48	p-z&A-C
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,85	&B-I	16,71	J-V
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	11,32	q-z&A-C	11,82	k-z&AB
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	11,22	q-z&A-C	10,53	t-z&A-F
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	13,34	X-w	11,78	l-z&AB
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	15,20	N-g	17,66	E-R
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,21	q-z&A-C	16,04	L-Y
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,78	yz&A-G	11,78	l-z&AB
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,93	Y-x	13,81	U-s
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,25	w-z&A-G	13,58	W-u
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	14,84	P-m	11,59	o-z&A-C
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	13,37	W-w	17,51	G-R
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	12,38	d-z	11,60	o-z&A-C
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,59	Q-p	14,98	N-i
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	23,27	BC	12,72	b-z
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,16	q-z&A-C	12,26	e-z&A
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	13,52	W-u	15,89	N-a
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,86	Z-y	14,77	P-n
LSD ± 3,131					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.13'e göre toplam renk değişimi en yüksek, kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (29,28), en düşük ise kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (4,54) elde edilmiştir.

Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.14. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	15,28	V-z&A-U	17,16	L-y
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	20,18	E-P	20,11	E-P
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	16,04	Q-z&A-L	23,88	DE
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	15,03	X-z&A-X	14,93	Z-z&A-Z
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,70	&D-z&&A-D	14,51	d-z&A-e
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	17,26	K-x	17,76	I-n
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	15,14	X-z&A-W	14,79	b-z&A-b
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,24	f-z&A-h	15,54	S-z&A-R
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	18,62	G-c	19,47	G-S
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	13,15	yz&A-w	14,39	e-z&A-f
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	15,97	Q-z&A-L	19,25	G-V
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	15,02	X-z&A-X	16,85	M-z&AB
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,22	g-z&A-h	17,13	L-z
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	14,81	b-z&A-b	16,32	P-z&A-J
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	15,92	Q-z&A-M	16,63	N-z&A-F
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	17,45	K-u	18,55	G-d
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	12,80	&C-z&&AB	10,65	&c-z&&A-T
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	15,28	U-z&A-U	15,43	S-z&A-S
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,58	&e-z&&A-T	12,49	&G-z&&A-G
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	11,91	&M-z&&A-L	14,24	f-z&A-h
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,84	&a-z&&A-S	12,46	&H-z&&A-G
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,32	&J-z&&A-H	12,46	&H-z&&A-G
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,06	&X-z&&A-R	12,39	&I-z&&A-G
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,18	&L-z&&A-I	13,35	w-z&A-s
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	9,51	&p-z&&A-a	8,28	&&H-e
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	10,66	&c-z&&A-T	10,92	&Y-z&&A-S
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	14,79	b-z&A-b	16,25	P-z&A-K
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,60	&R-z&&A-N	13,07	&A-x
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8,99	&z&&A-c	9,30	&t-z&&A-b
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	10,08	&j-z&&A-W	10,63	&d-z&&A-T
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,09	&i-z&&A-W	12,10	&L-z&&A-J
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	10,80	&b-z&&A-T	14,35	e-z&A-f
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	12,75	&C-z&&A-C	16,32	P-z&A-J
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	12,49	&G-z&&A-G	17,15	L-y
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	14,62	c-z&A-e	18,97	G-Z
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	13,54	s-z&A-p	19,45	G-T
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	13,67	p-z&A-m	17,65	I-r
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	16,93	M-z&A	21,24	D-K
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	15,69	S-z&A-P	20,29	E-P
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	14,88	a-z&A-a	17,73	I-o
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	13,09	z&A-w	18,27	H-f
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	11,36	&U-z&&A-P	15,41	T-z&A-T
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,21	BC	30,36	AB
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,35	&U-z&&A-Q	13,00	&A-z
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,81	&P-z&&A-M	15,65	S-z&A-Q
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,28	&J-z&&A-H	17,00	M-z&A
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	18,93	G-a	22,38	D-G
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,22	x-z&A-v	16,96	M-z&A

Çizelge 5.14. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	5,67	&&a-e	8,79	&&B-c
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	8,69	&&D-d	10,62	&d-z&&A-T
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	11,22	&V-z&&A-Q	13,05	&A-y
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	7,80	&&M-e	8,07	&&J-e
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8,50	&&F-d	11,84	&O-z&&A-M
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	6,46	&&U-e	5,82	&&Z-e
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	5,93	&&Y-e	5,59	&&a-e
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	6,25	&&W-e	4,96	&&c-e
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	7,66	&&N-e	9,33	&s-z&&A-b
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	7,31	&&Q-e	8,13	&&I-e
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	5,41	&&b-e	6,77	&&T-e
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	7,00	&&S-e	7,96	&&L-e
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	6,30	&&V-e	6,03	&&X-e
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	4,09	&&e	5,00	&&c-e
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,86	&m-z&&A-Z	11,27	&U-z&&A-Q
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	4,68	**&&de**	13,02	&A-z
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8,72	&&C-d	13,91	l-z&A-l
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,19	&v-z&&A-b	13,26	x-z&A-u
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,89	&Z-z&&A-S	15,79	R-z&A-P
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	11,86	&N-z&&A-L	18,55	G-d
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	7,46	&&O-e	14,96	Y-z&A-Y
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	6,97	&&S-e	12,60	&F-z&&A-E
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8,46	&&G-d	17,41	K-v
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	7,08	&&R-e	13,41	u-z&A-r
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,46	&S-z&&A-O	18,22	H-g
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	9,96	&l-z&&A-Y	16,77	N-z&A-C
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	10,58	&e-z&&A-T	14,17	h-z&A-h
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,64	&Q-z&&A-N	17,54	J-s
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,08	**A***	12,47	&H-z&&A-G
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	7,39	&&P-e	14,93	Z-z&A-Z
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,27	&t-z&&A-b	17,78	I-n
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,19	&v-z&&A-b	16,53	O-z&A-G

Çizelge 5.14. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	20,13	E-P	21,07	E-L
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	21,63	D-I	22,38	D-G
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	17,48	K-t	17,68	I-q
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	22,35	D-G	21,54	D-J
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	19,01	G-X	19,81	F-R
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	16,71	N-z&A-E	17,89	H-m
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	17,93	H-l	18,11	H-i
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	17,52	J-t	17,92	H-l
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	17,58	J-s	18,09	H-j
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	19,33	G-U	20,11	E-P
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	16,46	P-z&A-H	18,20	H-h
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	20,86	E-M	21,89	D-H
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	23,82	D-F	25,12	CD
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	19,46	G-S	20,56	E-O
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	16,73	N-z&A-D	17,52	J-t
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	20,56	E-O	20,88	E-M
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	9,14	&w-z&&A-b	14,56	d-z&A-e
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	8,95	&&A-c	13,56	s-z&A-o
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	12,43	&H-z&&A-G	18,36	G-e
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	10,30	&g-z&&A-V	12,02	&L-z&&A-K
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	18,74	G-b	12,33	&J-z&&A-G
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8,01	&&K-e	11,56	&R-z&&A-N
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,36	&f-z&&A-U	14,12	i-z&A-j
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,70	&&C-d	13,40	v-z&A-r
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	11,46	&S-z&&A-O	15,23	V-z&A-V
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	11,37	&T-z&&A-P	15,58	S-z&A-R
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	9,28	&t-z&&A-b	12,47	&H-z&&A-G
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,09	&L-z&&A-J	12,37	&J-z&&A-G
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,91	&M-z&&A-L	14,89	a-z&A-Z
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,59	&R-z&&A-N	15,53	S-z&A-R
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,56	&R-z&&A-N	14,21	g-z&A-h
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	9,28	&t-z&&A-b	12,33	&J-z&&A-G
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	13,86	m-z&A-m	16,03	Q-z&A-L
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,38	&r-z&&A-b	10,22	&h-z&&A-W
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	13,42	u-z&A-r	15,06	X-z&A-X
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	11,43	&S-z&&A-P	12,34	&J-z&&A-G
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	12,12	&L-z&&A-J	13,03	&A-z
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	14,90	a-z&A-Z	16,69	N-z&A-E
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	15,91	Q-z&A-N	16,61	N-z&A-F
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,65	q-z&A-m	14,34	e-z&A-g
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	15,86	Q-z&A-O	18,05	H-k
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	17,35	K-w	17,70	I-p
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	16,75	N-z&A-D	17,62	I-r
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	14,45	e-z&A-e	13,49	t-z&A-q
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,68	c-z&A-c	16,31	P-z&A-J
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	11,20	&V-z&&A-Q	12,55	&G-z&&A-E
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	14,35	e-z&A-f	15,14	X-z&A-W
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	13,31	w-z&A-t	14,46	e-z&A-e

Çizelge 5.14. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi			
			Sentetik		Su Bazlı	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8,84	&&A-c	12,09	&L-z&&A-J
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	9,50	&p-z&&A-a	12,87	&B-z&&AA
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	10,01	&k-z&&A-X	14,06	j-z&A-j
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	9,55	&o-z&&A-a	12,51	&G-z&&A-F
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	11,91	&M-z&&A-L	18,22	H-h
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,32	&s-z&&A-b	14,76	b-z&A-b
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	10,20	&h-z&&A-W	17,03	L-z&A
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8,59	&&E-d	13,71	o-z&A-m
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	12,80	&C-z&&AB	17,01	M-z&A
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	9,31	&s-z&&A-b	13,25	x-z&A-u
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	8,92	&&A-c	13,80	n-z&A-m
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	11,16	&W-z&&A-Q	14,12	i-z&A-j
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,30	&g-z&&A-V	12,68	&E-z&&A-D
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	12,75	&C-z&&A-C	19,22	G-W
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	9,26	&u-z&&A-b	13,70	o-z&A-m
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,83	&B-z&&AB	20,59	E-N
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	9,01	&yz&&A-c	14,63	c-z&A-d
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	8,85	&&A-c	12,21	&K-z&&A-H
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	9,53	&o-z&&A-a	14,03	k-z&A-k
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	15,43	S-z&A-S	19,89	E-Q
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	14,03	k-z&A-k	18,05	H-k
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,88	&l-z&&A-Y	13,69	o-z&A-m
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	11,19	&V-z&&A-Q	16,42	P-z&A-I
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	11,14	&W-z&&A-Q	16,01	Q-z&A-L
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	9,04	&x-z&&A-b	14,14	i-z&A-i
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	14,88	b-z&A-a	20,15	E-P
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	9,59	&n-z&&A-a	13,61	r-z&A-n
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	12,06	&L-z&&A-K	17,91	H-l
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	10,26	&h-z&&A-W	15,18	W-z&A-W
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	9,45	&q-z&&A-b	15,08	X-z&A-X
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	12,79	&C-z&&AB	18,99	G-Y
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	12,33	&J-z&&A-G	17,21	K-x
	LSD ± 4,047					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.14'e göre toplam renk değişimi en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (34,08), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (4,68) elde edilmiştir.

5.2. PARLAKLIK

Boya temizleme işleminin örneklerin parlaklık değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalamalar Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.15. Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,66	0,21	1,83	0,13	4,63	1,09
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,93	0,33	1,81	0,12		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,86	0,28	1,98	0,18		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,86	0,27	1,98	0,20		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,74	0,29	1,78	0,19		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,81	0,26	1,83	0,38		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,79	0,21	1,64	0,20		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,86	0,21	1,96	0,21		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,71	0,30	1,63	0,34		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,68	0,27	1,74	0,23		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,68	0,39	1,81	0,26		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,63	0,25	1,79	0,21		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,51	0,39	1,61	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,66	0,30	1,79	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,73	0,35	1,64	0,21		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,70	0,30	1,79	0,27		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,54	0,59	2,75	0,35		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	0,79	2,63	0,35		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	4,81	0,52	3,10	1,19		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,54	0,38	3,31	0,69		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,35	0,19	2,88	0,40		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,21	0,18	2,80	0,36		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,51	0,19	2,68	0,45		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,55	0,62	2,80	0,18		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,14	0,25	2,89	0,40		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,10	1,98	2,46	0,21		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,44	0,24	2,64	0,44		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,43	0,41	2,28	0,48		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,39	0,19	2,69	0,37		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,30	0,13	2,71	0,41		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,12	0,24	2,33	0,55		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,26	0,17	2,28	0,65		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.15. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,91	0,33	1,31	0,19	4,63	1,09
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,90	0,34	1,31	0,26		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,01	0,26	1,28	0,19		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,10	0,26	1,68	0,90		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,99	0,25	1,64	0,59		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,91	0,29	1,55	0,57		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,39	0,48	1,68	0,73		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,95	0,23	2,53	1,73		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,99	0,32	1,39	0,20		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,76	0,33	1,64	0,64		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,53	1,00	1,50	0,26		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,20	0,19	1,40	0,19		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,68	0,72	1,45	0,27		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,79	0,38	1,38	0,18		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,04	0,18	1,51	0,40		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	2,03	0,32	1,46	0,27		
	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,45	0,11	2,55	0,39		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,41	0,11	3,39	0,53		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,45	0,15	2,38	0,35		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,04	1,19	2,98	0,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,45	0,13	2,23	0,74		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,45	0,14	2,48	0,72		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,55	0,15	2,53	0,62		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,61	0,19	2,75	0,60		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,59	0,26	1,99	0,88		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,38	0,13	2,15	1,03		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,50	0,13	2,11	0,59		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,65	0,16	2,24	0,78		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,35	0,25	2,11	0,76		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,33	0,21	2,13	0,90		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,29	0,30	2,26	0,95		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,51	0,16	2,31	0,82		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,70	0,18	1,96	0,28		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	0,12	1,89	0,39		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,01	0,33	1,71	0,21		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,86	0,14	2,99	1,60		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,40	0,38	1,69	0,52		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,60	0,33	1,60	0,45		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,63	0,38	1,95	0,30		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,58	0,40	1,78	0,18		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,61	0,35	1,81	0,19		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	0,29	1,81	0,12		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,93	0,24	1,93	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,26	0,72	2,01	0,36		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,61	0,30	1,68	0,43		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,64	0,36	1,61	0,22		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,66	0,33	2,04	0,35		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,86	0,26	2,06	0,51		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.15. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	2,09	0,22	2,20	0,11	4,63	1,09
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,23	0,13	2,29	0,19		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,14	0,09	2,48	0,58		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,01	0,11	2,34	0,36		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,04	0,15	2,20	0,08		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	2,25	0,14	2,39	0,46		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,06	0,12	2,30	0,21		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,84	0,13	2,29	0,19		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,75	0,22	2,10	0,21		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,93	0,18	2,13	0,23		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,80	0,15	2,18	0,07		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	0,14	2,14	0,09		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,95	0,14	2,19	0,11		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,88	0,20	2,19	0,08		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,14	0,12	2,21	0,20		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,88	0,07	2,14	0,15		
	Fındık kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,39	0,18	1,78	0,24		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,55	0,56	1,71	0,34		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,31	0,19	1,88	0,69		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	1,04	1,53	0,35		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,30	0,21	1,81	0,25		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	1,34	0,24	1,54	0,49		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,48	0,20	2,13	0,66		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	1,40	0,17	1,66	0,45		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,31	0,15	1,56	0,38		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,45	0,15	1,64	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,46	0,23	1,60	0,41		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,00	1,05	1,95	0,55		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,39	0,10	1,49	0,33		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	1,30	0,22	1,36	0,33		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,39	0,22	1,54	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	1,45	0,23	1,74	0,32		
	Mısır koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	2,85	0,56	2,74	0,40		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	3,29	0,35	2,65	0,32		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	3,04	0,65	2,49	0,27		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	3,29	0,35	2,74	0,36		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,85	0,69	2,83	0,43		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	2,84	0,66	2,84	0,41		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,66	0,47	2,68	0,43		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	3,13	0,79	2,75	0,47		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,64	0,75	2,34	0,21		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	3,19	0,45	2,53	0,41		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	4,73	2,60	2,61	0,25		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	4,80	2,62	2,66	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,48	0,67	2,63	0,41		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	2,55	0,79	2,81	0,32		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,35	0,61	2,66	0,42		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	2,58	0,63	2,66	0,42		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.15. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,75	0,39	1,56	0,44	4,63	1,09
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,98	0,42	2,21	0,57		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,51	1,18	2,24	0,80		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	3,11	1,79	2,01	0,78		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,31	0,33	2,15	0,63		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,06	0,43	1,61	0,39		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,69	1,19	2,41	0,62		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,69	0,86	1,96	0,64		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,03	0,31	1,68	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,18	0,34	1,76	0,43		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,06	0,32	1,89	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	3,14	1,60	2,00	0,47		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,41	0,45	1,88	0,35		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,76	0,39	2,13	0,43		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,14	0,67	1,73	0,38		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,89	0,39	1,71	0,48		
	Kayısı çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,60	0,26	1,71	0,16		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,59	0,16	1,91	0,17		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,50	0,11	1,76	0,16		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,50	0,16	1,83	0,13		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,75	0,36	1,81	0,16		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,63	0,13	1,78	0,14		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,59	0,14	1,71	0,20		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,55	0,11	1,69	0,08		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,55	0,19	1,74	0,21		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,60	0,23	1,78	0,20		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,69	0,20	1,85	0,20		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,74	0,22	1,81	0,12		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,60	0,13	1,79	0,14		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,50	0,21	1,86	0,19		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,46	0,18	1,79	0,19		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,49	0,20	1,66	0,18		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.15'e göre parlaklık değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Parlaklık değeri varyans analizi sonuçları

Faktör	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	17,707	1	17,707	29,729	0,000*
Medya Çeşidi (B)	95,059	4	23,765	39,900	0,000*
Uygulama yöntemi (C)	17,914	1	17,914	30,077	0,000*
Temizleme Parametreleri (D)	44,980	15	2,999	5,035	0,000*
Etkileşim (AB)	77,922	4	19,480	32,706	0,000*
Etkileşim (AC)	20,404	1	20,404	34,258	0,000*
Etkileşim (AD)	17,727	15	1,182	1,984	0,013*
Etkileşim (BC)	201,389	4	50,347	84,530	0,000*
Etkileşim (BD)	53,235	60	0,887	1,490	0,009*
Etkileşim (CD)	12,397	15	0,826	1,388	0,144
Etkileşim (ABC)	50,116	4	12,529	21,036	0,000*
Etkileşim (ABD)	41,929	60	0,699	1,173	0,171
Etkileşim (ACD)	14,483	15	0,966	1,621	0,061
Etkileşim (BCD)	51,623	60	0,860	1,445	0,015*
Etkileşim (ABCD)	36,876	60	0,615	1,032	0,409
Hata	2095,964	3519	0,596		
Toplam	40353,812	3840			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre parlaklık değerleri üzerinde uygulama yöntemi - temizleme parametreleri, boya çeşidi - medya çeşidi - temizleme parametreleri, boya çeşidi-uygulama yöntemi - temizleme parametreleri ve boya çeşidi - medya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimleri anlamsız, diğer tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.17'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine ilişkin parlaklık değerlerinin Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Boya çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Kontrol	4,63	**A***
Sentetik Boya	1,89	**C**
Su Bazlı Boya	2,06	B
LSD ± 0,066		
Medya çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	1,94	BC
Fındık Kabuğu Granülü	1,87	C
Mısır Koçanı Granülü	2,32	**A***
Ceviz Kabuğu Granülü	2,02	B
Kayısı Çekirdeği Granülü	1,75	**D**
LSD ± 0,085		
Uygulama yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	1,90	B
Sulu	2,06	**A***
LSD ± 0,055		
Temizleme parametreleri (Açı – Basınç – Uç Açıklığı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,92	C-E
45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,05	BC
45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,20	AB
45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,23	**A***
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,96	CD
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,93	C-E
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,05	BC
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,07	BC
90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,82	DE
90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,05	BC
90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,93	C-E
90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,15	AB
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,79	**E**
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,83	DE
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,85	DE
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,87	DE
LSD ± 0,156		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.17'ye göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (2,06) tespit edilmiştir.

Medya çeşidi düzeyinde en yüksek parlaklık değeri, mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (2,32), en düşük, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,75), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (2,06), en düşük, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (1,90) çıkmıştır.

Temizleme parametreleri düzeyinde en yüksek parlaklık değeri 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (2,23), en düşük, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (1,79) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	1,87	EF	2,01	DE	4,63	**A***
Fındık Kabuğu Granülü	1,56	**G**	2,19	C		
Mısır Koçanı Granülü	2,54	B	2,10	CD		
Ceviz Kabuğu Granülü	1,87	EF	2,17	C		
Kayısı Çekirdeği Granülü	1,66	G	1,84	F		
LSD ± 0,144						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.18'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (2,54), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,56) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.19'da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	1,72	**C**	2,07	B	4,63	**A***
Sulu	2,07	B	2,06	B		
LSD ± 0,093						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.19'a göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi temizlenmiş örneklerde ve su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (2,07), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (1,72) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.20'de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
	Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
	x̄	HG	x̄	HG	x̄	HG
45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,79	J-N	2,04	C-J	4,63	**A***
45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,92	F-M	2,18	B-F		
45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,27	B-D	2,13	B-H		
45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,13	B-H	2,34	B		
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,82	I-N	2,1	B-H		
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,81	J-N	2,04	C-J		
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,93	F-M	2,17	B-G		
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,92	G-M	2,22	B-E		
90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,73	L-N	1,91	G-M		
90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,89	H-N	1,96	E-L		
90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,08	B-I	2,01	D-K		
90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,28	BC	2,03	C-K		
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,64	**N**	1,95	F-L		
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,67	MN	2	E-K		
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,73	L-N	1,97	E-L		
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,76	K-N	1,98	E-L		
LSD ± 0,264						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.20'ye göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (2,34), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (1,64) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.21'de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	1,76	DE
	Fındık Kabuğu	2,17	B
	Mısır Koçanı	1,78	DE
	Ceviz kabuğu	1,96	C
	Kayısı Çekirdeği	1,82	D
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	2,11	B
	Fındık Kabuğu	1,57	**F**
	Mısır Koçanı	2,87	**A***
	Ceviz kabuğu	2,08	B
	Kayısı Çekirdeği	1,68	EF
LSD ± 0,109			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.21'e göre, en yüksek parlaklık değeri, sulu uygulama yöntemi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (2,87), en düşük ise sulu uygulama yöntemi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,57) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.22'de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,94	J-V
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,06	F-Q
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,11	F-N
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,05	F-S
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,94	J-V
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,07	F-Q
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,95	I-V
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,99	G-U
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,8	N-W
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,87	L-W
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,87	L-W
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,87	K-W
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,82	M-W
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,88	K-W
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,93	J-V
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,88	K-W
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,86	L-W
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,88	K-W
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,78	AB
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,08	F-P
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,83	M-W
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,72	S-W
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,95	I-V
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,85	L-W
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,72	R-W
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,91	K-W
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,78	N-W
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,91	K-W
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,74	Q-W
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,67	U-W
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,59	**W**
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,68	U-W
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	2,2	D-K
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,29	C-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,2	D-K
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,45	B-E
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,33	C-F
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,28	C-H
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,35	C-F
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,59	A-C
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,09	F-O
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,28	C-I
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,84	**A***
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,77	AB
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,06	F-R
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,13	E-M
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,14	E-M
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,18	E-L

Çizelge 5.22. (Devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,83	M-W
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,25	D-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,14	E-M
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,53	A-D
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,03	F-T
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,9	K-W
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,29	C-G
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,25	D-J
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,82	M-W
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,87	L-W
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,89	K-W
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,26	C-J
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,69	U-W
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,83	M-W
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,85	L-W
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,86	L-W
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,74	Q-W
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,76	O-W
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,75	P-W
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,04	F-S
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,66	U-W
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,65	VW
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,72	S-W
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,65	VW
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,68	U-W
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,71	T-W
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,85	M-W
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,96	H-V
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,67	U-W
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,65	VW
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,74	Q-W
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,77	O-W
LSD ± 0,333			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.22'ye göre, en yüksek parlaklık değeri, 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granüllü ile temizlenmiş örneklerde (2,84), en düşük ise 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,59) elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.23'te verilmiştir.

Çizelge 5.23. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,87	I-M
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,96	D-K
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,26	AB
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,23	A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,81	J-M
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,82	I-M
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,93	E-L
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,04	C-I
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,77	K-M
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,84	I-M
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,91	G-M
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,89	G-M
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,71	**M**
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,73	LM
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,76	K-M
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,83	I-M
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,97	D-K
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,14	B-E
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,13	B-F
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,23	A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,11	B-G
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,03	C-J
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,17	B-D
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,1	B-H
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,87	I-M
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,02	C-J
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,19	BC
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,42	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,88	H-M
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,93	E-L
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,94	E-L
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,92	F-M
LSD ± 0,219			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.23'3 göre, en yüksek parlaklık değeri, sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (2,42), en düşük ise kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (1,71) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.24'te verilmiştir.

Çizelge 5.24. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	1,74	G-I	1,79	F-H	4,63	A*
	Fındık Kabuğu	1,65	H-L	2,7	C		
	Mısır Koçanı	2,01	E	1,54	J-L		
	Ceviz Kabuğu	1,5	KL	2,41	D		
	Kayısı Çekirdeği	1,73	G-J	1,91	E-G		
Sulu	Sodyum Bikarbonat	1,99	E	2,23	D		
	Fındık Kabuğu	1,47	L	1,68	H-K		
	Mısır Koçanı	3,08	B	2,66	C		
	Ceviz Kabuğu	2,23	D	1,93	EF		
	Kayısı Çekirdeği	1,58	I-L	1,78	F-H		
	LSD ± 0,193						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.24'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (3,08), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,47) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.25'te verilmiştir.

Çizelge 5.25. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,88	N-n	2,01	H-j		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,08	F-f	2,05	G-g		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2	I-j	2,23	E-X		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	K-l	2,16	E-c		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,89	N-n	1,99	I-j		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,03	G-i	2,11	F-f		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,93	K-m	1,97	I-j		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,85	N-o	2,13	E-e		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,73	V-r	1,86	N-o		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,8	R-q	1,93	K-l		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,74	U-r	1,99	I-j		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,78	S-r	1,96	J-j		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,73	V-r	1,9	M-m		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,77	T-r	1,99	I-j		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,93	K-l	1,93	K-m		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,79	R-r	1,96	J-j		
Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,46	i-r	2,26	D-W		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,6	c-r	2,17	E-c		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	3,06	BC	2,49	D-K		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,74	U-r	2,42	D-N		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,33	n-r	2,34	D-S		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,28	p-r	2,17	E-c		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,49	g-r	2,4	D-P		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,48	h-r	2,23	D-X		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,22	**r**	2,23	E-X	4,63	**A***
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,78	S-r	2,05	G-g		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,45	j-r	2,12	F-e		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,71	W-r	2,11	F-f		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,39	k-r	2,09	F-f		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,3	o-r	2,04	G-h		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,26	qr	1,93	K-l		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,36	m-r	2,01	H-j		
Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	2,38	D-P	2,03	G-i		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,59	C-G	1,98	I-j		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,53	C-J	1,88	N-n		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,69	C-E	2,21	E-Y		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,42	D-N	2,23	D-X		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,38	D-Q	2,19	E-Z		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,53	C-J	2,18	E-b		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,54	C-I	2,64	C-F		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,31	D-T	1,86	N-o		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,48	D-L	2,08	F-f		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	3,63	B	2,06	G-g		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	3,5	B	2,03	G-i		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,08	F-f	2,04	G-h		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,17	E-c	2,09	F-f		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,19	E-Z	2,09	F-f		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,3	D-V	2,06	G-g		

Çizelge 5.25. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	x̄	HG
Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,6	c-r	2,06	G-g	4,63	A*
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,69	W-r	2,8	CD		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,98	I-j	2,31	D-U		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,58	C-H	2,49	C-K		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,88	N-n	2,19	E-a		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,76	T-r	2,04	G-h		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,12	F-e	2,47	D-M		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,15	E-d	2,36	D-R		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,81	Q-q	1,83	P-p		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,78	S-r	1,96	J-k		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,78	S-r	2	I-j		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,39	D-P	2,12	F-e		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,38	l-r	1,99	I-j		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,54	f-r	2,13	E-e		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,71	W-r	1,99	I-j		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,7	W-r	2,01	H-j		
Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,65	Y-r	1,84	O-p		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,62	a-r	1,9	M-m		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,76	T-r	1,74	U-r		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,68	X-r	2,41	D-O		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,58	e-r	1,75	T-r		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,61	b-r	1,69	X-r		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,61	b-r	1,83	P-p		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,56	e-r	1,73	V-r		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,58	d-r	1,78	S-r		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,63	Z-r	1,79	R-r		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,81	Q-q	1,89	N-n		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2	I-j	1,91	L-m		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,61	b-r	1,73	V-r		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,57	e-r	1,74	U-r		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,56	e-r	1,91	L-m		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,68	X-r	1,86	N-o		
LSD ± 0,571							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.25'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (3,63), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,22) elde edilmiştir. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.26'da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Boya çeşidi – uygulama yöntemi- temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,65	O-T	2,08	D-L	4,63	A*
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,71	M-T	2,21	D-I		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,43	B-D	2,09	D-K		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,88	H-S	2,59	BC		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,59	Q-T	2,04	E-N		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,6	P-T	2,05	E-M		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,77	K-T	2,09	D-K		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,71	L-T	2,36	B-F		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,61	P-T	1,94	H-Q		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,71	L-T	1,96	H-P		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,81	J-T	2	F-O		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,83	J-T	1,94	H-Q		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,51	**TT**	1,91	H-S		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,54	ST	1,92	H-R		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,57	R-T	1,96	H-Q		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,67	N-T	1,98	G-O		
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,94	H-R	2	F-O		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,13	D-K	2,16	D-J		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,1	D-K	2,17	D-J		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,37	B-E	2,09	D-K		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,05	E-M	2,16	D-J		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,02	E-O	2,03	E-N		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,1	D-K	2,25	C-H		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,12	D-K	2,07	D-M		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,86	I-T	1,88	H-S		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,07	D-M	1,97	H-P		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,35	C-G	2,03	E-N		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,72	B	2,11	D-K		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,77	K-T	1,99	F-O		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,8	J-T	2,07	D-M		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,9	H-S	1,99	G-O		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,86	I-T	1,98	G-O		
LSD ± 0,371							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.26'ya göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (2,72), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (1,51) elde edilmiştir. Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.27'de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Medya çeşidi – uygulama yöntemi- temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,74	Y-q	2,14	M-Y
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,87	S-o	2,26	J-T
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,92	R-n	2,31	I-R
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,92	R-n	2,18	L-X
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,76	Y-p	2,12	N-a
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,82	V-p	2,32	I-R
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,71	a-q	2,18	L-W
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,91	R-n	2,06	O-e
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,67	d-q	1,93	R-n
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,71	a-q	2,03	O-h
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,74	Y-q	1,99	P-k
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,71	a-q	2,04	O-f
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,56	l-q	2,07	O-d
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,73	Z-q	2,03	O-g
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,68	c-q	2,18	L-X
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,74	Y-q	2,01	P-j
Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	2,14	M-Y	1,58	k-q
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,14	M-Z	1,63	f-q
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	3,96	**A***	1,59	j-q
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,43	F-O	1,73	Y-q
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,11	N-b	1,56	m-q
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,01	P-j	1,44	pq
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,09	N-c	1,8	W-p
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,18	L-X	1,53	n-q
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,01	O-i	1,44	pq
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,28	I-S	1,54	n-q
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,04	O-f	1,53	n-q
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,85	T-p	1,98	Q-l
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,04	O-f	1,44	pq
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,01	P-j	1,33	**q**
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,72	Z-q	1,46	o-q
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,77	W-p	1,59	j-q
Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	1,61	h-q	2,79	B-G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,61	i-q	2,97	BC
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,64	f-q	2,76	B-H
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,89	S-n	3,01	B
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,81	W-p	2,84	B-F
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,73	Y-q	2,84	B-F
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,03	O-g	2,67	B-J
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,24	K-U	2,94	B-D
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,69	c-q	2,49	E-N
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,7	b-q	2,86	B-E
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,01	O-i	3,67	A
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,8	W-p	3,73	A
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,56	l-q	2,55	D-M
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,58	k-q	2,68	B-I
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,78	W-p	2,51	E-N
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,74	Y-q	2,62	B-K

Çizelge 5.27. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	2	P-j	1,66	d-q
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,4	G-P	2,09	N-c
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,91	R-n	2,38	H-Q
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,51	E-N	2,56	C-L
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,84	U-p	2,23	K-V
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,96	Q-m	1,84	U-p
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,04	O-f	2,55	D-M
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,18	L-W	2,33	I-R
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,79	W-p	1,85	T-p
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,76	X-p	1,97	Q-m
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,81	W-p	1,98	Q-l
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	R-n	2,57	C-L
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,73	Y-q	1,64	f-q
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,73	Z-q	1,94	R-n
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,78	W-p	1,93	R-n
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,91	R-n	1,8	W-p
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,83	U-p	1,66	d-q
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,77	W-p	1,75	Y-p
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,86	T-o	1,63	f-q
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,43	F-O	1,66	d-q
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,54	n-q	1,78	W-p
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,6	i-q	1,7	b-q
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,79	W-p	1,65	e-q
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,68	d-q	1,62	g-q
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,71	a-q	1,64	f-q
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,73	Y-q	1,69	c-q
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,93	R-n	1,77	W-p
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,14	M-Z	1,78	W-p
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,64	f-q	1,69	c-q
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,63	f-q	1,68	c-q
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,85	T-p	1,63	f-q
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,96	Q-m	1,58	k-q
LSD ± 0,415					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.27'ye göre, en yüksek parlaklık değeri, kuru uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 7 cm temizleme mesafesinde fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (3,96), en düşük ise sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,33) elde edilmiştir.

Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.28'de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,66	h-z&A-L	1,83	a-z&A-L	4,63	A*
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,93	U-z&A-J	1,81	b-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,86	Z-z&A-L	1,98	S-z&A-I		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,86	Z-z&A-L	1,98	S-z&A-I		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,74	e-z&A-L	1,78	c-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,81	b-z&A-L	1,83	a-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,79	c-z&A-L	1,64	i-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,86	Z-z&A-L	1,96	S-z&A-J		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,71	g-z&A-L	1,63	j-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,68	h-z&A-L	1,74	e-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,68	h-z&A-L	1,81	b-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,63	j-z&A-L	1,79	c-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,51	r-z&A-L	1,61	k-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,66	h-z&A-L	1,79	c-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,73	f-z&A-L	1,64	i-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,7	h-z&A-L	1,79	c-z&A-L		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,54	p-z&A-L	2,75	B-Q		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	i-z&A-L	2,63	C-Y		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	4,81	**A***	3,1	B-H		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,54	p-z&A-L	3,31	BC		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,35	&D-L	2,88	B-M		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,21	&J-L	2,8	B-P		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,51	r-z&A-L	2,68	B-U		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,55	o-z&A-L	2,8	B-P		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,14	&KL	2,89	B-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,1	N-z&A-D	2,46	E-g		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,44	x-z&A-L	2,64	B-X		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,43	yz&A-L	2,28	J-q		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,39	&A-L	2,69	B-T		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,3	&G-L	2,71	B-S		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,12	**&L**	2,33	I-m		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,26	&I-L	2,28	J-q		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,91	V-z&A-J	1,31	&F-L		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,9	W-z&A-J	1,31	&F-L		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,01	Q-z&A-I	1,28	&H-L		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,1	N-z&A-D	1,68	h-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,99	R-z&A-I	1,64	i-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,91	V-z&A-J	1,55	o-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,39	F-i	1,68	h-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,95	T-z&A-J	2,53	E-c		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,99	R-z&A-I	1,39	&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,76	d-z&A-L	1,64	i-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,53	E-c	1,5	s-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,2	L-w	1,4	z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,68	h-z&A-L	1,45	w-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,79	c-z&A-L	1,38	&B-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,04	Q-z&A-G	1,51	r-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,03	Q-z&A-H	1,46	v-z&A-L		

Çizelge 5.28. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,45	w-z&A-L	2,55	D-b	4,63	A*
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,41	z&A-L	3,39	B		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,45	w-z&A-L	2,38	G-j		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,04	Q-z&A-G	2,98	B-K		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,45	w-z&A-L	2,23	K-u		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,45	w-z&A-L	2,48	E-f		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,55	o-z&A-L	2,53	E-c		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,61	k-z&A-L	2,75	B-Q		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,59	l-z&A-L	1,99	R-z&A-I		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,38	&B-L	2,15	L-z		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,5	s-z&A-L	2,11	N-z&A-C		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,65	i-z&A-L	2,24	J-t		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,35	&D-L	2,11	N-z&A-C		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,33	&F-L	2,13	M-z&AB		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,29	&G-L	2,26	J-r		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,51	r-z&A-L	2,31	I-n		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,7	h-z&A-L	1,96	S-z&A-J		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	i-z&A-L	1,89	X-z&A-K		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,01	Q-z&A-I	1,71	g-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,86	Z-z&A-L	2,99	B-J		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,4	z&A-L	1,69	h-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,6	k-z&A-L	1,6	k-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,63	j-z&A-L	1,95	T-z&A-J		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,58	m-z&A-L	1,78	c-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,61	k-z&A-L	1,81	b-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,65	i-z&A-L	1,81	b-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,93	U-z&A-J	1,93	U-z&A-J		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2,26	J-r	2,01	Q-z&A-I		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,61	k-z&A-L	1,68	h-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,64	i-z&A-L	1,61	k-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,66	h-z&A-L	2,04	Q-z&A-G		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,86	Z-z&A-L	2,06	P-z&A-F		

Çizelge 5.28. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	2,09	O-z&A-E	2,2	L-w	4,63	A*
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	2,23	K-u	2,29	I-p		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,14	L-z&A	2,48	E-f		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	2,01	Q-z&A-I	2,34	I-l		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,04	Q-z&A-G	2,2	L-w		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,25	J-s	2,39	F-i		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,06	P-z&A-F	2,3	I-o		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,84	a-z&A-L	2,29	I-p		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,75	e-z&A-L	2,1	N-z&A-D		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,93	U-z&A-J	2,13	M-z&AB		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,8	b-z&A-L	2,18	L-y		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	T-z&A-J	2,14	L-z&A		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,95	T-z&A-J	2,19	L-x		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,88	Y-z&A-L	2,19	L-x		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,14	L-z&A	2,21	L-v		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,88	Y-z&A-L	2,14	L-z&A		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,39	&A-L	1,78	c-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,55	o-z&A-L	1,71	g-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,31	&F-L	1,88	Y-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,94	T-z&A-J	1,53	q-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,3	&G-L	1,81	b-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,34	&E-L	1,54	p-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,48	u-z&A-L	2,13	M-z&AB		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,4	z&A-L	1,66	h-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,31	&F-L	1,56	n-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,45	w-z&A-L	1,64	i-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,46	v-z&A-L	1,6	k-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	2	Q-z&A-I	1,95	T-z&A-J		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,39	&A-L	1,49	t-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,3	&G-L	1,36	&C-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,39	&A-L	1,54	p-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,45	w-z&A-L	1,74	e-z&A-L		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	2,85	B-N	2,74	B-R		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	3,29	B-D	2,65	B-W		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	3,04	B-I	2,49	E-e		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	3,29	B-D	2,74	B-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,85	B-N	2,83	B-O		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,84	B-O	2,84	B-O		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,66	B-V	2,68	B-U		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	3,13	B-G	2,75	B-Q		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,64	B-X	2,34	I-l		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	3,19	B-E	2,53	E-c		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	4,73	A	2,61	C-Z		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	4,8	A	2,66	B-V		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,48	E-f	2,63	C-Y		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,55	D-b	2,81	B-P		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,35	H-k	2,66	B-V		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,58	C-a	2,66	B-V		

Çizelge 5.28. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,75	e-z&A-L	1,56	n-z&A-L	4,63	A*
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,98	S-z&A-I	2,21	L-v		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	2,51	E-d	2,24	J-t		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	3,11	B-G	2,01	Q-z&A-I		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	2,31	I-n	2,15	L-z		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	2,06	P-z&A-F	1,61	k-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,69	B-T	2,41	F-h		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	2,69	B-T	1,96	S-z&A-J		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	2,03	Q-z&A-H	1,68	h-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	2,18	L-y	1,76	d-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	2,06	P-z&A-F	1,89	X-z&A-K		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	3,14	B-F	2	Q-z&A-I		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,41	z&A-L	1,88	Y-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,76	d-z&A-L	2,13	M-z&AB		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	2,14	L-z&A	1,73	f-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,89	X-z&A-K	1,71	g-z&A-L		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	1,6	k-z&A-L	1,71	g-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	1,59	l-z&A-L	1,91	V-z&A-J		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	1,5	s-z&A-L	1,76	d-z&A-L		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	1,5	s-z&A-L	1,83	a-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,75	e-z&A-L	1,81	b-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,63	j-z&A-L	1,78	c-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,59	l-z&A-L	1,71	g-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,55	o-z&A-L	1,69	h-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	1,55	o-z&A-L	1,74	e-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	1,6	k-z&A-L	1,78	c-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	1,69	h-z&A-L	1,85	a-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	1,74	e-z&A-L	1,81	b-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	1,6	k-z&A-L	1,79	c-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	1,5	s-z&A-L	1,86	Z-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	1,46	v-z&A-L	1,79	c-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	1,49	t-z&A-L	1,66	h-z&A-L		
	LSD ± 0,756							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.28'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek parlaklık değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (4,81), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 7 cm temizleme mesafesinde fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (1,12) elde edilmiştir.

5.3. SERTLİK

Boya temizleme işleminin örneklerin sertlik değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama değerler Çizelge 5.29'da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	40,50	2,14	36,25	3,15	40,71	1,88
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	40,00	1,41	34,63	2,90		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,38	1,51	36,88	1,81		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	38,75	3,77	36,50	2,67		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,88	2,39	38,38	2,10		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,75	2,25	37,38	3,04		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,38	3,07	37,63	3,62		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,13	2,36	35,63	2,97		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	41,13	2,77	36,75	2,31		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	40,63	2,95	38,00	2,00		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	41,50	1,69	36,25	3,58		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	40,38	1,77	35,25	3,24		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,50	2,20	38,75	1,67		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,50	1,69	35,63	2,47		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,38	2,26	38,00	3,59		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,50	3,38	37,25	2,82		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	35,63	1,51	35,63	1,73		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,00	1,31	34,00	1,69		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,63	1,69	34,50	1,20		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,13	1,64	34,00	1,51		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,00	1,51	35,00	1,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,00	1,31	35,25	1,75		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,63	1,19	35,75	2,05		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,75	1,67	34,13	1,36		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,63	1,36	36,00	1,69		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,00	1,31	36,13	1,30		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,38	1,30	34,75	1,67		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,50	1,07	35,50	1,51		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,75	1,39	36,50	1,85		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,13	1,69	35,63	1,73		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,88	1,13	36,75	1,75		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,13	1,81	36,38	1,60		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	40,58	1,76	38,38	1,73		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	38,89	1,73	37,00	1,60		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	39,17	2,66	38,00	1,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,14	2,56	36,13	1,55		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,23	1,67	37,13	2,13		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,27	1,16	34,63	2,47		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,78	2,37	35,13	1,13		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,94	2,67	35,50	1,77		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,86	1,36	39,50	2,07		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,06	1,08	40,00	1,60		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,45	1,08	40,25	1,16		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	37,92	1,92	38,63	1,51		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,98	1,51	39,63	1,96		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,58	2,06	38,46	1,41		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,41	2,36	38,25	1,39		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	39,94	1,40	38,25	1,16		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma, Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.29. (devam). Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	34,88	1,30	34,38	0,99	40,71	1,88
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,78	1,42	33,63	1,73		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,16	1,46	34,63	2,00		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,86	1,58	33,13	1,55		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,97	1,50	35,75	1,39		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,73	1,13	34,63	1,13		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,69	0,70	35,00	1,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,91	1,38	34,00	1,51		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,17	1,39	36,50	1,51		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,25	1,25	34,75	1,67		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,69	1,28	36,38	1,69		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,20	1,77	34,63	1,41		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,80	1,58	36,13	0,52		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,83	1,38	37,25	1,39		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,86	1,25	36,88	1,46		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,06	1,08	34,63	1,41		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	35,75	1,39	35,38	1,46		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,88	1,30	33,50	1,60		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,13	1,46	34,13	1,64		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	32,75	1,49	34,00	1,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,25	0,89	36,00	1,60		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,88	1,30	36,13	1,19		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,88	2,10	35,50	1,41		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,50	1,31	33,63	1,41		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,38	1,73	35,88	1,85		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,13	1,51	35,75	1,58		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	1,20	35,38	1,06		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,13	1,55	34,13	1,36		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,38	0,64	36,50	1,93		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,25	1,75	35,88	1,51		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,50	1,51	36,38	0,92		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,38	1,60	36,38	0,92		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma, Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.29. (devam). Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	42,25	1,91	40,88	1,13	40,71	1,88
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	40,00	3,82	38,75	1,91		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	42,25	2,82	39,50	2,00		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	39,75	3,81	38,38	1,36		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	44,25	3,20	37,75	2,25		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,88	2,64	36,63	2,07		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	41,38	2,70	39,25	1,16		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	40,50	1,85	36,00	1,77		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	40,88	2,17	40,38	2,26		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,25	2,55	39,13	0,83		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	38,38	1,64	39,75	1,39		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	39,63	2,75	38,13	2,13		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,88	2,75	39,63	1,85		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	40,63	2,56	39,63	1,92		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	40,75	2,55	39,13	1,69		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,38	2,64	39,38	1,55		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	36,00	1,85	36,75	1,83		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,88	1,64	36,38	1,51		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,38	1,73	37,13	1,85		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,25	1,83	34,25	1,58		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,88	1,46	37,75	1,58		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,38	1,69	35,75	1,04		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,75	1,67	36,50	1,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,63	0,83	36,75	1,75		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,13	1,46	35,88	1,46		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,13	0,99	36,00	1,51		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	1,51	36,25	1,28		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,38	1,13	34,88	1,92		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,25	1,58	38,38	1,41		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,75	0,89	37,25	1,75		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,75	1,58	37,75	1,39		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,00	1,41	35,38	1,46		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	38,50	0,53	37,25	1,58		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,66	0,35	38,13	2,36		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	37,88	0,64	38,88	1,51		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,14	0,64	35,50	2,00		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,48	0,76	39,38	2,39		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,92	0,73	40,50	1,20		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,73	0,46	38,25	1,67		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,72	0,45	37,00	1,20		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	40,94	0,50	38,50	2,07		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,78	0,45	37,75	1,39		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,16	0,64	38,25	2,19		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,56	0,50	37,63	1,36		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,06	0,73	41,13	1,46		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,48	0,76	39,38	1,77		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,28	0,45	38,25	2,55		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,28	0,45	38,38	2,42		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma, Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.29. (devam). Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	35,95	1,42	36,63	1,69	40,71	1,88
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,89	1,46	36,38	2,13		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,45	2,00	36,00	1,77		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,67	2,03	36,25	1,39		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,39	1,18	37,00	1,20		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,98	1,51	36,88	1,36		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,19	1,03	36,75	1,91		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,09	1,30	36,38	2,23		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,98	1,07	35,25	1,39		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,17	1,25	35,63	1,77		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,02	1,60	35,25	1,39		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,52	1,51	35,63	0,83		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,41	1,40	36,88	1,73		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,70	1,48	36,63	1,51		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,22	1,75	37,63	1,36		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,08	0,90	36,25	1,58		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	36,00	1,69	35,88	0,83		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	35,00	2,00	34,88	1,55		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	1,85	35,00	1,51		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,75	1,49	33,75	1,28		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,38	1,06	36,63	1,51		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,38	1,51	35,88	1,64		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,25	1,83	36,00	1,41		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,88	1,41	35,00	1,51		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,50	1,20	35,75	1,49		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,50	1,31	34,00	0,76		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,88	1,69	35,38	1,36		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,00	1,51	32,38	0,83		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,13	0,99	36,75	1,98		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,13	0,64	35,25	1,58		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,38	1,89	36,88	1,41		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,38	1,96	35,38	1,55		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma, Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.29'a göre sertlik değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge 5.30. Sertlik değeri varyans analizi sonuçları

Faktör ABCD	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	112,907	1	112,907	34,842	0,000*
Medya Çeşidi (B)	5710,945	4	1427,736	440,582	0,000*
Uygulama Yöntemi (C)	308,806	1	308,806	95,294	0,000*
Temizleme Parametreleri (D)	1287,739	15	85,849	26,492	0,000*
Etkileşim (AB)	413,815	4	103,454	31,925	0,000*
Etkileşim (AC)	52,005	1	52,005	16,048	0,000*
Etkileşim (AD)	72,941	15	4,863	1,501	0,096
Etkileşim (BC)	230,966	4	57,741	17,818	0,000*
Etkileşim (BD)	510,181	60	8,503	2,624	0,000*
Etkileşim (CD)	232,255	15	15,484	4,778	0,000*
Etkileşim (ABC)	112,742	4	28,185	8,698	0,000*
Etkileşim (ABD)	270,111	60	4,502	1,389	0,026*
Etkileşim (ACD)	30,899	15	2,060	0,636	0,848
Etkileşim (BCD)	329,808	60	5,497	1,696	0,001*
Etkileşim (ABCD)	806,001	60	13,433	4,145	0,000*
Hata	11403,555	3519	3,241		
Toplam	5607569,734	3840			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre sertlik değerleri üzerinde boya çeşidi - temizleme parametreleri ile boya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimleri anlamsız, diğer tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.31'de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine ilişkin sertlik değerlerinin Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Boya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Kontrol	40,71	**A***
Sentetik Boya	37,00	B
Su Bazli Boya	36,58	C
LSD ± 0,184		
Medya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	38,76	**A***
Fındık Kabuğu	35,79	C
Mısır Koçanı	38,46	B
Ceviz Kabuğu	35,50	D
Kayısı Çekirdeği	35,44	**D**
LSD ± 0,261		
Uygulama Yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	36,44	B
Sulu	37,14	**A***
LSD ± 0,200		
Temizleme Parametreleri (Açı – Basınç – Uç açıklığı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	37,17	B-D
45°-2 bar-Ø5-10 cm	35,91	F
45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,70	DE
45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,35	**G**
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,42	B
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,39	EF
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,82	C-E
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,90	FG
90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,30	BC
90°-2 bar-Ø5-10 cm	37,17	B-D
90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,70	DE
90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,10	F
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,17	**A***
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,17	B-D
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,66	AB
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,69	DE
LSD ± 0,551		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri

Çizelge 5.31'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (37,00) çıkmıştır.

Medya çeşidi düzeyinde sertlik değeri en yüksek, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (38,76), en düşük, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (35,44), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (37,14), en düşük, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (36,44) elde edilmiştir.

Temizleme parametreleri düzeyinde sertlik değeri en yüksek, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (38,17), en

düşük, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (35,35) elde edilmiştir. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.32'de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	39,66	B	37,86	D	40,71	**A***
Fındık Kabuğu	35,68	E	35,90	E		
Mısır Koçanı	38,81	C	38,11	D		
Ceviz Kabuğu	35,27	**F**	35,74	E		
Kayısı Çekirdeği	35,58	EF	35,29	F		
LSD ± 0,351						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.32'ye göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (39,66), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (35,27) elde edilmiştir. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.33'te verilmiştir.

Çizelge 5.33. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	36,79	C	36,09	**D**	40,71	**A***
Sulu	37,20	B	37,07	B		
LSD ± 0,258						

x: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri

Çizelge 5.33'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (37,20), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (36,09) elde edilmiştir. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.34'te verilmiştir.

Çizelge 5.34. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
	Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
45°-2 bar-Ø5-7 cm	37,60	B-F	36,74	G-J	40,71	**A***
45°-2 bar-Ø5-10 cm	36,10	J-M	35,73	K-N		
45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,94	F-I	36,46	H-J		
45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,52	MN	35,19	**N**		
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,77	B-D	37,08	D-I		
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,42	I-K	36,36	I-L		
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,06	D-I	36,58	G-J		
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,40	I-K	35,40	MN		
90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,56	C-F	37,04	E-I		
90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,69	G-J	36,71	G-J		
90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,54	C-F	36,79	G-J		
90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,52	G-J	35,68	L-N		
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,31	B	38,03	BC		
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,20	D-G	37,15	D-H		
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,74	B-E	37,59	C-F		
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,61	G-J	36,76	G-J		
LSD ± 0,717						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.34'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (38,31), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (35,19) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.35'te verilmiştir.

Çizelge 5.35. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	37,92	C
	Fındık Kabuğu	35,31	FG
	Mısır Koçanı	38,52	B
	Ceviz Kabuğu	35,25	G
	Kayısı Çekirdeği	35,21	**G**
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	39,60	**A***
	Fındık Kabuğu	36,27	D
	Mısır Koçanı	38,40	B
	Ceviz Kabuğu	35,75	E
	Kayısı Çekirdeği	35,66	EF
LSD ± 0,361			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.35'e göre, sertlik değeri en yüksek, sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (39,6), en düşük, kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (35,21) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.36'da verilmiştir.

Çizelge 5.36. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	39,97	AB
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	38,34	F-L
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	39,25	B-F
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	38,34	F-L
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,56	A-D
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,41	L-R
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,66	D-J
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,31	M-S
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	39,78	A-C
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,00	B-H
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	38,97	C-H
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,34	F-L
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,44	B-E
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,59	D-J
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,06	B-H
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,13	H-M
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	36,00	V-d
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,56	h-m
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,91	V-e
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,91	lm
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,41	S-Y
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,84	V-e
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,16	U-c
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,06	d-k
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,91	V-e
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,56	X-g
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,34	Z-i
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,06	d-k
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,72	J-O
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,19	U-b
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,28	M-T
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,72	W-g
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	38,68	D-J
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,92	I-N
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,48	E-K
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	36,48	R-X
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,56	E-K
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,58	K-P
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,47	L-Q
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,04	N-U
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	39,20	B-F
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,90	C-H
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	39,78	A-C
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,18	G-M
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,45	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,11	B-G
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,80	D-I
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,71	D-I

Çizelge 5.36. (Devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,46	Y-h
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,42	i-m
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,06	d-k
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,23	k-m
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,28	U-a
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,31	a-i
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,66	X-g
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,09	d-k
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,73	W-g
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,20	c-k
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,08	U-c
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,49	h-m
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,80	O-V
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,35	S-Y
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,64	P-W
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,25	b-j
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,75	W-g
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,31	j-m
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,81	g-l
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,81	**m**
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,31	T-Z
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,81	W-f
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,16	U-c
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,00	e-k
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,88	V-e
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,84	f-l
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,66	X-g
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,41	i-m
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,44	R-X
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,63	X-g
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,53	Q-X
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,63	X-g
LSD ± 0,977			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.36'ya göre, sertlik değeri en yüksek, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (40,45), en düşük, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (33,81) elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.37'de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	38,45	**A***
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	36,73	F-L
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,13	PQ
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,96	M-O
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,94	**Q**
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,86	E-K
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,76	N-P
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,23	J-N
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,21	O-Q
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	37,18	C-I
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,97	E-J
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	37,20	C-H
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,03	L-N
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,89	A-D
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,87	E-K
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,43	B-G
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	37,61	B-E
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	36,69	G-M
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	37,45	B-G
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,77	N-P
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,99	AB
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,02	E-I
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,40	B-G
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,59	H-M
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,42	B-G
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,43	I-N
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,13	D-I
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,17	K-N
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,48	B-F
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,90	A-C
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,69	G-M
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,61	B-E
LSD ± 0,768			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.37'ye göre, sertlik değeri en yüksek, kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (38,45), en düşük, kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (34,94) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.38'de verilmiştir.

Çizelge 5.38. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	39,02	C	36,82	G	40,71	A*
	Fındık Kabuğu	35,26	I	35,37	I		
	Mısır Koçanı	39,20	C	37,84	F		
	Ceviz Kabuğu	35,36	I	35,14	I		
	Kayısı Çekirdeği	35,13	I	35,28	I		
Sulu	Sodyum Bikarbonat	40,31	B	38,89	CD		
	Fındık Kabuğu	36,09	H	36,44	GH		
	Mısır Koçanı	38,41	DE	38,38	E		
	Ceviz Kabuğu	35,17	I	36,34	GH		
	Kayısı Çekirdeği	36,03	H	35,30	I		
	LSD ± 0,484						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.38'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (40,31), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (35,13) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.39'da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	41,38	**A***	38,56	H-P		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	40,00	B-G	36,69	T-g		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	40,31	A-F	38,19	J-S		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	39,25	D-L	37,44	P-Z		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	41,06	AB	38,06	K-S		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,81	M-W	37,00	R-e		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,88	G-O	38,44	H-Q		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,81	G-O	35,81	d-q		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	41,00	A-C	38,56	H-P		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,44	D-J	38,56	H-P		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	39,94	B-G	38,00	L-T		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	40,00	B-G	36,69	T-g		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,69	C-H	39,19	E-L		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,56	D-I	37,63	N-X		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,56	D-I	38,56	H-P		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,94	L-U	38,31	I-R		
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,81	d-q	36,19	Z-n		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,94	v-z&A	35,19	i-w		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	a-p	35,81	d-q		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,69	zz&A	34,13	u-z&A		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,44	X-j	36,38	X-k		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,19	Z-n	35,50	g-t		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,19	Z-n	36,13	Z-o		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,69	p-z	35,44	g-u	40,71	A-C
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,88	c-q	35,94	b-p		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,06	k-y	36,06	a-o		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,19	i-w	35,50	g-t		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,94	m-z	35,19	i-w		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,00	L-T	37,44	P-Z		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,94	b-p	36,44	X-j		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,31	P-a	37,25	P-b		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,56	g-s	35,88	c-q		
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	39,54	D-I	37,81	M-W		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	38,27	I-R	37,56	O-Y		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,52	H-P	38,44	H-Q		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,14	Q-c	35,81	d-q		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,86	G-O	38,25	I-S		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,59	N-X	37,56	O-Y		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,26	I-S	36,69	T-g		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,83	M-V	36,25	Y-m		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	39,40	D-J	39,00	F-M		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,92	G-N	38,88	G-O		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,31	A-F	39,25	D-L		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,24	I-S	38,13	J-S		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,52	A-D	40,38	A-E		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,03	F-M	39,19	E-L		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,34	D-K	38,25	I-S		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	39,11	E-M	38,31	I-R		

Çizelge 5.39. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,41	g-u	35,50	g-t	40,71	A-C
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,84	x-z&A	35,00	l-z		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,81	o-z	35,31	h-u		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,77	yz&A	34,69	p-z		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,18	Z-n	36,38	X-k		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,86	n-z	35,75	e-r		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,44	g-u	35,88	c-q		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,00	l-z	35,19	i-w		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,58	g-s	35,88	c-q		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,21	i-v	35,19	i-w		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,35	X-k	35,81	d-q		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,86	w-z&A	35,13	j-x		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,10	R-d	36,50	W-i		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,77	e-q	36,94	S-f		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,04	a-o	37,25	P-b		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,07	k-y	35,44	g-u		
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,88	c-q	35,63	f-s		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,44	r-z&A	34,19	t-z&A		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,06	k-y	34,56	q-z&A		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,75	yz&A	33,88	w-z&A		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,31	X-l	36,31	X-l		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,63	f-s	36,00	a-p		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,56	V-h	35,75	e-r		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,69	e-r	34,31	s-z&A		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,94	b-p	35,81	d-q		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,81	o-z	34,88	n-z		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,94	b-p	35,38	g-u		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,56	g-s	33,25	**&A**		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,25	Y-m	36,63	U-h		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,69	e-r	35,56	g-s		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,44	X-j	36,63	U-h		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,38	g-u	35,88	c-q		
LSD ± 1,327							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.39'a göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (41,38), en düşük, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (33,25) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.40'ta verilmiştir.

Çizelge 5.40. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	45°-2 bar-Ø5-7 cm	37,47	C-K	36,00	P-W	40,71	A*
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	35,71	T-X	34,55	Y		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,29	N-V	35,63	U-X		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,13	W-Y	34,75	XY		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,27	E-N	36,45	L-V		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,93	Q-W	35,60	V-X		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,67	H-T	35,80	S-W		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,84	S-W	34,58	Y		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,43	C-L	36,93	E-Q		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	37,01	E-O	36,93	E-Q		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,80	B-G	36,60	I-V		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,43	M-V	35,63	U-X		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,28	B-D	37,50	C-J		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,06	E-O	36,68	H-T		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,60	B-I	37,25	E-N		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,80	G-S	36,58	J-V		
Sulu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	37,74	B-G	37,48	C-K		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	36,48	K-V	36,90	F-R		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	37,59	B-I	37,30	D-M		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,91	R-W	35,63	U-X		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,28	B-D	37,70	B-G		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,91	F-R	37,13	E-O		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,46	C-K	37,35	C-M		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,96	E-P	36,23	O-V		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,68	B-G	37,15	E-O		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,37	M-V	36,50	J-V		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,28	D-N	36,98	E-P		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,62	I-U	35,73	T-X		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,34	BC	38,55	B		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,34	D-M	37,63	B-H		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,88	B-F	37,93	B-E		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,42	M-V	36,95	E-P		
LSD ± 1,003							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.40'a göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (38,55), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (34,55) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.41'de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	38,38	I-R	41,56	**A***
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,31	P-e	39,38	C-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	37,63	N-b	40,88	AB
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,63	N-b	39,06	E-M
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,13	J-W	41,00	AB
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,06	R-h	37,75	M-a
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,00	S-i	40,31	A-E
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,38	b-s	38,25	I-U
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	38,94	F-N	40,63	A-C
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,31	C-J	38,69	G-O
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	38,88	F-N	39,06	E-M
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	37,81	L-Z	38,88	F-N
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,13	E-L	39,75	B-H
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,06	R-h	40,13	B-F
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,19	I-V	39,94	B-G
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,88	L-Y	38,38	I-R
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,63	k-z&AB	36,38	b-s
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,50	&JK	35,63	k-z&AB
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,06	s-z&A-G	36,75	X-n
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,56	&I-K	34,25	&C-K
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,50	m-z&A-D	37,31	P-e
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,13	q-z&A-G	36,56	Y-p
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,69	i-z&AB	36,63	X-p
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,94	&G-K	36,19	c-u
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,31	b-t	35,50	m-z&A-D
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,56	l-z&A-C	35,56	l-z&A-C
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,56	yz&A-J	36,13	e-v
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,00	t-z&A-H	35,13	q-z&A-G
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,13	Q-g	38,31	I-S
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,88	g-y	36,50	Z-p
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,81	W-m	37,75	M-a
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,75	h-z	35,69	i-z&AB
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	39,48	C-I	37,88	L-Y
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,95	K-X	37,89	K-X
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,59	H-P	38,38	I-R
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	36,63	X-p	36,32	b-t
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,68	G-O	38,43	H-Q
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,45	a-q	38,71	G-O
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,45	O-d	37,49	O-c
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,22	Q-f	36,86	W-l
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	38,68	G-O	39,72	B-H
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,03	E-M	38,77	G-O
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,35	A-E	39,20	E-K
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,27	I-T	38,09	J-W
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,31	A-E	40,59	A-D
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,29	D-J	38,93	F-N
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,83	F-N	38,77	G-O
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	39,09	E-L	38,33	I-R

Çizelge 5.41. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	34,63	x-z&A-J	36,29	c-t
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,20	**&K**	35,63	k-z&AB
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,39	&B-K	35,73	i-z&A
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,49	&JK	34,96	u-z&A-H
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,86	g-y	36,70	X-o
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,68	w-z&A-J	35,93	f-x
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,34	p-z&A-F	35,97	f-w
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,45	zz&A-K	35,73	i-z&A
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,34	b-s	35,12	r-z&A-G
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,50	m-z&A-D	34,90	u-z&A-H
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,53	Z-p	35,63	k-z&AB
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,41	&A-K	34,57	yz&A-J
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,96	T-j	36,64	X-p
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,54	Z-p	36,16	d-v
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,87	V-l	36,42	b-r
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,84	v-z&A-I	35,66	j-z&AB
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,56	l-z&A-C	35,94	f-x
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,69	&H-K	34,94	u-z&A-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,13	&E-K	35,50	m-z&A-D
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,38	&JK	34,25	&C-K
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,13	e-v	36,50	Z-p
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,50	m-z&A-D	36,13	e-v
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,69	i-z&AB	36,63	X-p
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,06	&F-K	35,94	f-x
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,63	k-z&AB	36,13	e-v
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,44	n-z&A-E	34,25	&C-K
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,69	i-z&AB	35,63	k-z&AB
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,63	x-z&A-J	34,19	&D-K
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,94	f-x	36,94	U-k
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,56	l-z&A-C	35,69	i-z&AB
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,44	a-r	36,63	X-p
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,88	g-y	35,38	o-z&A-F
LSD ± 1,324					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.41'e göre, sertlik değeri en yüksek, sulu uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (41,56), en düşük, kuru uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (33,20) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.42'de verilmiştir.

Çizelge 5.42. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	40,50	B-J	36,25	k-z&A-E	40,71	B-H
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	40,00	C-O	34,63	&D-P		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,38	N-h	36,88	d-x		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	38,75	J-c	36,50	i-z&AB		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,88	S-m	38,38	N-h		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,75	f-y	37,38	Y-r		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,38	j-z&A-D	37,63	W-p		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,13	b-u	35,63	r-z&A-K		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	41,13	B-E	36,75	f-y		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	40,63	B-I	38,00	R-k		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	41,50	BC	36,25	k-z&A-E		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	40,38	C-K	35,25	v-z&A-N		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,50	E-U	38,75	J-c		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,50	L-f	35,63	r-z&A-K		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,38	N-h	38,00	R-k		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,50	L-f	37,25	Z-s		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,63	r-z&A-K	35,63	r-z&A-K		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,00	&P-R	34,00	&J-R		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,63	r-z&A-K	34,50	&E-Q		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,13	&O-R	34,00	&J-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,00	n-z&A-G	35,00	y-z&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,00	y-z&A-N	35,25	v-z&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,63	r-z&A-K	35,75	q-z&A-J		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,75	&L-R	34,13	&I-R		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,63	h-z&A	36,00	n-z&A-G		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,00	y-z&A-N	36,13	m-z&A-F		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,38	&F-Q	34,75	&B-P		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,50	&E-Q	35,50	s-z&A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,75	U-n	36,50	i-z&AB		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,13	m-z&A-F	35,63	r-z&A-K		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,88	d-x	36,75	f-y		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,13	x-z&A-N	36,38	j-z&A-D		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	40,58	B-I	38,38	N-h		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	38,89	I-a	37,00	c-v		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	39,17	G-X	38,00	R-k		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,14	a-t	36,13	m-z&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,24	C-M	37,13	b-u		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,27	O-h	34,63	&D-P		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,78	C-Q	35,13	x-z&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,94	I-Z	35,50	s-z&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,86	T-m	39,50	E-U		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,06	Q-j	40,00	C-O		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,45	C-J	40,25	C-L		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	37,92	S-l	38,63	K-d		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,99	B-F	39,63	D-S		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	39,58	E-T	39,00	H-Z		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,41	E-V	38,25	O-i		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	39,94	C-O	38,25	O-i		

Çizelge 5.42. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	34,88	&A-O	34,38	&F-Q	40,71	B-H
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,78	&QR	33,63	&M-R		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,16	&I-Q	34,63	&D-P		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,86	&L-R	33,13	&O-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,97	o-z&A-G	35,75	q-z&A-J		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,74	&C-P	34,63	&D-P		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,69	r-z&A-J	35,00	y-z&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,91	&A-N	34,00	&J-R		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,17	l-z&A-E	36,50	i-z&AB		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,25	k-z&A-E	34,75	&B-P		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,69	h-z	36,38	j-z&A-D		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,20	&H-Q	34,63	&D-P		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,80	U-m	36,13	m-z&A-F		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,83	q-z&A-I	37,25	Z-s		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,86	e-x	36,88	d-x		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,06	y-z&A-N	34,63	&D-P		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,75	q-z&A-J	35,38	u-z&A-M		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,88	&K-R	33,50	&N-R		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,13	&I-R	34,13	&I-R		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	32,75	&QR	34,00	&J-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,25	k-z&A-E	36,00	n-z&A-G		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,88	&A-O	36,13	m-z&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,88	p-z&A-I	35,50	s-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,50	&E-Q	33,63	&M-R		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,38	u-z&A-M	35,88	p-z&A-I		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,13	x-z&A-N	35,75	q-z&A-J		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	n-z&A-G	35,38	u-z&A-M		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,13	x-z&A-N	34,13	&I-R		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,38	u-z&A-M	36,50	i-z&AB		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,25	v-z&A-N	35,88	p-z&A-I		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,50	i-z&AB	36,38	j-z&A-D		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,38	u-z&A-M	36,38	j-z&A-D		

Çizelge 5.42. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	42,25	B	40,88	B-G	40,71	B-H
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	40,00	C-O	38,75	J-c		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	42,25	B	39,50	E-U		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	39,75	C-R	38,38	N-h		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	44,25	**A***	37,75	U-n		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,88	I-b	36,63	h-z&A		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	41,38	B-D	39,25	F-W		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	40,50	B-J	36,00	n-z&A-G		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	40,88	B-G	40,38	C-K		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	38,25	O-i	39,13	G-Y		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	38,38	N-h	39,75	C-R		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	39,63	D-S	38,13	P-j		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,88	C-P	39,63	D-S		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	40,63	B-I	39,63	D-S		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	40,75	B-H	39,13	G-Y		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,38	Y-r	39,38	E-W		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	36,00	n-z&A-G	36,75	f-y		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,88	&A-O	36,38	j-z&A-D		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,38	j-z&A-D	37,13	b-u		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,25	&G-Q	34,25	&G-Q		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,88	d-x	37,75	U-n		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,38	Y-r	35,75	q-z&A-J		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,75	f-y	36,50	i-z&AB		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,63	r-z&A-K	36,75	f-y		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,13	x-z&A-N	35,88	p-z&A-I		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,13	x-z&A-N	36,00	n-z&A-G		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	n-z&A-G	36,25	k-z&A-E		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,38	u-z&A-	34,88	&A-O		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,25	O-i	38,38	N-h		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,75	q-z&A-J	37,25	Z-s		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,75	U-n	37,75	U-n		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,00	n-z&A-G	35,38	u-z&A-		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	38,50	L-f	37,25	Z-s		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,66	V-o	38,13	P-j		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	37,88	S-m	38,88	I-b		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,14	a-t	35,50	s-z&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,49	X-q	39,38	E-W		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,92	d-w	40,50	B-J		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,74	g-z	38,25	O-i		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,72	h-z	37,00	c-v		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	40,94	B-F	38,50	L-f		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	39,78	C-Q	37,75	U-n		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,16	C-M	38,25	O-i		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	38,56	L-e	37,63	W-p		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	40,06	C-N	41,13	B-E		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	38,49	M-g	39,38	E-W		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,28	F-W	38,25	O-i		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	38,28	O-h	38,38	N-h		

Çizelge 5.42. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	35,95	o-z&A-H	36,63	h-z&A	40,71	B-H
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,89	&A-N	36,38	j-z&A-D		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,45	t-z&A-L	36,00	n-z&A-G		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,67	&M-R	36,25	k-z&A-E		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,39	j-z&A-C	37,00	c-v		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,99	z-z&A-N	36,88	d-x		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,19	w-z&A-N	36,75	f-y		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,09	y-z&A-N	36,38	j-z&A-D		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,99	z-z&A-N	35,25	v-z&A-N		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,17	&I-Q	35,63	r-z&A-K		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,02	n-z&A-F	35,25	v-z&A-N		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,52	&N-R	35,63	r-z&A-K		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,41	j-z&A-C	36,88	d-x		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,70	r-z&A-J	36,63	h-z&A		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,22	w-z&A-N	37,63	W-p		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,08	y-z&A-N	36,25	k-z&A-E		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	36,00	n-z&A-G	35,88	p-z&A-I		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	35,00	y-z&A-N	34,88	&A-O		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	36,00	n-z&A-G	35,00	y-z&A-N		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,75	&B-P	33,75	&L-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,38	j-z&A-D	36,63	h-z&A		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,38	j-z&A-D	35,88	p-z&A-I		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,25	Z-s	36,00	n-z&A-G		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,88	d-x	35,00	y-z&A-N		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,50	i-z&AB	35,75	q-z&A-J		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,50	&E-Q	34,00	&J-R		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,88	p-z&A-I	35,38	u-z&A-		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	36,00	n-z&A-G	32,38	**&R**		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,13	b-u	36,75	f-y		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,13	m-z&A-F	35,25	v-z&A-N		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,38	j-z&A-D	36,88	d-x		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,38	u-z&A-M	35,38	u-z&A-		
LSD ± 1,763								

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.42'ye göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (44,25), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (32,38) elde edilmiştir.

5.4. AŞINMA MİKTARI

Boya temizleme işleminin örneklerin aşınma miktarı değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama değerler Çizelge 5.43'te verilmiştir.

Çizelge 5.43. Aşınma miktarı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (g).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	55,72	0,31	59,32	0,30	57,17	2,56
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,62	0,30	58,03	0,32		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,87	0,33	63,16	0,29		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,26	0,26	56,97	0,25		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,37	0,28	57,06	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,49	0,31	55,64	0,34		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,46	0,32	53,34	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,04	0,25	59,57	0,26		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,54	0,31	57,93	0,32		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,11	0,32	53,53	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	67,23	0,30	50,51	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	59,48	0,31	51,64	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,73	0,31	56,76	0,23		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,07	0,26	57,99	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	58,21	0,30	64,28	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,41	0,32	63,62	0,30		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	52,25	0,31	59,14	0,26		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	62,61	0,31	52,35	0,29		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,53	0,31	52,03	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	56,27	0,27	55,04	0,33		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,81	0,31	50,18	0,30		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	51,62	0,25	49,72	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,33	0,32	54,22	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,72	0,28	52,90	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,61	0,31	51,64	0,24		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,86	0,32	52,15	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,38	0,28	50,15	0,33		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	54,66	0,32	56,69	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,49	0,31	50,08	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,51	0,29	52,82	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,76	0,32	50,64	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,92	0,30	50,71	0,31		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	54,01	0,28	53,58	0,32		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	51,79	0,32	58,80	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	51,57	0,29	59,55	0,29		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	56,74	0,32	59,25	0,33		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	61,56	0,31	56,63	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	61,83	0,31	55,20	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,62	0,28	57,89	0,28		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,66	0,31	52,54	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,16	0,31	61,42	0,30		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	50,08	0,30	55,00	0,30		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,21	0,29	56,44	0,33		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	54,20	0,32	56,01	0,32		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,21	0,30	53,73	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,40	0,27	52,41	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	67,03	0,32	52,04	0,26		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,94	0,27	56,40	0,30		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.43. (devam). Aşınma miktarı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (g).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	51,55	0,29	55,78	0,28	57,17	2,56
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,25	0,28	53,65	0,32		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	68,44	0,32	62,83	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	51,37	0,30	56,96	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,78	0,30	55,10	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	53,37	0,25	55,04	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,84	0,26	51,39	0,30		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	56,21	0,29	52,88	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	57,09	0,31	56,18	0,32		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	62,44	0,29	54,14	0,30		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	53,46	0,32	58,76	0,28		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,57	0,33	50,67	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	57,49	0,28	52,83	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	60,51	0,32	52,95	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,70	0,32	48,86	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	52,62	0,28	49,49	0,31		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	53,55	0,27	50,41	0,33		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,67	0,25	52,47	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	51,32	0,27	57,47	0,30		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,07	0,30	53,69	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	48,78	0,32	53,22	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	51,42	0,34	48,91	0,28		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,21	0,29	58,95	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	49,14	0,29	53,87	0,31		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,77	0,27	51,85	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	51,93	0,28	59,58	0,26		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,07	0,31	52,07	0,25		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,71	0,30	54,45	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	48,44	0,31	50,88	0,33		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	56,69	0,27	58,49	0,32		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,18	0,30	49,05	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	51,76	0,28	62,00	0,31		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.43. (devam). Aşınma miktarı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (g).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	69,34	0,31	58,29	0,30	57,17	2,56
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	67,17	0,32	57,28	0,29		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,97	0,27	54,12	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,72	0,31	56,03	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,46	0,33	53,84	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,83	0,28	53,04	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,27	0,33	63,09	0,28		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,56	0,29	55,30	0,32		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,78	0,31	51,75	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,43	0,29	52,99	0,29		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	51,34	0,30	57,44	0,32		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	50,69	0,31	50,42	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,38	0,31	57,66	0,27		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,81	0,32	55,38	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,77	0,30	56,00	0,28		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,70	0,30	55,90	0,28		
	Fındık kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	50,79	0,30	56,65	0,30		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	58,75	0,28	55,14	0,33		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,42	0,27	50,74	0,30		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,31	0,31	54,59	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,15	0,33	53,30	0,30		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,93	0,32	53,04	0,27		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,93	0,29	52,97	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,97	0,29	53,41	0,31		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,34	0,32	52,59	0,30		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	56,63	0,25	55,88	0,25		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	60,15	0,29	50,68	0,33		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	52,59	0,32	62,54	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,65	0,29	56,68	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,53	0,26	49,31	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,37	0,31	56,31	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	53,76	0,32	57,62	0,30		
	Mısır koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	56,03	0,30	62,15	0,30		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	50,10	0,24	51,96	0,24		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	52,82	0,29	51,88	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	53,11	0,31	65,55	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,33	0,31	55,75	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,26	0,30	58,33	0,29		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	57,09	0,29	56,60	0,28		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,86	0,33	56,98	0,32		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	56,53	0,30	52,76	0,29		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	57,96	0,30	52,09	0,30		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,63	0,27	54,22	0,32		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	60,48	0,32	53,74	0,24		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	57,25	0,25	54,93	0,28		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,22	0,32	53,41	0,33		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	69,79	0,28	53,57	0,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,16	0,30	58,92	0,32		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.43. (devam). Aşınma miktarı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (g).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	59,53	0,32	51,25	0,26	57,17	2,56
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	50,07	0,30	54,53	0,29		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,61	0,32	58,47	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	54,00	0,29	56,92	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,81	0,26	58,10	0,30		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	59,86	0,32	53,43	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,84	0,30	58,05	0,31		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	53,39	0,28	54,48	0,30		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,54	0,31	51,45	0,26		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,27	0,27	58,07	0,29		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	52,80	0,23	57,74	0,31		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,02	0,33	52,95	0,33		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,72	0,32	56,19	0,32		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,39	0,31	60,80	0,24		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,90	0,28	54,62	0,27		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	62,61	0,32	56,40	0,27		
	Kayısı çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	56,94	0,31	52,97	0,30		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	52,59	0,30	51,67	0,27		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,19	0,31	53,68	0,31		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,89	0,32	53,02	0,24		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,19	0,29	53,19	0,34		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,60	0,30	67,70	0,33		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	52,30	0,31	48,98	0,32		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	60,97	0,30	55,34	0,31		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,56	0,33	52,61	0,32		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,47	0,29	49,94	0,32		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,98	0,32	50,59	0,28		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	58,44	0,26	58,72	0,23		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,96	0,32	58,66	0,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,23	0,26	55,85	0,29		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,44	0,31	56,58	0,28		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,56	0,27	49,84	0,29		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.43'e göre aşınma miktarı değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.44'te verilmiştir.

Çizelge 5.44. Aşınma miktarı değeri varyans analizi sonuçları.

Faktörler	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	10,974	1	10,974	122,786	0,000*
Medya Çeşidi (B)	2634,071	4	658,518	7368,133	0,000*
Uygulama Yöntemi (C)	13,729	1	13,729	153,608	0,326
Temizleme Parametreleri (D)	494,187	15	32,946	368,630	0,000*
Etkileşim (AB)	439,759	4	109,940	1230,112	0,000*
Etkileşim (AC)	15,094	1	15,094	168,882	0,000*
Etkileşim (AD)	1352,249	15	90,150	1008,685	0,000*
Etkileşim (BC)	643,468	4	160,867	1799,935	0,000*
Etkileşim (BD)	7693,925	60	128,232	1434,785	0,000*
Etkileşim (CD)	1746,140	15	116,409	1302,500	0,000*
Etkileşim (ABC)	837,541	4	209,385	2342,806	0,000*
Etkileşim (ABD)	6633,039	60	110,551	1236,948	0,000*
Etkileşim (ACD)	1225,422	15	81,695	914,080	0,000*
Etkileşim (BCD)	5345,130	60	89,086	996,775	0,000*
Etkileşim (ABCD)	7042,127	60	117,369	1313,235	0,000*
Hata	200,197	2240	0,089		
Toplam	7811198,458	2560			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre aşınma miktarı değerleri üzerinde C faktörü anlamsız, diğer tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.45'te verilmiştir.

Çizelge 5.45. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine ilişkin aşınma miktarı değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (g).

Boya çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Kontrol	57,17	**B**
Sentetik boya	55,17	**A***
Su bazlı boya	55,04	**A***
LSD ± 0,264		
Medya çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum bikarbonat	56,27	C
Fındık kabuğu granülü	54,16	**A***
Mısır koçanı granülü	56,08	**C**
Ceviz kabuğu granülü	55,29	B
Kayısı çekirdeği granülü	53,72	**A***
LSD ± 0,445		
Uygulama Yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	55,03	**A***
Sulu	55,18	**A***
LSD ± 0,292		
Temizleme parametreleri (Açı – Basınç – Nozul Çapı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	HG
45°-2 bar-Ø5-7 cm	55,96	**C**
45°-2 bar-Ø5-10 cm	55,37	BC
45°-2 bar-Ø8-7 cm	55,63	BC
45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,13	AB
45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	54,83	AB
45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	54,86	AB
45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	54,91	AB
45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,03	AB
90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,05	**A***
90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,29	BC
90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,67	AB
90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,28	ABC
90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	54,73	AB
90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	54,98	BC
90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	55,35	BC
90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,61	BC
LSD ± 0,822		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değeri

Çizelge 5.45'e göre kontrol örneklerine kıyasla en fazla ağırlık kaybı, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere sentetik (55,17 g) ve su bazlı (55,04 g) boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde bulunmuştur.

Medya çeşidi düzeyinde ağırlık kaybı en yüksek, fındık kabuğu granülü (54,16 g) ve kayısı çekirdeği granülü (53,72 g) ile temizlenmiş örneklerde, en düşük sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (56,27 g), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (55,03 g), en düşük, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş

örneklerde (55,18 g) tespit edilmiştir.

Temizleme parametreleri düzeyinde ağırlık kaybı en yüksek 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (54,05 g), en düşük, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (55,96 g) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	56,05	EF	56,49	**F**	57,17	G
Fındık Kabuğu Granülü	54,83	C	53,49	**A***		
Mısır Koçanı Granülü	56,23	F	55,92	EF		
Ceviz Kabuğu Granülü	55,56	DE	55,02	CD		
Kayısı Çekirdeği Granülü	53,18	**A***	54,27	B		
LSD ± 0,571						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değeri

Çizelge 5.46'ya göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kayısı çekirdeği granülü kullanılarak temizlenmiş örneklerde (53,18 g) ve su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra fındık kabuğu granülü kullanılarak temizlenmiş örneklerde (53,49 g), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (56,49 g), elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.47'de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama yöntemi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	55,17	B	54,89	**A***	57,17	B
Sulu	55,17	B	55,19	B		
LSD ± 0,374						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.47'ye göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (54,49 g) elde edilirken, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde uygulama yöntemi etkileşimi arasında fark gözlenmemiştir.

Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.48'de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Temizleme Parametreleri	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	55,97	G-L	55,95	G-L	57,17	M
45°-2 bar-Ø5-10 cm	56,16	I-M	54,58	A-F		
45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,87	B-H	56,39	J-M		
45°-2 bar-Ø8-10 cm	53,47	**A***	56,80	LM		
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,02	B-I	54,63	A-F		
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,72	B-G	55,00	B-I		
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,28	A-E	55,54	E-K		
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,35	D-J	54,72	B-G		
90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,09	A-D	54,01	A-C		
90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,01	B-I	54,33	A-E		
90°-2 bar-Ø8-7 cm	56,72	**K-M**	53,85	AB		
90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,78	F-L	54,78	B-G		
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,63	A-F	54,84	B-H		
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	55,03	B-I	54,93	B-I		
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,51	J-M	54,19	A-D		
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,14	C-I	56,09	H-M		
LSD ± 1,040						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.48'e göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (53,47 g), en düşük sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (56,72 g) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.49'da verilmiştir.

Çizelge 5.49. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	57,12	**E**
	Fındık Kabuğu	53,90	B
	Mısır Koçanı	55,78	D
	Ceviz kabuğu	55,29	C
	Kayısı Çekirdeği	53,09	**A***
Sulu	Sodyum Bikarbonat	55,43	D
	Fındık Kabuğu	54,43	C
	Mısır Koçanı	56,39	D
	Ceviz kabuğu	55,31	C
	Kayısı Çekirdeği	54,36	C
LSD ± 0,623			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.49'a göre ağırlık kaybı en yüksek, kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (53,09 g), en düşük ise kuru uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (57,12 g) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.50'de verilmiştir.

Çizelge 5.50. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	60,67	**k**
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	60,03	h-k
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	56,78	a-j
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,00	N-Y
	45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	55,68	T-e
	45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	53,50	F-L
	45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	56,54	W-i
	45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	56,37	V-h
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,75	G-N
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,76	G-P
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	56,63	Y-j
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	53,06	E-J
	90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	56,63	Z-j
	90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	55,81	U-g
	90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	58,06	d-k
	90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	58,16	e-k
Fındık kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	54,70	L-W
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,21	c-k
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	52,68	C-F
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,80	U-g
	45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	52,61	C-E
	45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	51,83	**A***
	45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	53,36	E-J
	45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	54,75	L-X
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,55	G-M
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,88	L-X
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,59	K-W
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,62	X-i
	90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	54,97	M-Y
	90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	52,29	AB
	90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	53,02	D-I
	90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	53,75	G-O
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	56,44	W-i
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,16	E-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,96	G-S
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	58,66	g-k
	45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	58,32	f-k
	45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	58,15	e-k
	45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	56,30	V-h
	45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,01	N-Y
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,72	U-f
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,78	G-Q
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	56,62	Y-j
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,10	V-h
	90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	54,53	I-V
	90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	54,11	G-T
	90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	60,60	i-k
	90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,85	V-h

Çizelge 5.50. (devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	54,53	J-V
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,88	G-R
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	60,84	**k**
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	54,81	L-X
	45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	55,20	Q-b
	45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	55,42	S-d
	45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	55,03	O-Y
	45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	54,24	H-U
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,31	I-U
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	56,98	c-k
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	55,69	U-f
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	53,80	G-R
	90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	55,06	P-a
	90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	56,66	a-j
	90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	53,02	D-I
	90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,28	Q-b
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	53,46	E-K
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	52,60	C-E
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,92	G-S
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	51,42	**A***
	45°-2,5 bar-Ø5-7 cm	52,34	BC
	45°-2,5 bar-Ø5-10 cm	55,41	R-c
	45°-2,5 bar-Ø8-7 cm	53,36	E-K
	45°-2,5 bar-Ø8-10 cm	54,83	L-X
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,95	D-H
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,98	G-S
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	52,92	C-G
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,83	b-j
	90°-2,5 bar-Ø5-7 cm	52,48	CD
	90°-2,5 bar-Ø5-10 cm	56,07	V-h
	90°-2,5 bar-Ø8-7 cm	52,06	**A***
	90°-2,5 bar-Ø8-10 cm	55,04	P-Z
LSD ± 1,572			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir

Çizelge 5.50'ye göre ağırlık kaybı en yüksek, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (51,42 g), 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (51,83 g) ve 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (52,06 g) , en düşük ise 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak ceviz kabuğu granülü (60,84 g), 45° temizleme açısı, 2

bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat (60,67 g) ile temizlenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.51'de verilmiştir.

Çizelge 5.51. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	54,53	C-F
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	55,82	G-K
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	57,58	**L**
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,26	E-I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,55	C-G
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,52	AB
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,83	C-G
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,85	C-H
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,92	E-H
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,88	D-H
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	55,73	G-K
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,01	E-I
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,86	CD
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	55,58	F-J
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,77	C-G
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,89	E-H
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	57,39	KL
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	54,92	E-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,69	BC
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,01	E-I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,11	E-I
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,20	I-L
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,01	E-I
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,23	E-I
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,19	**A***
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,47	C-F
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,86	C-H
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,56	E-J
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,61	G-K
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,39	C-E
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,93	H-K
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,35	J-L
LSD ± 1,138			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir

Çizelge 5.51'ye göre ağırlık kaybı en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (53,19 g), en düşük kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (57,58 g) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.52'de verilmiştir.

Çizelge 5.52. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	**Medya Çeşidi**	**Boya Çeşidi**					
		Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
		$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	56,79	G-I	57,46	**I**	57,17	HI
	Fındık Kabuğu	55,27	C-E	52,53	**A***		
	Mısır Koçanı	55,50	D-F	56,06	E-G		
	Ceviz kabuğu	56,35	F-H	54,22	B		
	Kayısı Çekirdeği	51,98	**A***	54,21	B		
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	55,33	DE	55,53	D-F		
	Fındık Kabuğu	54,39	B	54,47	BC		
	Mısır Koçanı	56,97	HI	55,80	EF		
	Ceviz kabuğu	54,77	B-D	55,84	EF		
	Kayısı Çekirdeği	54,39	B	54,33	B		
LSD ± 0,794							

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.52'ye göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (51,98 g) ve su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (52,53 g), en düşük su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat (57,46 g) ile temizlenmiş örneklerde elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.53'te verilmiştir.

Çizelge 5.53. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	62,53	&I	58,80	z&A-G	57,17	m-&A
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	62,39	&I	57,65	s-&A-D		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,92	P-o	58,63	x-z&A-G		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	53,49	F-Y	56,50	g-z		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,91	Z-v	55,45	V-s		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,65	C-R	54,34	L-i		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,86	P-o	58,21	v-&A-E		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,30	T-s	57,43	q-&A-C		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,65	C-R	54,83	P-n		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,27	L-h	53,25	D-W		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	59,28	&A-H	53,97	I-e		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,08	S-q	51,02	A-E		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,05	b-w	57,20	n-&A		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,94	Q-o	56,68	i-z		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,99	a-w	60,13	&E-H		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,55	h-z	59,75	&D-H		
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	51,51	A-H	57,89	t-&A-D		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	60,67	&G-I	53,74	G-c		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,97	I-e	51,38	A-G		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	56,78	j-z	54,81	P-m		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,47	F-Y	51,73	B-J		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,27	B-O	51,37	A-G		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,13	D-V	53,59	F-a		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,34	e-x	53,15	D-V		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,97	Q-p	52,11	B-M		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,74	X-u	54,01	I-e		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,76	y-&A-G	50,41	A-C		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	53,62	F-a	59,61	&C-H		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,56	g-z	53,38	E-X		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,52	F-Z	51,06	A-E		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	52,56	C-Q	53,47	F-Y		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	53,33	E-X	54,16	K-g		
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	55,02	R-p	57,86	t-&A-D		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	50,94	A-D	55,37	V-s		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	52,19	B-N	55,71	X-u		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	54,92	P-o	62,39	&I		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	60,44	&F-I	56,19	d-w		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	59,54	&B-H	56,76	j-z		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,35	U-s	57,24	o-&A		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,26	T-r	54,76	P-l		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,34	L-i	57,08	l-&A		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,01	I-e	53,54	F-Z		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,92	u-&A-D	55,32	U-s		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	57,33	p-&AB	54,87	P-o		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,72	P-l	54,33	L-i		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	55,31	T-s	52,90	D-T		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	68,40	**&J**	52,80	D-S		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,04	I-e	57,66	s-&A-D		

Çizelge 5.53. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	55,54	V-t	53,51	F-Z	57,17	m-&A
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,66	F-b	54,08	J-f		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	61,02	&HI	60,65	&G-I		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	52,68	C-S	56,93	l-&A		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,79	H-d	56,59	h-z		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,61	h-z	54,23	L-h		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,33	U-s	54,71	P-l		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,79	P-m	53,67	F-b		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,81	P-m	53,81	H-d		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	57,85	t-&A-D	56,10	c-w		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	53,13	D-V	58,24	v-&A-E		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,79	Y-u	51,80	B-K		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,60	W-u	54,51	M-j		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,44	f-y	56,87	j-z		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,29	L-i	51,74	B-J		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,61	r-&A-D	52,94	D-U		
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	55,24	T-r	51,68	A-I		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,12	D-V	52,06	B-L		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	52,25	B-O	55,57	W-u		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,47	**A***	53,35	E-X		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,48	A-H	53,20	D-W		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,51	C-P	58,30	w-&A-F		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	52,75	D-S	53,96	I-e		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,05	R-p	54,60	O-k		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,66	F-b	52,22	B-O		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,19	D-W	54,75	P-l		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,52	N-j	51,32	A-F		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	57,07	k-z	56,58	h-z		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	50,19	AB	54,76	P-l		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,96	Q-p	57,16	m-&A		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,30	A-F	52,81	D-S		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,16	K-g	55,91	Z-v		
LSD ± 1,825							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.53'e göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (49,47 g), en düşük sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (68,40 g) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.54'te verilmiştir.

Çizelge 5.54. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	53,41	A-F	55,64	I-V	57,17	U-X
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	56,58	R-W	55,06	D-R		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	56,14	M-W	59,00	**Y**		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	54,14	B-L	56,38	P-W		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,66	C-P	54,43	B-N		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,14	B-L	52,90	A-C		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,49	B-O	55,15	E-R		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,35	F-T	54,35	B-L		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,03	B-K	55,80	K-V		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,88	D-Q	54,87	D-Q		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,86	W-Y	53,58	A-G		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,12	M-V	53,89	B-K		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,86	D-Q	52,85	AB		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,23	N-W	54,93	D-Q		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,57	Q-W	52,97	A-C		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	53,32	A-D	56,44	P-W		
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	58,52	XY	54,11	B-K		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	55,73	K-V	53,77	A-H		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,60	A-H	57,22	V-X		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	52,80	AB	54,83	D-Q		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,38	F-T	57,10	T-X		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	55,29	F-S	55,93	L-V		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,08	B-K	55,10	D-R		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,34	F-T	52,23	**A***		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,14	B-M	53,79	A-I		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,15	E-R	54,13	B-L		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	55,58	H-V	55,67	J-V		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,44	H-V	56,82	S-X		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,39	B-M	54,94	D-Q		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,83	A-J	55,41	G-U		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,45	Q-W	55,73	K-V		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,26	O-W	56,26	P-W		
LSD ± 1,421							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.54'e göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (52,23 g), en düşük su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (59 g) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi -temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.55'te verilmiştir.

Çizelge 5.55. Medya çeşidi – uygulama yöntemi -temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	57,52	&A-Q	63,81	&TU
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,82	&G-S	62,22	&TU
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	59,01	&K-U	54,54	T-p
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,11	yz&A-P	52,87	J-T
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,71	q-z&A-K	54,65	T-p
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,06	Q-k	52,93	K-V
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,89	P-j	59,17	&L-U
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,80	&F-S	54,92	W-s
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,73	j-z&A-E	51,76	F-J
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,32	T-n	53,20	K-a
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,87	&J-T	54,39	T-o
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,55	g-z&AB	50,55	CD
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,74	r-z&A-L	56,52	o-z&A-J
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,52	&B-R	54,09	R-k
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	61,24	&R-U	54,88	V-q
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	60,01	&P-U	56,29	n-z&A-J
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	55,69	j-z&A-D	53,71	P-h
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,47	z&A-P	56,94	v-z&A-M
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,28	K-b	52,07	H-P
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	55,65	i-z&A-C	55,95	k-z&A-G
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,49	I-S	52,72	I-S
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	50,66	C-F	52,98	K-W
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,27	T-n	52,45	I-S
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,30	e-z	54,19	S-l
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,62	N-e	53,46	M-c
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,50	M-d	56,25	n-z&A-I
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	53,76	P-h	55,41	f-z&A
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,67	i-z&A-D	57,56	&C-S
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,78	U-q	55,16	d-x
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,16	K-Z	51,42	F-I
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,19	F-I	54,83	V-q
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	51,81	G-L	55,69	j-z&A-E
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	53,79	P-i	59,09	&K-U
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	55,29	d-y	51,02	E-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	55,56	h-z&A-C	52,35	I-R
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,99	&H-T	59,32	&M-U
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,09	&K-U	57,53	&B-R
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	58,51	&I-T	57,79	&E-S
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,75	k-z&A-F	56,84	u-z&A-M
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,10	a-u	54,91	V-r
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	56,78	s-z&A-L	54,64	T-p
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	52,53	I-S	55,02	Z-u
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	56,82	t-z&A-M	56,42	n-z&A-J
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,10	b-v	57,10	x-z&A-P
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,96	K-V	56,09	m-z&A-H
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,90	J-U	55,31	e-z
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	59,53	&O-U	61,67	&S-U
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,67	U-q	57,03	w-z&A-O

Çizelge 5.55. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	53,66	O-f	55,39	f-z&A
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	55,45	g-z&AB	52,30	I-Q
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	65,63	**&U**	56,04	l-z&A-H
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	54,16	S-l	55,46	g-z&AB
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,43	L-c	56,95	w-z&A-N
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	54,20	T-m	56,64	p-z&A-J
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,11	S-l	55,94	k-z&A-G
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,54	T-p	53,93	P-j
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	56,63	p-z&A-J	51,99	H-O
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	58,29	&I-T	55,67	j-z&A-D
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	56,10	m-z&A-I	55,27	d-y
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	53,61	M-e	53,98	Q-k
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,15	c-w	54,95	Y-t
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,73	r-z&A-L	56,59	p-z&A-J
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,77	G-K	54,25	T-m
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	51,05	E-H	59,50	&N-U
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	51,97	G-N	54,95	X-t
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,07	K-Y	52,12	H-P
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,39	T-n	53,43	L-c
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	51,37	F-I	51,45	F-I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,00	D-G	53,68	P-g
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	50,16	BC	60,65	&Q-U
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,08	m-z&A-H	50,64	C-E
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	51,50	F-I	58,15	&H-T
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,81	G-M	54,08	R-k
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,75	k-z&A-F	52,20	H-P
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	53,06	K-X	52,78	J-T
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,07	Z-u	58,58	&J-T
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,65	**A***	55,31	e-z
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,59	&D-S	54,53	T-p
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	50,11	AB	54,00	Q-k
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,87	v-z&A-M	53,19	K-a
LSD ± 1,885					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.55'e göre ağırlık kaybı en yüksek, kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı, 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (49,65 g), en düşük kuru uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (65,63 g) elde edilmiştir.

Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, aşınma miktarı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.56'da verilmiştir.

Çizelge 5.56. Boya çeşidi-medya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	55,72	&S-w	59,32	&&R-X	57,17	&o-&&A-P
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,61	&u-&&A-S	58,03	&z&&A-T		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,87	z&A-j	63,15	&&c-e		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,26	&q-&&A-P	56,97	&l-&&A-O		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,36	&c-&&A-E	57,05	&m-&&A-O		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,48	O-t	55,64	&P-v		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,46	r-&A-c	53,33	W-&A-L		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,04	&a-&&A-C	59,57	&&S-X		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	53,54	b-&A-N	57,92	&y-&&A-T		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	55,11	&G-n	53,53	b-&A-N		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	67,23	&&h	50,51	B-O		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	59,47	&&S-X	51,63	G-e		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	56,72	&i-&&A-J	56,75	&j-&&A-M		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,06	&m-&&A-O	57,98	&y-&&A-T		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	58,21	&&C-U	64,28	&&ef		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,40	&c-&&A-E	63,62	&&de		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	52,24	N-p	59,14	&&P-X		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	62,60	&&b-e	52,35	N-q		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,53	t-&A-d	52,03	K-l		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	56,26	&b-&&A-D	55,04	&F-m		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	54,80	x-&A-j	50,17	A-M		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	51,62	G-d	49,71	A-G		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,33	q-&A-b	54,22	p-&A-a		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,71	&w-&&A	52,89	T-&A		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,61	&O-u	51,63	G-e		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	54,85	y-&A-j	52,15	M-o		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,37	&s-&&A-R	50,15	A-M		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	54,65	w-&A-h	56,68	&i-&&A-I		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,48	&&S-X	50,08	A-L		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,51	b-&A-M	52,82	T-z		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,75	H-g	50,63	B-Q		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,92	U-&A	50,70	B-Q		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	54	k-&A-Y	53,57	b-&A-N		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	51,78	H-h	58,8	&&M-V		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	51,57	G-c	59,55	&&S-X		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	56,73	&j-&&A-K	59,25	&&Q-X		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	61,56	&&Y-c	56,63	&g-&&A-I		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	61,82	&&Z-d	55,2	&H-o		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,62	c-&A-P	57,89	&x-&&A-T		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	57,66	&v-&&A-S	52,54	P-u		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,16	M-o	61,41	&&Y-c		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	50,07	A-K	54,99	&D-l		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	57,21	&p-&&A-P	56,43	&c-&&A-F		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	54,19	o-&A-a	56	&W-x		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,20	N-p	53,73	g-&A-S		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,40	X-&A-L	52,4	N-r		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	67,02	&&gh	52,03	K-l		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,94	U-&A-C	56,4	&c-&&A-E		

Çizelge 5.56. (devam). Boya çeşidi - medya çeşidi - uygulama yöntemi - temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	51,55	G-b	55,77	&T-w	57,17	&o-&&A-P
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	57,25	&q-&&A-P	53,64	d-&A-P		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	68,43	&&hi	62,83	&&c-e		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	51,37	F-Y	56,95	&k-&&A-O		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,78	H-i	55,09	&G-n		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,36	W-&A-L	55,04	&F-m		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	56,83	&k-&&A-	51,39	F-Z		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,2	&a-&&A-C	52,87	T-z		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	57,09	&n-&&A-O	56,18	&Z-z&&AB		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	62,44	&&b-e	54,13	n-&A-Z		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	53,45	a-&A-M	58,75	&&L-V		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	56,57	&e-&&A-G	50,66	B-Q		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	57,48	&t-&&A-R	52,82	T-z		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	60,51	&&V-a	52,95	U-&A-D		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	54,69	x-&A-i	48,86	A-C		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,61	Q-w	49,49	A-F		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	53,54	b-&A-N	50,4	B-N		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	53,66	d-&A-P	52,47	O-s		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	51,31	E-V	57,47	&t-&&A-R		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,07	A-D	53,68	D-&A-Q		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	48,78	AB	53,22	U-&A-I		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	51,42	F-a	48,91	A-C		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,21	U-&A-H	58,95	&&O-W		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	49,13	A-D	53,86	j-&A-V		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,77	H-g	51,84	I-j		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	51,92	J-j	59,57	&&S-X		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,06	l-&A-Z	52,06	K-m		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	55,7	&Q-w	54,45	q-&A-b		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	48,43	**A***	50,87	D-T		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	56,69	&i-&&A-I	58,49	&&H-V		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,17	E-U	49,04	A-D		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	51,76	H-g	61,99	&&a-d		

Çizelge 5.56. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	69,33	&&i	58,28	&&D-U	57,17	&o-&&A-P
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	67,17	&&h	57,27	&q-&&A-Q		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	54,97	&B-l	54,11	m-&A-Z		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	49,72	A-G	56,03	&Z-&&A		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,45	&L-s	53,84	i-&A-U		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,82	T-z	53,03	U-&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,26	&I-q	63,09	&&c-e		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,55	u-&A-e	55,30	&J-r		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,77	H-g	51,74	H-g		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	53,42	Z-&A-M	52,98	U-&A-E		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	51,34	F-X	57,44	&t-&&A-R		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	50,69	B-Q	50,41	B-N		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	55,38	&M-t	57,65	&v-&&A-S		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,81	T-y	55,37	&L-s		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,77	g-&A-T	55,99	&X-y		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	56,69	&i-&&A-I	55,89	&X-z		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	50,78	C-S	56,64	&g-&&A-H		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	58,74	&&K-V	55,13	&G-n		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,41	Y-&A-L	50,74	B-R		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	57,30	&r-&&A-Q	54,59	u-&A-f		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	52,14	M-o	53,29	V-&A-K		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	52,92	U-&AB	53,04	U-&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,93	J-j	52,97	U-&A-D		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	54,97	&B-l	53,41	Y-&A-L		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	54,34	r-&A-c	52,59	P-v		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	56,63	&g-&&A-H	55,87	&U-w		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	60,14	&&U-Z	50,68	B-Q		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	52,59	P-v	62,54	&&b-d		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	53,64	d-&A-P	56,67	&h-&&A-I		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	53,53	b-&A-N	49,31	A-E		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	53,36	W-&A-L	56,30	&b-&&A-E		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	53,75	g-&A-T	57,62	&u-&&A-S		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	56,03	&Y-z&&A	62,15	&&a-d		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	50,10	A-L	51,95	K-k		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	52,82	T-z	51,88	I-j		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	53,10	U-&A-G	65,54	&&fg		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,32	&&R-X	55,75	&R-w		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,25	&q-&&A-P	58,32	&&E-U		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	57,08	&n-&&A-O	56,59	&f-&&A-G		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	52,85	T-z	56,98	&l-&&A-O		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	56,53	&d-&&A-G	52,76	R-x		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	57,95	&y-&&A-T	52,09	L-n		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,62	&&G-U	54,21	p-&A-a		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	60,47	&&V-a	53,73	g-&A-S		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	57,24	&q-&&A-P	54,93	&A-k		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	57,22	&p-&&A-P	53,41	Y-&A-M		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	69,78	**&&i**	53,56	b-&A-N		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	55,15	&H-p	58,91	&&N-W		

Çizelge 5.56. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde aşınma miktarı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (g).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	59,53	&&S-X	51,24	F-W	57,17	&o-&&A-P
		45°-2 bar-Ø5-10	50,07	A-K	54,53	t-&A-d		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,60	b-&A-O	58,47	&&G-U		
		45°-2 bar-Ø8-10	53,99	j-&A-W	56,92	&k-&&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	55,80	&U-w	58,10	&&C-T		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	59,85	&&T-Y	53,42	Z-&A-M		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	53,83	h-&A-U	58,04	&&B-T		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	53,38	Y-&A-L	54,47	s-&A-c		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	52,53	P-u	51,44	F-a		
		90°-2 bar-Ø5-10	53,27	V-&A-J	58,07	&&A-T		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	52,80	S-y	57,73	&w-&&A-S		
		90°-2 bar-Ø8-10	55,02	&E-l	52,95	U-&A-D		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	53,71	f-&A-R	56,19	&a-&&A-C		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	52,38	N-q	60,79	&&W-b		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	53,89	k-&A-X	54,62	v-&A-g		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	62,61	&&b-e	56,40	&c-&&A-E		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	56,94	&j-&&A-L	52,96	U-&A-D		
		45°-2 bar-Ø5-10	52,58	P-v	51,66	G-f		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	53,19	U-&A-H	53,68	e-&A-Q		
		45°-2 bar-Ø8-10	49,88	A-I	53,01	U-&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	54,18	o-&A-a	53,18	U-&A-H		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	53,60	b-&A-O	67,69	&&h		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	52,30	N-q	48,97	A-D		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	60,96	&&X-b	55,34	&K-s		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	55,55	&N-t	52,60	P-w		
		90°-2 bar-Ø5-10	54,46	s-&A-c	49,93	A-J		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,97	&C-l	50,58	B-P		
		90°-2 bar-Ø8-10	58,43	&&F-U	58,72	&&J-V		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	51,96	K-k	58,65	&&I-V		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	53,23	V-&A-I	55,84	&V-x		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	51,43	F-a	56,58	&e-&&A-G		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	56,56	&e-&&A-G	49,83	A-H		
	LSD ± 1,536							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma miktarı değeri

Çizelge 5.56'ya göre kontrol örneklerine kıyasla ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı, 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (48,43 g), en düşük sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 c m temizleme mesafesinde mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde (69,78 g)elde edilmiştir.

5.5. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Boya temizleme işleminin örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama değerler 5.57'de verilmiştir.

Çizelge 5.57. Yüzey pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	46,71	3,72	40,30	2,79	2,65	0,28
		45°-2 bar-Ø5-10	41,29	2,98	36,02	2,30		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	42,64	2,74	36,84	2,48		
		45°-2 bar-Ø8-10	37,99	2,37	33,27	1,94		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	49,12	3,98	42,21	2,96		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	43,29	3,34	37,21	2,89		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	45,04	3,22	38,62	2,37		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	39,73	2,27	34,67	1,97		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	62,91	4,96	52,94	4,83		
		90°-2 bar-Ø5-10	48,46	2,48	41,70	1,55		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,89	3,82	50,37	2,85		
		90°-2 bar-Ø8-10	46,67	1,37	40,53	1,57		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	65,25	5,01	54,50	4,71		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	50,16	2,83	42,72	2,24		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	59,54	3,84	50,51	3,20		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	47,96	2,41	41,44	2,16		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	259,30	9,31	231,58	3,69		
		45°-2 bar-Ø5-10	236,10	8,71	192,70	7,76		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	207,50	4,90	175,91	3,70		
		45°-2 bar-Ø8-10	187,18	7,13	154,38	6,01		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	297,89	7,78	261,43	9,01		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	246,72	7,72	207,52	5,11		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	235,04	9,17	212,98	4,93		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	196,80	7,01	170,43	8,03		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	263,56	7,28	217,31	7,29		
		90°-2 bar-Ø5-10	238,30	4,96	197,71	8,52		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	219,83	6,73	184,47	4,36		
		90°-2 bar-Ø8-10	194,38	7,60	162,78	3,73		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	320,56	12,72	260,78	11,46		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	279,90	7,84	232,75	6,83		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	275,91	10,00	234,74	6,68		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	223,60	5,81	193,30	3,23		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	234,92	8,74	208,28	4,68		
		45°-2 bar-Ø5-10	212,47	7,04	172,69	6,96		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	186,12	4,46	157,02	3,71		
		45°-2 bar-Ø8-10	168,50	7,67	139,91	4,53		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	267,71	6,27	236,83	9,00		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	221,34	7,48	186,73	4,96		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	213,19	9,22	190,46	4,87		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	177,08	6,20	153,68	7,62		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	237,86	6,47	195,67	7,60		
		90°-2 bar-Ø5-10	214,38	5,12	179,02	8,92		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	197,91	6,27	165,86	4,00		
		90°-2 bar-Ø8-10	174,41	6,62	147,04	1,48		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	288,71	11,93	234,11	9,60		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	252,60	7,98	209,63	6,76		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	248,93	8,85	212,97	5,81		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	200,64	5,80	175,42	3,02		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.57. (devam). Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	330,77	6,16	284,52	1,82	2,65	0,28
		45°-2 bar-Ø5-10	297,24	5,90	244,80	5,94		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	263,29	3,74	218,45	3,15		
		45°-2 bar-Ø8-10	238,27	5,36	191,85	4,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	374,34	6,29	327,15	5,74		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	310,24	5,64	265,45	6,75		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	301,44	5,95	262,80	4,18		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	249,85	8,42	216,12	5,71		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	330,89	2,27	274,62	4,73		
		90°-2 bar-Ø5-10	303,57	4,55	245,77	8,11		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	278,15	5,36	236,01	4,50		
		90°-2 bar-Ø8-10	244,83	8,54	203,21	6,65		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	398,43	5,44	327,41	4,86		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	352,38	4,30	296,54	3,36		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	341,80	5,97	294,14	4,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	285,16	4,28	246,41	3,09		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	330,77	6,16	284,52	1,82		
		45°-2 bar-Ø5-10	297,24	5,90	244,80	5,94		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	263,29	3,74	218,45	3,15		
		45°-2 bar-Ø8-10	238,27	5,36	191,85	4,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	374,34	6,29	327,15	5,74		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	310,24	5,64	265,45	6,75		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	301,44	5,95	262,80	4,18		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	249,85	8,42	216,12	5,71		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	330,89	2,27	274,62	4,73		
		90°-2 bar-Ø5-10	303,57	4,55	245,77	8,11		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	278,15	5,36	236,01	4,50		
		90°-2 bar-Ø8-10	244,83	8,54	203,21	6,65		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	398,43	5,44	327,41	4,86		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	352,38	4,30	296,54	3,36		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	341,80	5,97	294,14	4,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	285,16	4,28	246,41	3,09		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.57. (devam). Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	18,87	2,47	16,46	1,36	2,65	0,28
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	18,09	1,20	15,73	0,99		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	17,12	0,71	16,03	1,35		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	16,57	0,83	14,68	0,46		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	19,28	2,18	18,21	1,68		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	18,20	1,50	16,55	1,03		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	18,55	1,93	16,67	1,10		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	16,58	1,39	14,86	0,81		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	22,53	3,13	20,37	2,41		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	19,72	2,04	17,06	1,19		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	21,22	1,56	19,53	1,98		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	17,59	1,52	16,91	1,34		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	24,35	3,14	20,58	3,10		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	19,79	2,48	17,17	1,30		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	20,97	1,89	20,19	1,19		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	18,93	2,01	18,02	1,37		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	182,43	7,03	192,56	7,48		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	169,71	6,12	166,98	6,14		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	147,40	9,83	145,36	4,42		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	132,88	5,11	127,69	3,15		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	210,05	7,96	222,90	7,40		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	169,31	4,65	178,32	5,83		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	169,83	10,45	173,96	2,63		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	144,80	7,83	148,19	4,86		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	182,59	8,01	185,99	6,38		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	167,20	8,11	163,68	3,24		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	151,66	6,98	161,29	4,86		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	140,49	6,63	137,95	6,72		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	221,58	7,82	219,10	6,37		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	195,48	8,88	201,05	5,98		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	191,53	9,98	201,01	6,54		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	165,21	6,07	168,49	6,26		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	165,07	6,88	172,51	6,92		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	152,63	7,33	150,89	7,38		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	132,40	7,09	130,06	4,77		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	119,68	4,47	115,30	3,61		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	188,89	9,40	201,55	6,87		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	151,77	3,08	160,51	6,84		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	152,85	9,35	156,22	3,18		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	129,26	7,56	133,77	3,99		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	165,22	7,65	167,29	6,45		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	150,59	7,99	147,64	3,35		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	137,11	6,68	145,46	4,73		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	126,25	5,24	123,38	5,43		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	198,34	8,16	196,92	6,51		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	174,71	8,62	181,68	5,90		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	174,07	9,38	181,56	5,09		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	148,56	5,91	151,28	6,56		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.57. (devam). Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (µm).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	x̄	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	230,17	5,32	241,47	4,97	2,65	0,28
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	214,57	5,19	209,72	6,19		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	184,32	7,38	184,57	2,76		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	165,33	7,54	164,40	2,97		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	264,78	10,57	279,71	4,21		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	216,35	5,32	224,82	3,46		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	214,89	8,43	223,16	3,19		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	180,15	6,92	184,34	5,55		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	230,22	6,85	234,37	3,55		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	210,95	8,59	208,00	7,98		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	193,89	7,66	202,07	4,41		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	177,04	6,81	173,25	7,10		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	282,39	7,57	276,76	5,93		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	246,07	7,04	253,59	3,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	238,03	10,42	250,40	2,50		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	206,17	8,08	210,59	4,80		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	218,86	5,58	229,40	4,11		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	203,66	5,81	199,06	6,10		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	175,17	5,80	174,34	2,70		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	157,00	7,18	156,88	2,78		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	250,04	11,19	266,35	3,15		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	206,67	4,80	212,59	4,10		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	203,99	8,49	211,92	4,24		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	170,84	7,85	175,99	5,46		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	218,46	7,00	222,31	4,76		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	201,30	8,41	197,82	8,49		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	184,11	7,88	192,44	4,77		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	168,50	7,60	164,27	6,76		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	269,06	8,13	264,62	6,30		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	233,53	6,76	241,88	4,45		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	225,70	10,61	238,18	3,31		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	195,72	7,66	199,10	4,67		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama yöntemi, D: Temizleme Parametreleri

Çizelge 5.57'ye göre yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.58'de verilmiştir.

Çizelge 5.58. Yüzey pürüzlülük değeri varyans analizi sonuçları.

Faktör	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	164302,085	1	164302,085	7451,521	0,000*
Medya Çeşidi (B)	16064359,969	4	4016089,992	182139,992	0,000*
Uygulama Yöntemi (C)	1786311,206	1	1786311,206	81013,799	0,000*
Temizleme Parametreleri (D)	1820975,184	15	121398,346	5505,727	0,000*
Etkileşim (AB)	26240,646	4	6560,162	297,520	0,000*
Etkileşim (AC)	220207,050	1	220207,050	9986,955	0,000*
Etkileşim (AD)	14413,209	15	960,881	43,578	0,000*
Etkileşim (BC)	170707,677	4	42676,919	1935,508	0,000*
Etkileşim (BD)	406182,035	60	6769,701	307,023	0,000*
Etkileşim (CD)	46123,215	15	3074,881	139,454	0,000*
Etkileşim (ABC)	47047,168	4	11761,792	533,427	0,000*
Etkileşim (ABD)	3293,404	60	54,890	2,489	0,000*
Etkileşim (ACD)	8459,905	15	563,994	25,579	0,000*
Etkileşim (BCD)	7477,869	60	124,631	5,652	0,000*
Etkileşim (ABCD)	2448,270	60	40,804	1,851	0,000*
Hata	77592,079	3519	22,049		
Toplam	104628254,857	3840			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre yüzey pürüzlülük değerleri üzerinde tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.59'da verilmiştir.

Çizelge 5.59. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine ilişkin yüzey pürüzlülüğü değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (µm).

Boya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Kontrol	2,65	C
Sentetik Boya	188,89	**A***
Su Bazlı Boya	172,86	B
LSD ± 5,695		
Medya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	31,98	**E**
Fındık Kabuğu Granülü	198,59	C
Mısır Koçanı Granülü	178,84	D
Ceviz Kabuğu Granülü	250,19	**A***
Kayısı Çekirdeği Granülü	244,78	B
LSD ± 5,31		
Uygulama Yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	207,29	**A***
Sulu	154,46	B
LSD ± 6,69		
Temizleme Parametreleri (Açı – Basınç – Uç açıklığı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	195,97	CD
45°-2 bar-Ø5-10 cm	173,82	E
45°-2 bar-Ø8-7 cm	153,81	FGH
45°-2 bar-Ø8-10 cm	137,59	**H**
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	224,00	AB
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	182,46	DE
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	180,29	DE
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	150,15	GH
90°-2 bar-Ø5-7 cm	194,53	CD
90°-2 bar-Ø5-10 cm	165,72	E
90°-2 bar-Ø8-7 cm	175,11	EFG
90°-2 bar-Ø8-10 cm	145,38	H
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	232,46	**A***
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	206,53	BC
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	204,81	C
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	171,38	EF
LSD ± 18,96		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.59'a göre kontrol örneklerine kıyasla en fazla yüzey pürüzlülüğü, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (188,89 µm) çıkmıştır.

Medya çeşidi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü en yüksek, ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (250,19 µm), en düşük, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (31,98 µm), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (207,29 µm), en düşük, sulu yöntem ile temizlenmiş örneklerde (154,46 µm) tespit edilmiştir.

Temizleme parametreleri düzeyinde yüzey pürüzlülüğü en yüksek, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (232,46 µm), en düşük, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (137,59 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.60'ta verilmiştir.

Çizelge 5.60. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	34,19	F	29,78	**F**	2,65	G
Fındık Kabuğu Granülü	207,02	C	190,17	D		
Mısır Koçanı Granülü	186,38	D	171,29	E		
Ceviz Kabuğu Granülü	261,12	**A***	239,27	B		
Kayısı Çekirdeği Granülü	255,73	A	233,82	B		
LSD ± 6,01						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.60'a göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra ceviz kabuğu granülü (261,12 µm) ile temizlenmiş örneklerde (255,73 µm), en düşük ise en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (29,78 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.61'de verilmiştir.

Çizelge 5.61. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama yöntemi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	224,58	**A***	190,01	B	2,65	D
Sulu	153,20	**C**	155,72	C		
LSD ± 7,653						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.61'e göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek,

sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (224,58 µm), en düşük ise en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (153,20 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.62'de verilmiştir.

Çizelge 5.62. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Temizleme Parametreleri	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	201,79	C-E	190,16	D-G	2,65	P
45°-2 bar-Ø5-10 cm	184,30	E-I	163,34	I-M		
45°-2 bar-Ø8-7 cm	161,92	J-M	145,70	M-O		
45°-2 bar-Ø8-10 cm	146,17	M-O	129,02	**O**		
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	229,64	AB	218,35	BC		
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	189,41	E-G	175,51	G-K		
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	185,62	E-H	174,96	G-L		
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	155,49	K-N	144,82	M-O		
90°-2 bar-Ø5-7 cm	204,51	C-E	184,55	E-I		
90°-2 bar-Ø5-10 cm	185,80	E-H	164,42	H-M		
90°-2 bar-Ø8-7 cm	172,09	G-L	159,35	J-M		
90°-2 bar-Ø8-10 cm	153,50	L-N	137,25	NO		
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	246,71	**A***	218,22	BC		
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	215,70	BC	197,35	C-F		
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	211,83	B-D	197,78	C-F		
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	177,71	F-J	165,05	H-M		
LSD ± 21,825						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.62'ye göre göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar kuvvet, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (246,71 µm), en düşük ise en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar kuvvet, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (129,02 µm) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.63'te verilmiştir.

Çizelge 5.63. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	45,61	G
	Fındık Kabuğu	224,17	B
	Mısır Koçanı	201,94	D
	Ceviz kabuğu	282,37	**A***
	Kayısı Çekirdeği	282,37	**A***
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	18,35	**H**
	Fındık Kabuğu	155,73	F
	Mısır Koçanı	218,02	C
	Ceviz kabuğu	207,18	D
	Kayısı Çekirdeği	18,35	H
LSD ± 5,788			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.63'e göre yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, kuru uygulama yöntemi kullanılarak ceviz kabuğu ve kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (282,37 µm), en düşük ise sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (18,35 µm) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.64'te verilmiştir.

Çizelge 5.64. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	30,59	f
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	27,78	f
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	28,16	f
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	25,63	**f**
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	32,20	f
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,81	f
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,72	f
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,46	f
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	39,69	f
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	31,73	f
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,50	f
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	30,42	f
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	41,17	f
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	32,46	f
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,80	f
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	31,59	f
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	216,47	O-R
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	191,37	U-Y
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	169,04	ab
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	150,53	c-e
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	248,07	H-J
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	200,47	S-W
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	197,95	S-W
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	165,06	a-c
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	212,36	P-S
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	191,72	U-Y
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	179,31	Y-a
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	158,90	b-d
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	255,51	F-I
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	227,29	L-P
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	225,80	M-P
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	187,65	V-Z
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	195,19	T-X
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	172,17	Z-b
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	151,40	c-e
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	135,85	e
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	223,75	N-P
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	180,09	X-a
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	178,18	Y-a
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	148,45	de
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	191,51	U-Y
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	172,91	Z-b
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	161,58	b-d
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	142,77	e
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	229,52	K-O
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	204,65	R-U
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	204,38	R-U
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	168,97	ab

Çizelge 5.64. (Devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	271,73	C-E
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	241,58	I-M
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	212,66	P-S
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	189,96	U-Y
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	311,50	AB
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	254,21	F-I
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	250,57	G-J
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	207,61	Q-T
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	267,52	D-F
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	242,07	I-L
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	227,53	L-P
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	199,58	S-W
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	321,25	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	287,15	C
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	281,09	CD
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	237,08	J-N
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	265,89	D-G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	236,19	J-N
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	207,81	Q-T
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	186,00	W-Z
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	304,47	B
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	248,74	H-J
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	245,04	I-K
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	203,20	R-V
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	261,57	E-H
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	237,12	J-N
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	222,68	N-Q
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	195,20	T-X
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	314,88	AB
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	281,08	CD
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	274,95	C-E
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	231,60	K-O
LSD ± 15,795			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.64'e göre yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (321,25 µm), en düşük ise 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (25,63 µm) elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.65'te verilmiştir.

Çizelge 5.65. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	225,17	CD
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	197,54	E-G
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	176,95	F-K
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	158,15	K-N
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	255,82	AB
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	209,42	DE
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	206,38	DE
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	170,43	H-M
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	224,12	CD
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	201,83	D-F
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	190,57	E-J
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	166,19	J-N
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	267,56	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	236,56	BC
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	235,45	BC
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	194,55	E-H
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	166,78	I-M
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	150,10	L-Q
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	130,68	O-R
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	117,04	**R**
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	192,18	E-I
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	155,51	K-O
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	154,20	K-P
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	129,88	P-R
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	164,93	K-N
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	148,40	M-Q
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	140,88	N-R
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	124,56	QR
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	197,37	E-G
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	176,49	F-K
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	174,16	G-L
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	148,21	M-Q
LSD ± 25,58			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yüzey pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.65'e göre yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, kuru uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (267,56 µm), en düşük ise sulu uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (117,04 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.66'da verilmiştir.

Çizelge 5.66. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	49,10	I	42,11	J	2,65	L
	Fındık Kabuğu	242,66	C	205,67	G		
	Mısır Koçanı	218,55	D	185,33	F		
	Ceviz kabuğu	306,29	A*	258,45	B		
	Kayısı Çekirdeği	306,29	A*	258,45	B		
Sulu	Sodyum Bikarbonat	19,27	K	17,44	K		
	Fındık Kabuğu	171,38	E	174,66	G		
	Mısır Koçanı	154,21	H	157,25	H		
	Ceviz kabuğu	215,96	D	220,08	D		
	Kayısı Çekirdeği	205,16	E	209,20	E		
	LSD ± 6,127						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.66'ya göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak ceviz kabuğu ve kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (306,29 µm), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (17,44 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.67'de verilmiştir.

Çizelge 5.67. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	32,79	&Q-S	28,38	&Q-S	2,65	&T
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	29,69	&Q-S	25,87	&RS		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	29,88	&Q-S	26,44	&RS		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	27,28	&Q-S	23,97	**&S**		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,20	&Q-S	30,21	&Q-S		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	30,75	&Q-S	26,88	&RS		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	31,79	&Q-S	27,64	&Q-S		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,15	&Q-S	24,77	&S		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	42,72	&QR	36,65	&Q-S		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,09	&Q-S	29,38	&Q-S		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	40,05	&Q-S	34,95	&Q-S		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	32,13	&Q-S	28,72	&Q-S		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	44,80	&Q	37,54	&Q-S		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,97	&Q-S	29,94	&Q-S		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	40,25	&Q-S	35,35	&Q-S		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,44	&Q-S	29,73	&Q-S		
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	220,87	e-k	212,07	i-r		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	202,90	l-w	179,84	&A-G		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	177,45	&C-I	160,64	&H-M		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	160,03	&I-M	141,04	&N-P		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	253,97	N-V	242,16	S-a		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	208,02	k-u	192,92	u-z&A-C		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	202,43	l-w	193,47	t-z&A-C		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	170,80	&E-K	159,31	&J-M		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	223,07	b-k	201,65	l-w		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	202,75	l-w	180,69	z&A-G		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	185,75	w-z&A-E	172,88	&D-K		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	167,43	&F-L	150,37	&L-O		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	271,07	I-N	239,94	T-c		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	237,69	V-e	216,90	g-n		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	233,72	X-g	217,87	g-m		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	194,40	s-z&A-C	180,89	z&A-G		
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	199,99	n-y	190,40	v-z&A-D		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	182,55	y-z&A-F	161,79	&H-L		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	159,26	&J-M	143,54	&M-P		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	144,09	&M-P	127,61	&P		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	228,30	Z-i	219,19	f-l		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	186,55	w-z&A-E	173,62	&D-J		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	183,02	x-z&A-F	173,34	&D-J		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	153,17	&L-N	143,73	&M-P		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	201,54	m-w	181,48	z&A-F		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	182,48	y-z&A-F	163,33	&G-L		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	167,51	&F-L	155,66	&K-N		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	150,33	&L-O	135,21	&OP		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	243,52	S-a	215,52	h-n		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	213,65	h-q	195,65	r-z&AB		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	211,50	i-s	197,27	p-z&A		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	174,60	&D-J	163,35	&G-L		

Çizelge 5.67. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	280,47	G-J	**262,99**	J-R	2,65	&T
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	255,91	M-U	**227,26**	a-j		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	223,81	b-k	**201,51**	m-w		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	201,80	l-w	**178,13**	&B-H		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	319,56	BC	**303,43**	C-E		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	263,29	J-Q	**245,13**	S-Z		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	258,16	K-S	**242,98**	S-a		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	215,00	h-o	**200,23**	n-x		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	280,55	G-J	**254,49**	N-V		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	257,26	L-T	**226,89**	a-j		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	236,02	W-f	**219,04**	f-m		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	210,93	i-t	**188,23**	w-z&A-E		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	340,41	**A***	**302,08**	C-E		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	299,22	D-F	**275,07**	H-K		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	289,92	E-H	**272,27**	I-M		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	245,66	R-Z	**228,50**	Z-i		
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	274,82	H-L	**256,96**	M-T		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	250,45	P-X	**221,93**	d-k		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	219,23	f-l	**196,40**	q-z&A		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	197,64	o-z	**174,37**	&D-J		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	312,19	CD	**296,75**	D-G		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	258,45	K-S	**239,02**	U-d		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	252,71	O-W	**237,36**	V-e		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	210,34	j-u	**196,05**	r-z&A		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	274,67	H-L	**248,46**	Q-Y		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	252,44	O-W	**221,79**	d-k		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	231,13	Y-h	**214,23**	h-p		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	206,66	k-v	**183,74**	x-z&A-F		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	333,74	AB	**296,01**	D-G		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	292,96	E-G	**269,21**	I-O		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	283,75	F-I	**266,16**	J-P		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	240,44	T-b	**222,76**	c-k		
LSD ± 17,582							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.67'ye göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde (340,41 µm), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (23,97 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.68'de verilmiştir.

Çizelge 5.68. Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	45°-2 bar-Ø5-7 cm	240,49	C-F	209,84	G-K	2,65	f
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	216,87	E-I	178,21	L-V		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	192,57	I-P	161,34	Q-Y		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	174,04	M-W	142,25	X-e		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	272,68	AB	238,96	C-G		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	226,37	D-H	192,47	I-P		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	219,23	E-I	193,53	I-O		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	182,66	K-R	158,20	Q-Z		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	245,22	B-E	203,03	H-M		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	221,66	E-I	181,99	K-R		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	206,59	H-L	174,55	M-W		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	181,02	K-S	151,35	T-c		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	294,28	**A***	240,84	C-F		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	257,48	BC	215,63	F-J		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	253,59	B-D	217,30	E-I		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	208,50	H-K	180,59	K-T		
Sulu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	163,08	Q-Y	170,48	N-X		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	151,73	T-c	148,48	W-c		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	131,28	Z-e	130,07	Z-e		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	118,29	de	115,79	**e**		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	186,61	J-Q	197,74	H-N		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	152,46	S-b	158,56	Q-Z		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	152,02	S-c	156,38	R-a		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	128,32	a-e	131,43	Z-e		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	163,80	P-Y	166,06	O-Y		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	149,95	U-c	146,84	W-d		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	137,60	Y-e	144,16	X-e		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	125,97	b-e	123,15	c-e		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	199,14	H-N	195,60	I-N		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	173,91	M-W	179,07	L-U		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	170,06	N-X	178,27	L-V		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	146,92	W-d	149,50	V-c		
LSD ± 29,254							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.68'e göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (294,28 µm), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (115,79 µm) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.69'da verilmiştir.

Çizelge 5.69. Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	43,51	&LM	17,67	&N
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	38,65	&LM	16,91	&N
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	39,74	&LM	16,58	&N
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	35,63	&M	15,62	**&N**
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	45,66	&K-M	18,75	&N
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	40,25	&LM	17,37	&N
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	41,83	&LM	17,61	&N
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,20	&LM	15,72	&N
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	57,92	&J	21,45	&N
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	45,08	&K-M	18,39	&N
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	54,63	&JK	20,37	&N
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	43,60	&LM	17,25	&N
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	59,88	&J	22,47	&N
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	46,44	&KL	18,48	&N
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	55,02	&JK	20,58	&N
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	44,70	&K-M	18,47	&N
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	245,44	P-S	187,50	m-p
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	214,40	a-e	168,35	v-x
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	191,71	k-o	146,38	&C-E
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	170,78	v-x	130,29	&GH
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	279,66	G-I	216,47	a-d
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	227,12	U-Z	173,81	r-w
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	224,01	V-a	171,89	t-w
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	183,62	n-s	146,49	&C-E
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	240,43	R-T	184,29	n-r
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	218,00	Z-d	165,44	w-z
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	202,15	f-k	156,48	yz&A-C
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	178,58	p-v	139,22	&E-G
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	290,67	F	220,34	Y-b
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	256,32	L-O	198,26	h-l
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	255,32	M-P	196,27	j-m
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	208,45	c-h	166,85	w-y
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	221,60	W-b	168,79	v-x
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	192,58	k-n	151,76	&B-D
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	171,57	u-w	131,23	&F-H
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	154,21	&BC	117,49	&I
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	252,27	N-Q	195,22	j-m
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	204,04	e-j	156,14	z&A-C
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	201,83	f-k	154,53	&A-C
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	165,38	w-z	131,52	&F-H
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	216,77	Z-d	166,26	w-z
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	196,70	j-m	149,11	&C-E
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	181,89	o-u	141,28	&D-F
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	160,73	x-&AB	124,82	&HI
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	261,41	K-N	197,63	i-m
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	231,11	T-X	178,19	p-v
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	230,95	T-Y	177,82	p-v
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	188,03	l-p	149,92	&CD

Çizelge 5.69. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	307,64	DE	235,82	S-U
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	271,02	I-K	212,15	b-f
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	240,87	R-T	184,45	n-q
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	215,06	a-d	164,86	w-&A
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	350,74	B	272,25	H-J
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	287,84	FG	220,58	X-b
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	282,12	F-H	219,03	Z-c
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	232,98	T-V	182,24	n-t
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	302,75	E	232,30	T-V
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	274,67	H-J	209,47	c-g
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	257,08	L-O	197,98	h-m
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	224,02	V-a	175,15	q-w
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	362,92	A	279,57	G-I
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	324,46	C	249,83	O-R
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	317,97	CD	244,22	Q-S
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	265,78	J-M	208,38	d-h
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	307,65	DE	224,13	V-a
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	271,02	I-K	201,36	g-k
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	240,87	R-T	174,75	q-w
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	215,06	a-d	156,94	y-&A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	350,74	B	258,20	L-O
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	287,84	FG	209,63	c-g
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	282,12	F-H	207,95	d-i
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	232,98	T-V	173,41	s-w
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	302,75	E	220,38	Y-b
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	274,67	H-J	199,56	g-k
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	257,08	L-O	188,27	l-p
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	224,02	V-a	166,39	w-z
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	362,92	**A***	266,84	J-L
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	324,46	C	237,71	S-U
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	317,97	CD	231,94	T-W
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	265,78	J-M	197,41	i-m
LSD ± 10,627					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.69'a göre, yüzey pürüzlülük değeri en yüksek kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (362,92 µm), en düşük ise sulu uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (15,62 µm) elde edilmiştir.

Boya çeşidi-medya çeşidi–uygulama yöntemi–temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.70'te verilmiştir.

Çizelge 5.70. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	46,71	&&S-U	40,30	&&W-b	2,65	&&m
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	41,29	&&V-a	36,02	&&b-d		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	42,64	&&U-X	36,84	&&a-d		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	37,99	&&Y-c	33,27	&&d		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,12	&&R-T	42,21	&&U-Y		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	43,29	&&U-W	37,21	&&Z-d		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	45,04	&&T-V	38,62	&&X-c		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	39,73	&&W-b	34,67	&&cd		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	62,91	&&NO	52,94	&&QR		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	48,46	&&R-T	41,70	&&V-Z		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	58,89	&&OP	50,37	&&Q-S		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	46,67	&&S-U	40,53	&&V-b		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	65,25	&&N	54,50	&&PQ		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	50,16	&&Q-S	42,72	&&U-X		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	59,54	&&O	50,51	&&Q-S		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	47,96	&&ST	41,44	&&V-a		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	259,30	U	231,58	g-i		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	236,10	d-g	192,70	&N-Q		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	207,50	z&A-E	175,91	&b-e		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	187,18	&R-U	154,38	&w-y		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	297,89	IJ	261,43	S-U		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	246,72	X-Z	207,52	z&A-E		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	235,04	d-g	212,98	t-x		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	196,80	&J-N	170,43	&g-m		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	263,56	Q-U	217,31	p-t		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	238,30	cd	197,71	&I-M		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	219,83	m-q	184,47	&T-X		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	194,38	&L-P	162,78	&r-t		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	320,56	F	260,78	TU		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	279,90	MN	232,75	f-i		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	275,91	NO	234,74	d-h		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	223,60	lm	193,30	&M-Q		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	234,92	d-g	208,28	yz&A-C		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	212,47	u-y	172,69	&e-k		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	186,12	&S-W	157,02	&u-w		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	168,50	&k-q	139,91	&&F		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	267,71	PQ	236,83	d-f		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	221,34	l-p	186,73	&S-V		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	213,19	t-x	190,46	&P-S		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	177,08	&Z-e	153,68	&w-y		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	237,86	c-e	195,67	&K-O		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	214,38	s-w	179,02	&Y-c		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	197,91	&I-L	165,86	&m-s		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	174,41	&d-h	147,04	&&CD		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	288,71	K	234,11	d-h		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	252,60	VW	209,63	x-z&AB		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	248,93	W-Z	212,97	t-x		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	200,64	&G-J	175,42	&c-f		

Çizelge 5.70. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	330,77	E	284,52	KL	2,65	&&m
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	297,24	IJ	244,80	Z-b		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	263,29	Q-U	218,45	o-s		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	238,27	cd	191,85	&O-Q		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	374,34	B	327,15	E		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	310,24	G	265,45	P-S		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	301,44	HI	262,80	R-U		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	249,85	V-Y	216,12	q-u		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	330,89	E	274,62	O		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	303,57	H	245,77	Y-b		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	278,15	M-O	236,01	d-g		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	244,83	Z-b	203,21	&E-H		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	398,43	**A***	327,41	E		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	352,38	C	296,54	J		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	341,80	D	294,14	J		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	285,16	KL	246,41	X-a		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	330,77	E	284,52	KL		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	297,24	IJ	244,80	Z-b		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	263,29	Q-U	218,45	o-s		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	238,27	cd	191,85	&O-Q		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	374,34	B	327,15	E		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	310,24	G	265,45	P-S		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	301,44	HI	262,80	R-U		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	249,85	V-Y	216,12	q-u		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	330,89	E	274,62	O		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	303,57	H	245,77	Y-b		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	278,15	M-O	236,01	d-g		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	244,83	Z-b	203,21	&E-H		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	398,43	A	327,41	E		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	352,38	C	296,54	J		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	341,80	D	294,14	J		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	285,16	KL	246,41	X-a		

Çizelge 5.70. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	18,87	&&f-l	16,46	&&h-l	2,65	**&&m**
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	18,09	&&f-l	15,73	&&j-l		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	17,12	&&g-l	16,03	&&i-l		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	16,57	&&h-l	14,68	**&&l**		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	19,28	&&f-k	18,21	&&f-l		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	18,20	&&f-l	16,55	&&h-l		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	18,55	&&f-l	16,67	&&g-l		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	16,58	&&h-l	14,86	&&kl		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	22,53	&&ef	20,37	&&e-i		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	19,72	&&f-j	17,06	&&g-l		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	21,22	&&e-g	19,53	&&f-j		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	17,59	&&g-l	16,91	&&g-l		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	24,35	&&e	20,58	&&e-i		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	19,79	&&e-j	17,17	&&g-l		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	20,97	&&e-h	20,19	&&e-j		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	18,93	&&f-l	18,02	&&f-l		
	Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	182,43	&V-Y	192,56	&N-Q		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	169,71	&i-o	166,98	&l-r		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	147,40	&&B-D	145,36	&&D		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	132,88	&&HI	127,69	&&JK		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	210,05	w-z&AB	222,90	l-o		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	169,31	&j-p	178,32	&Y-d		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	169,83	&h-n	173,96	&d-i		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	144,80	&&DE	148,19	&&A-D		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	182,59	&U-Y	185,99	&S-W		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	167,20	&l-r	163,68	&r-t		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	151,66	&x-	161,29	&s-u		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	140,49	&&EF	137,95	&&FG		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	221,58	l-p	219,10	m-r		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	195,48	&K-O	201,05	&G-J		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	191,53	&O-R	201,01	&G-J		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	165,21	&o-s	168,49	&k-q		
	Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	165,07	&p-t	172,51	&e-k		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	152,63	&w-z&&A	150,89	&yz&&A-C		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	132,40	&&I	130,06	&&IJ		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	119,68	&&LM	115,30	&&M		
		45°-2.5 bar-Ø5-7	188,89	&Q-T	201,55	&G-I		
		45°-2.5 bar-Ø5-10	151,77	&x-	160,51	&t-v		
		45°-2.5 bar-Ø8-7	152,85	&w-z	156,22	&v-x		
		45°-2.5 bar-Ø8-10	129,26	&&IJ	133,77	&&G-I		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	165,22	&n-s	167,29	&l-r		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	150,59	&yz&&A-	147,64	&&B-D		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	137,11	&&F-H	145,46	&&D		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	126,25	&&JK	123,38	&&KL		
		90°-2.5 bar-Ø5-7	198,34	&I-L	196,92	&J-N		
		90°-2.5 bar-Ø5-10	174,71	&c-g	181,68	&W-Z		
		90°-2.5 bar-Ø8-7	174,07	&d-i	181,56	&W-a		
		90°-2.5 bar-Ø8-10	148,56	&z&&A-D	151,28	&yz&&A-C		

Çizelge 5.70. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde yüzey pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (µm).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	230,17	h-j	241,47	bc	2,65	&&m
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	214,57	r-w	209,72	x-z&AB		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	184,32	&T-X	184,57	&T-X		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	165,33	&n-s	164,40	&q-t		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	264,78	P-T	279,71	MN		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	216,35	q-u	224,82	kl		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	214,89	r-v	223,16	l-n		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	180,15	&X-b	184,34	&T-X		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	230,22	h-j	234,37	d-h		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	210,95	v-z&A	208	yz&A-D		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	193,89	&L-P	202,07	&F-I		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	177,04	&a-e	173,25	&e-j		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	282,39	LM	276,76	NO		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	246,07	X-b	253,59	V		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	238,03	c-e	250,40	V-X		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	206,17	&B-F	210,59	v-z&AB		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	218,86	n-s	229,40	i-k		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	203,66	&D-H	199,06	&H-K		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	175,17	&c-f	174,34	&d-h		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	157,00	&u-w	156,88	&u-w		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	250,04	V-Y	266,35	P-R		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	206,67	&A-F	212,59	u-y		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	203,99	&C-G	211,92	u-z		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	170,84	&f-l	175,99	&b-e		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	218,46	o-s	222,31	l-o		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	201,30	&G-J	197,82	&I-M		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	184,11	&U-X	192,44	&N-Q		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	168,50	&k-q	164,27	&q-t		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	269,06	P	264,62	P-T		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	233,53	e-i	241,88	a-c		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	225,70	j-l	238,18	cd		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	195,72	&K-O	199,10	&H-K		
		LSD ± 4,603						

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.70'e göre kontrol örneklerine kıyasla yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (398,43 µm), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (14,68 µm) elde edilmiştir.

5.6. TEMAS AÇISI

Boya temizleme işleminin örneklerin temas açısı değerlerine etkisini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama değerler Çizelge 5.71'de verilmiştir.

Çizelge 5.71. Temas açısı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (°).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	47,53	1,63	48,04	1,69	44,02	1,31
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	46,36	1,41	49,88	1,06		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	47,29	1,58	48,62	1,63		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	44,80	0,25	48,69	1,16		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,45	1,27	48,96	1,44		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,36	1,06	48,69	1,03		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,96	0,88	48,90	1,60		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	47,22	2,12	48,85	1,32		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	47,58	1,23	49,65	1,68		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	46,37	1,64	48,70	1,89		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	47,42	0,87	48,04	1,55		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	45,20	0,82	48,59	1,41		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,39	1,09	49,77	1,19		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,09	1,93	48,59	1,26		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,27	1,03	49,82	1,40		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	46,94	1,74	49,69	1,40		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	27,29	2,70	26,30	0,84		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	29,23	1,04	28,60	2,78		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,96	1,48	27,45	2,81		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	23,94	2,53	26,14	1,10		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,09	2,15	29,20	1,68		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,74	1,84	26,14	2,93		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,33	2,44	28,06	2,84		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	30,10	0,20	27,26	1,85		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,60	2,92	29,08	1,14		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	24,99	2,55	26,27	2,88		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,71	3,15	25,62	1,98		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,94	2,97	25,22	2,42		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,46	2,17	29,48	3,47		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,48	3,06	27,90	2,85		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,28	2,80	28,50	2,69		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,20	2,42	26,53	1,67		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	34,54	1,87	38,46	2,05		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,52	1,01	37,36	2,88		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,99	2,23	38,24	3,08		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	30,54	0,93	36,67	0,94		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,98	0,88	41,13	3,47		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,22	1,59	36,38	1,49		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,76	2,74	36,22	2,76		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,70	2,05	36,62	3,10		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,80	1,77	36,50	2,61		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	31,77	0,95	36,72	1,81		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,72	1,68	37,18	3,65		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	30,94	1,90	35,12	3,38		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,23	2,09	37,19	2,93		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,75	1,73	37,39	1,98		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,87	2,86	39,80	3,28		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,22	2,26	37,61	2,61		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama Yöntemi, D: Temizleme parametreleri

Çizelge 5.71. (devam). Temas açısı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (°).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Kuru	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	25,88	1,85	27,56	3,92	44,02	1,31
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,04	2,80	25,73	2,35		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	29,18	3,28	26,19	3,04		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,01	2,64	28,31	1,60		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,57	3,17	30,50	4,02		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,40	3,56	28,30	4,88		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,92	3,49	29,22	2,29		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,42	2,02	26,25	2,89		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	26,64	2,07	28,89	3,57		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,82	1,64	24,29	3,85		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,35	4,24	25,83	2,45		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,90	4,20	25,55	3,62		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,77	3,26	28,42	3,36		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,52	3,52	28,89	3,84		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,38	2,31	27,86	2,72		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,78	3,56	28,12	2,04		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	24,34	1,23	23,35	1,96		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,87	2,32	24,96	2,61		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	26,51	2,35	23,99	2,63		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,50	2,44	24,35	1,82		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	26,58	2,57	28,50	2,28		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	26,00	3,68	23,89	2,12		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	25,85	2,87	28,84	1,30		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	22,73	2,35	26,08	2,37		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	27,62	3,02	24,84	2,86		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,38	2,79	22,49	1,48		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	23,28	2,56	26,82	2,37		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	21,02	2,05	24,04	2,33		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,27	2,95	28,23	1,81		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,26	3,17	26,72	3,82		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	26,79	2,12	23,74	1,68		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	24,07	2,99	23,73	2,97		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama Yöntemi, D: Temizleme parametreleri

Çizelge 5.71. (devam). Temas açısı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (°).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	49,21	1,34	51,60	2,08	44,02	1,31
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	46,92	0,97	51,73	1,48		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	48,04	1,09	50,82	1,67		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	46,73	1,15	51,89	2,00		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	50,45	0,93	50,70	1,44		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	48,56	1,10	51,49	1,20		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	50,53	0,94	51,62	2,15		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,06	1,07	51,75	1,29		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	51,12	0,50	51,42	2,05		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	49,49	0,73	51,62	1,19		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	49,42	0,88	51,04	1,98		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	47,87	1,43	51,00	2,00		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	51,48	1,17	52,30	1,03		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	50,56	1,40	50,74	1,55		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	51,69	1,57	51,28	1,74		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	50,09	1,51	51,81	1,75		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	28,95	3,29	28,80	3,16		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,23	2,93	28,51	3,26		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	29,55	1,43	26,44	3,06		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	27,23	2,23	27,09	2,70		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,24	2,59	30,88	2,06		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	30,45	2,31	26,07	1,66		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	30,52	2,52	29,75	1,96		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	29,87	1,81	28,39	3,07		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	30,82	2,55	30,60	3,09		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	28,05	2,60	28,87	2,75		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	27,34	0,70	28,39	3,30		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	27,74	2,37	27,18	2,17		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,44	2,55	32,09	1,53		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	30,20	2,84	30,27	2,32		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	32,72	3,14	30,45	2,79		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	30,69	2,79	29,17	2,90		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	34,13	1,84	39,92	3,57		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,20	1,36	34,99	3,40		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	34,98	1,83	37,38	3,51		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	32,99	2,12	36,03	2,63		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,70	1,77	37,76	2,17		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,73	0,85	38,98	4,19		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,23	1,71	40,07	3,40		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,96	2,59	38,37	3,02		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	37,12	2,08	38,93	2,39		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	35,23	1,98	40,52	2,50		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,62	2,18	37,55	2,03		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,08	1,59	36,44	2,84		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,61	2,10	44,12	2,60		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,23	1,65	38,92	3,49		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,81	2,18	40,84	2,07		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,07	1,58	39,47	2,96		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama Yöntemi, D: Temizleme parametreleri

Çizelge 5.71. (devam). Temas açısı değerlerine ait aritmetik ortalamalar (°).

Faktör (ABCD)			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.	$\bar{x}$	St. S.
Sulu	Ceviz Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	28,64	1,78	29,10	3,59	44,02	1,31
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	27,14	2,82	25,97	4,66		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	26,86	3,35	26,98	1,55		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	27,99	3,46	25,40	4,37		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,52	2,57	32,11	0,85		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,54	3,09	27,75	2,56		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,50	2,88	28,27	3,13		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,18	3,17	27,98	3,73		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	30,49	2,08	32,45	3,50		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	28,37	3,06	28,53	3,42		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	31,41	3,04	31,77	2,13		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	26,10	3,23	31,33	1,79		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	33,60	1,51	29,57	2,97		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	30,99	2,66	29,77	3,72		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	32,27	3,24	31,08	3,22		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	30,59	3,35	28,05	3,63		
	Kayısı Çekirdeği	45°-2 bar-Ø5-7 cm	26,41	1,97	26,54	3,48		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,31	2,30	25,55	3,84		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	25,89	2,29	24,32	2,25		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,15	2,93	23,01	3,65		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	28,71	2,07	26,72	1,64		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	25,27	3,40	25,30	1,81		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,65	2,35	25,08	3,51		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	25,45	2,20	24,59	3,08		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	30,68	2,44	29,00	1,93		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	26,36	2,04	28,66	3,47		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,17	2,50	26,52	3,33		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	26,66	3,17	27,48	2,97		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	28,30	2,16	27,12	2,39		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,72	3,99	28,82	2,75		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,80	1,09	29,44	3,24		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,19	3,49	26,96	2,68		

x̄: Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma Faktörler A: Boya Çeşidi, B: Medya Çeşidi, C: Uygulama Yöntemi, D: Temizleme parametreleri

Çizelge 5.71'e göre temas açısı değerlerinin aritmetik ortalamaları, boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.72'de verilmiştir.

Çizelge 5.72. Temas açısı değeri varyans analizi sonuçları (°).

Faktörler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	P değeri
Boya Çeşidi (A)	251,881	1	251,881	56,533	0,000*
Medya Çeşidi (B)	117081,861	4	29270,465	6569,534	0,000*
Uygulama Yöntemi (C)	1261,404	1	1261,404	283,113	0,000*
Temizleme parametreleri (D)	2147,721	15	143,181	32,136	0,000*
Etkileşim (AB)	777,494	4	194,373	43,626	0,000*
Etkileşim (AC)	5,193	1	5,193	1,165	0,280
Etkileşim (AD)	179,592	15	11,973	2,687	0,000*
Etkileşim (BC)	28,860	4	7,215	1,619	0,167
Etkileşim (BD)	394,967	60	6,583	1,477	0,011*
Etkileşim (CD)	453,993	15	30,266	6,793	0,000*
Etkileşim (ABC)	11,602	4	2,900	0,651	0,626
Etkileşim (ABD)	456,661	60	7,611	1,708	0,001*
Etkileşim (ACD)	82,636	15	5,509	1,236	0,236
Etkileşim (BCD)	385,128	60	6,419	1,441	0,016*
Etkileşim (ABCD)	457,562	60	7,626	1,712	0,001*
Hata	9262,955	2079	4,455		
Toplam	3504968,343	2400			

*: 0,05'e göre anlamlı

Çoklu varyans analizi sonucuna göre temas açısı değerleri üzerinde AC, BC, ABC ve ACD anlamsız, diğer tüm faktör ve etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.73'te verilmiştir.

Çizelge 5.73. Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri faktörlerine ilişkin temas açısı değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (°).

Boya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Kontrol	44,02	**A***
Sentetik Boya	33,34	C
Su Bazlı Boya	34,13	B
LSD ± 0,730		
Medya Çeşidi	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	49,28	**A***
Fındık Kabuğu Granülü	28,42	C
Mısır Koçanı Granülü	36,58	B
Ceviz Kabuğu Granülü	28,37	C
Kayısı Çekirdeği Granülü	26,04	**D**
LSD ± 0,472		
Uygulama Yöntemi	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	32,85	B
Sulu	34,63	**A***
LSD ± 0,886		
Temizleme Parametreleri (Açı – Basınç – Uç açıklığı – Temizleme Mesafesi)	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	33,33	A-F
45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,70	D-F
45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,98	C-F
45°-2 bar-Ø8-10 cm	31,72	**F**
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,54	AB
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,36	A-F
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	34,41	A-E
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,19	B-F
90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,84	A-D
90°-2 bar-Ø5-10 cm	33,46	A-F
90°-2 bar-Ø8-7 cm	32,92	C-F
90°-2 bar-Ø8-10 cm	32,12	EF
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,74	**A***
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,54	A-E
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,24	A-C
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,70	A-F
LSD ± 2,510		

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.73'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek temas açısı değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (34,13°) tespit edilmiştir.

Medya çeşidi düzeyinde temas açısı değeri en yüksek, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (49,28°), en düşük, kaysı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (26,04°), uygulama yöntemi düzeyinde ise en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (34,63°), en düşük, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (32,85°) elde edilmiştir.

Temizleme parametreleri düzeyinde temas açısı değeri en yüksek, 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (35,74°), en düşük, 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (31,72°) çıkmıştır.

Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.74'te verilmiştir.

Çizelge 5.74. Boya çeşidi – medya çeşidi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Sodyum Bikarbonat	48,36	B	50,20	**A***	44,02	C
Fındık Kabuğu	28,70	F	28,15	G		
Mısır Koçanı	35,07	E	38,09	D		
Ceviz Kabuğu	28,43	FG	28,31	FG		
Kayısı Çekirdeği	26,15	H	25,93	**H**		
LSD ± 0,551						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.74'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek temas açısı değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (50,20°), en düşük, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (25,93°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.75'te verilmiştir.

Çizelge 5.75. Boya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
Kuru	32,40	**D**	33,30	CD	44,02	**A***
Sulu	34,29	BC	34,97	B		
LSD ± 1,028						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.75'e göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek temas açısı değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde (34,97°), en düşük ise

sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde (32,40°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.76'da verilmiştir.

Çizelge 5.76. Boya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Temizleme Parametreleri	**Boya Çeşidi**					
	Sentetik		**Su Bazlı**		**Kontrol**	
	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**	$\bar{x}$	**HG**
45°-2 bar-Ø5-7 cm	32,69	D-G	33,97	B-E	44,03	**A***
45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,08	E-G	33,33	B-G		
45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,93	B-G	33,04	B-G		
45°-2 bar-Ø8-10 cm	30,69	**G**	32,76	C-G		
45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,43	B-D	35,65	BC		
45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,43	B-G	33,30	B-G		
45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	34,23	B-E	34,60	B-E		
45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,77	C-G	33,61	B-F		
90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,55	B-E	35,14	B-D		
90°-2 bar-Ø5-10 cm	32,18	E-G	33,67	B-F		
90°-2 bar-Ø8-7 cm	33,04	B-G	33,88	B-F		
90°-2 bar-Ø8-10 cm	31,04	FG	33,19	B-G		
90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,65	BC	35,83	**B**		
90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,28	B-E	34,80	B-E		
90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,19	B-D	35,28	B-D		
90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,28	B-G	34,11	B-E		
LSD ± 2,914						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.76'ya göre kontrol örneklerine kıyasla en yüksek temas açısı değeri, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (35,83°), en düşük, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılmış örneklerde (30,69°) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.77'de verilmiştir.

Çizelge 5.77. Medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	48,15	B
	Fındık Kabuğu	27,60	F
	Mısır Koçanı	35,76	D
	Ceviz kabuğu	27,45	**F**
	Kayısı Çekirdeği	25,30	H
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	50,41	**A***
	Fındık Kabuğu	29,25	E
	Mısır Koçanı	37,41	C
	Ceviz kabuğu	29,29	E
	Kayısı Çekirdeği	26,78	G
LSD ± 0,638			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.77'ye göre, temas açısı en yüksek, sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (50,41°), en düşük, kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (25,3°) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.78'de verilmiştir.

Çizelge 5.78. Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	49,10	A-D
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	48,72	B-D
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	48,69	B-D
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	48,03	D
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,89	A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	49,03	A-D
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	50,00	AB
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,97	B-D
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	49,94	AB
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	49,04	A-D
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	48,98	A-D
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	48,16	CD
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	50,74	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	49,25	A-D
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	50,27	AB
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	49,63	A-D
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	27,83	P-X
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	28,14	O-W
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,85	P-X
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	26,10	X-c
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,10	K-N
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,85	P-X
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,17	L-Q
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,90	L-S
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	29,77	K-O
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	27,04	T-a
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	27,52	Q-X
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	26,27	X-c
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,62	KL
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,96	L-R
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	30,24	K-M
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,40	N-V
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	36,76	G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	34,77	H-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,90	G-I
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	34,06	J
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,89	EF
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,08	G-I
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,07	G
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,91	G-I
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,84	G
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,06	G-I
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,77	G
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	34,40	IJ
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,29	E
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,32	FG
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	38,83	EF
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,34	GH

Çizelge 5.78. (Devam) Medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	27,80	P-X
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,22	X-c
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,30	R-Z
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	26,43	W-c
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,17	K
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,75	M-T
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,98	L-R
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,46	Q-Y
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	29,62	K-O
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	26,75	V-b
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,59	M-U
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	26,97	U-a
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,34	K-M
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,54	K-P
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,65	K-O
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,38	N-V
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	25,16	b-d
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,67	Z-d
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	25,18	b-d
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,00	**d**
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,63	Q-X
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	25,12	bcd
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	26,86	U-b
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	24,71	cd
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,04	O-W
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,72	Y-d
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,45	a-d
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,80	cd
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,73	Q-X
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,63	Q-X
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,19	S-a
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	25,74	Y-d
LSD ± 1,760			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.78'e göre, temas açısı değeri en yüksek 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (50,74°), en düşük ise 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (24°) elde edilmiştir.

Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.79'da verilmiştir.

Çizelge 5.79. Uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	32,33	C-E
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,75	B-E
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,84	B-E
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	31,20	DE
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,29	A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	32,81	B-E
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	33,91	A-E
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,72	B-E
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	33,42	A-E
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	31,28	DE
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	32,30	C-E
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	30,55	**E**
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,62	A-D
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,56	A-E
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	33,73	A-E
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,29	C-E
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	34,33	A-D
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,65	C-E
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	33,13	B-E
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	32,25	C-E
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,78	A-C
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,91	A-E
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	34,92	A-C
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,66	A-E
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,26	AB
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,57	A-D
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,62	A-D
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,69	A-E
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,86	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,52	A-C
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,74	A
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,11	ABC
LSD ± 3,544			

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.79'a göre, temas açısı değeri en yüksek, sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (36,86°), en düşük ise kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (30,55°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.80'de verilmiştir.

Çizelge 5.80. Boya çeşidi – medya çeşidi – uygulama yöntemi etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**Sodyum Bikarbonat**	47,33	C	48,97	B	44,03	D
	Fındık Kabuğu	27,83	J	27,36	JK		
	Mısır Koçanı	34,10	H	37,41	F		
	Ceviz kabuğu	27,41	JK	27,49	JK		
	Kayısı Çekirdeği	25,32	M	25,29	**M**		
Sulu	**Sodyum Bikarbonat**	49,39	B	51,43	**A***		
	Fındık Kabuğu	29,57	I	28,93	I		
	Mısır Koçanı	36,04	G	38,77	E		
	Ceviz kabuğu	29,45	I	29,13	I		
	Kayısı Çekirdeği	26,98	KL	26,57	L		
	LSD ± 0,747						

$\bar{x}$: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.80'e göre kontrol örneklerine kıyasla temas açısı değeri en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (51,43°), en düşük ise su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (25,29°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.81'de verilmiştir.

Çizelge 5.81. Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		x̄	HG	x̄	HG	x̄	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	48,37	E-I	49,82	A-G	44,03	K
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	46,64	IJ	50,81	AB		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	47,67	H-J	49,72	A-G		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	45,76	J	50,29	A-E		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,95	A-G	49,83	A-G		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,96	F-I	50,09	A-E		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	49,75	A-G	50,26	A-E		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	47,64	H-J	50,30	A-E		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	49,35	A-H	50,54	A-C		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	47,93	G-I	50,16	A-E		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	48,42	D-I	49,54	A-H		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	46,53	IJ	49,79	A-G		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	50,44	A-D	51,04	**A***		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	48,83	B-H	49,67	A-H		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	49,98	A-F	50,55	AB		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,51	CD-I	50,75	AB		
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	28,12	j-z&A	27,55	o-z&A-H		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	27,73	m-z&A-E	28,55	h-w		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	28,76	g-u	26,95	s-z&A-K		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	25,59	&G-R	26,62	w-z&A-L		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,16	a-i	30,04	a-j		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,60	c-n	26,11	&A-P		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,43	c-o	28,91	f-s		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	29,98	a-j	27,82	k-z&A-D		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	29,71	b-m	29,84	a-k		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	26,52	x-z&A-L	27,57	n-z&A-H		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,03	j-z&A-C	27,01	r-z&A-J		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	26,34	z&A-M	26,20	&A-N		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,45	a-h	30,78	a-f		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,84	f-t	29,08	d-q		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	31,00	Z-e	29,48	c-o		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,94	f-s	27,85	k-z&A-D		
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	34,33	U-X	39,19	L-O		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,36	XY	36,17	Q-U		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	33,99	WX	37,81	N-R		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	31,77	Y-a	36,35	P-U		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	38,34	M-P	39,45	L-N		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,48	T-X	37,68	N-S		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,99	R-W	38,15	N-Q		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,33	U-X	37,49	N-S		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,96	R-W	37,72	N-S		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	33,50	XY	38,62	M-O		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	36,17	Q-V	37,37	O-S		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,01	X-Z	35,78	S-W		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,92	N-R	40,66	L		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,49	P-T	38,15	N-Q		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,34	O-S	40,32	LM		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,15	V-X	38,54	M-O		

Çizelge 5.81. (devam). Boya çeşidi – medya çeşidi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	27,26	pz&A-J	28,33	i-z	44,03	K
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,59	w-z&A-L	25,85	&D-Q		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	28,02	j-z&A-C	26,58	w-z&A-L		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	26,00	&C-P	26,86	t-z&A-K		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,04	Z-d	31,30	Z-c		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,47	c-o	28,02	j-z&A-C		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,21	d-p	28,74	g-u		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,80	l-z&A-D	27,11	q-z&A-J		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,56	h-w	30,67	a-g		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	27,09	q-z&A-J	26,41	yz&A-L		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,38	i-y	28,80	f-t		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	25,50	&I-R	28,44	h-x		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,69	Y-b	28,99	e-r		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,75	a-m	29,33	c-o		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,82	a-l	29,47	c-o		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,68	g-v	28,09	j-z&AB		
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	25,37	&J-R	24,95	&K-R		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,09	&B-P	25,25	&J-R		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	26,20	&A-N	24,15	&O-R		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,32	&M-R	23,68	**&R**		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,64	n-z&A-F	27,61	n-z&A-G		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	25,64	&F-R	24,60	&L-R		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	26,75	u-z&A-K	26,96	s-z&A-K		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	24,09	&P-R	25,33	&J-R		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	29,15	d-p	26,92	s-z&A-K		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,87	&D-P	25,57	&H-R		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	24,22	&N-R	26,67	v-z&A-K		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	23,84	&QR	25,76	&E-Q		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,78	m-z&A-E	27,68	n-z&A-E		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,49	o-z&A-I	27,77	m-z&A-E		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,80	m-z&A-D	26,59	w-z&A-L		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,13	&A-O	25,35	&J-R		
LSD ± 2,026							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.81'e göre kontrol örneklerine kıyasla temas açısı değeri en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (51,04°), en düşük, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (23,68°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.82'de verilmiştir.

Çizelge 5.82. Boya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	31,91	G-L	32,74	C-L	44,03	**A***
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	32,20	F-L	33,30	B-L		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,79	C-L	32,90	C-L		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	29,56	KL	32,83	C-L		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,93	B-J	35,66	B-H		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	32,94	B-L	32,68	D-L		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	33,56	B-K	34,25	B-J		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,43	E-L	33,01	B-L		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	33,05	B-L	33,79	B-J		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	30,87	J-L	31,69	H-L		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	31,90	G-L	32,70	D-L		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	29,40	**L**	31,70	H-L		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	34,62	B-J	34,62	B-J		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,22	B-L	33,90	B-J		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	33,52	B-L	33,95	B-J		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	31,44	I-L	33,14	B-L		
Sulu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	33,47	B-L	35,19	B-I		
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	31,96	F-L	33,35	B-L		
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	33,06	B-L	33,19	B-L		
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	31,82	G-L	32,68	D-L		
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	35,92	B-G	35,64	B-H		
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,91	B-J	33,92	B-J		
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	34,89	B-J	34,96	B-J		
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,11	B-L	34,21	B-J		
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,05	B-F	36,48	B-E		
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	33,50	B-L	35,64	B-H		
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,19	B-J	35,05	B-I		
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	32,69	D-L	34,68	B-J		
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	36,69	B-D	37,04	**B**		
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,34	B-I	35,70	B-H		
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,86	BC	36,62	B-D		
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,13	B-I	35,09	B-I		
LSD ± 4,121							

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.82'ye göre kontrol örneklerine kıyasla temas açısı değeri en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, 5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (37,04 °), en düşük ise sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesi kullanılarak temizlenmiş örneklerde (29,40 °) elde edilmiştir.

Medya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.83'te verilmiştir.

Çizelge 5.83. Medya çeşidi – uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sodyum Bikarbonat	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	47,79	I-L	50,41	A-G
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	48,12	G-L	49,33	B-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	47,96	H-L	49,43	B-J
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	46,74	L	49,31	B-J
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,20	B-K	50,58	A-F
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	48,03	H-L	50,03	A-I
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,93	D-L	51,08	A-D
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,03	H-L	49,91	A-I
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	48,61	E-L	51,27	A-C
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	47,53	J-L	50,56	A-F
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	47,73	I-L	50,23	A-H
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	46,89	KL	49,43	B-J
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,58	A-J	51,89	**A***
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,84	I-L	50,65	A-E
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	49,04	C-L	51,49	AB
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,31	F-L	50,95	A-D
Fındık Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	26,79	r-z&A-G	28,87	g-t
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	28,91	g-s	27,37	o-z&A-D
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,71	m-z&A	28,00	k-y
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	25,04	&E-K	27,16	o-z&A-G
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,14	f-q	31,06	c-g
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,44	o-z&A-C	28,26	j-w
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,20	j-x	30,14	d-l
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,68	i-v	29,13	f-q
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,84	g-t	30,71	d-i
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,63	z&A-K	28,46	i-w
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	27,16	o-z&A-G	27,87	l-z
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	25,08	&D-K	27,46	o-z&A-C
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,47	d-o	31,76	b-d
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,69	m-z&A	30,23	d-k
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,89	g-s	31,59	b-e
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,86	q-z&A-G	29,93	d-m
Mısır Koçanı	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	36,50	P-X	37,02	P-V
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	35,44	S-Z	34,10	Y-a
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	35,62	R-Z	36,18	P-Y
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	33,61	Z-b	34,51	W-a
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	39,56	M-O	38,23	N-P
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	34,80	V-a	37,36	O-T
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,99	P-Y	38,15	N-P
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	35,16	T-a	36,66	P-W
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	35,65	R-Z	38,03	N-Q
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	34,25	X-a	37,87	N-R
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	35,95	P-Y	37,58	N-S
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	33,03	a-c	35,76	Q-Z
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,21	P-U	41,37	M
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,57	P-W	38,07	N-Q
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	37,84	N-R	39,83	MN
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	34,91	U-a	37,77	N-R

Çizelge 5.83. (devam). Medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Uygulama Yöntemi			
		Kuru		Sulu	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	26,72	s-z&A-H	28,87	g-t
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,88	x-z&A-K	26,55	t-z&A-H
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,69	m-z&A	26,92	q-z&A-G
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	26,16	w-z&A-J	26,70	s-z&A-H
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,03	c-h	31,32	b-f
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,85	g-t	28,64	i-v
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,07	f-r	28,89	g-s
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,33	o-z&A-F	27,58	n-z&AB
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	27,76	m-z	31,47	b-e
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,06	&D-K	28,45	i-w
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,59	z&A-K	31,59	b-e
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	25,22	&C-K	28,71	h-u
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,09	f-r	31,59	b-e
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,70	i-u	30,38	d-j
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,62	m-z&A	31,68	b-d
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,45	o-z&A-C	29,32	e-p
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	23,84	&J-L	26,47	u-z&A-H
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,41	&A-K	25,93	xyz&A-J
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	25,25	&C-K	25,11	&D-K
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,42	&H-L	23,58	&KL
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,54	n-z&A-C	27,72	m-z&A
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	24,95	&G-K	25,29	&B-K
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,35	o-z&A-E	26,37	v-z&A-H
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	24,41	&H-L	25,02	&F-K
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	26,23	w-z&A-I	29,84	d-n
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	23,94	&I-L	27,51	o-z&A-C
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,05	&D-K	25,84	yz&A-K
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	22,53	**&L**	27,07	p-z&A-G
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,75	m-z	27,71	m-z&A
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	26,99	q-z&A-G	28,27	j-w
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	25,27	&B-K	29,12	f-q
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	23,90	&J-L	27,58	n-z&AB
LSD ± 2,324					

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.83'e göre, temas açısı değeri en yüksek, sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (51,89°), en düşük kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (22,53°) elde edilmiştir.

Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.84'te verilmiştir.

Çizelge 5.84. Boya çeşidi-medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	47,53	K-R	49,21	C-P	44,03	U
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	46,36	Q-T	46,92	O-S		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	47,29	L-S	48,04	I-Q		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	44,80	S-U	46,73	P-T		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,45	B-O	50,45	A-J		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,36	L-S	48,56	G-Q		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,96	D-Q	50,53	A-I		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	47,22	M-S	48,06	I-Q		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	47,58	K-R	51,12	A-G		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	46,37	Q-T	49,49	B-O		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	47,42	L-R	49,42	B-O		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	45,20	R-U	47,87	J-Q		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,39	B-O	51,48	A-D		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	47,09	N-S	50,56	A-I		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,27	H-Q	51,69	A-C		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	46,94	O-S	50,09	A-K		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	27,29	&d-z&&A-N	28,95	&K-o		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	29,23	&J-k	26,23	&r-z&&A-Z		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,96	&X-z&&A-	29,55	&H-g		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	23,94	&&W-e	27,23	&e-z&&A-N		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,09	&K-m	31,24	yz&A		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,74	&N-t	30,45	&D-Z		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,33	&R-z&&AB	30,52	&D-X		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	30,10	&F-c	29,87	&F-d		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,60	&P-x	30,82	&B-T		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	24,99	&&L-e	28,05	&V-z&&A-E		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	28,71	&N-u	27,34	&d-z&&A-N		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,94	&&M-e	27,74	&a-z&&A-J		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,46	&J-h	31,44	yz&A		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,48	&d-z&&A-M	30,20	&E-b		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,28	&J-j	32,72	s-z&A		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,20	&e-z&&A-O	30,69	&B-U		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	34,54	n-w	34,13	o-x		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	33,52	q-z&A	33,20	r-z&A		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	32,99	s-z&A	34,98	k-t		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	30,54	&D-X	32,99	s-z&A		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,98	X-h	38,70	V-d		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	33,22	r-z&A	35,73	h-r		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,76	g-r	36,23	d-p		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	33,70	p-y	34,96	k-t		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	34,80	l-u	37,12	b-n		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	31,77	x-z&A	35,23	i-s		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	34,72	m-v	37,62	Y-j		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	30,94	&A-R	35,08	j-s		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,23	a-m	38,61	V-e		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	35,75	g-r	37,23	a-m		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	35,87	f-q	38,81	V-d		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	32,22	u-z&A	36,07	e-q		

Çizelge 5.84. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kuru	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	25,88	&&A-b	28,64	&O-w	44,03	U
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	26,04	&w-z&&A-Z	27,14	&f-z&&A-O		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	29,18	&J-l	26,86	&h-z&&A-R		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,01	&&V-e	27,99	&V-z&&A-F		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	31,57	x-z&A	30,52	&D-Y		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	29,40	&J-i	29,54	&H-g		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,92	&L-p	29,50	&H-g		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,42	&Q-z&&A	27,18	&e-z&&A-O		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	26,64	&k-z&&A-U	30,49	&D-Y		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,82	&&A-b	28,37	&R-z&&A		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,35	&&G-d	31,41	yz&A		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,90	&&M-e	26,10	&u-z&&A-Z		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,77	&G-e	33,60	q-z		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,52	&P-y	30,99	z&A		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,38	&d-z&&A-N	32,27	u-z&A		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,78	&i-z&&A-R	30,59	&C-W		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	24,34	&&R-e	26,41	&n-z&&A-X		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,87	&&A-b	26,31	&p-z&&A-Z		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	26,51	&m-z&&A-X	25,89	&z&&A-b		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,50	&&P-e	24,15	&&S-e		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	26,58	&l-z&&A-V	28,71	&O-u		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	26,00	&x-z&&A-Z	25,27	&&I-d		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	25,85	&&A-b	27,65	&a-z&&A-K		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	22,73	&&d-f	25,45	&&E-c		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	27,62	&b-z&&A-K	30,68	&B-U		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	25,38	&&F-c	26,36	&o-z&&A-Y		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	23,28	&&b-f	25,17	&&J-d		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	21,02	**&&f**	26,66	&j-z&&A-T		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	27,27	&d-z&&A-N	28,30	&S-z&&AB		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,26	&d-z&&A-N	27,72	&a-z&&A-J		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	26,79	&i-z&&A-R	28,80	&M-s		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	24,07	&&T-e	28,19	&U-z&&A-		

Çizelge 5.84. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	48,04	I-Q	51,60	A-C	44,03	U
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	49,88	A-L	51,73	A-C		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	48,62	G-Q	50,82	A-H		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	48,69	F-Q	51,89	AB		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	48,96	D-Q	50,70	A-H		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	48,69	F-Q	51,49	A-D		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	48,90	D-Q	51,62	A-C		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	48,85	E-Q	51,75	A-C		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	49,65	B-N	51,42	A-E		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	48,70	F-Q	51,62	A-C		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	48,04	I-Q	51,04	A-G		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	48,59	G-Q	51,00	A-G		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	49,77	A-M	52,30	**A***		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	48,59	G-Q	50,74	A-H		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	49,82	A-M	51,28	A-F		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	49,69	A-N	51,81	A-C		
	Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	26,30	&q-z&&A-Z	28,80	&M-s		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	28,60	&P-x	28,51	&P-z		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	27,45	&d-z&&A-N	26,44	&n-z&&A-X		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	26,14	&t-z&&A-Z	27,09	&g-z&&A-P		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,20	&J-k	30,88	&B-S		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	26,14	&t-z&&A-Z	26,07	&v-z&&A-Z		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,06	&V-z&&A-E	29,75	&G-f		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	27,26	&d-z&&A-N	28,39	&Q-z&&A		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	29,08	&K-m	30,60	&C-V		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	26,27	&q-z&&A-Z	28,87	&L-q		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,62	&&C-c	28,39	&Q-z&&A		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	25,22	&&J-d	27,18	&e-z&&A-O		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	29,48	&I-g	32,09	w-z&A		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	27,90	&Y-z&&A-H	30,27	&E-a		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,50	&P-z	30,45	&D-Z		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,53	&m-z&&A-W	29,17	&J-l		
	Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	38,46	W-f	39,92	V-Z		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	37,36	Z-l	34,99	k-t		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	38,24	W-h	37,38	Z-l		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	36,67	c-o	36,03	e-q		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	41,13	V	37,76	Y-i		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	36,38	c-o	38,98	V-c		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	36,22	d-p	40,07	V-Y		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	36,62	c-o	38,37	W-g		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	36,50	c-o	38,93	V-c		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	36,72	c-o	40,52	V-X		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	37,18	b-m	37,55	Y-k		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	35,12	j-s	36,44	c-o		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	37,19	a-m	44,12	TU		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	37,39	Z-l	38,92	V-c		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	39,80	V-a	40,84	VW		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	37,61	Y-j	39,47	V-b		

Çizelge 5.84. (devam). Boya çeşidi- medya çeşidi – uygulama yöntemi – temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde temas açısı değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (°).

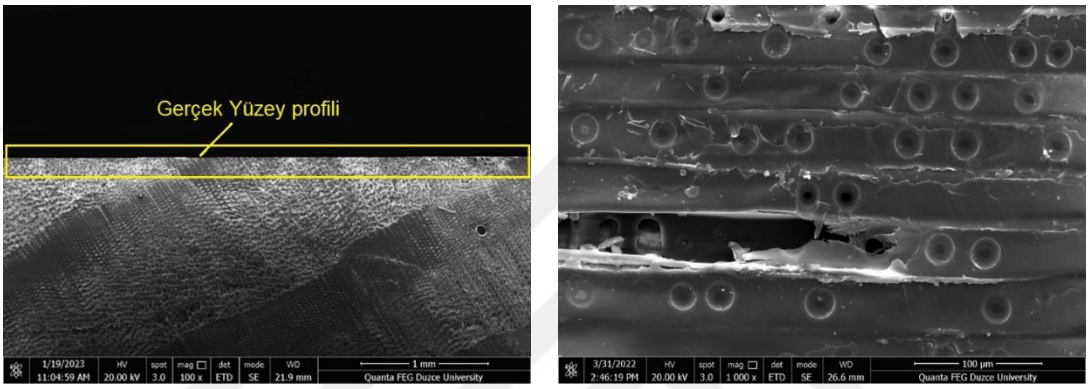
Uygulama Yöntemi	Medya Çeşidi	Temizleme Parametreleri	Boya Çeşidi					
			Sentetik		Su Bazlı		Kontrol	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Sulu	Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	27,56	&c-z&&A-L	29,10	&K-m	44,03	U
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	25,73	&&B-b	25,97	&yz&&A-a		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	26,19	&s-z&&A-Z	26,98	&g-z&&A-P		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	28,31	&S-z&&AB	25,40	&&F-c		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	30,50	&D-Y	32,11	v-z&A		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,30	&S-z&&AB	27,75	&a-z&&A-J		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	29,22	&J-k	28,27	&S-z&&AB		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,25	&r-z&&A-Z	27,98	&W-z&&A-F		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	28,89	&L-q	32,45	t-z&A		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	24,29	&&R-e	28,53	&P-y		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	25,83	&&A-b	31,77	x-z&A		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	25,55	&&D-c	31,33	yz&A		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	28,42	&Q-z&&A	29,57	&H-g		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	28,89	&L-q	29,77	&G-e		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	27,86	&Z-z&&A-I	31,08	z&A		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	28,12	&U-z&&A-D	28,05	&V-z&&A-E		
	Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	23,35	&&a-f	26,54	&m-z&&A-W		
		45°-2 bar-Ø5-10 cm	24,96	&&L-e	25,55	&&D-c		
		45°-2 bar-Ø8-7 cm	23,99	&&V-e	24,32	&&R-e		
		45°-2 bar-Ø8-10 cm	24,35	&&Q-e	23,01	&&c-f		
		45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	28,50	&P-z	26,72	&j-z&&A-S		
		45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	23,89	&&X-e	25,30	&&H-d		
		45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	28,84	&L-r	25,08	&&K-e		
		45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	26,08	&v-z&&A-Z	24,59	&&O-e		
		90°-2 bar-Ø5-7 cm	24,84	&&N-e	29,00	&K-n		
		90°-2 bar-Ø5-10 cm	22,49	&&ef	28,66	&O-v		
		90°-2 bar-Ø8-7 cm	26,82	&i-z&&A-R	26,52	&m-z&&A-W		
		90°-2 bar-Ø8-10 cm	24,04	&&U-e	27,48	&c-z&&A-M		
		90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	28,23	&T-z&&A-C	27,12	&g-z&&A-O		
		90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	26,72	&j-z&&A-S	28,82	&L-r		
		90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	23,74	&&Y-e	29,44	&J-h		
		90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	23,73	&&Z-e	26,96	&g-z&&A-Q		
		LSD ± 2,618						

x̄: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek temas açısı değerini ifade etmektedir.

Çizelge 5.84'e göre kontrol örneklerine kıyasla temas açısı değeri en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde (52,30°), en düşük, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde (21,02°) elde edilmiştir.

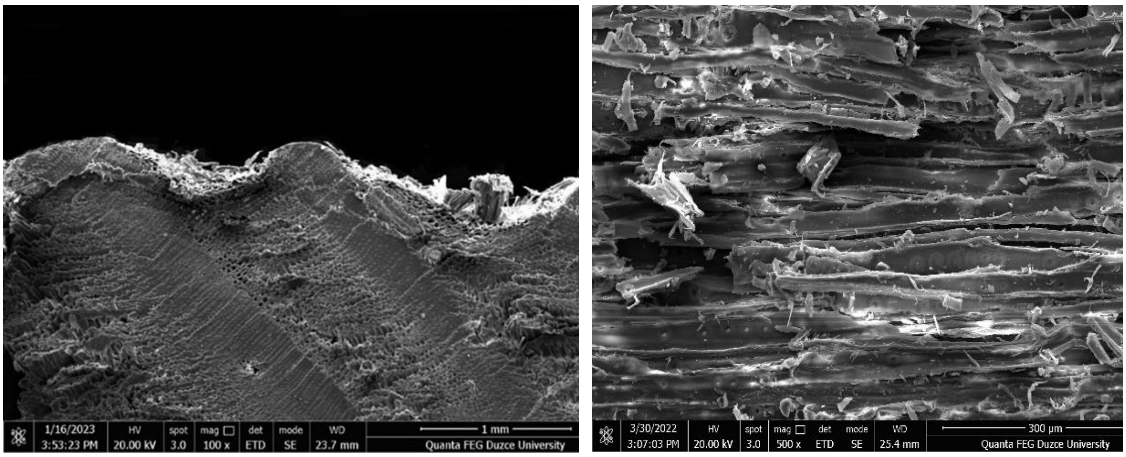
5.7. TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM) ANALİZİ

Örneklerin kontrol (ham) ve boya temizleme işlemi sonrası alınan boya çeşidi-medya çeşidi-uygulama yöntemi-temizleme parametreleri etkileşimi düzeyindeki en ve radyal kesit SEM görüntüleri aşağıda sunulmuştur. Görüntüler özellikle deneysel çalışmalarda elde edilen en yüksek ve en düşük değerlere sahip örnek yüzeylerinden alınmış ve meydana gelen değişimler yorumlanmaya çalışılmıştır. SEM görüntüleri incelendiğinde genel olarak temizleme işlemi gerçekleştirilmiş tüm örnek yüzey profillerinin kontrol örneklerine kıyasla bozunduğu gözlemlenmiştir.



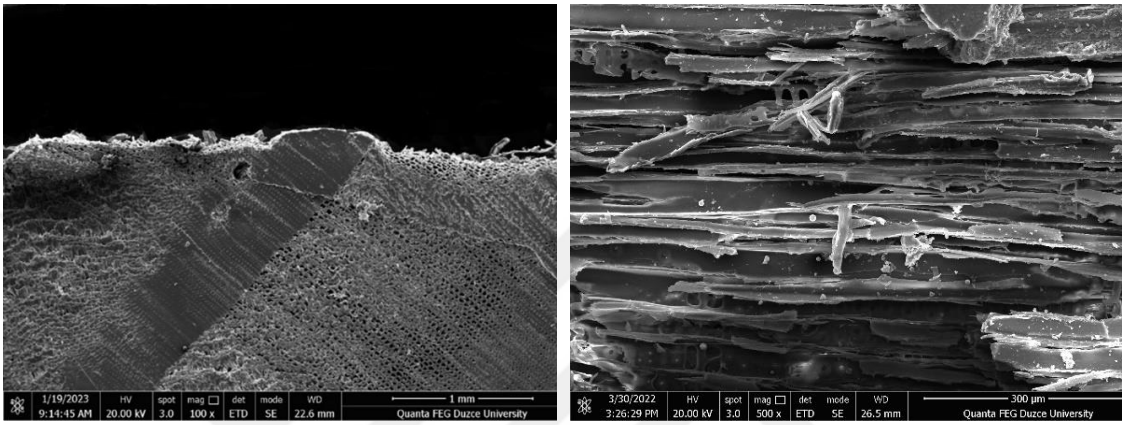
Şekil 5.1. Kontrol (ham) örnekte en ve radyal kesit SEM görüntüsü.

Kontrol (ham) örneğinin en kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, yüzey profilinin düzgün, radyal kesit görüntüsü incelendiğinde ise traheidlerin tahribatsız ve belirgin olduğu görülmüştür (Şekil 5.1).



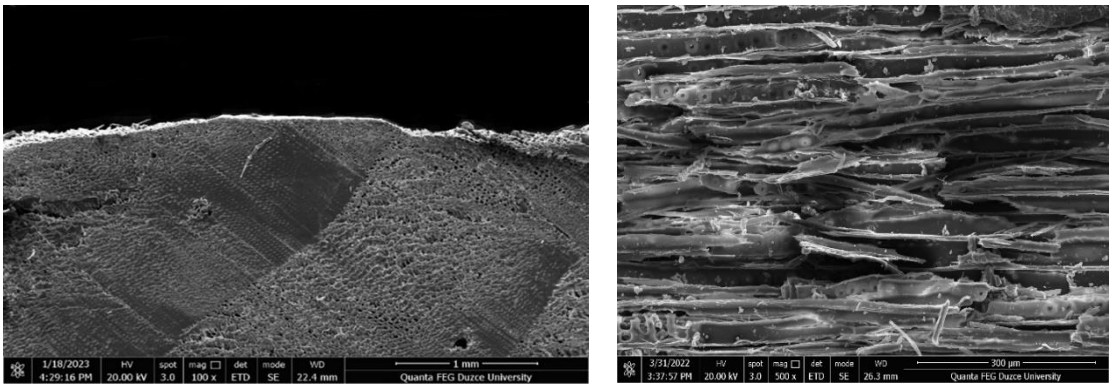
Şekil 5.2. En yüksek toplam renk değişimi değeri elde edilen örnekten alınan en ve radyal kesit SEM görüntüsü

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde en kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının tamamen temizlendiği, ilkbahar odunu kısmında derin vadiler oluştuğu yaz odununda ise yüzey profilinin korunduğu tespit edilmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği ve traheidlerin deformasyona uğradığı görülmüştür (Şekil 5.2).



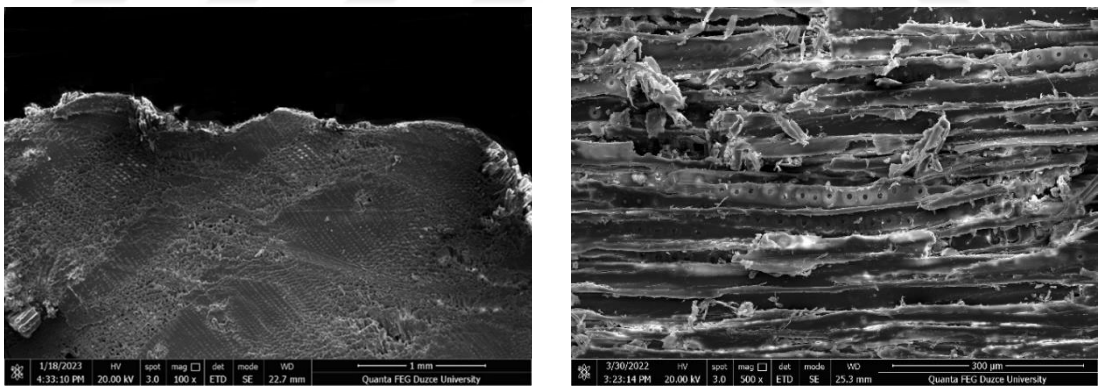
Şekil 5.3. En düşük toplam renk değişimi değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm temizleme mesafesinde ceviz kabuğu granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının tamamen temizlendiği, ilkbahar odununda kısmen deformasyon olduğu, yaz odununda ise tahribatın çok az olduğu belirlenmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin tahribata uğradığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.3). Temizleme işlemi sonucunda ilkbahar odunu ve yaz odununda tahribatın az olmasının toplam renk değişim değerini düşürdüğü tahmin edilmektedir.



Şekil 5.4. En yüksek parlaklık değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü

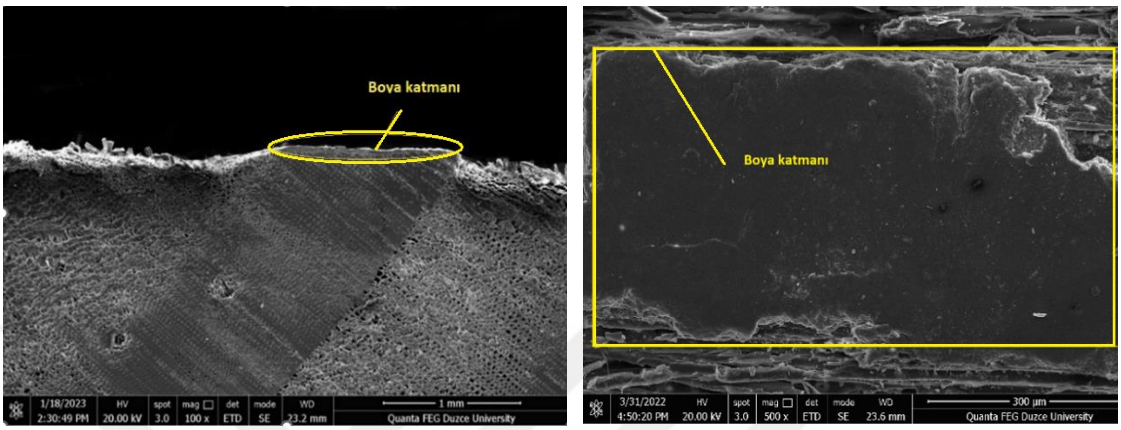
Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede fındık kabuğu granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının yüzeyden tamamen temizlendiği, ilkbahar odununda kısmen deformasyon oluştuğu, yaz odununda ise tahribatın daha az olduğu saptanmıştır. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk kontrol halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğrayarak belirginliklerini kaybettikleri tespit edilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5.5. En düşük parlaklık değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü

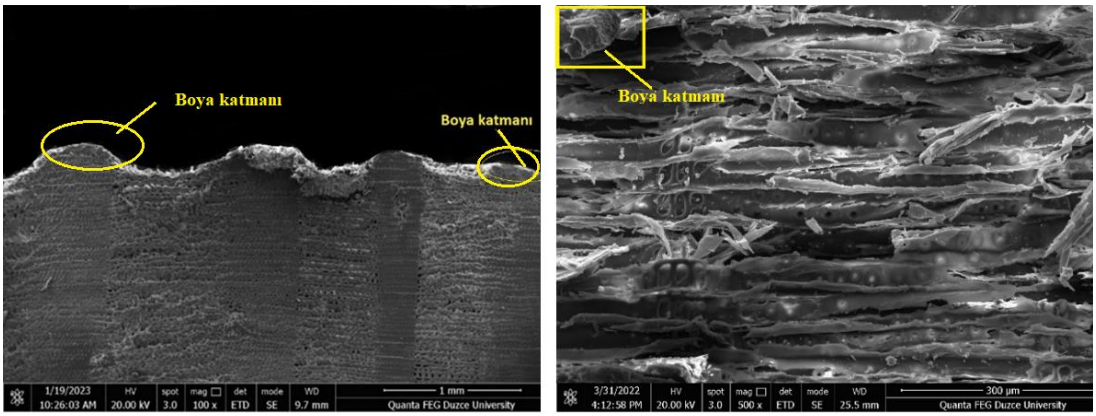
Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede fındık kabuğu granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının yüzeyden tamamen temizlendiği, örnek yüzeyinde ilkbahar odununda deformasyonun fazla, yaz odununda ise daha az olduğu ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde derin vadiler oluştuğu fark edilmektedir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini

kaybettiği, traheidlerin tahribata uğraması sonucu yüzeyde dağınık bir görüntü ortaya çıktığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.5). Ayrıca, parlaklık değerinin düşük çıkmasına, temizleme işlemi sonrasında örnek yüzeylerinde oluşan pürüzlülük sebebiyle yüzeye gelen ışığın bir miktar emilerek şiddetinin azalması veya kırılması sonucu değişik açılarda geri yansıtılmasının neden olabileceği düşünülmektedir.



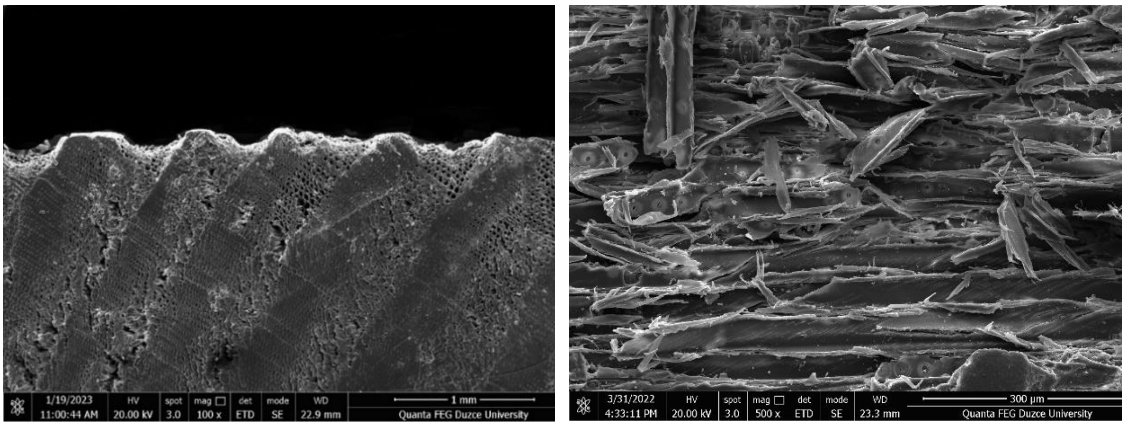
Şekil 5.6. En yüksek sertlik değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu yöntem ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede sodyum bikarbonat kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının yaz odunu kısmından temizlenmediği, ilkbahar odununda ise boya katmanının temizlenerek örnek yüzeyinde deformasyon meydana geldiği belirlenmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk kontrol halini kaybettiği, yüzeyin bazı kısımlarında boya katmanı olduğu, diğer bölgelerde ise tahribatın fazla olduğu ve traheidlerin deformasyona uğradığı görülmüştür (Şekil 5.6). Ayrıca, SEM görüntüleri incelendiğinde sulu uygulama yöntemi ile temizleme işlemi sonucunda örnek yüzeylerinden tam olarak temizlenmeyen boya kalıntılarının sertlik değerini arttırıcı etki yaptığı düşünülmektedir.



Şekil 5.7. En düşük sertlik değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü

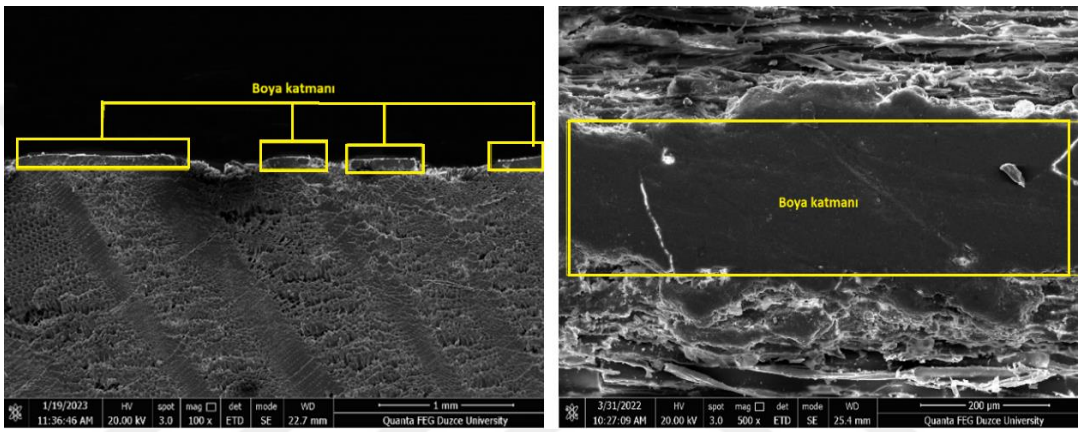
Su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu yöntem ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm mesafede kayısı çekirdeği granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, su bazlı boya katmanının yüzeyden büyük oranda temizlendiği, örnek yüzeyinde ilkbahar odununda deformasyonun fazla, kalın hücre çeperine sahip yaz odununda ise daha az olduğu ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde derin vadiler oluştuğu tespit edilmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk kontrol halini kaybettiği ve traheidlerin tahribata uğradığı belirlenmiştir (Şekil 5.7). Ayrıca kuru uygulama yönteminin sulu uygulama yöntemine kıyasla örnek yüzeylerini daha fazla tahrip ettiği ve bu tahribat sonucunda örneklerin sertlik değerlerinde azalma meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 5.8. En yüksek aşınma miktarı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

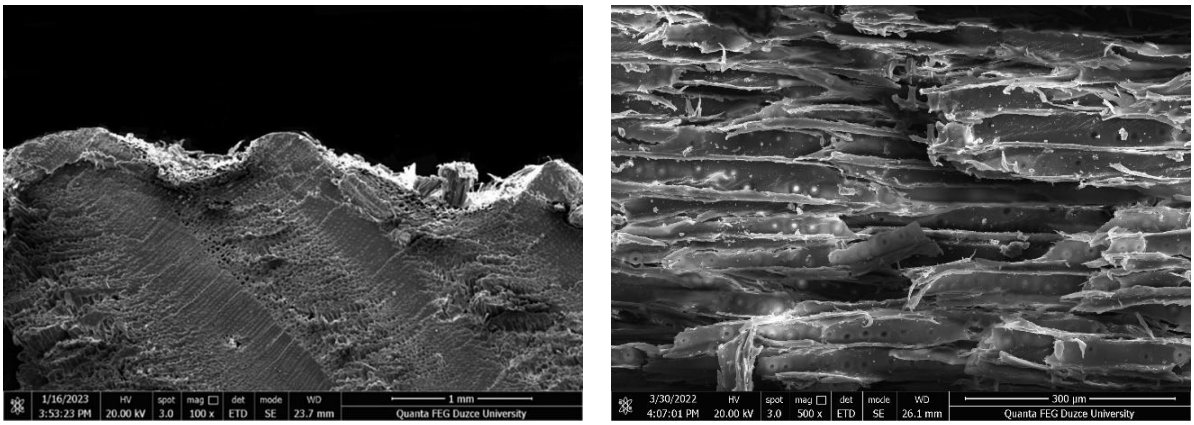
Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede kayısı çekirdeği granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya

katmanının örnek yüzeyinden temizlendiği, ilkbahar odununda deformasyonun fazla, yaz odununda ise daha az olduğu ve bunun sonucunda örnek yüzey profilinde dalgalanmalar oluştuğu belirlenmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğradığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.8). Temizleme işleminde kullanılan parametrelerin, örnek yüzeylerinde olumsuz etki yarattığı görülmüştür. Temizleme parametreleri incelendiğinde, nozul çapı azaldıkça örneklerin aşınma miktarı değerlerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan kayısı çekirdeği granülünün de bu tahribatı arttırdığı düşünülmektedir.



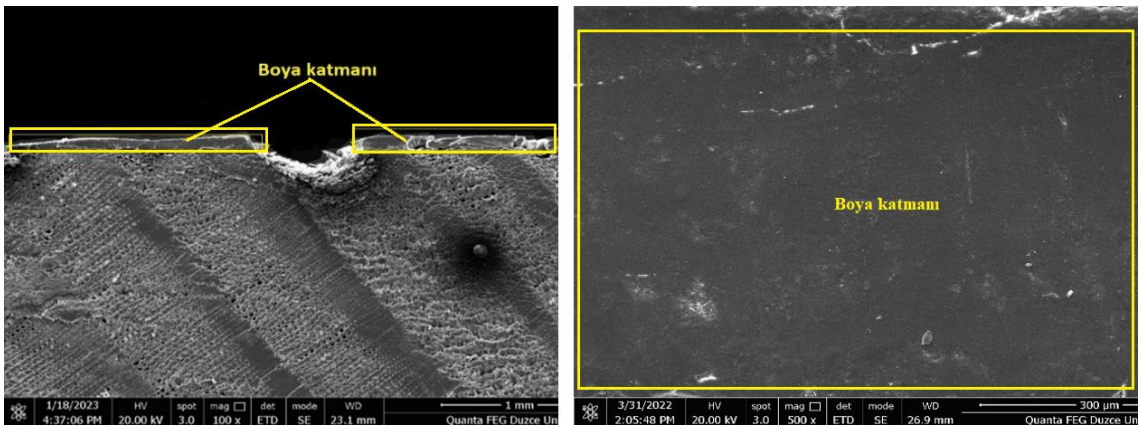
Şekil 5.9. En düşük aşınma miktarı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede sodyum bikarbonat ile temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının yaz odunundan temizlenmediği, ilkbahar odununda ise boya katmanının temizlendiği ve temizleme işlemi sonucunda örnek yüzeyinin kısmen deformasyona uğradığı saptanmıştır. Ayrıca radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, yüzeyin bazı kısımlarında boya katmanı olduğu, diğer bölgelerde tahribatın fazla olduğu ve traheidlerin deformasyona uğradığı belirlenmiştir (Şekil 5.9). Çalışmada kullanılan sodyum bikarbonatın örnek yüzeyinde hassas bir temizleme yapması sonucu örnek yüzeyinde boya kalıntıları oluştuğu gözlemlenmiş ve bu durumun sonucunda boya kalıntılarının aşınma miktarı değerini düşürdüğü belirlenmiştir.



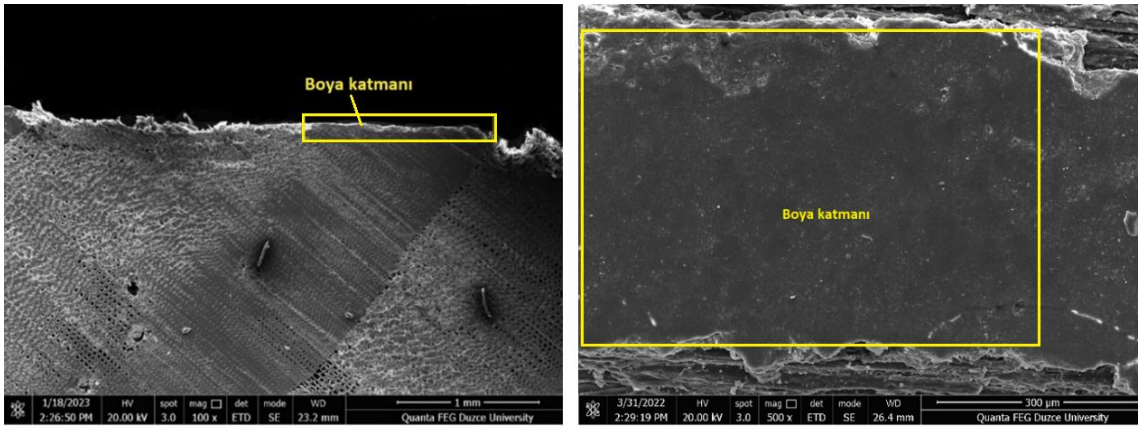
Şekil 5.10. En yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede kayısı çekirdeği granülü kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının örnek yüzeyinden temizlendiği, ilkbahar ile yaz odunun kısımlarında deformasyon olduğu ve buna bağlı olarak örnek yüzeylerinde derin vadiler oluştuğu tespit edilmiştir. Radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğradığı görülmüştür (Şekil 5.10). Temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin kontrol örneklerine kıyasla büyük oranda yüzey pürüzlülüklerin artmasına temizleme işleminde kullanılan medya geometrilerinin, temizleme açısının ve basıncın sebep olduğu da söylenebilir.



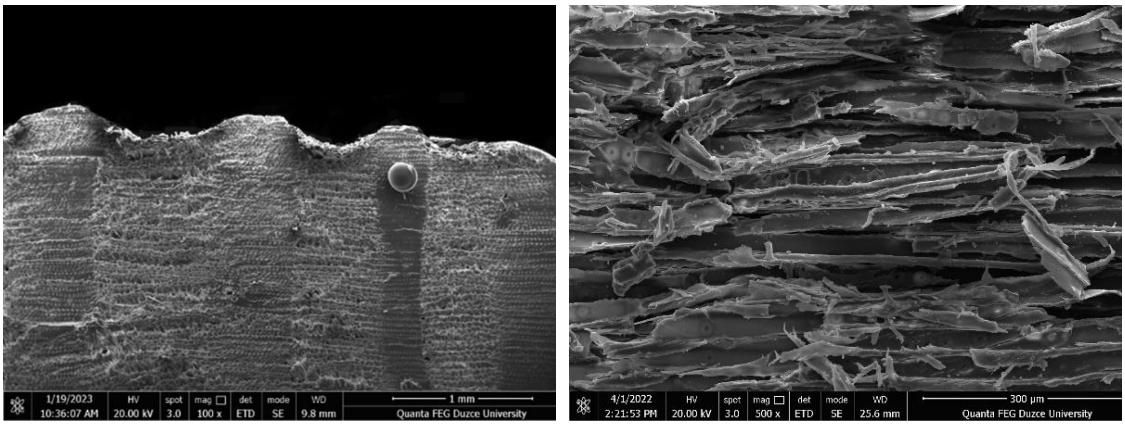
Şekil 5.11. En düşük yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu yöntem ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm mesafede sodyum bikarbonat kullanılarak temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, su bazlı boya katmanının örnek yüzeyinden neredeyse hiç temizlenmediği ve buna bağlı olarak yüzey profilinin korunduğu saptanmıştır. Ayrıca radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin boya katmanı ile kaplı olduğu belirlenmiştir (Şekil 5.11). Sulu uygulama yönteminde sodyum bikarbonat kullanılarak gerçekleştirilen temizleme işleminin örnek yüzeylerinde bulunan boya katmanını temizlemediği, yüzeyde biriken boya kalıntılarının da pürüzlülük değerlerinde pozitif yönlü etki yarattığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.12. En yüksek temas açısı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu yöntem ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm mesafede sodyum bikarbonat ile temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, su bazlı boya katmanının yaz odunundan temizlenmediği, ilkbahar odununda ise boya katmanının temizlendiği, örnek yüzeyinin kısmen deformasyona uğradığı belirlenmiştir. Ayrıca radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, yüzeyin bir kısmında boya katmanının kaldığı, diğer bölgelerde tahribatın fazla olduğu ve traheidlerin deformasyona uğradığı görülmüştür (Şekil 5.12). Sulu uygulama yönteminde sodyum bikarbonat kullanılarak gerçekleştirilen temizleme işleminin örnek yüzeylerinde bulunan boya katmanını temizlemediği, yüzeyde biriken boya kalıntılarının da yüzeye damlatılan suyun daha yüksek açı değerleri verdiği ve bunun sonucunda temas açısı değerlerinde pozitif yönlü etki yarattığı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.13. En düşük temas açısı değeri elde edilen örnekten alınan SEM görüntüsü.

Sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru yöntem ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 10 cm mesafede kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş sarıçam örneklerinde SEM görüntüsü incelendiğinde, sentetik boya katmanının örnek yüzeyinden tamamen temizlendiği ve temizleme işlemi sonucunda örnek yüzeyinde deformasyon oluşarak yüzey profilinin bozunduğu belirlenmiştir. Ayrıca radyal kesit SEM görüntüsü incelendiğinde, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğradığı gözlemlenmiştir (Şekil 5.13). Kuru uygulama yönteminde kayısı çekirdeği kullanılarak gerçekleştirilen temizleme işlemi sonrasında örnek yüzeylerinde meydana gelen pürüzlülük artışı sonucunda yüzeye damlatılan sıvının daha fazla emildiği ve bunun sonucunda temas açısı değerinin düşük çıktığı düşünülmektedir.

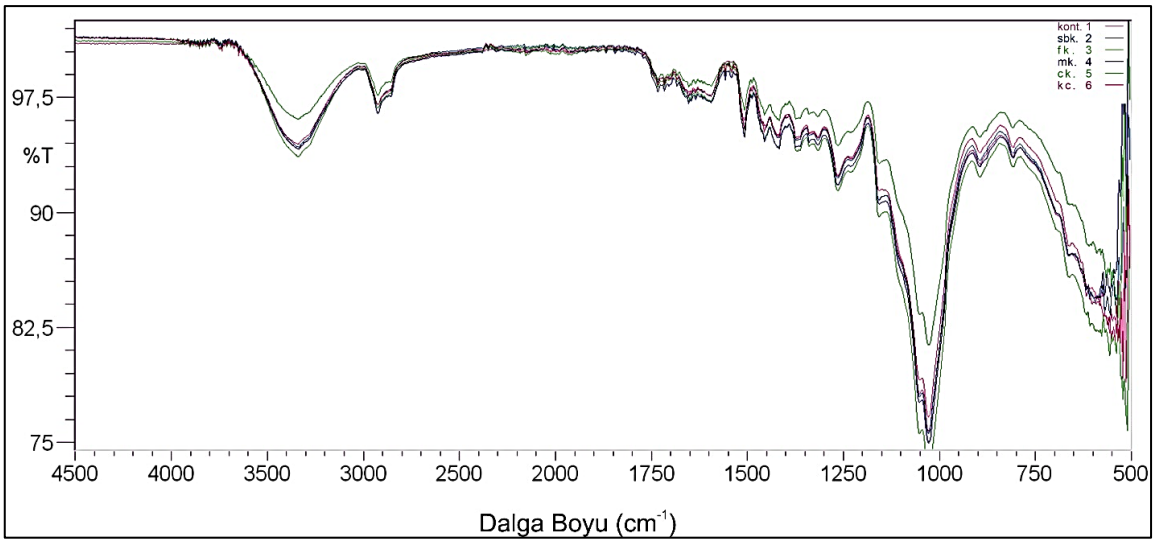
5.8. FOURIER TRANSFORM INFRARED (FT-IR) SPEKTROSKOPI

FT-IR spektraların absorpsiyon pikleri ve fonksiyonları Çizelge 5.85'te verilmiştir [56], [74]-[76].

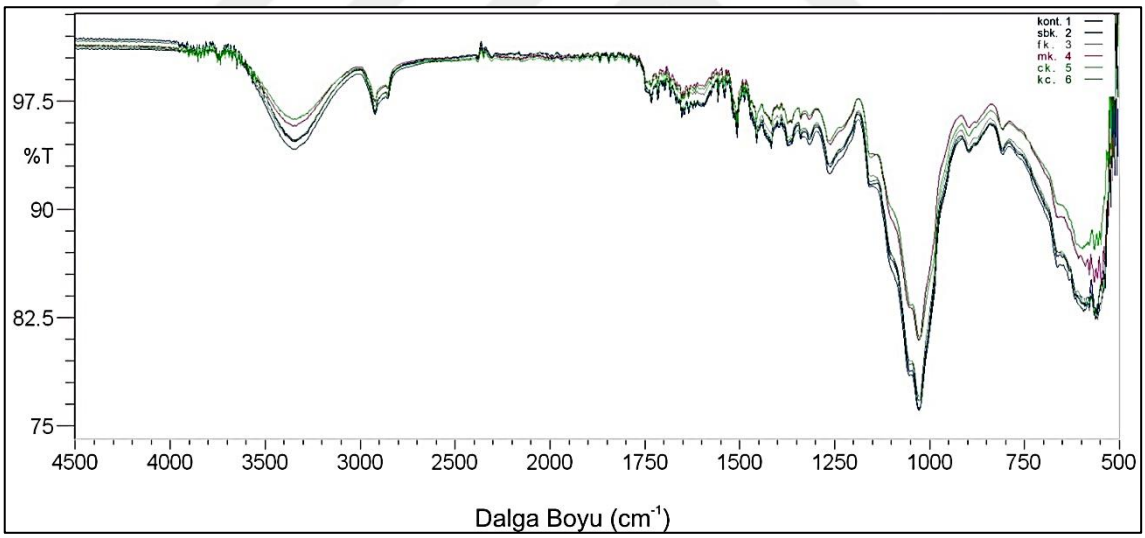
Çizelge 5.85. FT-IR spektraların absorpsiyon pikleri ve fonksiyonları

Dalga Boyu cm^{-1}	**Grup, Sınıf ve Fonksiyonları**
3300-3600	O-H titreşim gerilimi
2920-2850	C-H titreşim gerilimi
1720-1740	Hemislülozda (Ksilan) konjuge olmayan keton ve karboksil grup C=O gerilmeleri
1650-1600	Adsorbe edilen suyun H-O-H deformasyon titreşimi ve Aromatik halkalarla konjuge karbonil C=O gerilmeleri
1595 ± 5	Ligninin aromatik halkalarındaki C=C gerilmesi
1510 ± 5	Ligninin aromatik halkalarındaki C=C gerilmesi
1450 -1470	Ligninde C-H deformasyonu (Asimetrik)
1425±5	Selülozda C-H deformasyon (Asimetrik)
1370±5	Selüloz ve hemiselülozda C-H bozunması (eğilme)
1315±5	Selülozda CH2 titreşim
1230-1270	Lignin ve Hemiselülozdaki C-O gerilimi ile guasil halkasında titreşim
1155±5	Selüloz ve hemiselülozda C-O-C asimetrik bandı
1056-1083	Selüloz ve hemiselülozda C-O gerilmesi
1030±5	C-H aromatik düzlem içi deformasyon
890-899	Selüloz ve hemiselülozda C1 grubunun sayısı
660	Selülozda C-O-H düzlem dışı eğilme

Çalışmada kullanılan farklı medyalar (sodyum bikarbonat, fındık kabuğu granülü, mısır koçanı granülü, ceviz kabuğu granülü, kayısı çekirdeği granülü) ile boya temizleme işlemine tabi tutulan sentetik boya uygulanmış örnekler ile kontrol örneklerine ait FT-IR spektrumları Şekil 5.14'te, su bazlı boya uygulanmış örnekler ile kontrol örneklerine ait FT-IR spektrumları Şekil 5.15'te gösterilmektedir.



Şekil 5.14. Doğal (yüzey işlemsiz) ve sentetik boya uygulandıktan sonra boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklere ait FT-IR spektrumları, (1: Kontrol; 2: sodyum bikarbonat; 3: Fındık kabuğu; 4: Mısır koçanı; 5: Ceviz kabuğu; 6: Kayısı çekirdeği)



Şekil 5.15. Doğal (yüzey işlemsiz) ve su bazlı boya uygulandıktan sonra boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklere ait FT-IR spektrumları, (1: Kontrol; 2: sodyum bikarbonat; 3: Fındık kabuğu; 4: Mısır koçanı; 5: Ceviz kabuğu; 6: Kayısı çekirdeği)

Boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin FT-IR spektrumları incelendiğinde yaklaşık olarak 3340 cm^{-1} seviyelerindeki yayvan pikler, aromatik ve alifatik yapılardaki hidroksil (OH) gruplarına ait O-H gerilme titreşimleri göstermektedir. Yaklaşık 2925 cm^{-}

[1] ve 2856 cm-1 civarlarındaki pikler, alifatik C-H gruplarından kaynaklanan gerilmeler olduğu gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak 1732 cm^{-1} seviyelerindeki pik konjuge olmayan keton ve karboksil grup C=O grubunun (hemiselülozlardaki ksilanlar) gerilim titreşimine ait olurken, 1648 cm^{-1} civarındaki pik ise absorbe edilmiş H-O-H grubuna ait olduğu belirlendi. 1595 cm^{-1} seviyelerindeki piklerin hemiselüloz (ksilan) bünyesinde bulunan C=C gruplarına ait absorpsiyon piklerinden kaynaklandığı, 1050 cm^{-1} seviyelerindeki pikler selüloz ve hemiselülozdaki C-O-C asimetrik titreşimler olduğu belirlenmiştir. Bulunan bu değerler literatür ile örtüşmektedir [77]-[83]. FT-IR spektrumları genel olarak incelendiğinde; kontrol örneklerine kıyasla, temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin FT-IR spektrumlarındaki titreşim bantlarında meydana gelen kısmi değişimler ve şiddetlerdeki azalmalara çalışmada kullanılan medya ve boyaların sebep olabileceği söylenebilir. Ancak bu aralıklardaki değerler çalışmada kullanılan ağaç malzemenin kimyasal yapısında değişikliğe sebebiyet vermediğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, ağaç malzeme yüzeylerindeki eskimiş ve koruyucu özelliğini kaybetmiş boya/vernik katmanlarının temizlenmesi için çevre dostu medyaların kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, önce KATTABOT makinesi tasarlanıp üretilmiştir. Daha sonra sentetik ve su bazlı boyalar ile boyandıktan sonra deniz suyu koşullarında (Karadeniz) yaşlandırma işlemi gerçekleştirilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu örnekleri üzerinde farklı parametrelerde boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan boya temizleme işlemi sonrasında örneklerin boyama, yaşlandırma ve boya temizleme işlemleri öncesindeki ham örnek (kontrol) değerlerine (renk, parlaklık, sertlik, aşınma, yüzey pürüzlüğü, temas açısı) ne kadar yakın değerler elde edildiği belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca örnek yüzeylerinde ve kimyasal yapılarında oluşan değişimleri belirlemek amacıyla, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Fourier Transform İnfrared Spectroscopy (FTIR) testleri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular bilimsel açıdan literatür ile karşılaştırılarak tartışılmış ve uygulamaya yönelik önerilerde bulunulmuştur.

6.1.1. Toplam Renk Değişimi

Boya çeşidi düzeyinde, su bazlı boya ile boyanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde, sentetik boya ile boyanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklere kıyasla daha yüksek toplam renk değişim değerleri elde edilmiştir. Çevre dostu medyalar ile yapılan temizleme işlemi sayesinde, sentetik boyalı yüzeylerin temizlenmesi sonrasında örneklerin orijinal renk değerlerine daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. Boya temizleme işlemi sonrasında iki boya türü arasında yaklaşık %24 oranında bir fark gözlemlenmiştir. Bu duruma su bazlı boya ile boyanmış örnek yüzeylerine uygulanan açık kahve renkteki astar boyanın katı madde miktarının düşük olması sebebiyle ağaç malzemenin gözeneklerine daha fazla nüfuz edebilmesinin neden olduğu söylenebilir. Gerçekleştirilen FT-IR analizi sonucundaki ufak dalgalanmalar da bu durumu doğrular niteliktedir. Çalışmada kullanılan su bazlı boyanın poliüretan esaslı olmasının da toplam renk değişimini arttırdığı söylenebilir. Literatürde doğal yaşlandırma koşullarının

sarıçam ağaç malzemede renk kaybına neden olduğu ifade edilmiştir [12], [186]. Farklı bir çalışmada, Doğu kayını ve kestane odunlarına selülozik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü vernik uygulanarak, açık hava iklim şartlarının odun rengine etkisi araştırılmış, poliüretan verniğin hem sarı hem de kırmızı renk tonunda artışa sebep olduğu bildirilmiştir [187], [188]. Yapılan bir çalışmada, poliüretan esaslı koruyucu katmanların kimyasal yapısından dolayı ya da zaman içeresinde yaşlanma sonucu sarardığı bildirilmektedir [159]. Bir diğer çalışmada ise, poliüretan verniğin suya karşı dayanımı ve morfolojik özellikleri incelenmiş, hidrofilik grupların yapısındaki değişim nedeniyle yüzeyde ince çatlaklar oluştuğu ve bu sebeple poliüretan esaslı üst yüzey işlemi uygulanan örneklerin yüksek renk değişimi gösterdiği belirtilmiştir [189]. Bir başka çalışmada ise, bazı kimyasallar ile emprenye edildikten sonra, sentetik vernik ve poliüretan vernik ile kaplanmış sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) odunlarının renk stabilitesi üzerine yaşlandırma işleminin etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucuna göre, vernik uygulamasının ahşap rengini daha açık hale getirdiği ve ahşap yüzeyindeki rengin sarılığını artırdığı bildirilmiştir [156]. Çalışma literatür ile uyumludur.

Medya çeşidinin örneklerin toplam renk değişimlerine etkisi incelendiğinde, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde diğer tüm medyalara göre daha yüksek toplam renk değişim değeri belirlenmiştir. Sodyum bikarbonat ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde, fındık kabuğu granülüne göre %48, mısır koçanına göre %16, ceviz kabuğu granülüne göre %79, kayısı çekirdeği granülüne göre ise %34'lük bir fark elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda, boya temizleme işlemi sonrasında tarımsal atıklardan elde edilen medyaların örneklerin boyama, yaşlandırma ve boya temizleme işlemleri öncesindeki orijinal renk değerlerine daha yakın sonuçlar verdiği ve ilgili sektörde yaygın olarak kullanılan sodyum bikarbonata iyi bir alternatif olabileceği tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.), kestane (*Castanea sativa* Mill.), meşe (*Quercus petraea* Lieble) odunundan elde edilen örnek yüzeyleri 3 farklı atmosfer basıncı (1 atü, 2 atü ve 3 atü) altında sodyum bikarbonat kullanılarak aşındırılmış ve örnekler 24 ay boyunca doğal yaşlandırma koşulları altında bekletilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, en yüksek toplam renk değişimi değerinin sodyum bikarbonat ile aşındırılan sarıçam örneklerinde gözlemlendiği ifade edilmiştir [186]. Diğer taraftan, sodyum bikarbonatın düşük özgül ağırlığı ve mikron boyutlarının daha küçük olması nedeni ile çalışmada

tercih edilen boya temizleme parametrelerinde, diğer medyalara kıyasla daha az boya temizlediği ve örnek yüzeylerinde boya kalıntıları bıraktığı görülmüştür. Bu bağlamda, temizleme sonrası arta kalan boya kalıntılarının da toplam renk değişimi değerlerini etkilediği düşünülmektedir. Literatürde, sodyum bikarbonatın, aynı parametreler altında, boya temizleme sektöründe kullanılan plastik ve bitki esaslı diğer aşındırıcı medyalara göre daha yüzeysel temizleme sağladığı raporlanmıştır [142], [190]. Bu sonuçlar doğrultusunda, tarımsal atıklardan elde edilen medyaların orijinal renk değerlerine ulaşmakta daha etkili sonuç verdiği kanaati oluşmuştur.

Uygulama yöntemi düzeyinde, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklere göre daha yüksek toplam renk değişim değerleri elde edilmiştir. Boya temizleme işlemi sonucunda, iki uygulama yöntemi arasında %11 oranında bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işlemlerinde toplam renk değişimi açısından kuru uygulama yönteminin daha olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yapılan sulu temizleme işleminde medyalar ile suyun nozul ağzında birleşmesi sonucu nozul içinde yoğunluğun arttığı ve bunun sonucu olarak medya ve su akışında tıkanmalar yaşandığı görülmüştür. Bu durum temizleme işleminde kullanılan medyaların kinetik enerjilerini sentetik ve su bazlı boyalar ile kaplı örnek yüzeylerine yeterince iletememelerine neden olmuş ve sulu uygulama yöntemi ile yapılan temizleme işleminde örnek yüzeylerinde bir miktar boya kalıntıları kaldığı görülmüştür. Uygulama yöntemi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin sulu uygulamada daha yüksek çıkmasına bu boya kalıntılarının neden olduğu söylenebilir. Ayrıca sulu uygulama yöntemi ile gerçekleştirilen boya temizleme işlemi ile birlikte rutubetin örnekler üzerinde toplam renk değişimi açısından olumsuz etki yarattığı düşünülmektedir. Yapılan pek çok çalışmada nemin ağaç malzemenin renk ve parlaklık değerlerinde değişime sebebiyet vereceği bildirilmiştir [191]–[195].

Temizleme parametreleri düzeyinde toplam renk değişimi değeri açısından boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki orijinal renk değerlerine en yakın değer 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm nozul çapı ve 10 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde, en uzak değer ise 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde elde edilmiştir. En yüksek toplam renk değişim değeri ile en düşük toplam renk değişim değeri arasında yaklaşık olarak %17'lik bir fark gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, çevre dostu medyalar ile

gerçekleştirilen boya temizleme işleminde açının düşürülmesi, ayrıca basıncın, nozul çapının ve temizleme mesafesinin arttırılmasıyla daha iyi toplam renk değişimi değerleri elde edilebileceği söylenebilir. Literatür incelendiğinde, temizleme açısı, temizleme basıncı ve temizleme mesafesinin yüzey pürüzlülüğünde oldukça etkili olduğu bildirilmiştir [196]–[198]. Yüzey pürüzlülüğünün de toplam renk değişim değerlerini etkilediğini bildiren birçok çalışma bulunmaktadır [169], [199]. Yapılan bir çalışmada, 100 mikron boyutunda medya, 0.2 MPa basınç, 5 cm temizleme mesafesi ve 100 mm/s'lik bir ilerleme hızı kullanarak işlemi gerçekleştirilerek, Moso bambu kütüklerinin yeşil renginin korunmasını ve yüzey özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre temizleme işleminin örnekler üzerinde orjinale yakın pürüzsüz yüzeyler bıraktığını pürüzsüz yüzeylerin de en iyi yeşil renk değerlerini verdiği bildirilmiştir[162]. Çalışma literatür ile uyumlu çıkmıştır.

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde diğer temizleme parametrelerine göre daha yüksek toplam renk değişim değerleri görülmüştür. Ayrıca, yukarıda belirtilen boya temizleme koşulları altındaki SEM görüntüleri incelendiğinde sentetik boya katmanının tamamen temizlendiği, ilkbahar odunu kısmında derin vadiler oluştuğu yaz odununda ise yüzey profilinin korunduğu, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeyinin ilk (kontrol) halini kaybettiği ve traheidlerin deformasyona uğradığı ve bu durumun da örneklerin toplam renk değişimini arttırdığı söylenebilir.

6.1.2. Parlaklık

Boya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde %125, sentetik boya uygulandıktan sonra temizlenmiş örneklerde ise %145 oranında parlaklıkta azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, iki boya türü arasında yaklaşık %9 oranında bir fark belirlenmiştir. Boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin kontrol hallerine kıyasla parlaklık değerlerinin azalmasında, yaşlandırma koşulları ve temizleme işlemi sonrasında örnek yüzeylerinde oluşan pürüzlüğün etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, çalışmada kullanılan boyaların içeriğinde bulunan boyar maddelerin polimerik yapıları incelenmiş, yaşlandırma koşullarının sentetik boyanın polimer zincirinde bulunan

kromofor gruplarını, su bazlı boyanınkilere kıyasla daha fazla etkileyebileceği düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde yapılan pek çok çalışmada yaşlandırma işleminin ağaç malzeme yüzeylerinde parlaklığı azaltıcı yönde etki ettiği bildirilmiştir [200]–[202]. Ayrıca, bazı çalışmalarda ağaç malzeme yüzeylerinde pürüzlülüğün artmasıyla parlaklık değerlerinin düştüğü de ifade edilmiştir [9], [203].

Medya çeşidi düzeyinde, kontrol örneklerine göre sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde %139, fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde %148, ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde %129, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde %165, mısır koçanı granülü ile temizlenmiş örneklerde ise %100 oranında parlaklıkta azalma olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre mısır koçanından elde edilen medyalar kullanılarak gerçekleştirilen boya temizleme işlemi sayesinde örneklerin boyama, yaşlandırma ve boya temizleme işlemleri öncesindeki orijinal parlaklık değerlerine daha yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu durum, mısır koçanının yapısında bulunan alkali sabun ve aseton ($(CH_3)_2CO$) özütünün [204], sarıçam odununun asal bileşenlerinden olan, selüloz türevleri ve ligninin pigment grupları ile etkileşime girerek malzemenin orjinal parlaklık değerlerine yakın değerler vermesine sebep olmuş olabilir. FT-IR analizi neticesinde ortaya çıkan küçük dalgalanmalar da bu durumu doğrular niteliktedir.

Uygulama yöntemi düzeyinde, parlaklık değerleri kontrol örneklerine göre kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde %144, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde ise %125 oranında azalmıştır. Boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki orijinal parlaklık değerlerine en yakın değer, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde elde edilmiştir. Parlaklık değerleri açısından çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işleminde, sulu uygulama yönteminin tercih edilmesi düşünülebilir. Ancak, sulu temizleme işleminde medyalar ile suyun nozul ağzında birleşmesi sonucu nozul içinde yoğunluğun arttığı ve bunun sonucu olarak medya ve su akışında tıkanmalar yaşandığı görülmüştür. Bu durum temizleme işleminde kullanılan medyaların kinetik enerjilerini sentetik ve su bazlı boyalar ile kaplı örnek yüzeylerine yeterince iletememelerine neden olmuş ve sulu uygulama yöntemi ile yapılan temizleme işleminde örnek yüzeylerinde bir miktar boya kalıntıları kaldığı görülmüştür. Uygulama yöntemi düzeyinde parlaklık değerlerinin sulu uygulamada daha yüksek çıkmasına bu boya kalıntılarının neden olduğu söylenebilir. Ayrıca belirli dalga boylarında ışık emiliminden sorumlu olan kromofor bağlara sahip

moleküller lignin ve tanenler, flavonoidler, stilbenler ve kinonlar gibi fenolik ekstraktifler ve bunların türevlerinin sulu uygulama işleminden etkilendiği ve örneklerin parlaklık değerlerinde değişime sebebiyet verdiği de düşünülebilir. Yapılan pek çok çalışmada nemin ağaç malzemenin renk ve parlaklık değerlerinde değişime sebebiyet vereceği bildirilmiştir [191]–[195].

Temizleme parametreleri düzeyinde, boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki kontrol örneklerinin parlaklık değerlerine en yakın değer 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm nozul çapı ve 10 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde elde edilmiş ve diğer temizleme parametrelerine göre daha yüksek parlaklık değerleri tespit edilmiştir. En yüksek parlaklık değeri ile en düşük parlaklık değeri arasında yaklaşık olarak %25'lik bir fark gözlemlenmiştir. Bu durumun toplam renk değişimine benzer şekilde örneklerin yüzeylerinde meydana gelen pürüzlülük artışı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Farklı ağaç türlerinden elde edilen örnek yüzeylerine 60 ve 120 numara zımpara ile perdah işlemi gerçekleştirilen bir çalışmada, örneklere 4 farklı şeffaf kaplama sistemi uygulanmış ve dış ortam koşullarında 3 yıl süreyle bekletilmiştir. Örnek yüzeylerinde yapılan ölçümler doğrultusunda, pürüzlülük artışlarının parlaklık değerleri üzerinde negatif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir [9]. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örneklerinin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey parlaklığı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanan bir diğer çalışmada, yüzey pürüzlülüğü azaldıkça yüzey parlaklık değerinin arttığı ifade edilmiştir.[205]. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, parlaklık sonuçları literatür ile benzerlik göstermiştir.

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri düzeyinde, en yüksek parlaklık değeri sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde elde edilmiştir. En yüksek parlaklık değeri ile en düşük parlaklık değeri arasında yaklaşık olarak %329'luk bir fark gözlemlenmiştir. Ayrıca, en düşük parlaklık değeri ile kontrol örneklerinden elde edilen parlaklık değeri arasında %313'lük bir fark tespit edilmiştir.

6.1.3. Sertlik

Boya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde %11, sentetik boya uygulandıktan sonra temizlenmiş örneklerde ise %10 oranında sertlik değerlerinde azalma görülmüştür. Temizleme işlemi

sonucunda, iki boya türü arasında yaklaşık %1 oranında bir fark gözlemlenmiştir. Ayrıca elde edilen verilere göre çalışmada kullanılan medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işleminde iki boya çeşidinde de boyama, yaşlandırma ve boya temizleme işlemleri öncesindeki kontrol değerlerine yakın ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sodyum bikarbonat ve tarımsal atıklar kullanılarak gerçekleştirilen boya temizleme işleminde boyalı örneklerin sertlik değerlerinde, kontrol örneklerine kıyasla azalmaya, yaşlandırma koşullarının ve temizleme işlemi sonrasında yüzeyde meydana gelen fiziksel değişimlerin neden olduğu düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde, dış ortam şartlarının ağaç malzemenin sertlik değerlerini azaltıcı etki yaptığı vurgulanmaktadır [7], [160], [167], [206], [207].

Medya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sodyum bikarbonat ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %5, fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde %14, mısır koçanına ile temizlenmiş örneklerde %6, ceviz kabuğu granülü ve kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde ise %15, oranında azalma tespit edilmiştir. Sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde diğer tüm medyalara göre daha yüksek sertlik değeri belirlenmiştir. Sodyum bikarbonat ile gerçekleştirilen boya temizleme işleminde örnek yüzeylerinde boya kalıntıları olduğu ve bu durumunda sertlik değerlerinin yüksek çıkmasına sebebiyet verdiği düşünülmektedir. bu Yapılan bir çalışmada, basınçlı sistem aracılığıyla sarıçam (*Pinus sylvetsris* L.) odun örnekleri sodyum bikarbonat kullanılarak aşındırılmış ve örneklerde meydana gelen sertlik değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre, sodyum bikarbonat ile gerçekleştirilen yüzey aşındırma işlemi sonrası örneklerin sertlik değerlerinde, kontrol grubuna kıyasla artış olduğu bildirilmiştir [208]. Temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin sertlik değerlerindeki azalmanın sebebi olarak, sürekli bir şekilde basınç altında medya etkisine maruz kalan örnek yüzeylerinde meydana gelen tahribat ve aşınma oluşumları gösterilebilir. Önceki çalışmalarda, aşınma direnci ile sertlik değeri arasında doğrusal bir etkinin olduğu bildirilmektedir [209]–[211].

Uygulama yöntemi düzeyinde kontrol örneklerine göre, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde %12, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde ise %10 oranında sertlik değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Temizleme işlemi sonucunda, iki uygulama yöntemi arasında %2 oranında bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Ancak sulu temizleme işleminde medyalar ile suyun nozul ağzında birleşmesi sonucu nozul içinde yoğunluğun arttığı ve bunun sonucu olarak medya ve su akışında tıkanmalar yaşandığı

görülmüştür. Bu durum temizleme işleminde kullanılan medyaların kinetik enerjilerini sentetik ve su bazlı boyalar ile kaplı örnek yüzeylerine yeterince iletememelerine neden olmuş ve sulu uygulama yöntemi ile yapılan temizleme işleminde örnek yüzeylerinde bir miktar boya kalıntıları kaldığı görülmüştür. Uygulama yöntemi düzeyinde sertlik değerlerinin sulu uygulamada daha yüksek çıkmasına bu boya kalıntılarının neden olduğu düşünülmektedir.

Temizleme parametreleri düzeyinde boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki kontrol sertlik değerlerine en yakın değer %7 ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde , en uzak değer ise %15 ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm nozul çapı ve 10 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde elde edilmiştir. Çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işlemi sonucunda iki parametre arasında %8 oranında bir fark görülmüştür. Araştırma kapsamında düşük temizleme açısında işlem görmüş örneklerin sertlik değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalmaya temizleme işleminde kullanılan medyaların boyutu, sertliği, geometrisi ile birlikte nozul çapı, temizleme mesafesi ve basıncın neden olduğu düşünülmektedir. Literatürde, ağaç malzeme gibi gevrek malzemelerin aşındırıcı partiküller tarafından aşındırılmasının elastik-plastik deformasyona sebebiyet verdiği ve bu durumun malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde olumsuz etki yarattığı bildirilmektedir [212]–[214].

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, en yüksek sertlik değeri, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 45° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde belirlenmiştir. En yüksek sertlik değeri ile en düşük sertlik değerinin elde edildiği su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 10 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örnekler arasında yaklaşık olarak %37'lik bir fark elde edilmiştir. Ayrıca, en düşük sertlik değeri ile kontrol örneklerinden elde edilen sertlik değeri arasında %26 oranında bir fark elde edilmiştir. SEM analizlerinde örneklerin hücre yapılarında yüzeye yakın bölümlerde bozunmaların meydana geldiği ve bu durumunda yüzey sertliğini azalttığı söylenebilir.

6.1.4. Aşınma Miktarı

Boya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, iki boya çeşidinde de aralarındaki fark önemsiz olmakla birlikte %4 oranında ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işlemi sonrasında kontrol değerlerine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde ağırlık kaybı değerlerinin artmasında temizleme parametrelerinin etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu sonucu etkileyen en önemli faktörlerden biri de boya tabakası ile ağaç yüzeyi arasındaki çekim gücü (adhezyon) ve boya molekülleri arasındaki iç bağlanma kuvvetinden de (kohezyon) kaynaklı olabileceği düşünülmektedir [215]. Sarıçam, doğu kayını, Avrupa meşesi, kara kavak, ıhlamur ve kara ceviz ağaçlarından hazırlanan örnek yüzeylerine selülozik, sentetik, poliüretan, su bazlı ve asitle sertleşen vernik uygulanan bir çalışmada, örneklerde meydana gelen aşınma direnci değerleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre, en yüksek aşınma direncinin asit sertleştiricili vernikle kaplı örnek yüzeylerinde, en düşük aşınma direnci değerinin ise su bazlı vernik ile kaplı örnek yüzeylerinde meydana geldiği bildirilmiştir [216].

Medya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sodyum bikarbonat ve mısır koçanı ile boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %2, ceviz kabuğu granülü ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %3, fındık kabuğu granülü ve kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde ise aralarındaki fark önemsiz olmakla birlikte %6 oranında ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Örneklerin ağırlık kaybı değerlerine etkisi incelendiğinde, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde diğer tüm medyalara göre daha yüksek ağırlık kaybı değeri belirlenmiştir. En yüksek ve en düşük ağırlık kaybı değeri arasında %45'lik bir fark elde edilmiştir. Malzeme yüzeyine belirli bir hızla hareket eden sert partiküllerin çarpması sonucunda yüzeyde malzeme kaybı gerçekleştiği bilinmektedir [217]. Sodyum bikarbonatın özgül ağırlığının düşük olması ve temizleme işleminde kullanılan diğer medyalara kıyasla daha küçük boyutlarda kullanılması, örnek yüzeylerinde daha az hasar bırakmasına ve aşınma miktarı değerlerinin de daha düşük çıkmasına sebebiyet verdiği söylenebilir. Sodyum bikarbonatın malzeme yüzeylerinde hassas bir temizleme yaptığını bildiren pek çok çalışma mevcuttur [25], [142], [218], [219]. Yapılan bir çalışmada, herhangi bir koruyucu katman uygulanmamış ağaç malzeme yüzeyine sodyum bikarbonat ve çeşitli medyalar 65 m/s ile 110 m/s arasında değişen hızlarda püskürtülmüş ve ahşap malzeme yüzeyindeki aşınma miktarı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, sodyum bikarbonatın

diğer medyalara göre ahşap malzeme yüzeylerine daha az zarar verdiği belirtilmiştir [142].

Uygulama yöntemi düzeyinde kontrol örneklerine göre, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere iki uygulama yönteminde de %4 oranında bir ağırlık kaybı gözlemlenmiştir. Kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklere göre daha yüksek ağırlık kaybı değeri tespit edilmiştir. Kuru uygulama yönteminde nozule gönderilen medyaların hızına etki eden herhangi bir faktörün olmaması nedeniyle medyaların sulu uygulama yöntemine kıyasla daha yüksek hızlarda örnek yüzeylerine çarptığı gözlemlenmiştir. Yüksek hızlarda örnek yüzeylerine püskürtülen medyaların kinetik enerjilerini, koruyucu katmana daha iyi ileterek katmanın kopmasına sebebiyet verdiği ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde sulu uygulama yönteminde temizlenmiş örneklere nazaran daha yüksek aşınmaların meydana geldiği söylenebilir. Literatürde medyaların kinetik enerjilerinin artmasıyla daha yüksek aşındırma kabiliyeti gösterdikleri ve malzeme yüzeylerinde daha fazla pürüzlülük oluşturdukları bildirilmiştir [152], [219].

Temizleme parametreleri düzeyinde boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki kontrol değerlerine en yakın değer %4 ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde, en kötü değer ise %6 ile 90° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı değeri ile en düşük ağırlık kaybı değeri arasında yaklaşık olarak %2'lik bir fark gözlemlenmiştir. Aşındırıcı medyalar ile temizleme işlemi sırasında meydana gelen değişimler birçok faktöre bağlıdır. Aşındırıcı partiküllerin çarpma açısı, hızı, debisi ve boyutu, aşındırıcı partiküllerin karışım oranı, aşınan malzemenin özellikleri, aşınmanın meydana geldiği ortamın özellikleri (nem, sıcaklık vb.) katı partikül aşındırmasında etkin parametrelerdir [220], [221]. Boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde meydana gelen ağırlık kaybı değişimlerinin sebebi olarak, sürekli bir şekilde basınç altında medya etkisine maruz kalan örnek yüzeylerinde aşınma direncinin azalması ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde madde kayıplarının ortaya çıkmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Özellikle artan basınç ile birlikte daralan nozul ağzında daha yoğun bir sıkışma olduğu ve medyaların enerjilerini kısa temizleme mesafesinde örnek yüzeylerine daha etkili bir şekilde yayması sonucu aşınma miktarının arttığı düşünülmektedir. Ayrıca aşınmaya karşı direnç söz konusu olduğunda gevrek malzemeler için aşınma miktarının darbe açısı

90° den aşağıya doğru gittikçe belirgin bir şekilde azaldığı bilinmektedir [212], [213], [222]. Literatürde nozul çapı ve geometrisinin boya temizleme işleminde etkili olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur [221], [223], [224]. Yapılan bir çalışmada, herhangi bir koruyucu katman uygulanmamış ağaç malzeme yüzeyine sodyum bikarbonat ve plastik esaslı medyalar 10° ile 90° arasında değişen açılarda uygulanmış ve ahşap malzeme yüzeyindeki aşınma miktarı araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, en yüksek aşınma değerinin, 60°'lik açı ile yapılan temizleme işleminde gözlemlendiği belirtilmiştir [142]. Ağaç malzeme Bir başka çalışmada, 150 µm, 450 µm ve 750 µm olmak üzere üç farklı medya boyutu, 74,58 m/s ile 33,46 m/s arasında değişen hava hızı ve 30°, 45°, 60° ve 90°'lik temizleme parametreleri kullanılarak çelik malzemelerde meydana gelen aşınma miktarı ağırlık kaybı yöntemine göre belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre, medya boyutunun 150 µm'den 750 µm'ye çıkmasıyla aşınma miktarının 1,414 g/g'dan 4,871 g/g'a yükseldiği, akış hızının 33,46 m/s'den 74,58 m/s'ye çıkarıldığında da benzer bir durumun gözlemlendiği ve en yüksek aşınma miktarı değerinin 45°'lik temizleme açısında elde edildiği bildirilmiştir [225]. Aşınma sonuçları literatür ile benzerlik göstermiştir.

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, ağırlık kaybı en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø8 mm uç açıklığı, 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde elde edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı ile en düşük ağırlık kaybı değeri arasında yaklaşık olarak %32'lik bir fark gözlemlenmiştir. Ayrıca, en yüksek ağırlık kaybı ile kontrol örneklerinden elde edilen değer arasında %17 oranında bir fark belirlenmiştir. SEM analizi sonuçları incelendiğinde, örneklerin yüzey profilinde dalgalanmalar oluştuğu, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeylerinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğradığı ve bu durumunda yüzey aşınma miktarını arttırdığı söylenebilir.

6.1.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Boya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde %7028, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra temizlenmiş örneklerde ise %6423 oranında pürüzlülük değerlerinde artış belirlenmiştir. Boya temizleme işlemi sonucunda, iki boya türü arasında yaklaşık %9 oranında bir fark gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan boyaların

örnek yüzeylerinde tutunma kabiliyetlerinin elde edilen pürüzlülük değerlerini etkilediği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalar, poliüretan esaslı koruyucu katmanların sentetik esaslılara göre daha yüksek yapışma kabiliyeti sergilediklerini bildirilmektedir [226], [227]. Boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerin kontrol örneklerine kıyasla büyük oranda yüzey pürüzlülüklerin artmasına temizleme işleminde kullanılan medya geometrilerinin, temizleme açısının ve basıncın sebep olduğu da söylenebilir. Literatür incelendiğinde belirtilen bu parametrelerin malzeme yüzey pürüzlülüklerini etkilediğini bildiren pek çok çalışma mevcuttur [81], [196], [198], [228], [229]. Yapılan bir çalışmada, farklı ağaç türlerinden elde edilen örnek yüzeylerine 60 ve 120 numara zımpara ile perdah işlemi yapılmış, ardından 4 farklı şeffaf kaplama sistemi (PerlColor, PerlColor + AquaStop, OsmoUV-Protection Oil 420, OsmoUV-Protection Oil 420 + AquaStop) uygulanmış ve örnekler dış ortam koşullarında 3 yıl süreyle bekletilmiştir. Araştırma sonucunda, tüm kaplama sistemlerinde kontrol örneklerine kıyasla pürüzlülük artışları görülmüştür [9].

Medya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sodyum bikarbonat ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %1107, fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde %7394, mısır koçanı ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %6649, ceviz kabuğu granülü ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %9341, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde ise %9137 oranında artış tespit edilmiştir. Temizleme işleminin örneklerin yüzey pürüzlülük değerlerine etkisi incelendiğinde, ceviz kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde diğer tüm medyalara göre daha yüksek yüzey pürüzlülük değeri belirlenmiştir. Çevre dostu medyalar ile yapılan boya temizleme işlemi sonucunda tüm medyalarda kontrol örneğine göre oldukça yüksek pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Yapılan SEM analizleri incelendiğinde boya temizleme işlemi sonrası tüm örnek yüzey profillerinin bozunması bu durumu teyit etmektedir. Ceviz kabuğu ve kayısı çekirdeği granülleri ile yapılan temizleme işleminde elde edilen yüzey pürüzlülüklerinin diğer medyalara kıyasla daha yüksek değerler vermesine, bu iki medya türünün özgül ağırlıkları ve Mohs skalasındaki sertlik derecelerinin diğer medyalara nazaran daha yüksek olmasının sebep olabileceği düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde, boya temizleme işleminde kullanılan medyaların yoğunluk ve sertliklerinin artması ile birlikte malzeme yüzeylerinde bulunan kaplama sistemlerinin temizlenme hızının arttığı ve buna paralel olarak da örnek yüzeylerinde pürüzlülüğü arttırdığı bildirilmiştir [81].

Uygulama yöntemi düzeyinde kontrol örneklerine göre, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde %7722, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde ise %5729 oranında bir artış tespit edilmiştir. Temizleme işlemi sonucunda, iki uygulama yöntemi arasında %34 oranında bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Kuru uygulama yönteminde nozule iletilen medyaların hızına etki eden herhangi bir faktörün olmaması nedeniyle medyaların sulu uygulama yöntemine kıyasla daha yüksek hızlarda örnek yüzeylerine çarptığı gözlemlenmiştir. Yüksek hızlarda örnek yüzeylerine püskürtülen medyaların kinetik enerjilerini, koruyucu katmana daha iyi ileterek katmanın kopmasına sebebiyet verdiği ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde sulu uygulama yönteminde temizlenmiş örneklere nazaran daha yüksek yüzey pürüzlülüğünün meydana geldiği söylenebilir. Literatürde medyaların kinetik enerjilerinin artmasıyla daha yüksek aşındırma kabiliyeti gösterdikleri ve malzeme yüzeylerinde daha fazla pürüzlülük oluşturdukları bildirilmiştir [152], [219].

Temizleme parametreleri düzeyinde boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki kontrol değerlerine en yakın değer, %5092 ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm nozul çapı ve 10 cm temizleme mesafesi ile temizleme yapılmış örneklerde, en uzak değer ise %8672 ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi ile temizleme yapılmış örneklerde elde edilmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülük değeri ile en düşük değer arasında yaklaşık olarak %69'luk bir fark gözlemlenmiştir. Çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işlemi sonucunda tüm temizleme parametrelerinde kontrol örneğine göre oldukça yüksek yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Temizleme parametreleri incelendiğinde açı ve basıncın arttırılması, mesafe ve nozul çapının düşürülmesi ile yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Buna sebep olarak, artan basınç ile birlikte düşük nozul çapında daha yoğun bir şekilde sıkıştırılan aşındırıcıların, kısa mesafede örnek yüzeylerine enerjilerini daha iyi bir şekilde ilettiğini ve örnek yüzeylerinde bulunan koruyucu katmanı etkili bir şekilde temizleyerek alt katmanda daha yüksek miktarlarda pürüzlülüğe neden olduğu düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde, boya temizleme işleminde kullanılan açıda, 0°'den 90°'ye doğru çıkıldıkça en yüksek pürüzlülük değerinin 90° temizleme açısında olduğu bildirilmiştir [196], [197]. Ayrıca bir başka çalışmada temizleme basıncının artması ile birlikte malzeme yüzeylerinde daha yüksek pürüzlülük değerlerinin elde edildiği ifade edilmiştir [228], [229]. Bir başka çalışmada ise kumlama işleminde, temizlenecek yüzey ile nozul arasındaki mesafenin artması ile

yüzey pürüzlülük değerlerinde daha düşük değerler saptanmıştır [81]. Yapılan bir çalışmada, AISI 4130 çelik plakalar üzerine 45° ve 90°'lik açıda, 25-30-40 cm temizleme mesafesinde, 3, 4, 5, 6 ve 7 bar basınç altında çeşitli kumlar püskürtülerek temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucuna göre, en yüksek pürüzlülük değerinin 90° temizleme açısı, 7 bar basınç ve 25 cm temizleme mesafesinde elde edildiği belirtilmiştir [230]. Bir başka çalışmada, pürüzlülüğün temizleme basıncındaki artışla arttığı ve temizleme mesafesindeki artışla azaldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, kritik bir uzaklaşma mesafesinin altında yüzey pürüzlülüğünün düştüğü, açının yaklaşık 75° olana kadar artması ile pürüzlülüğün arttığı da ifade edilmiştir [231]. Yapılan başka çalışmalarda da temizleme açısı, temizleme basıncı ve temizleme mesafesinin yüzey pürüzlülüğünde oldukça etkili olduğu bildirilmiştir [196]–[198]. Çalışma sonuçları literatür ile uyumludur.

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, yüzey pürüzlülük değeri en yüksek, sentetik boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra kuru uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek yüzey pürüzlülük değeri ile en düşük yüzey pürüzlülük değeri arasında yaklaşık olarak %2614'lük bir fark elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek yüzey pürüzlülük değeri ile kontrol örneklerinden elde edilen yüzey pürüzlülük değeri arasında %14935 oranında bir fark tespit edilmiştir. SEM analizi sonuçları incelendiğinde, örneklerin yüzey profilinde dalgalanmalar oluştuğu, temizleme işlemi gerçekleştirilen örnek yüzeylerinin ilk (kontrol) halini kaybettiği, traheidlerin deformasyona uğradığı ve bu durumunda yüzey aşınma miktarını arttırdığı söylenebilir.

6.1.6. Temas Açısı

Boya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sentetik boya uygulandıktan sonra temizlenmiş örneklerde %29, su bazlı boya uygulandıktan sonra temizlenmiş örneklerde ise %32 oranında temas açısı değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Temizleme işlemi sonucunda, iki boya türü arasında yaklaşık %2 oranında bir fark gözlemlenmiştir. Kontrol örneklerine kıyasla örneklerde meydana gelen temas açısı değerlerinin azalmasına sebep olarak, temizleme işlemi sonrasında örnek yüzeylerinde meydana gelen pürüzlülük artışının neden olduğu söylenebilir. Bu durumu onaylamak adına SEM analizi sonuçları da dikkate alınmalıdır. Literatürde örnek yüzeylerinde oluşan pürüzlülük ile yüzeyin

ıslanabilirliği veya yüzeyin sıvıyı ne kadar iyi emdiğinin tahmin edilebildiği bildirilmektedir [232], [233]. Islanabilirlik normalde bir sıvı damlası ile katı yüzey arasında oluşan temas açısına göre ölçülür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, yüzey pürüzlülüğü, katı malzemelerin ıslanabilirliğini ve aynı zamanda örnek yüzeylerine uygulanacak boyanın yapışma kalitesini etkileyen önemli bir parametre olarak göze çarpmaktadır [234]–[237].

Medya çeşidi düzeyinde kontrol örneklerine göre, sodyum bikarbonat ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %12 oranında artış, fındık kabuğu granülü ile temizlenmiş örneklerde %55, mısır koçanı ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %20, ceviz kabuğu granülü ile temizleme işlemi gerçekleştirilmiş örneklerde %55, kayısı çekirdeği granülü ile temizlenmiş örneklerde ise %69 oranında azalma tespit edilmiştir. Çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işleminin örneklerin temas açısı değerlerine etkisi incelendiğinde, sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde diğer tüm medyalara göre daha yüksek temas açısı değeri elde edilmiştir. Temizleme işlemi sonucunda en yüksek değerin elde edildiği medya çeşidi ile en düşük değerin elde edildiği medya çeşidi arasında %89 oranında bir fark belirlenmiştir. Boya temizleme işlemi sonrasında örneklerin yüzey yapılarının temas açısının belirlenmesinde kullanılan suyun yüzey gerilimini etkilediği düşünülmektedir [238]. Gözenekli yapıya sahip olan ağaç malzemede, temizleme işleminden sonra ahşap yüzeyinde açığa çıkma eğiliminde olan birçok damar ve boşluklar vardır. Temizleme parametrelerinin neden olduğu bu pürüzlü yapı, hücre ya da hücreler arası boşluklar dolayısı ile suyun nüfuz etmesini kolaylaştırmış ve temas açısı değerlerini düşürücü etkiye sebebiyet vermiş olabilir [235], [239]. Literatürde boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiş yüzeylerde oluşan pürüzlülük sebebiyle örnek yüzeylerinde kılcal çiziklerin oluştuğu ve bu çiziklerin örnek yüzeylerinde su iletimini ve yayılımını hızlandırdığı bildirilmektedir. Yüzey çiziklerinin sıvı yayılımını iyileştirdiği ve temas açısı değerlerini düşürdüğü daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir [240], [241]. Sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örnek yüzeylerinde yüksek temas açısı çıkmasının nedeni olarak, sodyum bikarbonatın örnek yüzeylerinde bulunan boya katmanlarını yeteri derecede temizlememesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, sodyum bikarbonatın çalışmada kullanılan diğer medyalara göre daha küçük boyutlarda olması nedeniyle, örnek yüzeylerinde daha az pürüzlülüğe sebebiyet verdiği ve bu durumun da sıvı geçirgenliğini azalttığı söylenebilir [235], [242].

Uygulama yöntemi düzeyinde kontrol örneklerine göre, kuru uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde %34, sulu uygulama yöntemi ile temizlenmiş örneklerde ise %27 oranında temas açısında bir azalma gözlemlenmiştir. Temizleme işlemi sonucunda, iki uygulama yöntemi arasında %5 oranında bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Kuru uygulama yönteminde nozule iletilen medyaların hızına etki eden herhangi bir faktörün olmaması nedeniyle medyaların sulu uygulama yöntemine kıyasla daha yüksek hızlarda örnek yüzeylerine çarptığı gözlemlenmiştir. Yüksek hızlarda örnek yüzeylerine püskürtülen medyaların kinetik enerjilerini, koruyucu katmana daha iyi ileterek katmanın kopmasına sebebiyet verdiği ve bunun sonucunda örnek yüzeylerinde sulu uygulama yönteminde temizlenmiş örneklere nazaran daha yüksek yüzey pürüzlülüğünün meydana geldiği söylenebilir. Literatürde temizleme işlemi gerçekleştirilmiş yüzeylerde oluşan pürüzlülük sebebiyle örnek yüzeylerinde kılcal çiziklerin oluştuğu ve bu çiziklerin örnek yüzeylerinde su iletimini ve yayılımını hızlandırdığı bildirilmektedir. Yüzey çiziklerinin sıvı yayılımını artırdığı ve temas açısı değerlerini düşürdüğü daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir [240], [241].

Temizleme parametreleri düzeyinde boyama, yaşlandırma ve temizleme işlemleri öncesindeki kontrol değerlerine en yakın değer, %23 ile 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm nozul çapı ve 7 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde, en uzak değer ise %39 ile 45° temizleme açısı, 2 bar basınç, Ø8 mm nozul çapı ve 10 cm temizleme mesafesi uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek temas açısı değeri ile en düşük temas açısı değeri arasında yaklaşık olarak %13'lük bir fark gözlemlenmiştir. Temizleme işlemi sırasında, temizleme parametrelerine bağlı olarak örneklerin yüzey enerjilerinin artmasının temas açısı değerlerini düşürdüğü düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda, kumlama işleminin örnek yüzeylerinin yüzey enerjisi arttırdığı, bunun sonucunda temas açısında azalma meydana gelebileceği bildirilmiştir [243], [244]. Genel olarak, katının yüzey enerjisi ne kadar yüksekse, ıslanabilirliğin o kadar iyi ve temas açısının da bir o kadar küçük olacağı söylenebilir.

Boya çeşidi, medya çeşidi, uygulama yöntemi ve temizleme parametreleri etkileşimi düzeyinde, temas açısı değeri en yüksek, su bazlı boya uygulanıp yaşlandırıldıktan sonra sulu uygulama yöntemi kullanılarak 90° temizleme açısı, 2,5 bar basınç, Ø5 mm uç açıklığı ve 7 cm temizleme mesafesinde sodyum bikarbonat ile temizlenmiş örneklerde belirlenmiştir. En yüksek temas açısı değeri ile en düşük temas açısı değeri arasında yaklaşık olarak %149'luk bir fark elde edilmiştir. Ayrıca, en düşük temas açısı değeri ile

kontrol örneklerinden elde edilen temas açısı değeri arasında %109 oranında bir fark elde edilmiştir.

6.2. ÖNERİLER

Araştırmada kullanılan tarımsal atıklardan elde edilen medyaların sürdürülebilir olması ve tez çalışması kapsamında üretilen boya temizleme makinesinin tasarımı sayesinde boya temizleme işleminde ilerleme hızı, temizleme açısı, temizleme mesafesi, parça boyutları gibi parametreler ayarlanabilmiş, sulu ve susuz olacak şekilde kapalı kabin içerisinde tozsuz bir boya temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir. "Yaşanabilir Şehirler ve Sürdürülebilir Çevre" ekseni altında ekonomik ve sosyal faydanın artırılmasına paralel olarak, özellikle geri dönüştürülebilir nitelikteki tarımsal atıkların kullanılarak tamamen tozsuz bir ortamda boya temizleme işlemi gerçekleştirilmesi bu kapsamda çevrenin korunmasına önemli bir katkı sunmaktadır. Boya temizleme işlemi sonuçları incelendiğinde çalışmada kullanılan parametrelerin ve medyaların etkinliği kanıtlanmıştır. Bu bakımdan ülkemizde tarımsal atık olarak nitelendirilen ürünlerin (fındık ve ceviz kabuğu, mısır koçanı ve kayısı çekirdeği vb.) endüstriyel amaçlı olarak geri dönüşüme kazandırılması ile birlikte ekonomik katkısı artırılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda;

- Çalışmada kullanılan bitki esaslı tarımsal atıklar, sulu boya temizleme yöntemi kullanıldığında sudaki hidrojen ile selüloz esaslı yapıları arasında bir bağ oluşmakta, bu da topaklanma (agregasyon) eğilimini ortaya çıkarmaktadır. Dolayısı ile bu agregasyon nozul ağzında tıkanmalara neden olmuş, sulu yöntem ile etkili bir boya temizlik işlemi gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle, sulu uygulama yöntemi kullanılacak uygulamalarda, medyaların gıda endüstrisinde de kullanılan kalsiyum karbonat, silikon dioksit, trikalsiyum fosfat gibi çeşitli topaklanmayı önleyici maddeler ile karıştırılmasının etkinliği daha sonraki çalışmalarda araştırılabilir.
- Islanan medyaların yumuşayarak, püskürtülme anında kazandıkları kinetik enerjiyi etkili bir şekilde yüzeye aktaramadıkları da düşünülmektedir. Çalışmada tercih edilen basınç ve uzaklık gibi parametrelerin çeşitlendirilmesi ve tıkanmaları engellemek adına farklı geometrik özelliklere sahip uç yapısına sahip nozulların kullanımının sulu yöntemin performansına etkileri de ileri dönem çalışmalar

kapsamında değerlendirilebilir.

- Çalışmada temizleme mesafesi azaldıkça medyaların yüzeye daha fazla etki ettiği gözlemlenmiştir. Temizleme mesafesi arttıkça, medyaların hava ile temasının artması ve bu hava sürtünmesine bağlı olarak sahip oldukları enerjinin bir kısmını kaybetmeleri beklenen bir durumdur. Ancak temizleme mesafesi arttıkça birim zamanda temizlenen alan da artmakta ve bu da işçilik zamanından kazandırmaktadır. Gereğinden daha yakın temizleme işlemi yüzey deformasyonunu arttıracağı gibi gereğinden uzak temizleme işleminin ise yüzey temizliğine engel oluşturabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Tarımsal atıklardan elde edilen kayısı çekirdeği granülü, diğer medya türlerine göre daha yüksek sertlik değerlerine sahip olması nedeniyle daha etkili bir temizleme sağlayarak örnek yüzeylerinde daha az boya kalıntısı kalmasını sağlamıştır. Kayısı çekirdeğine ek olarak, mısır koçanı dışındaki diğer tarımsal atık bazlı medyaların da ortalamanın üzerinde bir temizleyici etkisi olduğu görülmüştür. Endüstride en çok tercih edilen medya olan sodyum bikarbonat ise, çalışmada tercih edilen parametrelerde yeterli temizliği sağlayamamış ve hatta düşük basınçta su bazlı boyalar üzerinde neredeyse etkisiz olmuştur. Buradan hareketle, medya seçiminde, tarımsal atıkların çevreci, ucuz ve efektif bir seçenek olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan medyalar dışında benzer özelliklere sahip diğer potansiyel tarımsal atıkların da boya temizleme işlemindeki etkinliğinin test edilmesi bu atıkların endüstriye kazandırılması konusunda ciddi bir potansiyel barındırmaktadır.
- Çalışmada kullanılan çevre dostu medyalar ile gerçekleştirilen boya temizleme işleminde, su bazlı boya ile boyanmış örnekler üzerinde toplam renk değişimi açısından daha yüksek değerler verdiği, sentetik boya ile boyanmış örnek yüzeylerinin ise daha kolay bir şekilde temizlendiği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan parlaklık, yüzey pürüzlülüğü, yüzey aşınma miktarı ve temas açısı değerleri açısından incelendiğinde ise su bazlı boya uygulandıktan sonra temizlenen yüzeylerin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu sonuçlara ek olarak, sentetik boyanın içeriğinde bulunan polimer zincirlerinin, deniz ortamı gibi zorlayıcı çevresel faktörlerin ön planda olduğu yaşlandırma koşullarına karşı daha hassas olabileceği de göz önünde bulundurularak, kullanılacak boya türü seçimi titizlikle gerçekleştirilmelidir.

- Çevre dostu medyalar kullanılarak gerçekleştirilen boya temizleme işleminde, uygulama yöntemi olarak kuru uygulama yönteminin ahşap yüzeylerde daha etkili olduğu görülmüştür.
- Kuru uygulama yöntemi, su bazlı ve sentetik boyalar ile kaplanmış örnek yüzeylerinin temizlenmesinde etkili olurken, sulu uygulama yöntemi her iki boya türünde de örnek yüzeylerinde boya kalıntıları kalmasına neden olmuş ve bunun sonucunda başarılı bir boya temizleme işlemi gerçekleştirilememiştir.
- Temizleme parametreleri bakımından; 90 derecelik açı ile yapılan uygulamanın 45 derece ile yapılan uygulamaya göre daha fazla boya temizlediği gözlenmiştir. Genel olarak açı düştükçe yüzeyin aşınması da azalmaktadır. Bu kapsamda, koruyucu katmanın uygulandığı boya temizleme işlemi öncesinde yaşlanmaya bağlı olarak deforme olmuşsa nispeten düşük açıları tercih etmek daha fazla deformasyonu önleyebilir. Eğer sert yüzeylerin üzerindeki boya katmanları temizleniyorsa 90 derece veya yakın açılarda temizlik yapmak daha etkili sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Bununla beraber, 45 derecenin altındaki açıların ve 60 veya 75 derece gibi alternatif açıların etkinliği de ileri dönem çalışmaların konusu olabilir.
- Beklendiği üzere, temizlemede kullanılan basınç arttıkça, yüzeylerden daha etkili şekilde boya kaldırılabildiği gözlenmiştir. Temizleme açısındaki etkiye benzer şekilde, sert yüzeylerdeki boyaların temizlenmesinde daha yüksek basınçların; yumuşak ya da deforme olmuş yüzeylerin temizlenmesinde ise daha düşük basınçların kullanımı önerilebilir. Ancak, yüksek basınçlarda malzemenin çok fazla deforme olabilmesi söz konusu olduğundan, alternatif basınçlarda yapılacak temizleme işlemlerinde, alçak basınçlardan yüksek basınçlara doğru denemeler yapılarak temizleme işleminin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.
- Çalışmada gözlenen bir diğer sonuç ise nozul çapı arttıkça temizlemenin etkisinin düşmesidir. Basınç ile nozul çapı arasındaki ilişki, birim zamanda püskürtülen medya miktarını ve bu medyaların sahip oldukları kinetik enerjiyi doğrudan etkileyen iki önemli parametredir. Bu bilgiden hareketle, farklı basınçlar ile farklı nozul çapları kombine edilerek hem etkili bir temizlik gerçekleştirmek hem de malzeme yüzeyinde daha az deformasyona neden olmak mümkün hale gelebilir.
- Tez çalışmasının kazanımlarından biri olan KATTABOT sayesinde, farklı

tarımsal ya da endüstriyel atıklar kullanılarak çevreci, ucuz ve efektif alternatif çalışmalar yapılmasına olanak sağlanabileceği de söylenebilir.

Sonuç olarak, tez kapsamında elde edilen tüm sonuçların literatüre, ilgili alanda çalışan araştırmacı, uzman ve bilim insanlarına, sektör çalışanlarına, imalat sanayisinin gelişimine, dolayısı ile ülke ekonomisine katkı sağlayacağı söylenebilir.

7. KAYNAKLAR

[1] S. M. Cragg, C. J. Brown, R. M. Albuquerque, & R. A. Eaton, "Rates of emission from CCA-treated wood in the marine environment: measurement, modelling and requirements for future research", içinde *Proceedings of the 6th International Preservation Symposium; Environment and Wood Preservation*, 2001, ss. 5–6.

[2] H. Bilgin, "Ahşap yapıların tarihsel süreç içindeki gelişimi ve günümüzde ahşap yapı kullanımı", Yüksek lisans tezi, Mimarlık Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haliç Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.

[3] M. Uzuner, "Mobilya tasarımında ahşap malzeme kullanımının değerlendirilmesi: bursa inegöl mobilya firmaları örneği", Yüksek lisans tezi, İç Mimarlık Yüksek Lisans Programı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Işık Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2020.

[4] T. Terberger, M. Zhilin, & S. Savchenko, "The Shigir idol in the context of early art in Eurasia", *Quat. Int.*, c. 573, sayı May 2020, ss. 14–29, 2021, doi: 10.1016/j.quaint.2020.10.025.

[5] M. Rybníček, P. Kočár, B. Muigg, J. Peška, R. Sedláček, W. Tegel., & T. Kolář, "World's oldest dendrochronologically dated archaeological wood construction", *J. Archaeol. Sci.*, c. 115, sayı August 2019, 2020, doi: 10.1016/j.jas.2020.105082.

[6] R. J.,Ross, & T. Dundar, *Condition assessment of a 2 , 500-year-old mummy coffin*. İstanbul, 2012.

[7] M. Budakçı, & M. Atar, "Effects of bleaching process on hardness and glossiness of pine wood (*Pinus sylvestris* L.) exposed to outdoor conditions", *Turkish J. Agric. For.*, c. 25, sayı 4, s. 20207, 2001.

[8] R. S. Williams, "Weathering of wood", *Handb. wood Chem. wood Compos.*, c. 7, ss. 139–185, 2005.

[9] M. Pánek, & L. Reinprecht, "Colour stability and surface defects of naturally aged wood treated with transparent paints for exterior constructions", *Wood Res.*, c. 59, sayı 3, ss. 421–430, 2014.

[10] W. C. Feist & D. N.S. Hon, “Chemistry of Weathering and Protection”, *Chem. solid wood*, sayı 1, ss. 401–451, 1984, doi: 10.1021/ba-1984-0207.ch011.

[11] W. C. Feist, “Outdoor wood weathering and protection”, *Archaeol. wood, Prop. Chem. Preserv. Adv. Chem. Ser.*, c. 225, ss. 263–298, 1990.

[12] M. Budakçı, “Effect of outdoor exposure and bleaching on surface color and chemical structure of scots pine”, *Prog. Org. Coatings*, c. 56, sayı 1, ss. 46–52, 2006, doi: 10.1016/j.porgcoat.2006.01.018.

[13] A. Kılıç, & H. Hafızoğlu, “Influences of weatherıng on chemıcal structure of wood and protectıon treatments”, *Suleyman Demirel Univ. For. Fac. J.*, c. 8, sayı 2, ss. 175–183, 2009, [Çevrimiçi]. Available: https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjf/issue/20889/224156

[14] E. L. Anderson, N. L., Pawlak, Z., Owen & W. C. Feist, “Infrared studies of wood weathering. Part I: Softwoods”, *Appl. Spectrosc.*, c. 45, sayı 4, ss. 641–647, 1991.

[15] H. Sivrikaya, H. Hafızoğlu, D. Yasav, & A. Aydemir, “Natural weathering of oak (*Quercus petrae*) and chestnut (*Castanea sativa*) coated with various finishes”, *Color Res. Appl.*, c. 36, sayı 1, ss. 72–78, 2011, doi: 10.1002/col.20581.

[16] J. Dillon, *Creosote-Treated Wood in Aquatic Environments : Technical Review and Use Recommendations*. Durham: Citeseer, 2006.

[17] Ö. Özgenç, Ü. C. Yıldız, & S. Yıldız, “The wood surface protection with some new generation wood preservatives and coating processings against weathering conditions”, *Artvin Coruh Univ. J. For. Fac.*, c. 14, sayı 2, ss. 203–215, 2013, doi: 10.17474/acuofd.83528.

[18] H. Çetin, “Deniz zararlılarına maruz kalmış iğne yapraklı odunların fiziksel ve kimyasal yönden incelenmesi”, Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2009.

[19 C. Schaller, & D. Rogez, “New approaches in wood coating stabilization”, c. 4, sayı 4, ss. 401–409, 2007, doi: 10.1007/s11998-007-9049-5.

[20] L. R. Gobakken, & P. K. Lebow, “Modelling mould growth on coated modified and unmodified wood substrates exposed outdoors”, *Wood Sci. Technol.*, c. 44, sayı 2, ss. 315–333, 2010, doi: 10.1007/s00226-009-0283-0.

[21] B. Forsthuber, C. Schaller, & G. Gru, “Evaluation of the photo stabilising efficiency of clear coatings comprising organic UV absorbers and mineral UV screeners on wood surfaces”, ss. 281–297, 2013, doi: 10.1007/s00226-012-0487-6.

[22] M. Deka & M. Petrič, “Photo-degradation of water borne acrylic coated modified and non-modified wood during artificial light exposure”, *BioResources*, c. 3, sayı 2, ss. 346–362, 2008.

[23] P. Alkan. (2023, 16 Kasım) *Ahşap Boyama ile Yüzey Eskitme Teknikleri* [Online]. Erişim: https://estetikev.net/rehber/ahsap-boyama-ile-yuzey-eskitme.html.

[24] D. L. White, & J. A. Bardole, “Paint and Finish Removers”, *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, c. 17, New York: John Wiley and Sons, 2000, ss. 550–555.

[25] A. Akyıldız, M. H., Kesik, H. İ., Çağatay, K., Karamanoğlu, M., Bıçak, S., Olgun, Ç., & Tiftik, “Ahşap malzeme restorasyonunda yüzey temizleme yöntemleri”, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim. Derg.*, ss. 1100–1113, 2016.

[26] W. N. Schmitz, “Baring it all, Coatings Removal Options Uncovered”, 1997. [Çevrimiçi]. Erişim: http://infohouse.p2ric.org/ref/12/11316.pdf , 11.2.2015.

[27] B. Rosenberg, L. Yuan, & S. Fulmer, “Ergonomics of abrasive blasting: A comparison of high pressure water and steel shot”, *Appl. Ergon.*, c. 37, sayı 5, ss. 659–667, 2006.

[28] A. Y. Bozkurt, & N. Erdin, *Odun Anatomisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2000.

[29] R. Anşin, & Z. C. Özkan, “Tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) odunsu taksonlar”, *Karadeniz Tek. Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın*, c. 19, s. 512, 1993.

[30] A. Sönmez, & M. Budakçı, *Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Boya /Vernik Sistemleri*. Ankara: Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, 2004.

[31] M. Müdüroğlu, “Su bazlı boyalarda kullanılan Sivas talkının boya kalitesine etkisinin araştırılması”, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye, 2021.

[32] MEB, *Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Modülü Kimya Teknolojisi, Katkı Maddeleri*. Ankara, 2009.

[33] B. Kaygın, "Ahşap yüzeylerde kullanılan opak boyaların dayanım özellikleri", Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, 1997.

[34] A. Aytekin, & B. Kaygın, "Boyaların çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri", *Ekologiya ve hayat falliyetinin muhafazası*, 2007, s. 16.

[35] MEB, *Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Modülü" Kimya Teknolojisi, Bağlayıcılar-1*. Ankara, 2010.

[36] Ş. Camcıoğlu, "Su bazlı boya üretim tesislerinin atıksularının arıtılmasında genelleştirilmiş minimum değişmeli algoritma ile pH kontrolü", Yüksek lisans tezi, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2010.

[37] G. Gündüz, *Boya Bilgisi*. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, 2005.

[38] Ö. Topçuoğlu, S. A. Altınkaya, & D. Balköse, "Characterization of waterborne acrylic based paint films and measurement of their water vapor permeabilities", *Prog. Org. Coatings*, c. 56, sayı 4, ss. 269–278, 2006, doi: 10.1016/j.porgcoat.2006.02.003.

[39] F. Galliano, & D. Landolt, "Evaluation of corrosion protection properties of additives for waterborne epoxy coatings on steel", *Prog. Org. Coatings*, c. 44, sayı 3, ss. 217–225, 2002, doi: 10.1016/S0300-9440(02)00016-4.

[40] Blanche, C., "Used to Polyurethane and Polymers From Waterbased Systems", *Eur. Coatings J.*, ss. 27–44, 1997.

[41] H. İ. Kesik, "Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde su bazlı verniklerin katman performansı", Doktora tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Biilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2009.

[42] H. Pelit, "Yoğunlaştırma ve ısıl işlemin doğu kayını ve sarıçamın bazı teknolojik özellikleriyle üstyüzey işlemlerine etkisi", Doktora tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2014.

[43] P. A. Sørensen, S. Kiil, K. Dam-Johansen, & C. E. Weinell, "Anticorrosive coatings: a review", *J. Coatings Technol. Res.*, c. 6, ss. 135–176, 2009, doi: DOI 10.1007/s11998-008-9144-2135.

[44] A. Overbeek, "Polymer heterogeneity in waterborne coatings", *J. Coatings Technol. Res.*, c. 7, sayı 1, ss. 1–21, 2010, doi: 10.1007/s11998-009-9201-5.

[45] R. Johnson, "Waterborne coatings-An overview of waterborne coatings: A formulator's perspective", *J. Coatings Technol.*, c. 69, ss. 117–121, 1997.

[46] E. Yıldız, A. Güngör, A. Kuyulu, & O. T. Savaşçı, *Su Bazlı Boya ve Kaplamalar Beklentiler ve Su Bazlı Poliüretan Baglayıcı Sistemleri, V.* İstanbul: International Paint, Varnish, Ink & Auxiliary Products Industry Conference & Exhibition, 1999.

[47] G. Wypych, *Handbook of Solvents*. Toronto, New York: ChemTec Publishing, 2001.

[48] V. C. Malshe & G. Waghoo, "Weathering study of epoxy paints", *Prog. Org. Coatings*, c. 51, sayı 4, ss. 267–272, 2004, doi: 10.1016/j.porgcoat.2004.07.007.

[49] M. de Meijer & J. Nienhuis, "Influence of internal stress and extensibility on the exterior durability of wood coatings", *Prog. Org. Coatings*, c. 65, sayı 4, ss. 498–503, 2009, doi: 10.1016/j.porgcoat.2009.04.011.

[50] I. De Windt, J. Van Den Bulcke, I. Wuijtens, H. Coppens, & J. Van Acker, "Outdoor weathering performance parameters of exterior wood coating systems on tropical hardwood substrates", *Eur. J. Wood Wood Prod.*, c. 72, sayı 2, ss. 261–272, 2014, doi: 10.1007/s00107-014-0779-7.

[51] P. D. Evans, J. G. Haase, A. Shakri, B. M. Seman, & M. Kiguchi, "The search for durable exterior clear coatings for wood", *Coatings*, c. 5, sayı 4, ss. 830–864, 2015, doi: 10.3390/coatings5040830.

[52] M. Vlad Cristea, B. Riedl, & P. Blanchet, "Enhancing the performance of exterior waterborne coatings for wood by inorganic nanosized UV absorbers", *Prog. Org. Coatings*, c. 69, sayı 4, ss. 432–441, 2010, doi: 10.1016/j.porgcoat.2010.08.006.

[53] Wicks, Z. W., F. N. Jones, & S. Papas, *Exterior durability: I*, c. 71. Hoboken: Wiley, 1999.

[54] A. Kaboorani, N. Auclair, B. Riedl, ve V. Landry, "Mechanical properties of UV-cured cellulose nanocrystal (CNC) nanocomposite coating for wood furniture", *Prog. Org. Coatings*, c. 104, ss. 91–96, 2017, doi: 10.1016/j.porgcoat.2016.11.031.

[55] M. Matsuo., M. Yokoyama., K., Umemura, Sugiyama, J., Kawai, S., Gril, J., ... & M. Imamura, "Aging of wood: Analysis of color changes during natural aging and heat treatment", *Holzforschung*, c. 65, sayı 3, ss. 361–368, 2011, doi: 10.1515/HF.2011.040.

[56] M. Karamanoğlu, "Açık hava şartlarında bırakılmış bazı ağaç malzemelerin renk açma işlemi ile restorasyonu", Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2012.

[57] ASTM, *Standard Practice for Atmospheric Environmental Exposure Testing of Nonmetallic Materials*. USA: ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2013.

[58] EN 927-6, *Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior wood - Part 6: Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water*. Brussels, Belgium: CEN: Brussels, Belgium, 2006.

[59] J. Tintner., E., Smidt, J., Tieben, H., Reschreiter, K., Kowarik, & M. Grabner, "Aging of wood under long-term storage in a salt environment", *Wood Sci. Technol.*, c. 50, ss. 953–961, 2016.

[60] G. P. Tsinker, *Marine Structures Engineering: Specialized Applications*. Boston MA: Springer, 1995.

[61] A., Treu, K., Zimmer, C., Brischke, E., Larnoy, L. R., Gobakken, F., Aloui,... & J. Williams, "Durability and protection of timber structures in marine environments in Europe: An overview", *BioResources*, c. 14, sayı 4, ss. 10161–10184, 2019, doi: 10.15376/biores.

[62] P. Oevering, B. J. Matthews, S. M. Cragg, & A. J. Pitman, "Invertebrate biodeterioration of marine timbers above mean sea level along the coastlines of England and Wales", *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, c. 47, sayı 3, ss. 175–181, 2001, doi: 10.1016/S0964-8305(01)00046-4.

[63] E. Saygın, "Reçine temizleme işleminin su bazli verniklerin katman performansina etkisi", Yüksek lisans tezi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2016.

[64] M Tunçgenç, "Genel boya bilgileri", *Akzo Nobel Kemipol*, 2004.

[65] N. S. Baer, & R. L. Feller, "Accelerated Aging: Photochemical and Thermal Aspects", *J. Am. Inst. Conserv.*, c. 35, sayı 2, s. 163, 1996, doi: 10.2307/3179994.

[66] N., Çakıcıer, & D. S. Korkut, "Ahsap yüzeylere uygulanan kaplama katmanlarında yaslandırma testleri". Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, Düzce, ss. 75–90, 2009.

[67] M. Budakçı, D. S. Korkut, & R. Esen, "The color changes on varnish layers after accelerated aging through the hot and cold-check test", *African Journal of Biotechnology*, c. 9, sayı 24. ss. 3595–3602, 2010. doi: 10.4314/ajb.v9i24.

[68] Anonim 1, (2023, 15 Eylül). *Sulu Kumlama Sistemleri*. [Online]. Erişim: https://www.saykar.net/sulu_kumlama.%0A%0A.

[69] D. K. Bayraktar., "Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) ile yüzeyleri aşındırılan ve emprenye edilen bazı odun türlerinde doğal yaşlandırma işleminin fiziksel ve mekanik özelliklere etkisi", Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2023.

[70] K. M. Foley & T. Weaver, "An Update on Soft Grit Blast Cleaning with Corncob Grit", *Abras. Eng. Soc.*, ss. 107–116, 1981.

[71] K. Abbott, "Plastic media blasting", *Met. Finish.*, c. 98(6), ss. 485–492, 2000.

[72] Anonim 2, (2023, 15 Eylül). *Clemco SM-1 kum verici hortum.* [Online]. Erişim: http://www.kumlamamalzemeleri.com/product/clemco-sm-1-kum-verici-hortum/.

[73] Anonim 3, (2023, 29 Eylül). *Hava Kompresörü TE-AC 50 Silent*. [Online]. Erişim: https://www.einhell.com.tr/p/4020620-te-ac-50-silent/.

[74] Anonim 4, (2023, 29 Eylül). *Tekniker toz emme makinası.* [Online]. Erişim: https://www.trendyol.com/tekniker/toz-emme-makinasi-2000-m3-p-90838160.

[75] Anonim 5, (2023, 29 Eylül). *Blast machine accessorries.* [Online]. Erişim: https://clemcoindustries.com/blast-machine-accessories/.

[76] I. Zulkarnain., N. A. M. Kassim., M. I. Syakir., A. Abdul Rahman., Mub. S. Md Yusuff., R. M. Yusop., & N. O. Keat, "Sustainability-based characteristics of abrasives in blasting industry", *Sustain.*, c. 13, sayı 15, ss. 1–13, 2021, doi: 10.3390/su13158130.

[77] Anonim 6, (2023, 10 Eylül). *Waterjet and wet abrasıve blast cleanıng methods explaıned.* [Online]. Erişim: https://sspc.org/learning_center/waterjet-and-wet-abrasive-blast-cleaning-methods-explained/.

[78] M. Efeoğlu, (2023, 15 Kasım). [Online]. Erişim: https://acilci.net/antidotlara-hizli-bakis-sodyum-bikarbonat.

[79] J. D. Hansink, "Introduction to abrasives for protective coating removal operations", *J. Prot. Coatings Linings*, c. 17, sayı 4, ss. 66–73, 2000.

[80] D. Hansel, "Abrasive blasting systems", *Met. Finish.*, c. 89, ss. 23–37, 2000.

[81] B. Waple, (2023, 10 Ekim). *Sodium bicarbonate : the user-friendly blasting abrasive.* [Online]. Erişim: https://www.randrmagonline.com/articles/87459-sodium-bicarbonate-the-user-friendly-blasting-abrasive

[82] A. Yıldırım, "Öğütülmüş fındık kabuğunun polipropilen matrisli kompozitlerde kullanılabilirliği", Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.

[83] P. Tangestanian., M. Papini., & J. K. Spelt, "Starch media blast cleaning of artificially aged paint films", *Wear*, c. 248, sayı 1–2, ss. 128–139, 2001, doi: 10.1016/S0043-1648(00)00552-4.

[84] Ş. Haskınacı, "Ceviz Sektör Araştırması", *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*, ss. 1–17, 2003.

[85] Anonim 7, (2023, 22 Ağustos). *Biyolojik Tozlar*. [Online]. Erişim: https://www.bio-powder.com/en/apricot-stone.

[86] N. F. Veloz, "Practical Aspects of Using Walnut Shells for Cleaning Outdoor Sculpture", *APT Bull.*, c. 25, sayı 3/4, ss. 70–76, 1993, doi: 10.2307/1504470.

[87] B. Özdoğru., Ş. Fatih., N. A Bilgin., & A. Mısırlı. "Bazı sofralık kayısı çeşitlerinin depolanma sürecinde fiziksel ve biyokimyasal değişimlerinin belirlenmesi", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.*, c. 52, ss. 23–30, 2015.

[88] E. Atış, & Ş. Çelikoğlu, “Apricot producing in Kagizman district and its contribution to the economy of territory”, *Marmara Geogr. Rev.*, c. 36, ss. 191–205, 2017.

[89] Anonim 8, (2023, 15 Ekim). *Western Log Home Supply*. [Online]. Erişim: https://www.westernloghomesupply.com/kernel-corn-cob-media-blaster-log-cabins homes.html.

[90] C. M. Co, (2023, 21 Ekim). *Abrasive Blast Media*. [Online]. Erişim: https://compomat.com/.

[91] Anonim 9, (2023, 5 Kasım). *Flowspec Industrial Limited.* [Online]. Erişim: http://www.walnutshellpowder.com/company.html.

[92] E. Kün, “Sıcak iklim tahılları”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, c. 953, ss. 141–205, 1985.

[93] M. D. Sağocak, “Ergonomik tasarimda renk”, *Trak. Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, ss. 77–83, 2005.

[94] A. Sönmez, *Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri I*. Ankara: Gazi Üniversitesi, 2000.

[95] Kozmikanafor, (2023, 15 Eylül). *Renk Tayfı*. [Online]. Erişim: https://www.kozmikanafor.com/wp-content/uploads/2015/01/tayf.jpg.

[96] Anonim 10, (2023, 15 Eylül). *Görünür Işık Stok Vektör Görselleri* [Online]. Erişim: https://tr.depositphotos.com/vector-images/görünür-ışık.html.

[97] Anonim 11, (2023, 15 Eylül). *Cisimlerin Renkli Görünmesinin Sebepleri*. [Online]. Erişim: https://bilgiyelpazesi.com.

[98] R. E. Wrolstad & D. E. Smith, “Color Analysis”, *Encycl. Forensic Sci. Second Ed.*, ss. 148–154, 2013, doi: 10.1016/B978-0-12-382165-2.00096-9.

[99] U. Arısüt, “Hidrofobik maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı yüzey özellikleri ve morfolojik yapısına termo-mekanik yoğunlaştırmanın etkisi”, Yüksek lisans tezi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2021.

[100] R. Cortez, D. A. Luna-Vital, D. Margulis, & E. Gonzalez de Mejia, "Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications", *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, c. 16, sayı 1, ss. 180–198, 2017, doi: 10.1111/1541-4337.12244.

[101] W. D. Wright, *The measurement of colour*, 2nd Ed. London, U.K: Hilger and Watts, 1994.

[102] H. F. Payne, *Organic coating technology*, c. 2. New York: Wiley, 1954.

[103] N. Çakıcıer, "Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler", Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2007.

[104] N. Çakıcıer, "Ağaç Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Su ile Eritilen Ağaç Boyalarının Renginde Yaptığı Değişiklikler", Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1994.

[105] R. . Berns, *Billmeyer and saltzman's principles of color technology*, 3. baskı. New York: John Wiley and Sons, 2000.

[106] Anonim 12, (2023, 15 Eylül). *Parlaklık nedir? nasıl ölçülür.* [Online]. Erişim: https://www.korozyondoktoru.org.

[107] M. Akkuş, "Renk açma işleminin termal modifakasyon yapılmiş bazı ağaç malzemelere etkisi", Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2012.

[108] L. Zhaoa, & T. Jianga, "Contact angle measurement of natural materials", *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, c. 161, ss. 324–330, 20158.

[109] A. Y. Aydar, & N. Bağdatlıoğlu. "Yemeklik yağların yüzey gerilimi ve temas açılarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler", *Akad. Gıda*, c. 12, ss. 108–114, 2014.

[110] R. W. Style., B. A. Krick., K. E. Jensen., & W. G. Sawyer, "The contact mechanics challenge: tribology meets soft matter", *Soft Matter*, c. 14, ss. 5706–5709, 2014.

[111] Z. Demir, “Kimyasal yapı ve sıcaklığa bağlı olarak polimerik yüzeylerin ıslanabilme davranışlarının incelenmesi”, Yüksek lisans tezi, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 20019.

[112] G. Açık, C. E. Cansoy, & M. A. Taşdelen, “Synthesis of fluorinated polypropylene using CuAAC click chemistry”, *J. Polym. Sci.*, ss. 1–7, 2018.

[113] H. F. Mark, *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*, 3. baskı. New York: John Wiley & Sons, 2013.

[114] Anonim 13, (2023, 15 Kasım). *Sertlik Ölçme Deneyi Deney Föyü.* 2023. [Online]. Erişim: https://depo.btu.edu.tr/dosyalar/makine/Dosyalar/BTU_Makine_Laboratuvarı_Sertlik_Deney_Foyu(1).

[115] R. Wimmer, B. N. Lucas, T. Y. Tsui, & W. C. Oliver, “Longitudinal hardness and Young’s modulus of spruce tracheid secondary walls using nanoindentation technique”, *Wood Sci. Technol.*, c. 31, sayı 2, ss. 131–141, 1997, doi: 10.1007/s002260050022.

[116] M. Riggio, & M. Piazza, “Hardness test. In In Situ Assessment of Structural Timber”. Springer, Dordrecht., ss. 87–97, 2010.

[117] G. Janka, “Härte des Holzes. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen”, *Wien*, c. 32, ss. 193–202, 1906.

[118] ASTM E 18-79, “Standard test methods for Rockwell hardness and Rockwell superficial hardness of metallic materials”. ASTM International, USA, 1981.

[119] J. A. Brinell, “Ein Verfahren zur Härtebestimmung nebst einigen Anwendungen desselben”, *Gießlers Baumaterialienkd.*, c. 5, ss. 276–280, 1900.

[120] F. Çabukoğlu, “Masif parkelerde kalite sınıflarına göre yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye, 2007.

[121] A. Sieminski, & R. Skarzynska, “Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding”, *For. Prod. J.*, 1989.

[122] J. D. Peters, & C. C. Cumming, “Measuring wood surface smoothess A review”, *For. Prod. J.*, c. 20, sayı 12, ss. 3–40, 1960.

[123] D. A. Stumbo, “Surface – texture measurement methods”, *For. Prod. J.*, ss. 299–304, 1960.

[124] H. A. Stewart, & J. B. Crist, “Sem examination of subsurface damage of wood after abrasive and knife planing”, *Wood Sci.*, 1982.

[125] B. Hendarto, E. Shayan, B. Ozarska, & R. Carr, “Analysis of roughness of a sanded wood surface”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, c. 28, sayı 7–8, ss. 775–780, 2006, doi: 10.1007/s00170-004-2414-y.

[126] S. Muhcu, “Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacının farklı Gövde yüksekliklerinin yongalevhanın kalite özellikleri üzerine etkisi”, Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2013.

[127] S. Hızıroğlu, “Surface roughness analysis of wood composites”, *For. Prod. J.*, c. 46, s. 67, 1996.

[128] Ö. Yaman, “Aşındırıcı su jeti ile kesilmiş lif levha (mdf) ve bazı ağaç malzemelerin yüzey kalitesine işleme parametreleri etkisinin incelenmesi”, Yüksek lisans tezi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2018.

[129] İ. Aydın, & G. Çolakoğlu, “Odun yüzeylerinde pürüzlülük ve pürüzlülük ölçüm yöntemleri”, *Artvin Orman Fakültesi Derg.*, c. 2, ss. 92–102, 2003.

[130] T. V. Vorburger, H. G. Rhee, T. B. Renegar, J. F. Song, & A. Zheng, “Comparison of optical and stylus methods for measurement of surface texture”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, c. 33, sayı 1–2, ss. 110–118, 2007, doi: 10.1007/s00170-007-0953-8.

[131] M.B. Karakamış “Abrasiv aşınma miktarının hesap yoluyla tespitine yeni bir yaklaşım”, *Ülkemiz kalkınmasında mühendisliğin rolü sempozyumu*, 1988, İstanbul, Türkiye, ss. 29–39.

[132] A. Güldaş, "Aşınma deney aparatının tasarımı, üretimi ve metal matrisli kompozitlerin aşınma davranışlarının deneysel olarak incelenmesi", Yüksek lisans tezi, Makine Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1998.

[133] H. Akbulut., M. Durman., & F. Yılmaz, "SiC seramik partikül takviyeli alüminyum-silisyum metal esaslı kompozitlerin üretimi ve özelliklerinin incelenmesi", *7. Uluslararası Metalürji ve Malzeme Kongresi*, 1993, Ankara, Türkiye, ss. 1183–1192.

[134] R. İpek, "AISI 1020 çeliğinin, yüzey sertleştirme işlemleri uygulanarak AISI 5155 çeliğinin yerine kullanabilirliğinin deneysel araştırılması", Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye, 1992.

[135] D. Brune, "Corrosion of amalgams", *Eur. J. Oral Sci.*, c. 89, ss. 506–514, 1981.

[136] M. Karabaşoğlu., "Aşınma Deney Cihazı Tasarımı ve İmalatı", Doktora tezi, Makine Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2008.

[137] Y. Örs ve H. Keskin, *Ağaç Malzeme Bilgisi*. Ankara: Gazi Kitabevi, 2000.

[138] T. O. Özkan, & H. Yörücü, "Taramalı elektron mikroskobu laboratuvar çalışmaları", *TÜBİTAK-MAM*, 1986.

[1399]N. Toyran, "Fourier Transform Infrared Microspectroscopy Technique", *Turkiye Klin. Tip Bilim. Derg.*, c. 28, 2008.

[140] B. Beşergil, (2023, 18 Ekim). *FTIR Absorpsiyon Spektroskopisi.* [Online]. Erişim: https://bilsenbesergil.blogspot.com.

[141] R. L. Lemaster, A. J. Shih, & Z. Yu, "Blasting and erosion wear of wood using sodium bicarbonate and plastic media", *For. Prod. J.*, c. 55, sayı 5, ss. 59–64, 2005.

[142] A. P. N. Fonte, M. P. Rocha, P. H. G. Cademartori, & R. A. M. dos Anjos, "Influence of Abrasive Blasting and Hot Pressing Preparation on the Pinus taeda Wood Surface", *Floresta e Ambient.*, c. 29, sayı 3, 2022, doi: 10.1590/2179-8087-FLORAM-2021-0041.

[143] I. Zulkarnain., N. A. M. Kassim., M. I. Syakir., A. Abdul Rahman., M. S. Md Yusuff., R. M. Yusop., & N. O. Keat, "Sustainability-based characteristics of abrasives in blasting industry", *Sustain.*, c. 13, sayı 15, ss. 1–13, 2021, doi: 10.3390/su13158130.

[144] R. B. Heaton, "Improving surface prep through air blasting. Air blasting contributes to more productive cleaning and pretreatment by making short work of otherwise time-consuming and labor-intensive tasks", *Met. Finish.*, c. 107, sayı 9, ss. 34–37, 2009, doi: 10.1016/S0026-0576(09)80229-8.

[145] J. Deardorff, "Abrasive blasting system restores grounded U.S. Fighter Jet to original glory", *Met. Finish.*, c. 108, sayı 5, ss. 12–13, 2010, doi: 10.1016/S0026-0576(10)00022-X.

[146] S. Lee, D. Kim, & W. Hwang, "Artificial lotus leaf structures made by blasting with sodium bicarbonate", *Curr. Appl. Phys.*, c. 11, sayı 3, ss. 800–804, 2011, doi: 10.1016/j.cap.2010.11.075.

[147] M. Sosa., T. P. López., J. Reyes., F. Corvo., R. C. Chab., P., Quintana, & D. Aguilar, "Influence of the marine environment on reinforced concrete degradation depending on exposure conditions", *Int. J. Electrochem. Sci.*, c. 6, sayı 12, ss. 6300–6318, 2011.

[148] X. Li., K., Tang, L. He., H. Shao., Y. Wang., Y. He.,... & J. Xie, "Effect of sand blasting treatment on green colour preservation and surface characteristics of Moso bamboo culms", *Eur. J. Wood Wood Prod.*, ss. 1–8, 2022.

[149] Z. Ball, & A., Feng, "The erosion of four materials using seven erodent - toward an understanding", *Wear*, c. 233, ss. 674–684, 1999.

[150] Y. Berkel, A. Bozkurt, & Y., Göker, "Doğu kayını (*fagus orientalis* lipsky) ve çoruh meşesi (*quercus dschorochensis* koch.) ağaç türleri odunlarının aşınma dirençleri hakkında araştırmalar", *J. Fac. For.*, 1980.

[151] B. Djurovic, É. Jean, M. Papini, P. Tangestanian, & J. K. Spelt, "Coating removal from fiber-composites and aluminum using starch media blasting", *Wear*, c. 224, sayı 1, ss. 22–37, 1999, doi: 10.1016/S0043-1648(98)00308-1.

[152] W. C. Feist, "Exterior wood finishes", içinde *Coatings technology handbook*, 3. baskı, c. 111, Arthur A. Tracton, Ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2006, s. 66.

[153] E. Oberhofnerová, M. Pánek, & A. García-Cimarras, “The effect of natural weathering on untreated wood surface”, *Maderas Cienc. y Tecnol.*, c. 19, sayı 2, ss. 173–184, 2017, doi: 10.4067/S0718-221X2017005000015.

[154] M. K. Yalınkılıç., R. İlhan., Y. Imamura., M. Takahashi., Z. Demirci., A. C. Yalınkılıç, & H. Peker, “Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings”, *J. Wood Sci.*, c. 45, sayı 6, ss. 502–514, 1999, doi: 10.1007/bf00538961.

[155] T. Türkoglu, E. Baysal, I. Küreli, H. Toker, & M. E. Ergün, “The effects of natural weathering on hardness and gloss of impregnated and varnished Scots pine and Oriental beech wood”, *Wood Res.*, c. 60, sayı 5, ss. 833–844, 2015.

[156] J. Kúdela & P. Ihracký, “Influence of diverse conditions during accelerated ageing of beech wood on its surface roughness”, *Acta Fac. Xylologiae Zvolen*, c. 56, sayı 2, ss. 37–46, 2014.

[157] R. Liu, X. Pang, & Z. Yang, “Measurement of three wood materials against weathering during long natural sunlight exposure”, *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, c. 102, ss. 179–185, 2017, doi: 10.1016/j.measurement.2017.01.034.

[158] A. Sönmez, M. Budakçı, & M. Yakın, “Ağaç malzemede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri”, *Politek. Derg.*, c. 7, sayı 3, ss. 229–235, 2004.

[159] M. Budakçı, & M. Karamanoğlu, “Effects of weathering on some physical properties of wood”, *Kastamonu Univ. For. Fac. J.*, c. 14, sayı 1, ss. 37–47, 2014.

[160] T. M. Gorman, & W. C. Feist, “Chronicle of 65 Years of Wood Finishing Research at the Forest Products Laboratory”, *Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-60. Madison, WI US Dep. Agric. For. Serv. For. Prod. Lab.*, c. 60, s. 81, 1989.

[161] A. Özen, & R., Sönmez, “Dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri”, *Turkish J. Agric. For.*, c. 23, ss. 323–328, 1999.

[162] M. Budakçı, “Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri”, Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1997.

[163] X. F. Yang, D. E. Tallman, S. G. Croll, & G. P. Bierwagen, "Morphological changes in polyurethane coatings on exposure to water", *Polym. Degrad. Stab.*, c. 77, sayı 3, ss. 391–396, 2002, doi: 10.1016/S0141-3910(02)00084-8.

[164] C. Decker, F. Masson, & R. Schwalm, "Weathering resistance of waterbased UV-cured polyurethane-acrylate coatings", *Polym. Degrad. Stab.*, c. 83, sayı 2, ss. 309–320, 2004, doi: 10.1016/S0141-3910(03)00276-3.

[165] A. Sönmez, & H. İ. Kesik, "Vernik katmanlarında sıcak-soğuk etkisiyle hızlandırılmış yaşlandırma deneyleri", *Politek. Derg.*, c. 2, ss. 27–32, 1999.

[166] M. Kücüktüvek, E. Baysal, T. Türkoğlu, H. Peker, A. Gündüz, & H. Toker, "Surface characteristics of scots pine wood heated at high temperatures after weathering", *Wood Res.*, c. 62, sayı 6, ss. 905–917, 2017.

[167] D. Soylamış, "Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi", Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, 2007.

[168] A. Sönmez, "Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1989.

[169] T. Özdemir, "Türkiye'de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması", Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2003.

[170] R. S. Williams, P. L. Plantinga, & W. C. Feist, "Photodegradation of wood affects paint adhesion", *For. Prod. J.*, c. 40, sayı 1, ss. 45–49, 1990.

[171] K. K. Pandey, "Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood", *Polym. Degrad. Stab.*, c. 90, ss. 9–20, 2005.

[172] N. S. Allen., M. Edge., A. Ortega., C. M. Liauw., J. Stratton, & R. B. McIntyre, "Behaviour of nanoparticle (ultrafine) titanium dioxide pigments and stabilisers on the photooxidative stability of water based acrylic and isocyanate based acrylic coatings", *Polym. Degrad. Stab.*, c. 78, ss. 467–478, 2002.

[173] TS ISO 3129, "Odun - Küçük Kusursuz Odun Numunelerinin Mekanik ve Fiziksel Muayenesi İçin Genel Gerekler Ve Numune Alma Yöntemleri". Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2021.

[174] TS ISO 13061-1, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri – Kusursuz Küçük Ahşap Numunelerin Deney Yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Nem Muhtevasının Belirlenmesi" Türk Standardları Enstitüsü., Ankara, 2021.

[175] ASTM D3023-98, "Standard Practice for Determination of Resistance of Factory-Applied Coatings on Wood Products to Stains and Reagents". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2017.

[176] TS EN 60426, "Elektrik yalıtım malzemeleri - Yalıtım malzemelerinin neden olduğu elektrolitik korozyonun belirlenmesi - Deney metotları". Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, 2007.

[177] ASTM D445, "Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2022.

[178] ASTM-D1644, "Standard Test Methods for Nonvolatile Content of Varnishes". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2001.

[179] TS EN ISO 2813, "Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini". Türk Standardları Enstitüsü., Ankara, 2014.

[180] ASTM D 2244, "Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2022.

[181] ASTM D 2240, "Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2015.

[182] ASTM-G76, "Standard Practice for Conducting Erosion Tests by Solid Particle Impingement Using Gas Jets". ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 1995.

[183] TS EN ISO 21920-2, "Geometrik Ürün Özellikleri (GPS) - Yüzey Yapısı: Profil - Bölüm 2: Terimler, Tanımlar ve Yüzey Yapısı Parametreleri". T.S.E. Standardı, Ankara, 2022.

[184] TS EN 828, "Yapıştırıcılar-Islanabilirlik-Katı Yüzeyin Temas Açısının ve Kritik Yüzey Geriliminin Ölçülmesi Yoluyla Tayin". T.S.E. Standardı, Ankara, 2013.

[185] D. K., Bayraktar, & H. İ. Kesik, "Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi", *Anadolu Orman Araştırmaları Derg.*, c. 8, sayı 2, ss. 46–52, 2022.

[186] A. Sönmez., "Dış hava şartlarının vernikli yüzeylerdeki renk değiştirici etkisi", *G.Ü. Endüstriyel Teknol. Derg.*, c. 2, 1996.

[187] A. Özçifçi & M. Atar, "Bazı kimyasal maddelerin karaağaç (*Ulmus campestris* Spach) odununun renk tonuna etkileri", *Teknol. Derg.*, c. 5, ss. 1–2, 2002.

[188] Ö. Özgenç, Ü. C. Yıldız, & S. Yıldız, "The wood surface protection with some new generation wood preservatives and coating processings against weathering conditions", *Artvin Coruh Univ. J. For. Fac.*, c. 4, ss. 203–215, 2013.

[189] B. Waple, "Sodium Bicarbonate : The User-Friendly Blasting Abrasive", *Restoration*, ss. 1–3, 2017.

[190] L. Csanády, E., Magoss, E., & Tolvaj, *Quality of Machined ´ Wood Surfaces*. Sopron, Macaristan: Springer, 2015.

[191] D. Varga & M. E. Van Der Zee, "Einfluss der Dämpfung auf Verschiedene Eigenschaften von Vier Laubholzarten", *Holz als Roh - und Werkst.*, c. 66, sayı 1, ss. 11–18, 2008, doi: 10.1007/s00107-007-0205-5.

[192] J. C. Walker, *Primary wood processing: principles and practice*. Springer Science & Business Media, 2006.

[193] S. A. Twomey, C. F. Bohren, & J. L. Mergenthaler, "Reflectance and albedo differences between wet and dry surfaces", *Appl. Opt.*, c. 25, sayı 3, s. 431, 1986, doi: 10.1364/ao.25.000431.

[194] H. W. Jensen., J. Legakis., & J. Dorsey, *Rendering of wet materials*. Vienna: Springer, 1999.

[195] S. Bouzid & N. Bouaouadja, "Effect of impact angle on glass surfaces eroded by sand blasting", *J. Eur. Ceram. Soc.*, c. 20, sayı 4, ss. 481–488, 2000, doi: 10.1016/s0955-2219(99)00140-5.

[196] B. Lawn, "Fracture of Brittle Solids", *Press. Cambridge*, 1993.

[197] M. E. Satıcı, “Kumlama işleminin ve bu işleme etkiyen parametrelerin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2004.

[198] N. Şanıvar, *Wood Finishing*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, 1978.

[199] N. Çakıcıer & E. Pak, “Bazı yerli ve yabancı ağaç türlerine uygulanmış UV sistem vernik katmanlarının renk ve parlaklık özellikleri üzerine hızlandırılmış yaşlandırmanın etkisi”, c. 4, sayı 1, ss. 22–35, 2022.

[200] Z. Demirci, A. Sönmez, & M. Budakçı, “Effect of thermal ageing on the gloss and the adhesion strength of the wood varnish layers”, *BioResources*, c. 8, sayı 2, ss. 1852–1867, 2013, doi: 10.15376/biores.8.2.1852-1867.

[201] G. Ulay & N. Çakıcıer, “Yat ve tekne imalatında kullanilan ağaç türlerine uygulanan hızlandırılmış yaşlandirma işleminin koruyucu katman üzerine etkisi”, *İleri Teknol. Bilim. Derg.*, c. 6, sayı 3, ss. 212–218, 2017.

[202] E. A. Salca, T. Krystofiak, B. Lis, B. Mazela, & S. Proszyk, “Varnish coatings on alder”, *BioResources*, c. 11, sayı 3, ss. 7580–7594, 2016.

[203] L. P. C. Lopes, J. Martins, B. Esteves, & L. T. D. E. Lemos, “New products from hazelnut shell”, *ECOWOOD 2012-5th Int. Conf. Environ. For. Prod.*, sayı 1983, ss. 83–90, Orto, Portugal, 2012.

[204] H. Pelit, M. Budakçı, A. Sönmez, & E. Burdurlu, “Surface roughness and brightness of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) applied with water-based varnish after densification and heat treatment”, *J. Wood Sci.*, c. 61, sayı 6, ss. 586–594, 2015, doi: 10.1007/s10086-015-1506-7.

[205] M. K. Yalınkılıç, “Weathering durability of CCB-impregnated wood for clear varnish coatings”, *J. Wood Sci.*, c. 45, sayı 6, ss. 502–514, 1999, doi: 10.1007/bf00538961.

[206] E. Baysal, “Some physical properties of varnish coated wood preimpregnated with copper-chromated boron (CCB) after 3 months of weathering exposure in southern eagen sea region”, *Wood Res.*, c. 53, sayı 1, ss. 43–54, 2008.

[207] N. Yazıcı., "Reçine temizleme işlemlerinin sarıçam ağaç malzemeye uygulanan su bazlı vernikte bazı yüzey özelliklerine etkisi", Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye, 2020.

[208] L. B. Jorn, "Resistance of cemented carbides to sliding abrasion: role of binder metal", 1983, ss. 797–813. doi: 10.1007/978-1-4684-4319-6_43.

[209] W. C. Feist, "Outdoor wood weathering and protection", *Advanced in Chemistry Series*, ss. 263–298, 1990.

[210] H. Yazıcı, "The effects of weathering on wood strength", *Bartin For. Fac. J.*, c. 7, ss. 72–79, 2005.

[211] A. G. Evans, M. E. Gulden, & M. Rosenblatt, "Impact damage in brittle materials in the elastic-plastic response regime.", *Proc R Soc London Ser A*, c. 361, sayı 1706, ss. 343–365, 1978, doi: 10.1098/rspa.1978.0106.

[212] S. M. Wiederhorn & B. J. Hockey, "Effect of material parameters on the erosion resistance of brittle materials", *J. Mater. Sci.*, c. 18, sayı 3, ss. 766–780, 1983, doi: 10.1007/BF00745575.

[213] A. R. Uluata, "Ağaç malzemenin mekanik özelliklerine etki eden faktörler", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg.*, c. 18, ss. 1–4, 2011.

[214] J.J. Hammond, E.T. Donnelly, W.F. Harrod, N.A. Rayner, & F. Ozden, *Woodworking technology*. Ankara: Ajans Türk Pres, 1972.

[215] H. Keskin & A. Tekin, "Abrasion resistances of cellulosic, synthetic, polyurethane, waterborne and acidhardening varnishes used woods", *Constr. Build. Mater.*, c. 25, sayı 2, ss. 638–643, 2011, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.07.028.

[216] G. Sundararajan & R. Manish, "Solid particle erosion behaviour of metallic materials at room and elevated temperatures", *Tribol. Int.*, c. 30, sayı 5, ss. 339–359, 1997, doi: 10.1016/S0301-679X(96)00064-3.

[217] K. E. Abbott, "Dry media blasting for the removal of paint coatings on aerospace surfaces", *Met. Finish.*, c. 94, sayı 7, ss. 33–35, 1996, doi: 10.1016/0026-0576(96)81356-0.

[218] P. W. Kopf, J. Cheney, & J. Martin, “Paint Removal from Composites and Protective Coating Development”, ABD, Rap. AD-A249 238, 1991.

[219] R. Veinthal, R. Tarbe, P. Kulu, & H. Käerdi, “Abrasive erosive wear of powder steels and cermets”, *Wear*, c. 267, sayı 11, ss. 1838–1844, 2009, doi: 10.1016/j.wear.2009.02.021.

[220] B. Önen, S. Fidan, T. Sınmazçelik, & A. Çınar, “Blasting nozzle internal geometry effects on wear and roughness of target material in particle erosion”, *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, c. 32, sayı 4, ss. 1051–1061, 2017, doi: 10.17341/gazimmfd.369362.

[221] J. E. Ritter, P. Strzepa, K. Jakus, L. Rosenfeld, & K. J. Buckman, “Erosion damage in glass and alumina”, *J. Am. Ceram. Soc.*, c. 67, sayı 11, ss. 769–774, 1984, doi: 10.1111/j.1151-2916.1984.tb19515.x.

[222] T. Sınmazçelik, S. Fidan, ve V. Günay, “Residual mechanical properties of carbon/polyphenylenesulphide composites after solid particle erosion”, *Mater. Des.*, c. 29, sayı 7, ss. 1419–1426, 2008, doi: 10.1016/j.matdes.2007.09.003.

[223] K. Göv, “Experimental investigation of the effects of the coolant on the performance parameters of electrical discharge drilling of some aerospace materials”, *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, c. 32, ss. 293–301, 2017.

[224] D. Kanesan, M. E. Mohyaldinn, N. I. Ismail, D. Chandran, & C. J. Liang, “An experimental study on the erosion of stainless steel wire mesh sand screen using sand blasting technique”, *J. Nat. Gas Sci. Eng.*, c. 65, sayı September 2018, ss. 267–274, 2019, doi: 10.1016/j.jngse.2019.03.017.

[225] H. Efe & L. Gürleyen, “Bonding strength of some wood materials glued with polyurethane adhesieve and sanded with different sandpapers”, *Politek. Derg.*, c. 10(2), ss. 185–189, 2007.

[226] A. Sönmez, “Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları”, Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ağaç İşleri Ana Bilim Dalı, Ankara, 1989.

[227] L. Gurau, H. Mansfield-Williams, & M. Irle, “Processing roughness of sanded wood surfaces”, *Holz als Roh - und Werkst.*, c. 63, sayı 1, ss. 43–52, 2005, doi: 10.1007/s00107-004-0524-8.

[228] A. J. Sparks & I. M. Hutchings, “Transitions in the erosive wear behaviour of a glass ceramic”, *Wear*, c. 149, sayı 1–2, ss. 99–110, 1991, doi: 10.1016/0043-1648(91)90367-4.

[229] S. K. Asl & M. H. Sohi, “Effect of grit-blasting parameters on the surface roughness and adhesion strength of sprayed coating”, *Surf. Interface Anal.*, c. 42, sayı 6–7, ss. 551–554, 2010, doi: 10.1002/sia.3184.

[230] Z. Mohammadi, A. A. Ziaei-Moayyed, & A. S. M. Mesgar, “Grit blasting of Ti-6Al-4V alloy: Optimization and its effect on adhesion strength of plasma-sprayed hydroxyapatite coatings”, *J. Mater. Process. Technol.*, c. 194, sayı 1–3, ss. 15–23, 2007, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2007.03.119.

[231] O. Sulaiman, R. Hashim, K. Subari, & C. K. Liang, “Effect of sanding on surface roughness of rubberwood”, *J. Mater. Process. Technol.*, c. 209, sayı 8, ss. 3949–3955, 2009, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2008.09.009.

[232] J. Ratnasingam & F. Scholz, “Optimal surface roughness for high-quality finish on Rubberwood (*Hevea brasiliensis*)”, *Holz als Roh - und Werkst.*, c. 64, sayı 4, ss. 343–345, 2006, doi: 10.1007/s00107-005-0068-6.

[233] M. Arnold, “Effects of planing and sanding on wood surface properties and coating performance”, *Surf. Coatings Int.*, c. 94, ss. 170–176, 2012.

[234] B. Luo, J. Zhang, X. Bao, H. Liu, & L. Li, “The effect of granularity on surface roughness and contact angle in wood sanding process”, *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, c. 165, 2020, doi: 10.1016/j.measurement.2020.108133.

[235] M. Akgül, S. Korkut, O. Çamlıbel, Z. Candan, & T. Akbulut, “Wettability and surface roughness characteristics of medium density fiberboard panels from rhododendron (Rhododendron Ponticum) biomass”, *Maderas Cienc. y Tecnol.*, c. 14, sayı 2, ss. 185–193, 2012, doi: 10.4067/S0718-221X2012000200006.

[236] W. C. Wake, *Adhesion and the formulation of adhesives*, 2. baskı. New York: Applied Science, 1982.

[237] J. Cool & R. E. Hernández, “Improving the sanding process of black spruce wood for surface quality and water-based coating adhesion”, *For. Prod. J.*, c. 61, sayı 5, ss. 372–380, 2011, doi: 10.13073/0015-7473-61.5.372.

[238] H. Y. Jiang., Y. X. Zhang., A. Liang., & H. Y. Qi, “Influencing Factors and Prediction Model of Material Surface Wettability”, *Surf. Technol.*, c. 1, ss. 60–65, 2018.

[239] L. F. De Moura & R. E. Hernández, “Effects of abrasive mineral, grit size and feed speed on the quality of sanded surfaces of sugar maple wood”, *Wood Sci. Technol.*, c. 40, sayı 6, ss. 517–530, 2006, doi: 10.1007/s00226-006-0070-0.

[240] R. E. Hernández & L. Fernando de Moura, “Effects of knife jointing and wear on the planed surface quality of northern red oak wood”, *Wood Fiber Sci.*, c. 34, sayı 4, ss. 540–552, 2002.

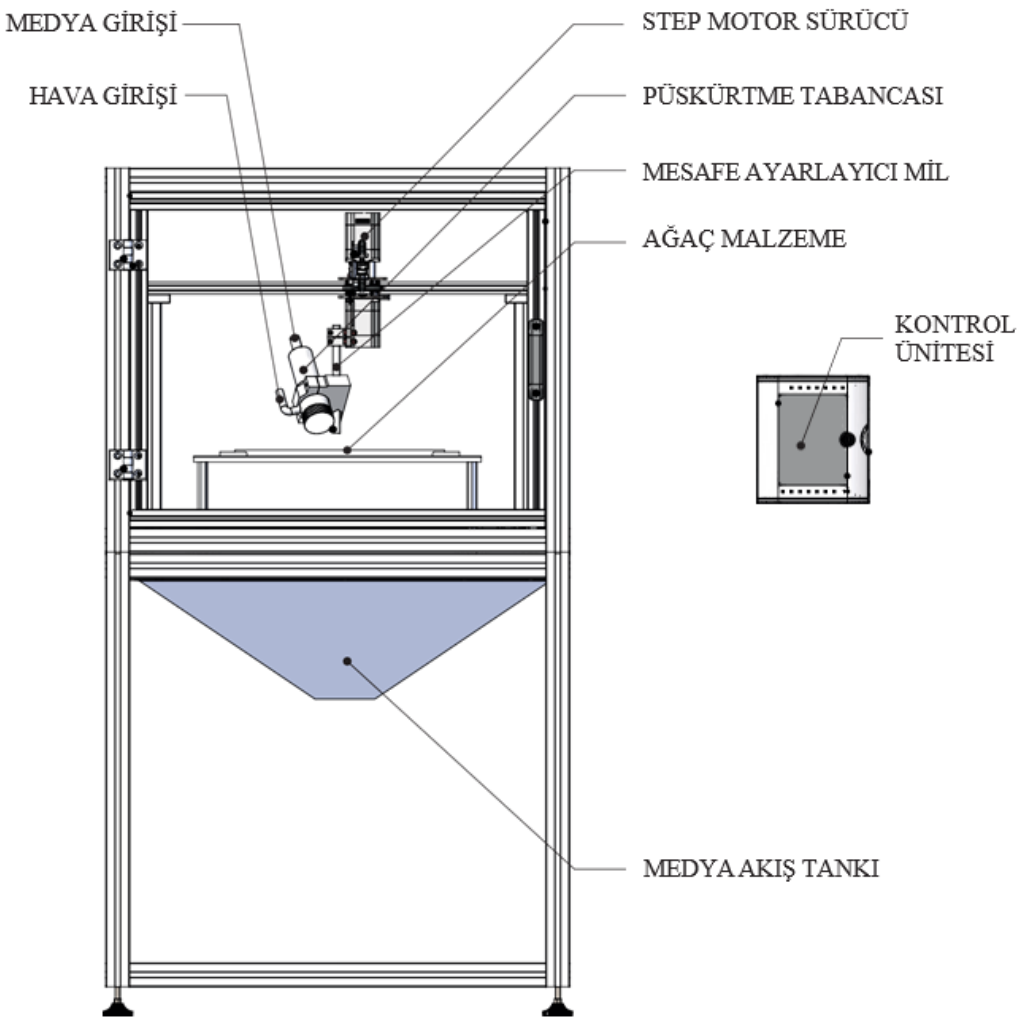
[241] B. Luo., S. Jin., F. Cheng., J. Ying., X. Bao., H. Liu, & L. Li, “Study on sanding force, power consumption and quality of calibrating sanding recombinant bamboo”, *Wood Res.*, c. 62, sayı 6, ss. 983–994, 2017.

[242] P. Ganesh Kumar, R. Prabakaran, D. Sakthivadivel, N. Thangapandian, R. Velraj, & S. C. Kim, “Effect of shot blasting on droplet contact angle of carbon aided phase change nanocomposites”, *Surf. Eng.*, c. 37, sayı 8, ss. 1002–1011, 2021, doi: 10.1080/02670844.2021.1873898.

[243] S. Kumar., R. Prakash., C. H. K. Alimuddin, B. H. Koo., Song, J. I., & C. G. Lee, “Influence of Ti 4+ doping on hyperfine field parameters of Mg 0.95 Mn 0.05 Fe 2− 2 x Ti 2 x O 4 (0⩽ x⩽ 0.7)”, J. Cent. South Univ. Technol., c. 17, ss. 1139–1143, 2010, doi: 10.1007/s11771.

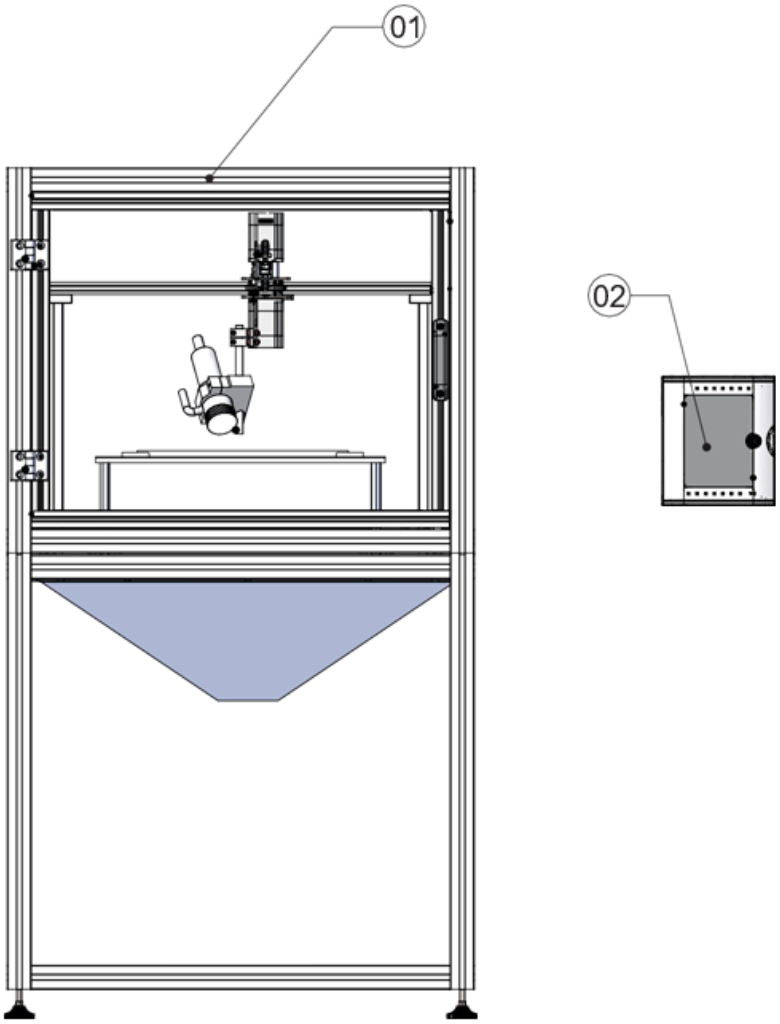
8. EKLER

8.1. EK 1: MAKİNE TEKNİK RESİMLERİ



Şekil 8.1. KATTABOT çalışma şeması

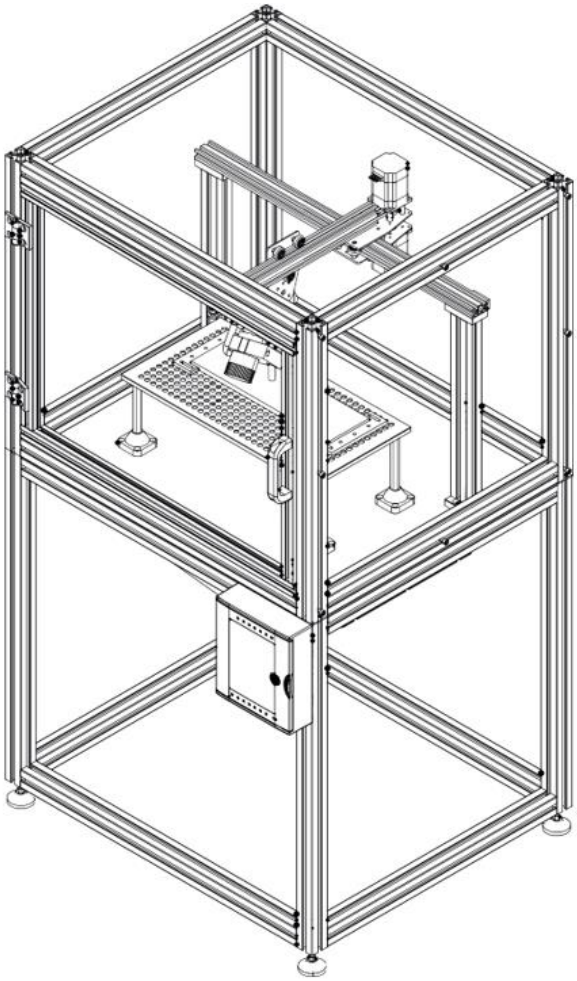
ÖLÇEK1:10	KONTROL	İZHAM KILINÇ	15.12.2023	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	PARÇA NO:01
	PARÇA ADI	KATTABOT ÇALIŞMA ŞEMASI		



Şekil 8.2. KATTABOT genel görünüş

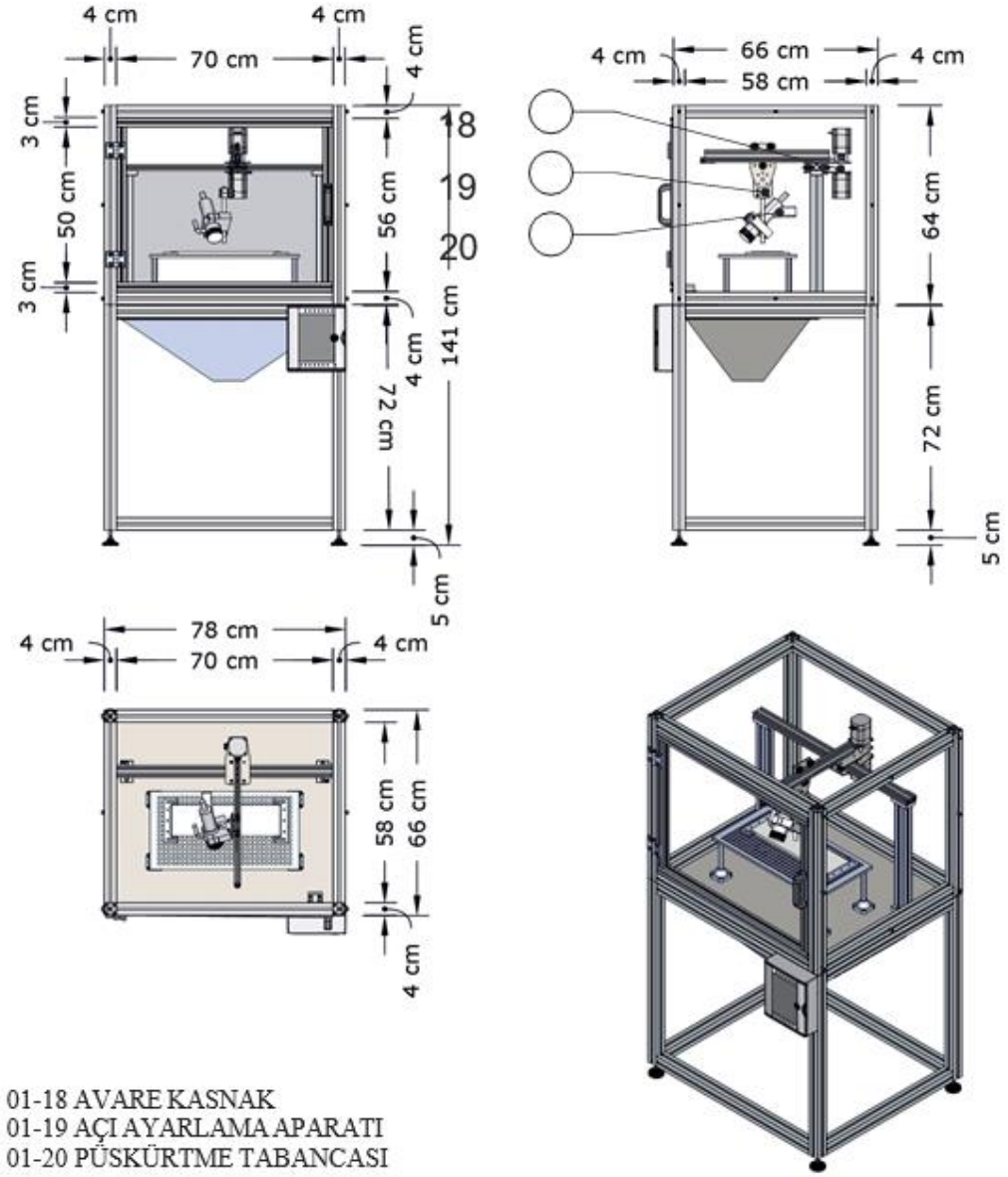
01- KATTABOT GÖVDE
02-KONTROL ÜNİTESİ

ÖLÇEK 1:10	KONTROL	İZHAM KILINÇ	15.12.2023	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	PARÇA NO:01
	PARÇA ADI	KATTABOT GENEL GÖRÜNÜŞ		



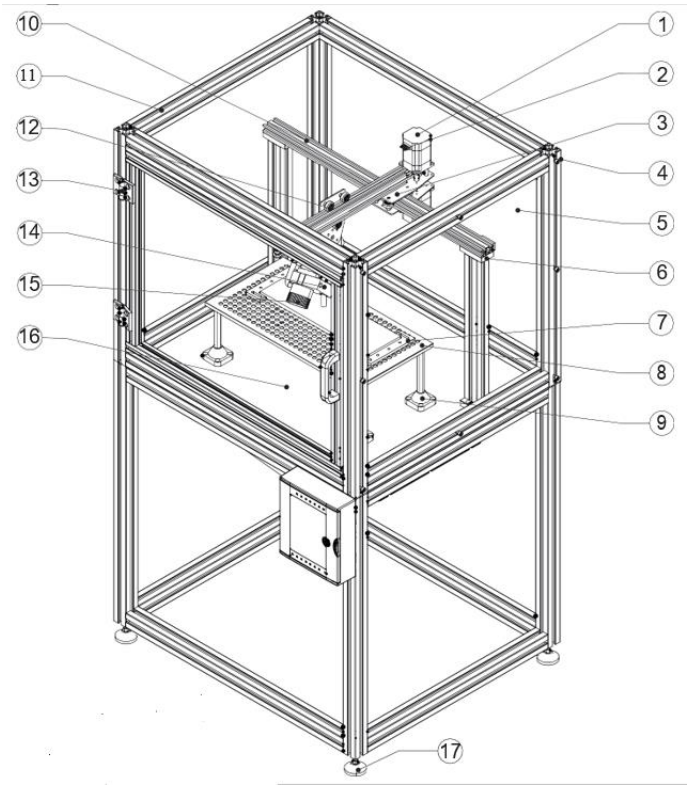
Şekil 8.3. KATTABOT montaj

ÖLÇEK 1:8	KONTROL	İZHAM KILINÇ	15.12.2023	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	PARÇA NO:01
	PARÇA ADI	MAKİNA MONTAJ		



Şekil 8.4. KATTABOT montaj

ÖLÇEK 1:20	KONTROL	İZHAM KILINÇ	15.12.2023	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	PARÇA NO:01
	PARÇA ADI	KATTABOT MONTAJ		

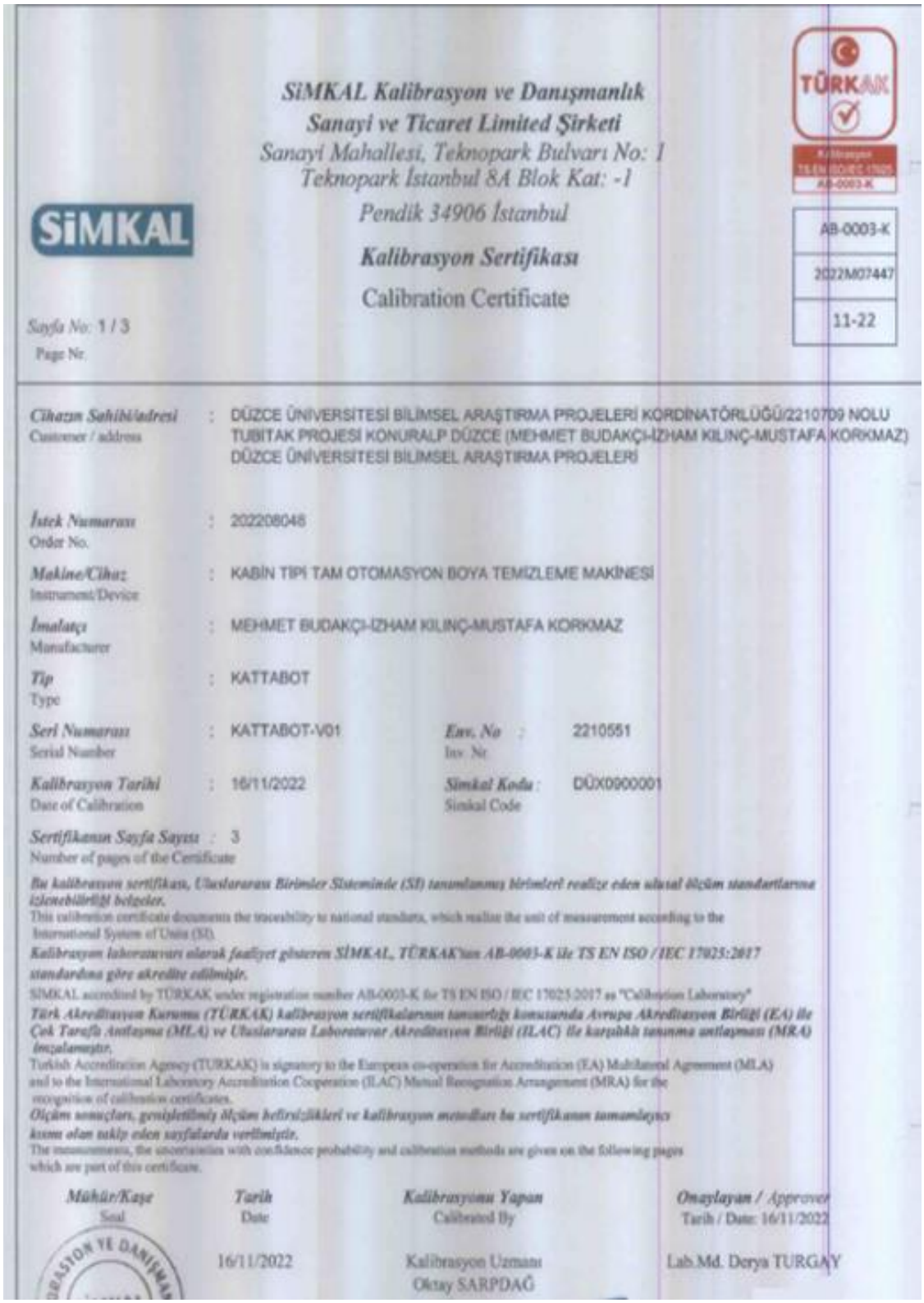


Şekil 8.5. KATTABOT montaj

01-1 Step Motor Sürücü
01-2 Mikro Switch
01-3 Step Motor Tutucu
01-4 İmbus Civata
01-5 Pleksi Cam
01-6 Profil Bağlama Ayağı
01-7 Numune Tutucu
01-8 Delikli Sac
01-9 Delikli Sac Bağlama Ayağı
01-10 V-Slot Sigma Profil
01-11 Sigma Profil
01-12 V-Slot Teker
01-13 Yaprak Menteşe
01-14 Nozul Tutucu
01-15 Nozul
01-16 Polikarbonat Levha
01-17 Profil Bağlama Ayağı

ÖLÇEK 1:8	KONTROL	İZHAM KILINÇ	15.12.2023	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	PARÇA NO:01
	PARÇA ADI	KATTABOT MONTAJ		

8.2. EK 2: MAKİNE KALİBRASYON SERTİFİKASI



SİMKAL Kalibrasyon ve Danışmanlık
Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi
Sanayi Mahallesi, Teknopark Bulvarı No: 1
Teknopark İstanbul 8A Blok Kat: -1
Pendik 34906 İstanbul

SİMKAL

TÜRKAK

AB-0003-K

Kalibrasyon Sertifikası

Calibration Certificate

2022M07447

11-22

Sayfa No: 1 / 3
Page Nr.

Cihazın Sahibi/adresi Customer / address	:	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KORDİNATÖRLÜĞÜ/2210709 NOLU TUBITAK PROJESİ KONURALP DÜZCE (MEHMET BUDAKÇI-İZHAM KILINÇ-MUSTAFA KORKMAZ) DÜZCE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
İstek Numarası Order No.	:	202208046
Makine/Cihaz Instrument/Device	:	KABİN TİPİ TAM OTOMASYON BOYA TEMİZLEME MAKİNESİ
İmalatçı Manufacturer	:	MEHMET BUDAKÇI-İZHAM KILINÇ-MUSTAFA KORKMAZ
Tip Type	:	KATTABOT
Seri Numarası Serial Number	:	KATTABOT-V01
Env. No Inv. Nr.	:	2210551
Kalibrasyon Tarihi Date of Calibration	:	16/11/2022
Simkal Kodu Simkal Code	:	DÜX0900001

Sertifikanın Sayfa Sayısı : 3
Number of pages of the Certificate

Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).

Kalibrasyon laboratuvarı olarak faaliyet gösteren SİMKAL, TÜRKAK'tan AB-0003-K ile TS EN ISO / IEC 17025:2017 standardına göre akredite edilmiştir.
SİMKAL accredited by TÜRKAK under registration number AB-0003-K for TS EN ISO / IEC 17025:2017 as "Calibration Laboratory"

Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) kalibrasyon sertifikalarının tanınırlığı konusunda Avrupa Akreditasyon Birliği (EA) ile Çok Taraflı Anlaşma (MLA) ve Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon Birliği (ILAC) ile karşılıklı tanınma anlaşması (MRA) imzalamıştır.
Turkish Accreditation Agency (TÜRKAK) is signatory to the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement (MLA) and to the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) Mutual Recognition Arrangement (MRA) for the recognition of calibration certificates.

Ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metodları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir.
The measurements, the uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.

Mühür/Kaşe Seal	*Tarih* Date	*Kalibrasyonu Yapan* Calibrated By	*Onaylayan / Approved* Tarih / Date: 16/11/2022
	16/11/2022	Kalibrasyon Uzmanı Oktay SARPDAĞ	Lab.Md. Derya TURGAY

SİMKAL

SİMKAL Kalibrasyon ve Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi

AB-0003-K
2022M07447
11-22

Sayfa No : 2 / 3
Page Number

Kalibrasyonda Kullanılan Referanslar (İzlenebilirlik):
References used in calibration (Traceability)

Cihaz / Ekipman	*Seri No*	*Kod*	*Gel. Kal.*	*Sert. No*
KRONOMETRE (TIMER)	505Q01R	SI13860037	2023/09	2021E1973
Lazer Mesafe Ölçer	210155435	0109001	2025/07	METAS/111-23519
Basınç Kalibratörü	9577192	090D003	2024/08	UMS/2061565
Açı Ölçer	2	0227002	2023/07	SİMKAL/22M06215

Kalibrasyonu Yapılan Cihaz / Ekipman
Device to be calibrated

Adı	*Ölçme Aralığı*	*Çözünürlük*
KABİN TİPİ TAM OTOMASYON BOYA TEMİZL	Hız,Açı,Basınç	

		Başlangıç / Bitiş	*Ortalama*	*Belirsizlikleri*
Ölçüm Şartları : Measurement Conditions	***Sıcaklık (°C) :***	21,5 °C	21,5 °C	± 0,3°C
	Bağıl Nem (%) :	54 %Rh	54 %Rh	% 3 rH

Çevre Şartları : 21 ± 1 °C
Environment Conditions

Kalibrasyon Prosedürü : VDI/VDE/DGQ 2618 B. 7.2' - KPE 18.01-KPM0109 a Uygun prosedür
Calibration Procedure

Kalibrasyon Yöntemi : Basınç kalibratörü, basınç test aleti basınç hattına monte edilmiştir. Kalibrasyon cihaz göstergesinden okunan değerlerin, basınç kalibratöründen okunan değerlerle karşılaştırılması suretiyle yapılmıştır. Hız Test Ölçümü , Mesafe ve Süre ile Hesaplanmıştır , Açı Test Ölçümü Referans Açı Ölçer ile Karşılaştırarak Yapılmıştır,
Calibration Method

Kalibrasyon Belirsizliği : Beyan edilen genişletilmiş ölçüm belirsizliği standart belirsizliğin, k=2 olarak alınan genişletme katsayısı ile çarpımı sonucu bulunan değerdir ve %95 oranında güvenilirlik sağlamaktadır.Belirsizlikler ölçüm değerleri sayfasında verilmiştir.
Uncertainty of Calibration

Karar Kuralı : Zorunluluk olmadıkça, uygunluk beyanında kalibrasyon belirsizliği dikkate alınmaz
Decision Rule: Unless necessary, calibration uncertainty is not taken into account in the declaration of conformity

Feragat Beyanı: Müşterinin verdiği bilgilerin sonuçların geçerliliğini etkilemesi durumunda, bundan müşteri sorumlu olur
Abnegation of Compliance: *If the information given by the customer affects the validity of the results, the customer is responsible for this*

Açıklamalar : Kalibrasyon sonuçları sadece DÜX0900001 kodlu ve KATTABOT-V01 seri numaralı cihaz/maddi ölçüte ait olup, kalibrasyon tarihinden itibaren ve sertifikada belirtilmiş şartlar altında geçerlidir.
Remarks

Kalibrasyon Etiketinin Yeri : Kalibrasyon etiketinin yeri, cihazın önünde veya üstünde uygun ve görünür bir yüzeyindedir.
Place of the calibration label

Uygunluk Beyanı :
Statement of Compliance

Tavsiye Edilen Gelecek Kalibrasyon Tarihi :
Recommended Next Calibration Date
Cihaz / Ekipmanın uygun periyodlarda kalibrasyonundan kullanıcı sorumludur. Gelecek kalibrasyon tarihi, müşteri isteği halinde yazılır.

Bu sertifika, Simkal'in yazılı izni olmadan kısmen çoğaltılamaz. İmzasız ve mühürsüz sertifikalar geçersizdir.
This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of Simkal. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

http://www.simkal.com.tr E-Mail: simkal@simkal.com.tr

SİMKAL

SİMKAL Kalibrasyon Merkezi

Kalibrasyon Ölçme Değerleri

AB-0003-K
2022M07447
11-22

Sayfa No: 3 / 3

Müşteri : DÜZCE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJE
Ölçü Aleti :BİN TİPİ TAM OTOMASYON BOYA TEMİZLEME MAKİN
Ölçme Aralığı : Hız,Açı,Basınç
Çözünürlük :
Simkal Kodu : DÜX0900001

Marka : MEHMET BUDAKÇI-İZHAM KILINÇ
Model : KATTABOT
Seri No : KATTABOT-V01
Env. No : 2210551

FONKSİYON VE GÖZ KONTROLÜ

Fonksiyon kontrolü ve göz muayenesinde hasar veya eksiklik görülmemiştir.

ÖLÇÜMLER

Test : Basınç - Hız - Açı
Okunan : Kalibratörün gösterges

ÖLÇÜMLER cm , s

Mesafe cm	Hesaplanan Süre s	Belirsizlik
20	8,03	±0,06
150	60,07	±0,06

ÖLÇÜMLER BASINÇ BAR

Test	Okunan			Sapma	Ölçüm Belirsizliği
	Artan	Azalan	Ortalama		
0,5	0,501	0,498	0,499	0,001	0,030
1	1,003	0,998	1,000	0,000	0,030
1,5	1,505	1,501	1,503	- 0,003	0,030
2	2,005	2,001	2,003	- 0,003	0,030
3	3,009	3,004	3,007	- 0,007	0,030
4	4,011	4,006	4,008	- 0,008	0,030

ÖLÇÜMLER AÇI °

Cihaz Açı	Referans Ölçülen Açı	Sapma	Belirsizlik
15	15,02	0,02	±0,5
30	30,05	0,05	±0,5
45	45,05	0,05	±0,5
60	60,03	0,03	±0,5
90	90,07	0,07	±0,5

Maksimum sapma : % 0,211
Maksimum histerisiz : % 0,139
(Yüzde değerleri full skalaya göredir.)

Kısaltmalar:
TD : *Tolerans dışı*
\# : *Akreditasyon kapsamı dışında*

Bu sertifika, Simkal'in yazılı izni olmaksızın kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. İmzasız ve mührüsüz sertifikalar geçersizdir.
This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of Simkal. Calibration certificates without signature and seal are not valid

http://www.simkal.com.tr e-mail:simkal@simkal.com.tr

8.3. EK 3: DENEME DESENİ

Faktör (ABCD)		Sentetik		Su Bazlı		Kontrol
		Kuru	Sulu	Kuru	Sulu	
Sodyum Bikarbonat	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	2560
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
Fındık Kabuğu	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
Mısır Koçanı	45°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	

Ek 3: Deneme Deseni (devam)

Ceviz Kabuğu	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
Kayısı Çekirdeği	**45°-2 bar-Ø5-7 cm**	8	8	8	8	2560
	45°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	45°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø5-10 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-7 cm	8	8	8	8	
	90°-2.5 bar-Ø8-10 cm	8	8	8	8	

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İzham KILINÇ

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Disiplinler Arası Kompozit Malzeme Teknolojileri	Düzce Üniversitesi	2023
Y. Lisans	Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi	Karabük Üniversitesi	2013
Lisans	Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği	Karabük Üniversitesi	2010
Lise	Mobilya ve Dekorasyon	İskenderun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	2003