

**HİDROGRAFİK (SU TRANSFER) KAPLAMA ve ULTRAVİYOLE
(UV) BASKI İŞLEMİNİN MOBİLYA YÜZEYLERİNDE
KULLANIMININ İNCELENMESİ**

SERDAR KAÇAMER

**DOKTORA TEZİ
DİSİPLİNLERARASI KOMPOZİT MALZEME TEKNOLOJİLERİ
ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. MEHMET BUDAKÇI**

DÜZCE, 2024

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HİDROGRAFİK (SU TRANSFER) KAPLAMA ve ULTRAVİOLE
(UV) BASKI İŞLEMİNİN MOBİLYA YÜZEYLERİNDE
KULLANIMININ İNCELENMESİ

Serdar KAÇAMER tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Disiplinlerarası 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

Prof. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Raşit ESEN

Karabük Üniversitesi

Prof. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ

Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Ferzan KATIRCIOĞLU

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 31/01/2024

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.

31 Ocak 2024

Serdar Kaçamer

TEŞEKKÜR

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

Tezimin başından sonuna kadar değerli katkı ve desteklerini esirgemeyen kıymetli tez izleme jüri üyeleri hocalarım Prof. Dr. Nevzat ÇAKICIER ve Doç. Dr. Raşit ESEN'e, özellikle görüntü işleme konusunda engin bilgi ve destek sunan değerli hocam Doç. Dr. Ferzan KATIRCIOĞLU'na, her türlü konuda bana destek ve yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KORKMAZ, Öğr. Gör. Dr. İzham KILINÇ ve Öğr. Gör. Seymen ÇİFTÇİ'ye şükranlarımı sunarım.

Materyal temini yada hizmet alımı şeklinde destek sağlayan DYO Boya Fabrikaları San. ve Tic. A.Ş. (İzmir), Öztürk Boya Ltd. Şti. (Düzce), Yıltaş Yapı Market San. ve Tic. Ltd. Şti. (Bolu), ve UTS Makine Teknolojileri San. ve Tic. Ltd. Şti.'ye (Düzce) çok teşekkür ederim.

Doktora çalışmam boyunca hiçbir zaman yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, Prof. Dr. Hayrı COŐKUN, Prof. Dr. Erol AYZ, Prof. Dr. Ahmet KESKİN, Doç. Dr. Mehmet ŐEN, Doç. Dr. Özgür ÇARK, Öğr. Gör. Oğuzhan YÜKSEL, Emekli Öğr. Gör. Uğur SEZGİN, Emekli Öğr. Gör. Adil YOSMAOĞLU ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, "TÜBİTAK-1005 Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı" kapsamında 2210551 Proje Numarası ile desteklenmiştir.

31 Ocak 2024

Serdar KAÇAMER

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR.....	xiii
SİMGELER	xiv
ÖZET	xv
ABSTRACT	xvi
EXTENDED ABSTRACT.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. AHŞAP ESASLI KOMPOZİT LEVHALAR.....	5
2.1.1. MDF Levha	5
2.1.2. MDF Lam Levha	6
2.1.3. High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF Levha.....	7
2.1.4. Polivinil Klorür (PVC) Kaplamalı MDF Levha	8
2.2. DEKORATİF KAPLAMALAR	9
2.2.1. Hidrografik Kaplama (HGK)	9
2.2.2. Ultraviyole (UV) Baskı.....	10
2.3. LAKE BOYAMA	13
2.3.1. Selülozik Boya.....	14
2.3.2. Poliüretan Boya	15
2.3.3. Akrilik Boya.....	17
2.3.4. Su Bazlı Boya	19
2.4. KAPLAMALI YÜZEYLERDE HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMA İŞLEMİ.....	21
2.4.1. Ovalama Test Cihazları.....	22
2.4.2. Ev İçi Kimyasalları	23
2.4.2.1. Aseton.....	24
2.4.2.2. Kolonya (Alkol).....	24
2.4.2.3. Çamaşır Suyu.....	25
2.4.2.4. Bulaşık Deterjanı	25
2.4.2.5. Limon Suyu	26
2.4.2.6. Kola.....	26
2.5. GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ.....	27
3. LİTERATÜR ÖZETİ.....	30
4. MALZEME VE YÖNTEM	40
4.1. AHŞAP ESASLI KOMPOZİT LEVHALARIN HAZIRLANMASI.....	40
4.2. LAKE BOYA UYGULAMASI	41
4.3. ÖRNEKLERE HİDROGRAFIK KAPLAMA (HGK) YAPILMASI	44
4.4. ÖRNEKLERE ULTRAVİYOLE (UV) BASKI İŞLEMİNİN YAPILMASI .	47

4.5. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI	49
4.6. GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI OVALAMA TEST CİHAZI (GİTOTC)...	51
4.6.1. GİTOTC'nin Teknik Özellikleri.....	52
4.6.2. GİTOTC'nin Üretimi.....	56
4.6.3. GİTOTC Çalışma Prensibi.....	58
4.6.4. GİTOTC'nin Otomasyon Yazılımı ve Stüdyo Kabininin Kurulumu	58
4.6.5. GİTOTC'nin Kalibrasyon Sertifikasının Alınması	59
4.7. ÖRNEK GÖRÜNTÜLERİNİN ALINMASI VE ÇEŞİTLİ EV İÇİ KİMYASALLARINA MARUZ BIRAKILMASI.....	60
4.7.1. Ovalama İşlemi Öncesi ve Sonrası Örnek Görüntülerinin Alınması.....	61
4.8. TEST YÖNTEMLERİ.....	62
4.8.1. Aşınma Testi	62
4.8.1.1. GİTOTC ile Aşınma Ölçümü.....	62
4.8.1.2. Stereo Mikroskop ile Aşınma Ölçümü.....	67
4.8.2. Renk Testi	69
4.8.2.1. GİTOTC ile Renk Ölçümü.....	69
4.8.2.2. BYK – Gardner Spektro-Guide 45/0 Cihazı ile Renk Ölçümü	71
4.8.3. Parlaklık Testi	72
4.8.3.1. GİTOTC ile Parlaklık Ölçümü.....	72
4.8.3.2. BYK – Gardner Spektro-Guide 45/0 Cihazı ile Parlaklık Ölçümü.....	73
4.8.4. Yapışma Testi	74
4.8.5. Çizilme Testi	76
4.8.6. Yüzey Sertlik Testi	77
4.8.7. Pürüzlülük Testi	78
4.8.8. Verilerin Değerlendirilmesi.....	79
5. BULGULAR.....	80
5.1. AŞINMA TESTİ.....	80
5.1.1. Aşınma Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi	105
5.2. RENK TESTİ	106
5.2.1. Renk Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi	127
5.3. PARLAKLIK TESTİ.....	128
5.3.1. Parlaklık Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi.....	154
5.4. YAPIŞMA TESTİ	155
5.5. ÇİZİLME TESTİ	168
5.6. YÜZEY SERTLİK TESTİ	181
5.7. PÜRÜZLÜLÜK TESTİ.....	194
6. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	207
6.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	207
6.1.1. Aşınma Testi	207
6.1.2. Renk Testi	210
6.1.3. Parlaklık Testi	212
6.1.4. Yapışma Testi	214
6.1.5. Çizilme Testi	215
6.1.6. Salımsal (Pandüllü) Sertlik Testi.....	217
6.1.7. Pürüzlülük Testi	218
6.2. ÖNERİLER	219
7. KAYNAKLAR	223
8. EKLER	267

8.1. EK 1: GİTOTC TEKNİK RESİMLERİ	267
8.2. EK 2: GİTOTC KALİBRASYON SERTİFİKASI	270
ÖZGEÇMİŞ	274
TEZ ÇALIŞMASINDAN ELDE EDİLEN YAYINLAR	275



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. MDF levha	6
Şekil 2.2. MDF Lam levha	7
Şekil 2.3. High gloss akrilik MDF levha	8
Şekil 2.4. PVC kaplamalı MDF levha	8
Şekil 2.5. HGK yapılmış örnek uygulamalar	9
Şekil 2.6. UV baskı makinası ve baskı işlemine bir örnek	11
Şekil 2.7. Lake boyama	13
Şekil 2.8. Ovalama test cihazı örnekleri	22
Şekil 2.9. Ovalama başlığı aşındırıcı ped örnekleri	23
Şekil 2.10. Ev içi kimyasallarına bir örnek	23
Şekil 2.11. Python yazılımı ile nesne tanımayaya bir örnek	27
Şekil 2.12. MATLAB yazılım programında meyve çekirdeği görüntü analizine bir örnek	28
Şekil 4.1. (a ve b) MDF levhaların ebatlanması, (c) İklimlendirilmesi.....	40
Şekil 4.2. Ham MDF levha yüzeylerine lake boya uygulaması.....	41
Şekil 4.3. Lake boyama işlemi tamamlanan örneklerin oda koşullarında kurutulması ve ardından örneklerin tekrar iklimlendirilmesi.....	43
Şekil 4.4. Kendinden havuzlu otomatik daldırma cihazı tasarımı.....	44
Şekil 4.5. PVAc esaslı karbon fiber desenli HGK filmi.....	44
Şekil 4.6. Otomatik daldırma cihazı ile HGK uygulaması.....	45
Şekil 4.7. (a) HGK filminin su yüzeyinde çözünmesi, (b) Boya tabancası ile aktivatör sıvısının HGK kaplama filmine püskürtülmesi.....	46
Şekil 4.8. HGK'lı örneklerin yıkanması, (b) Örneklerin oda koşullarında kurutulması.....	46
Şekil 4.9. Karbon fiber desen tasarımı.....	47
Şekil 4.10. UV baskı tekniğinin örnek levhalara uygulanması.....	47
Şekil 4.11. (a) UV bazlı boya, (b) UV baskı makinesinde kullanılan 1000 W Hg (Civa) tipi lamba, (c) UV baskı işlemi yapılan örnekler.....	48
Şekil 4.12. (a) Örneklerin ebatlanması, (b) Örneklerin iklimlendirilmesi.....	49
Şekil 4.13. Görüntü işleme tabanlı ovalama test cihazı (GİTOTC) tasarımı.....	51
Şekil 4.14. GİTOTC'nin tasarımı.....	52
Şekil 4.15. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi.....	52
Şekil 4.16. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi ve ovalama işlemi.....	53
Şekil 4.17. Örnek levha yüzeyinin tamamının ovalanarak aşındırılması.....	53
Şekil 4.18. Ovalama başlığı ve sıvı akış sistemi.....	54
Şekil 4.19. Ovalama başlığı ve sıvı akış sisteminin çalışması.....	54
Şekil 4.20. Cihazın stüdyo kabini.....	55
Şekil 4.21. GİTOTC'nin montaj şeması ve tüm mekanizmaların yerleşimi.....	57
Şekil 4.22. GİTOTC.....	57
Şekil 4.23. Otomasyon ve kontrolünü sağlayan dil yazılımı.....	58
Şekil 4.24. (a, b, c) GİTOTC'nin stüdyo kabininin montajı.....	59
Şekil 4.25. TSE tarafından yapılan kalibrasyon işlemleri.....	59
Şekil 4.26. (a) Ovalama işlemi uygulaması, (b) Bulaşık deterjanı ile ovalanmış örnek, (c) Ev içi kimyasallar.....	60
Şekil 4.27. HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin aseton kimyasalı ile ovalama işlemi öncesi ve sonrası dijital görüntüleri.....	61

Şekil 4.28. Retinex modelinin sembolik gösterimi.....	62
Şekil 4.29. Önerilen retinex tabanlı aşınma ölçümünün akış şeması.....	65
Şekil 4.30. YKAY yazılımının genel görünümü.	66
Şekil 4.31. Zeiss Axio Scope A1 marka stereo mikroskop.	67
Şekil 4.32. UV baskı işlemi yapılmış MDF Lam örneği (kontrol).	68
Şekil 4.33. UV baskı işlemi yapılmış MDF Lam örneğinin çamaşır suyu ile ovalanmış hali.	68
Şekil 4.34. Renk değişiminin belirlenmesi adımlarının şematik gösterimi.	69
Şekil 4.35. (a) Örnek levhaların renk ölçüm değerlerinin alınması, (b) CIE L*a*b* renk sistemi.	71
Şekil 4.36. Parlaklık değişiminin belirlenmesi adımlarının şematik gösterimi.	73
Şekil 4.37. BYK – gardner spektro guide cihazı ile parlaklık ölçümü.	73
Şekil 4.38. Yapışma testi yapılmış örnek ve kullanılan ekipmanlar.....	74
Şekil 4.39. TABER 551 Scratch marka cihaz ile çizilme testi.	76
Şekil 4.40. (a, b) Salımsal sertlik ölçüm cihazı (Model 299/300 Erichsen)	77
Şekil 4.41. (a) Örneklerin pürüzlülük ölçümü, (b) Cihazın kalibrasyonu.	78
Şekil 4.42. Tarama iğnesi ile belirlenen yüzey profili [282].	78
Şekil 5.1. Aseton ile ovalanmış örneklerin aşınma durumunun stereo mikroskop ile incelenmesi.....	103
Şekil 5.2. Aseton ile ovalanmış örneklerin aşınma durumunun GİTOTC ile incelenmesi.....	104
Şekil 5.3. GİTOTC ile stereo mikroskopunun aşınma ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.....	105
Şekil 5.4. (a) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek, (b) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek.	126
Şekil 5.5. GİTOTC ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının renk ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.....	127
Şekil 5.6. (a) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek, (b) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek.	153
Şekil 5.7. GİTOTC ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının parlaklık ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.....	154
Şekil 5.8. (a) Akrilik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapılmış kontrol örneği, (b) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.....	167
Şekil 5.9. (a) Akrilik lake boyalı MDF yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği, (b) MDF Lam yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.	180
Şekil 5.10. (a) MDF Lam yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği, (b) Selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.....	193
Şekil 5.11. (a) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra kola ile ovalama işlemi uygulanmış örnek, (b) High gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği.....	206
Şekil 8.1. GİTOTC'nin ön, yan, üst ve perspektif görünüşü teknik resmi.	267
Şekil 8.2. GİTOTC tasarım ve montaj şeması.	268

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan boya ların bazı uygulama ve teknik özellikleri. ...	42
Çizelge 4.2. Çalışmaya ilişkin deneme deseni.....	50
Çizelge 4.3. GİTOTC'nin çalışma parametreleri.....	58
Çizelge 4.4. Ev içi kimyasallarına ait bazı teknik bilgiler.	60
Çizelge 4.5. HGK ve UV baskı işlemi ortalama film kalınlıkları.....	67
Çizelge 4.6. B metoduna göre yapışma testinin sınıflandırılması	75
Çizelge 4.7. Çizilme direncinin sınıflandırılması	77
Çizelge 5.1. Aşınma değerlerine ait aritmetik ortalamalar (%).	80
Çizelge 5.2. Aşınma değerlerinin Varyans analizi sonuçları.....	84
Çizelge 5.3. Aşınma değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (%).	85
Çizelge 5.4. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	86
Çizelge 5.5. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	87
Çizelge 5.6. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	87
Çizelge 5.7. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	88
Çizelge 5.8. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	89
Çizelge 5.9. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	91
Çizelge 5.10. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	92
Çizelge 5.11. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	93
Çizelge 5.12. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	97
Çizelge 5.13. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	98
Çizelge 5.14. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).	101
Çizelge 5.15. GİTOTC aşınma ölçüm yöntemi ile stereo mikroskop arasındaki ilişki.	105
Çizelge 5.16. Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.	106
Çizelge 5.17. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları.	110
Çizelge 5.18. Toplam renk değişimi değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.	111
Çizelge 5.19. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	112
Çizelge 5.20. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	112
Çizelge 5.21. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	113

Çizelge 5.22. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	114
Çizelge 5.23. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	115
Çizelge 5.24. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	116
Çizelge 5.25. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişim değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	117
Çizelge 5.26. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	119
Çizelge 5.27. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	120
Çizelge 5.28. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	123
Çizelge 5.29. GİTOTC renk ölçüm yöntemi ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı arasındaki ilişki.	127
Çizelge 5.30. Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.	128
Çizelge 5.31. Parlaklık değerlerinin Varyans analizi sonuçları.....	134
Çizelge 5.32. Parlaklık değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.	135
Çizelge 5.33. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	136
Çizelge 5.34. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	137
Çizelge 5.35. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	137
Çizelge 5.36. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	138
Çizelge 5.37. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	139
Çizelge 5.38. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	140
Çizelge 5.39. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	141
Çizelge 5.40. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	142
Çizelge 5.41. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	145
Çizelge 5.42. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	147
Çizelge 5.43. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.....	150
Çizelge 5.44. GİTOTC parlaklık ölçüm yöntemi ile BYK - Gardner Spektro Guide	

45/0 cihazı arasındaki ilişki.....	154
Çizelge 5.45. Yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar.	155
Çizelge 5.46. Yapışma değerlerinin Varyans analizi sonuçları.	158
Çizelge 5.47. Yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.	159
Çizelge 5.48. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	160
Çizelge 5.49. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	161
Çizelge 5.50. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	163
Çizelge 5.51. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	164
Çizelge 5.52. Çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (N).	168
Çizelge 5.53. Çizilme değerlerinin Varyans analizi sonuçları.	171
Çizelge 5.54. Çizilme direnci değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (N).	172
Çizelge 5.55. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).	173
Çizelge 5.56. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).	174
Çizelge 5.57. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).	176
Çizelge 5.58. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).	177
Çizelge 5.59. Yüzey sertliği değerlerine ait aritmetik ortalamalar.	181
Çizelge 5.60. Yüzey sertliği değerlerinin Varyans analizi sonuçları.	184
Çizelge 5.61. Yüzey sertliği değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.	185
Çizelge 5.62. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey sertliği değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	186
Çizelge 5.63. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey sertliği değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	187
Çizelge 5.64. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey sertliği değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	189
Çizelge 5.65. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yüzey sertliği değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.	190
Çizelge 5.66. Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (μm).	194
Çizelge 5.67. Pürüzlülük değerlerinin Varyans analizi sonuçları.	197
Çizelge 5.68. Pürüzlülük değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (μm).	198
Çizelge 5.69. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).	199
Çizelge 5.70. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).	200
Çizelge 5.71. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).	202
Çizelge 5.72. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).	203
Çizelge 8.1. GİTOTC tasarım ve montaj şemasında bulunan bölümlerin açıklaması..	268

KISALTMALAR

3D	Üç boyutlu
ABS	Akrilonitril bütadien stiren
ANOVA	Analysis of variance
ASTM	American society for testing and materials
CIE	Commission international de l'Eclairage
CNC	Computer numerical control (Bilgisayarlı sayısal denetim)
GİTOTC	Görüntü işleme tabanlı ovalama test cihazı
GUI	Graphical user interface
HG	Homojenlik gurubu
HGK	Hidrografik kaplama
HSI	Hue saturation intensity
HSV	Hue, saturation ve value
IPBST	Image processing based scrub tester
ISO	International standart organization
LED	Light-emitting diode
LSD	En küçük önemli aralık
MDF	Medium density fiberboard
MEK	Metil etil keton
MMA	Metakrilat
PC	Polikarbonat
PET	Polietilen tereftalat
PLC	Programlanabilir mantıksal denetleyici
PP	Polipropilen
PU	Poliüretan
PVAc	Polivinil asetat
PVC	Polivinil klorür
RGB	Red-green-blue
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SFAM	Surface flaw analysis method
St.S	Standart sapma
TS	Türk Standartları
TS EN	Türk standartları enstitüsü euro norm
TSE	Türk standartları enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu
UV	Ultraviyole
VOC	Volatile organic compounds (Uçucu organik birleşikler)
WTP	Water transfer printing
YKAY	Yüzey kusur analizi yöntemi

SİMGELER

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
bar	Basınçlı hava
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
dk	Dakika
dpi	Dots per inch (Çözünürlük)
g	Gram
kg	Kilogram
kPa	Kilopaskal
m	Metre
m ²	Metre kare
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mp	Megapiksel
mPa·s	Milipascal saniye
N	Newton
Ø	Çap
pH	Potansiyel hidrojen
sn	Saniye
w	Watt
\bar{x}	Aritmetik ortalama
Δa	Toplam kırmızı renk değişimi
Δb	Toplam sarı renk değişimi
ΔE	Toplam renk değişimi
ΔL	Toplam ışıklılık değişim değeri
μm	Mikron

ÖZET

HİDROGRAFİK (SU TRANSFER) KAPLAMA ve ULTRAVİYOLE (UV) BASKI İŞLEMİNİN MOBİLYA YÜZEYLERİNDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

Serdar KAÇAMER

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Disiplinlerarası Kompozit Malzeme Teknolojileri

Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Ocak 2024, 273 sayfa

Bu çalışmada, ahşap esaslı kompozit levhalardan üretilmiş mobilya ve dekorasyon elemanlarının yüzeylerinde hidrografik kaplama (HGK) ve ultraviyole (UV) baskı işleminin kullanılabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, parlak beyaz renkte 8 mm kalınlıkta; high gloss akrilik kaplı MDF, PVC kaplı MDF ve MDF lam hazır levhalar ile selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı lake boya uygulanmış levhalar tercih edilmiş, levha yüzeylerine HGK ve UV baskı işlemi yapılmıştır. Hazırlanan örnek levhaların ev içi kimyasallarına karşı maruz kaldığı etkiyi taklit etmek amacı ile Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 2210551 numaralı proje desteği ile "Görüntü İşleme Tabanlı Ovalama Test Cihazı (GİTOTC)" tasarlanmış ve üretilmiştir. GİTOTC'nin ovalama işlemi esnasında TS EN ISO 11998 standartlarında belirtilen esaslarına göre çalışma doğruluğu, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından incelenmiş ve kalibrasyon sertifikası alınmıştır. Hazırlanan örneklere çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak ASTM D1308-20 (2020) ve TS EN ISO 11998 (2006)' ya göre GİTOTC ile ovalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerinde meydana gelen değişimleri tespit etmek için aşınma (ASTM E112-13), renk (ASTM D2244-21), parlaklık (TS EN ISO 2813), yapışma (ASTM D3359-23), çizilme (TS EN 15186), sertlik (ASTM D4366-95) ve pürüzlülük (TS 2495 EN ISO 3274) testleri yapılmıştır. Ayrıca, ovalama işlemi öncesi ve sonrasında cihaz içerisine entegre edilen "stüdyo kabini" ile her bir örneğin dijital görüntüleri kayıt altına alınmıştır. Matlab Graphical User Interface (GUI) görüntü işleme programı kullanılarak "Yüzey Kusur Analizi Yöntemi (YKAY)" isimli bir yazılım geliştirilmiş, bu yazılım ile örnek görüntülerinin aşınma, renk ve parlaklık değişimleri analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda ovalama işlemi yapılmış HGK'lı örneklerde, UV baskı işlemi yapılmış örneklere göre aşınma değerinde %27,44, renk değişimi değerlerinde %124,63, parlaklık değerlerinde %97,17, çizilme değerlerinde %5,59, sertlik değerlerinde %26,67'lik bir artış, yapışma değerlerinde %39,24, pürüzlülük değerinde %544,26'lik bir azalış belirlenmiştir. Genel olarak HGK ve UV baskı işlemi ile kaplanmış tüm ahşap esaslı levha yüzeylerinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. UV baskı işlemi ile kaplanmış örnekler HGK'lı örneklere göre daha iyi performans göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Hidrografik Kaplama (HGK), Ultraviyole (UV) Baskı, Ovalama Test Cihazı, Ev İçi Kimyasalları, Aşınma Direnci.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USE OF HYDROGRAPHIC COATING (WATER TRANSFER PRINTING) AND ULTRAVIOLET (UV) PRINTING PROCESS ON FURNITURE SURFACES

Serdar KAÇAMER

Düzce University

Graduate School, Department of Interdisciplinary Composite Material Technologies

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

January 2024, 273 pages

In this study, it was aimed to investigate the usability of water transfer printing (WTP) and ultraviolet (UV) printing processes on the surfaces of furniture and decoration elements produced from wood-based composite panels. In line with this goal, 8 mm thick in bright white color; high gloss acrylic coated MDF, PVC coated MDF and MDF lam ready panels and panels with cellulosic, polyurethane, acrylic and water-based lacquer paint were preferred, and WTP and UV printing were applied to the panel surfaces. To simulate the effect of household chemicals on prepared sample panels, the "Image Processing Based Scrub Tester (IPBST)" was designed and manufactured with the support of the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under project number 221O551. During the scrub process of IPBST, its operating accuracy was examined by the Turkish Standards Institute (TSE) according to the principles specified in TS EN ISO 11998 standards and a calibration certificate was obtained. The prepared samples were scrubbed with IPBST according to ASTM D1308-20 (2020) and TS EN ISO 11998 (2006) using various household chemicals. To detect the changes that occur on the sample surfaces after the scrubbing process, wear (ASTM E112-13), color (ASTM D2244-21), gloss (TS EN ISO 2813), adhesion (ASTM D3359-23), scratching (TS EN 15186), hardness (ASTM D4366-95) and roughness (TS 2495 EN ISO 3274) tests were performed. In addition, digital images of each sample were recorded with the "studio cabin" integrated into the device before and after the scrubbing process. Using the Matlab Graphical User Interface (GUI) image processing program, a software named "Surface Flaw Analysis Method (SFAM)" was developed, and with this software, the wear, color and brightness changes of the sample images were analyzed. As a result of the research, the scrubbed WTP samples were compared to the UV printed samples; an increase of 27.44% in wear values, 124.63% in color change values, 97.17% in brightness values, 5.59% in scratching values, 26.67% in hardness values, increase, and a decreased of 39.24% in adhesion values, 544.26% roughness values were determined. In general, successful results have been achieved on all wood-based panel surfaces coated with WTP and UV printing processes. Samples coated with UV printing showed better performance than WTP samples.

Keywords: Water transfer printing (WTP), Ultraviolet (UV) printing, Scrub tester, Household chemicals, Wear resistance.

EXTENDED ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USE OF HYDROGRAPHIC COATING (WATER TRANSFER PRINTING) AND ULTRAVIOLET (UV) PRINTING PROCESS ON FURNITURE SURFACES

Serdar KAÇAMER

Düzce University

Graduate School, Department of Interdisciplinary Composite Material Technologies

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

January 2024, 273 pages

1. INTRODUCTION

Wood material has an organic, anisotropic, hygroscopic and heterogeneous structure. Its important problems are that it changes its dimensional shape in different directions, has natural defects, can be destroyed by insects and fungi due to its organic structure, and can burn [3], [4]. All these problems reveal the necessity and necessity of using wood-based composite board products instead of solid wood materials [5], [6].

However, wood-based composite boards with an uncoated surface will not have a general meaning in the furniture and decoration industry as a single product, nor are they suitable for the production of quality furniture. In order to use wood-based boards as panel elements in furniture production and interior spaces, the board surfaces and board edges (bay windows) must be coated or painted with various coatings [13]. The color, texture, pattern, quantity, etc. features of traditional wood veneers that have been used since the past cannot meet the consumer needs of our age. With the perspective of human beings, their aesthetic thoughts and their search for different designs, situations are encountered in which traditional coating materials are inadequate. Experts in the coating industry prefer some types of decorative coatings in order to fill this gap and increase diversity in the product range. These; screen printing, ultraviolet (UV) printing, water transfer printing (WTP) etc. are different printing techniques.

Today, the development process of new surface coating techniques that are not harmful to health, can save time, space and investment costs in the production process, are economical, of high quality and can be easily applied to flat or curved surfaces is still continuing. In this context, water transfer printing (WTP) and ultraviolet (UV) printing processes, which are used in different sectors such as automotive, white goods,

bathroom/kitchen furniture, musical instruments, defense industry and advertising, stand out. However, studies on the use of both coating processes on furniture surfaces are limited.

In this study, it was aimed to investigate the usability of WTP and UV printing processes on the surfaces of furniture and decoration elements produced from wood-based composite panels. In line with this goal, 8 mm thick in bright white color; high gloss acrylic coated MDF, PVC coated MDF and MDF lam ready panels, and panels with cellulosic, polyurethane, acrylic and water-based lacquer paint applied are preferred. Then, water transfer printing (WTP) and ultraviolet (UV) printing were applied to the surfaces of these panels. Project support numbered 221O551 was received from the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) in order to imitate the effect of the prepared sample panels against household chemicals and to see the damage in a short time. Thanks to this support, the “Image Processing Based Scrub Tester (IPBST)” was designed and produced. During the scrubbing process of IPBST, its operating accuracy according to the principles specified in TS EN ISO 11998 standards was examined by the Turkish Standards Institute (TSE) and a calibration certificate was obtained. The prepared samples were scrubbed with IPBST according to ASTM D1308-20 (2020) and TS EN ISO 11998 (2006) using various household chemicals. To detect the changes that occur on the sample surfaces after the scrubbing process, wear (ASTM E112-13), color (ASTM D2244-21), brightness (TS EN ISO 2813), adhesion (ASTM D3359-23), scratching (TS EN 15186), hardness (ASTM D4366-95) and roughness (TS 2495 EN ISO 3274) tests were performed. In addition, digital images of each sample were recorded with the "studio cabin" integrated into the device before and after the rubbing process. Using the Matlab Graphical User Interface (GUI) image processing program, a software named "Surface Flaw Analysis Method (SFAM)" was developed, and with this software, the wear, color and brightness changes of the sample images were analyzed.

The obtained data were analyzed and statistically evaluated in SPSS-24 and CoStat programs.

2. MATERIALS and METHODS

In the preparation of the samples, 1st class 0.8 cm thick, bright white, high gloss acrylic coated MDF, PVC coated MDF, MDF lam and raw MDF panels of Yildiz Entegre company were preferred and they were sized in 31x52 cm draft dimensions [264]. Then,

in order to eliminate the humidity differences between the samples according to the principles specified in TS EN 322 (1999), they were kept in an air conditioning cabinet with a temperature of 23 ± 2 °C and $50\pm 3\%$ relative humidity until they reached a constant weight. In this way, the humidity of all samples was ensured to reach 9-10%.

Lacquer Paint Application: The paints to be used for lacquering the raw MDF panel surfaces were supplied by DYO Dyeworks Industry and Trade Inc. and Öztürk Industry and Trade Inc [267]. Then, bright white cellulosic, polyurethane, acrylic and water-based lacquer paint was applied to the MDF panel surfaces in accordance with ASTM D 3023-98 (2017) principles. Solids ratios and manufacturer company recommendations were decisive in determining the amount of paint to be applied to the panel surfaces. Two layers of primer and two layers of topcoat paint were applied to the sample panels, 150 g/m^2 on each layer. The samples, whose lacquer painting process was completed, were kept in the air-conditioning cabinet at 23 ± 2 °C and $50\pm 3\%$ relative humidity until they reached a constant weight.

WTP Application: In the WTP process, an automatic dipping device with a self-pool was used. Sample panel surfaces whose conditioning process has been completed; using a 45° immersion angle, 1 m/min immersion speed and 5-10 s immersion time, a $30 \text{ }\mu\text{m}$ thick, 40×60 cm sized, water-soluble PVAc-based carbon fiber patterned WTP film was coated. In the coating application, the temperature of the environment was 27 ± 1 °C, the relative humidity of the environment was $45\pm 3\%$, the temperature of the water used in the WTP process was 29 ± 0.5 °C, and the dissolution time due to the effect of water was 70-80 seconds. The amount of activator liquid required to dissolve the entire coating film structure was set as 16 ml/m^2 .

UV Printing Application: For the UV printing process, INKPRIME brand UV-based paint and a 1000 W Hg (mercury) lamp were used with the device of the "Decorita" company in Bolu province. The movement speed of the device head, which performs UV printing on the sample surfaces, was set to 52 m/min and the distance to the sample surface was set to 3 mm. Carbon fiber patterns were printed on the lacquered and ready-coated sample surfaces with draft dimensions of 31×52 cm.

Household Chemicals Used in Scrubbing Process: In the scrubbing process with IPBST of the coatings applied to the sample surfaces with the WTP and UV printing process, household chemicals specified in the ASTM D 1308 (2020) standard; acetone,

cologne (ethyl alcohol), bleach, liquid dishwashing detergent, lemon juice and cola were preferred.

Scrubbing Process: With the IPBST produced within the scope of the research, the sample panel surfaces were rubbed with 5 ml chemical liquid, 135 ± 1 g weight and 3M Scotch Brite abrasive sponge pad, according to the principles specified in TS EN ISO 11998 (2006). Scrubbing was performed a total of 200 times, 37 ± 2 times per minute, with a smooth linear movement. In addition, in the study, a software named "Surface Flaw Analysis Method (SFAM)" was developed using the Matlab Graphical User Interface (GUI) image processing program. Erosion, color and brightness changes of sample images recorded with SFAM software on a computer connected to IPBST were analyzed. To test the accuracy of the developed SFAM software, wear, color and brightness measurements were made again with industrial testing devices (Zeiss Axio Scope A1 brand stereo microscope, BYK Gardner Spektro -Guide 45/0). Additionally, adhesion, scratching, surface hardness and roughness tests were carried out using industrial testing devices in order to detect other changes on the sample surfaces as a result of the scrubbing process with household chemicals.

Wear Measurement with IPBST: Images of WTP and UV printed samples taken before (control) and after the scrubbing process were converted to Hue, Saturation and Value (HSV) color space. Reflectance and illumination components were obtained using Algorithm 4.1 in the V channel of the HSV color space. Finally, the amount of wear change in % was determined by using the Equation formulas developed within the scope of the research on the two reflection component images.

Wear Measurement with Stereo Microscope: Within the scope of the research, Zeiss Axio Scope A1 brand stereo microscope was used to test and compare the accuracy of wear measurement made with IPBST's SFAM software. Images of WTP and UV printed samples were taken before (control) and after the scrubbing process. To determine the wear values of the samples, the images were magnified 100 times and the coating film thicknesses were measured in microns (μm) according to the ASTM E112-13 (2021) standard. Then, the change in the amount of wear in the film thickness on the panel surfaces with decorative coating (WTP and UV printing process) was evaluated in %.

Color Measurement with IPBST: Measurements were made by taking images of WTP and UV printed samples before (control) and after the scrubbing process. CIE $L^* a^* b^*$

color system from the Red-Green-Blue (RGB) color space was used to examine the color changes of the remaining image parts after removing the backgrounds of the digital images. All pixels of the image parts were included in the evaluation and the average values of $L^* a^* b^*$ were found for each image.

Color Measurement with BYK – Gardner Spectro-Guide 45/0 Device: In order to test and compare the accuracy of IPBST's color measurement method, color measurements were made with BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 device. Color measurement values were determined using the CIE $L^* a^* b^*$ color system according to the principles specified in ASTM D2244-21 (2022).

Brightness Measurement with IPBST: Measurements were made by taking images of the WTP and UV printed samples before (control) and after the scrubbing process. To calculate the brightness change, the Hue Saturation Intensity (HSI) color system was used from the RGB color space. The I channel in this color space represents the brightness, and the average brightness value was calculated for the two images taken before and after the scrubbing process.

Brightness Measurement with BYK – Gardner Spectro-Guide 45/0 Device: In order to test and compare the accuracy of IPBST's gloss measurement method, surface color measurements were determined using the BYK – Gardner Spectro Guide 45/0 device. Surface brightness measurements of the samples were carried out according to the principles specified in TS EN ISO 2813 (2014) using a 60° angle. Measurements were made by taking the surfaces of WTP and UV printed samples before (control) and after the rubbing process.

Adhesion Test: The adhesion resistance of WTP and UV printed samples after scrubbing with household chemicals was determined according to ASTM D3359-23 (2023). Adhesion resistance was evaluated according to method B specified in the standard.

Scratch Test: The scratch resistance of WTP and UV printed samples after scrubbing with household chemicals was determined according to the principles of TS EN 15186 (2012). TABER 551 SCRATCH brand scratch tester was used in the trials.

Hardness Test: After the WTP and UV printed samples were scrubbed with household chemicals, the hardness values were determined according to the ASTM D4366-95 (1984) standard using a "pendulum hardness measuring device".

Roughness Test: Surface roughness measurements of WTP and UV printed samples after scrubbing with household chemicals were made with the TIME TR-200 touch (needle) surface roughness measuring device, which can measure successive profile changes according to the principles of TS 2495 EN ISO 3274 (2005).

Evaluation of Data: CoStat and SPSS-24 statistical packages were used for statistical evaluations, and factor effects were determined as a result of multiple analysis of variance "ANOVA" tests. In cases where factor effects were significant with a margin of error of $P \leq 0.05$, comparison was made with the Duncan test. According to the tests performed using LSD (least significant difference) critical values, it was determined which factors caused this difference. Additionally, Pearson Correlation analysis was carried out to determine the relationship between the data of abrasion, color and gloss tests performed with IPBST and hand-held data from industrial testing devices.

4. RESULTS AND DISCUSSIONS

As a result of the research, it has been determined that for achieving an ideal WTP on panel surfaces, the ambient temperature should be $27 \pm 1^\circ\text{C}$, relative humidity should be $45 \pm 3\%$, and water temperature should be $29 \pm 0.5^\circ\text{C}$. The appropriate values determined for the dissolution of WTP film include an activator liquid quantity of 16 ml/m^2 , a dissolution time range of 70-80 s, an activator liquid spraying pressure of 1.75 bar, a spraying gun nozzle diameter of $\text{Ø } 1.3 \text{ mm}$, and an angle of 90° . In addition, it has been observed that in line with these parameters, the samples should be processed at an immersion angle of 45° , an immersion speed of 100 cm/min, and an immersion time of 5-10 s. In the UV printing process, it has been determined that UV-based lacquer paint should be applied at a distance of 3 mm, at a speed of 52 m/min, and a 1000 W Hg (mercury) type lamp should be used.

After the scrubbing process was carried out on the samples prepared in line with these parameters, WTP samples were compared to the UV printed samples; an increase of 27.44% in wear values, 124.63% in color change values, 97.17% in brightness values, 5.59% in scratching values, 26.67% in hardness values, increase, and a decreased of 39.24% in adhesion values, 544.26% roughness values were determined. In the wear measurements made after the scrubbing process, it was determined that the coating film layers of the WTP samples scrubbed with acetone were completely degraded and separated from the panel surface.

In general, successful results were obtained on all wood-based board surfaces with WTP and UV printing applied. After the scrubbing process with various household chemicals, the UV printed samples showed better performance than the WTP samples.

5. CONCLUSION AND OUTLOOK

In line with the results obtained in the research, after the scrubbing process with household chemicals, acetone, one of the household chemicals, caused the greatest damage to the WTP and UV printed sample surfaces. It has been observed that the strong solvent content of acetone completely dissolves the coating film on the surface of all WTP panel types and removes it from the surface. It has been determined that the chemicals that cause the least damage among household chemicals are dishwashing detergent and lemon juice. It may be recommended to use dishwashing detergent or lemon juice to clean painted and/or coated furniture surfaces, and not to use acetone for cleaning furniture surfaces.

It has been observed that in the WTP process, if even one of the application parameters or conditions is not complied with, the coating process results incorrectly. This situation poses a great risk for companies/organizations performing WTP. In general, it can be recommended to use the UV printing process as it provides trouble-free and successful results according to WTP in terms of ease of application, low error rate, time, labor and cost.

After applying WTP and UV printing to the sample surfaces of acrylic lacquer painted MDF, polyurethane lacquer painted MDF and high gloss acrylic coated MDF, in the scrubbing process with various household chemicals; It showed the best performance in abrasion, color, gloss, adhesion, scratching, oscillatory hardness and roughness values. In order to carry out WTP and/or UV printing in an error-free and high-quality manner, it may be recommended to first apply lacquer paint with acrylic or polyurethane type paints to the panel or material surfaces planned to be used.

1. GİRİŞ

Çok geniş kullanım alanına sahip olan ağaç malzemeler, insan yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde endüstrinin gelişmesi ve buna paralel olarak ekonomik, kültürel, sosyal hayattaki gelişmeler ve nüfus artışı diğer malzemelerde olduğu gibi ahşap esaslı malzemelerin ve dolayısıyla ağaç malzemelerin tüketimini de önemli seviyede arttırmaktadır [1]. Dünya orman varlığının aynı kalması hatta azalmasına karşılık nüfusun hızla artması ve kişi başına düşen orman ürünlerinin tüketiminin gittikçe yükselmesi, ormanların daha iyi değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde masif ağaç malzemenin daha az bulunur hale gelmesi fiyatının yükselmesine neden olmaktadır [2].

Ağaç malzemenin organik, yönelimsel (anizotrop), nemi çeken (higroskopik) ve karmaşık (heterojen) bir yapısı olması sebebiyle özel bir malzemedir. Farklı yönlerde farklı mekanik özellikler göstermesi, doğal kusurlar barındırması, organik yapısından dolayı böcek ve mantarlara karşı savunmasız olması ve yanma riski taşıması önemli olumsuzluklar olarak sayılabilir [3], [4]. Bütün bu problemler ahşap esaslı kompozit levha ürünlerini, masif ağaç malzemenin yerine kullanılabilme sonucunu ve zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır [5], [6].

Günümüzde özellikle sentetik yapıştırıcıların yaygın kullanımı ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte orman artıkları, bazı bitki sapları ve bitki lifleri değerlendirilerek ahşap özelliği taşıyan, fakat ağaç malzeme gibi çalışmayan yonga levha, lif levha, yönlendirilmiş yonga vb. levhalar üretilmektedir [6] – [8]. Bu sayede şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve az bulunan ağaç malzeme yerine, maliyeti daha düşük odun hammaddesinden teknik birtakım işlemler ile istenilen boyutlarda ahşap esaslı malzemeler üretilmektedir [9], [10]

Ahşap esaslı kompozit levha ürünlerinden yongalevha ve orta yoğunlukta liflevhalar (MDF) sahip oldukları özellikler nedeniyle birçok kullanım yerinde yoğun şekilde tercih edilmektedir. Bu levhaların düzgün yüzeyli olmaları, istenilen kalınlıkta üretilibilmeleri, nispeten homojen bir yapıya sahip olmaları, büyük ebatlarda üretilmeleri, kolay işlenebilmeleri ve üst yüzey işlemleri uygulanabilmesi önemli özellikleridir.

Ayrıca masif ağaç malzemede bulunan çürüklük, lif kıvrıklığı, budaklılık vb. gibi kusurların MDF levhalarda olmaması kullanım avantajı sağlamaktadır [11], [12].

Ancak üst yüzeyi kaplamasız olan ahşap esaslı kompozit levhalar tek bir ürün olarak mobilya ve dekorasyon endüstrisinde genel bir anlam ifade etmeyeceği gibi kaliteli bir mobilya üretimi için de uygun değildir. Ahşap esaslı levhaların mobilya üretiminde ve iç mekân donatı elmanı olarak kullanılması için levha yüzeylerinin ve levha kenarlarının (cumbalarının) çeşitli kaplamalar ile kaplanması ya da boyanması gerekmektedir [13]. Ağaç İşleri Endüstrisinde mobilya, lambri, tavan kaplamaları gibi dekorasyon elemanlarının üretiminde kullanılan levhaların kaplanmasında; sıvı (vernik/boya) ya da katı yüzey kaplamaları (ahşap, laminat, pvc, melamin reçine emdirilmiş kağıtlar vb.) tercih edilmektedir [7], [10], [12], [14], [15]. Levha yüzeylerine uygulanan bu kaplama malzemeleri levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmekte, dekoratif görüntüsünü ve ürünün estetik değerini arttırmakta, levha yüzeylerinde renk ve desen bütünlüğü elde edilmekte, ahşap malzemenin sıcak ve doğal görünümünü sağlamaktadır [16].

Geçmişten bu yana kullanılmakta olan geleneksel ahşap kaplamalarının renk, doku, desen, miktar vb. özellikleri, çağımızın tüketici gereksinimlerine yetişmemektedir. İnsanoğlunun bakış açısı, estetik düşüncesi ve farklı tasarım arayışı ile günümüzde geleneksel kaplama malzemelerinin yetersiz kaldığı durumlarla karşılaşmaktadır. Kaplama sektör uzmanları, bu eksikliği kapatmak ve ürün gamında çeşitliliği arttırmak amacı ile dekoratif kaplama türlerinden; serigrafî, ultraviyole (UV) baskı, hidrografik kaplama (HGK) vb. farklı baskı teknikleri uygulamaktadır.

Ultraviyole (UV) baskı kaplama teknolojisinde UV ışını (radyasyon) ile kürlenmiş katyonik mürekkepler ve laklar kullanılmaktadır. UV baskı, uçucu organik birleşikler (VOC) azaltılması açısından kaplama endüstrisinde büyük bir öneme sahiptir [17], [18]. UV baskıda kullanılan mürekkep içeriğinde diğer baskı teknolojilerinde kullanılan su ve solvent bazlı mürekkeplerde olduğu gibi baskı sonrası kuruma işlemi sırasında buharlaşması gereken su veya solvent içermemektedir. Çevre kirliliğine çok az etki yapması nedeniyle kullanımı gün geçtikçe artış göstermektedir. UV mürekkeple yapılan baskılar, solvent ile yapılan baskıların aksine suya tamamen ve ışığa ise büyük oranda daha dayanıklıdır. UV mürekkepleri kullanarak tam renkli ve fotoğraf kalitesinde görüntüler basılabilmektedir [19], [20].

Hidrografik kaplama (HGK), nesnelere dokulandırmak / boyamak / kaplamak için kullanılan, daha çok savunma sanayi, otomotiv, plastik, ahşap, seramik, metal ve dekoratif kaplama sanayisinde kullanılan bir üstyüzey kaplama tekniğidir [21], [22]. Hidrografik kaplama tekniğinin diğer üstyüzey kaplamalarına göre farklı kılın özellikleri; yüzeyi eğmeçli, motifli, işlemeli (kakma) ve 3 boyutlu tüm cisimlerin kaplanabilmesidir. Bir diğer özellik ise; kaplama için kullanılan PVAc film üzerine yapılan desen türleri ile renk çeşitliliğinin fazla olması ve desen tasarımcısının ufkunda bulunan tasarımı elektronik programlar aracılığıyla baskı filmine kolaylıkla aktarabilmesidir. Bu özelliklerin yanı sıra sektör açısından düşük maliyetli bir yöntem olması öne çıkan bir diğer özelliğidir [23], [24].

Ahşap esaslı kompozit levhaların estetik değerini arttırmak ve korumak için yüzeylerine uygulanan dekoratif kaplama türleri, kaplama malzemesini performansına bağlı olarak zaman içinde deforme olmakta ve bozunmaktadır. Ayrıca çeşitli kaplama, boya, baskı vb. teknikler uygulanan malzemelerin dayanımı, birbirleriyle olan etkileşimi ve kalitesi, bozunma sürecinin hızlı ya da yavaş gelişmesinde etkili olmaktadır [25], [26].

Ahşap esaslı kompozit levhaların üst yüzeylerinde kullanılan koruyucu kaplama katmanlarının performansını belirlemek için sertlik, parlaklık, renk, yapışma, pürüzlülük vb. testler yapılmaktadır. Ayrıca kaplanmış levhalar bu testlerden önce dış ortam şartlarına, yağmur suyu/kar suyu etkisine, güneş ışınlarının UV etkisine, hızlandırılmış yaşlandırma, tuz korozyonu, aşındırma, sıcak-soğuk, ev içi kimyasalları vb. doğal ya da yapay (suni) yaşlandırma işlemlerine maruz bırakılmakta, koruyucu katmanlarda çeşitli deformasyonlar meydana getirilmektedir [27]–[29].

Günümüzde ev içi kimyasallarına karşı dayanıklılık testi için çok çeşitli yöntemler veya hızlandırılmış yaşlandırma işlemi yapan cihazlar bulunmaktadır. Son yıllarda, örnek levha yüzeylerindeki boya, vernik, kaplama vb. malzemelerinin kalitesini test edebilmek amacıyla kimyasal sıvılarla ovalama işlemi gerçekleştirmek (hızlandırılmış yaşlandırma) için geleneksel ovalama cihazları kullanıldığı görülmektedir. Ancak, bu ovalama test cihazları, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerinde oluşan değişiklikleri test edememekte ve herhangi bir referans nokta gösterip rapor/çıktı üretememektedir. Bu sebepten dolayı araştırmacılar, ovalama işleminden sonra malzeme yüzeylerindeki değişimleri ölçmek için; renk, parlaklık, pürüzlülük, aşınma, yapışma, çizilme vb. endüstriyel test cihazlarını kullanmak zorunda kalmaktadır.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, ahşap esaslı kompozit levhalardan üretilmiş mobilya ve dekorasyon elemanlarının yüzeylerinde HGK ve UV baskı işleminin kullanılabilirliğinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, parlak beyaz renkte 8 mm kalınlıkta; high gloss akrilik kaplı MDF, PVC kaplı MDF ve MDF lam hazır levhalar ile selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı lake boya uygulanmış levhalar tercih edilmiş, levha yüzeylerine hidrografik kaplama (HGK) ve ultraviyole (UV) baskı işlemi yapılmıştır. Hazırlanan örnek levhaların ev içi kimyasallarına karşı maruz kaldığı etkiyi taklit etmek ve yapmış olduğu tahribatı kısa sürede görebilmek amacı ile Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 2210551 numaralı proje desteği ile "Görüntü İşleme Tabanlı Ovalama Test Cihazı (GİTOTC)" tasarlanmış ve üretilmiştir. GİTOTC'nin ovalama işlemi esnasında TS EN ISO 11998 standartlarında belirtilen esaslarına göre çalışma doğruluğu, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından incelenmiş ve kalibrasyon sertifikası alınmıştır. Hazırlanan örnekler çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak ASTM D1308-20 (2020) ve TS EN ISO 11998 (2006)' ya göre GİTOTC ile ovalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerinde meydana gelen değişimleri tespit etmek için aşınma (ASTM E112-13), renk (ASTM D2244-21), parlaklık (TS EN ISO 2813), yapışma (ASTM D3359-23), çizilme (TS EN 15186), sertlik (ASTM D4366-95) ve pürüzlülük (TS 2495 EN ISO 3274) testleri yapılmıştır. Ayrıca, ovalama işlemi öncesi ve sonrasında GİTOTC' e entegre edilen "stüdyo kabini" ile her bir örneğin dijital görüntüleri kayıt altına alınmıştır. Matlab Graphical User Interface (GUI) görüntü işleme programı kullanılarak "Yüzey Kusur Analizi Yöntemi (YKAY)" isimli bir yazılım geliştirilmiş, bu yazılım ile örnek görüntülerinin aşınma, renk ve parlaklık değişimleri analiz edilmiş, sonuçlar endüstriyel test cihazlarından alınan diğer sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen veriler SPSS -24 ve CoStat programında analiz edilmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. AHŞAP ESASLI KOMPOZİT LEVHALAR

Kompozit malzeme, en az iki farklı malzemenin bir araya gelmesiyle oluşan ve tek bir malzemede elde edilemeyen özellikleri sergileyen malzemedir. Kompozit malzemeler, genellikle bir matris ve bir takviye elemanından oluşur [30]. Ahşap kompozit levha, doğal ahşap lifleri veya tozları ile bir polimer reçine (yapıştırıcı/tutkal) matrisin birleştirilmesiyle oluşturulur.

Ahşap kompozit levhalar, genellikle aşağıdaki malzemeler ile üretilir:

Ahşap: Ahşap kompozit levhalarda kullanılan ahşap, genellikle kereste fabrikalarının atıkları olan talaş, yonga ve liflerden yapılır.

Polimer Reçine: Ahşap kompozit levhaları bir arada tutan polimer reçine, genellikle epoksi veya polyester reçinedir.

Ahşap kompozit levhalar, mekanik etkiye daha dayanıklı, çürümeye karşı dirençli ve suya (neme) dayanıklı olması amacıyla kullanılır [31], [32]. MDF, MDF lam, PVC kaplamalı MDF ve high gloss akrilik kaplamalı MDF türü levhalar ahşap kompozit levhalara örnek verilebilir [33].

2.1.1. MDF Levha

MDF, orta yoğunluklu lif levhanın kısaltmasıdır ve İngilizce "Medium Density Fiberboard" teriminin Türkçe karşılığıdır [34], [35]. MDF levhalar, termomekanik odun olarak veya diğer lignoselüozik hammaddelerden elde edilen lifler ve bağlayıcı reçinelerin yüksek basınç altında sıkıştırılmasıyla üretilen bir tür kompozit levhadır. MDF levhalar, liflerin daha ince boyutlarda parçalanması ve daha sonra bağlayıcılarla birleştirilmesiyle üretilir. Bu işlem, levhanın homojen bir yapıya sahip olmasını sağlar. %90'ı odun liflerinden oluşur ve 400-900 kg/m³ arasında özgül ağırlığa sahiptir. MDF, yüksek sıcaklık ve basınç altında üretildiği için düz ve istikrarlı bir yüzeye sahiptir. Ayrıca, genellikle nem ve böcekler gibi zararlılara karşı daha dayanıklıdır [36]–[39].

MDF levhalar, çeşitli kalınlıklarda ve boyutlarda bulunabilen düz levhalar olarak üretilir (Şekil 2.1). İşlemesi kolaydır, bu nedenle mobilya üreticileri ve marangozlar tarafından tercih edilir. MDF levhalar, dış mekan uygulamaları veya süreklilik arz eden nemli ortamlarda kullanım için uygun değildir. Ayrıca, MDF levhaların içinde formaldehit gibi kimyasallar bulunabilir. Bu nedenle kullanım alanına bağlı olarak uygun önlemler almak gerekir [40], [41].



Şekil 2.1. MDF levha [42].

MDF levhalar genellikle mobilya, iç dekorasyon, kapı, zemin kaplaması, mutfak dolapları ve raflar gibi birçok uygulamada kullanılır [43]. Bunun nedeni, MDF'nin düzgün bir yüzeye sahip olması, iyi bir dayanıklılığa sahip olması, yüzeylerin boyanması veya kaplanması için uygun olması ve ahşap malzemelere göre daha ekonomik bir seçenek olmasıdır [44]-[46].

2.1.2. MDF Lam Levha

MDF lam levha, MDF levhaların melamin reçinesi emdirilerek emprenye edilen dekor kağıtlarının (melamin plaka) yüksek sıcaklık ve basınç ile birlikte kaplanmış hali olarak tanımlanır. MDF levhanın üst yüzeyine bir koruyucu tabaka eklemek ve estetik bir görünüm elde etmek için kullanılır. Dekor kağıtları farklı renklerde, desenlerde ve doku seçeneklerinde üretilebilir. Böylece MDF lam levhalara çeşitli dekoratif seçenekler sunar (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. MDF Lam levha [47].

Reçine emdirilmiş melamin dekor kâğıdının preslenmesi sırasında levha rutubeti %7-9 arasında olmalıdır. Lif levha yüzeyine laminat kaplama kâğıdının yapıştırılmasında üre, melamin ve üre formaldehit-melamin tutkalları gibi sıcaklık ve basınç altında sertleşen kimyasallar kullanılır. Melamin kaplama malzemesinin ham MDF yüzeyine pres süresi 10-30 sn, pres basıncı 32-40 kg/cm²'dir. Bu basınç değerlerinde yaklaşık olarak 230-280 bar basınçta presleme, pres sıcaklığı 140 – 200 °C arasındadır. Bu tutkallar kısa sürede sertleşmektedir. Yapışma dirençleri yüksek rutubet ve ısıya karşı dayanıklıdır. Genellikle, MDF lam levhalar için kullanılan laminat kaplama kalınlığı 0,1 ila 0,2 mm arasında olabilir. Üretimi tamamlanmış MDF Lam levha, stabil boyutsal kararlılıkta, kolay işlenebilen, çizilmeye karşı dirençli, vida tutma kabiliyeti yüksek kompozit malzemedir [48]–[52].

2.1.3. High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF Levha

High gloss akrilik kaplamalı MDF levha, yüksek parlaklıkta bir yüzeye sahip olan malzeme kombinasyonudur. Akrilik, plastik bir polimerdir ve yüksek parlaklık ve şeffaflık özelliğini bu malzemelerden alır [53].

High gloss (yüksek parlaklık) levha mobilya ve dekorasyon sektörünün, parlak panel ihtiyacına yönelik, MDF levha yüzeyine PVC, PVC/PET veya PET folyonun lamine edilmesiyle üretilen bir malzemedir. Cama yakın yüzey kalitesi ve yüksek parlaklığı ile üst düzey bir görüntü sunar. Bununla birlikte, yüksek yüzey mukavemet değerlerine sahip olup; kullanım alanları için tercih edilen bir ürün niteliği taşır. Çok geniş düz, desenli, hologram transferli folyo uygulama imkânı ile birlikte metalik folyo çalışma imkânı da bulunur. High gloss paneller (Evogloss paneller), ön yüzü high gloss ile arka yüzü ise beyaz melamin dekor kâğıdı ile kaplıdır (Şekil 2.3) [54].



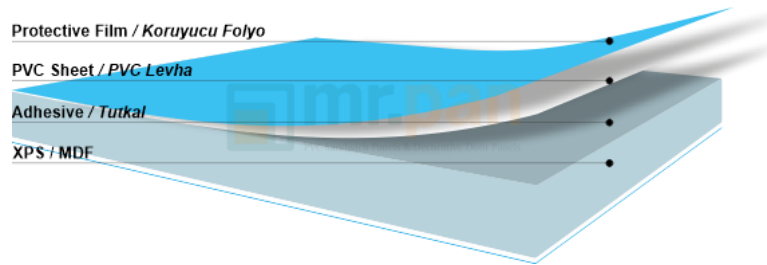
Şekil 2.3. High gloss akrilik MDF levha [55].

High gloss akrilik lüks ve high gloss akrilik ultra lüks ürünlerde ise, yüzeye uygulanan malzeme 600-800 mikron arası olduğundan, kapaklarda dönme problemleri yaşanmaması için akrilik levhaların arka yüzeyleri 550 mikron kalınlığında PVC ile kaplanır. Bu sayede levha tansiyonu dengelenir ve çeşitli kimyasal maddelere karşı dirençli hale gelir [56].

Mutfak dolapları, banyo dolapları, yatak odası dolapları, sürgülü kapaklar, TV üniteleri, banko mobilyaları, ofis mobilyaları, mağaza dekorasyonları vb. alanlarda ahşap sektöründe faaliyette bulunan bütün imalatçılar kapak üretiminde bu ürünü tercih eder [57]-[59].

2.1.4. Polivinil Klorür (PVC) Kaplamalı MDF Levha

PVC kaplamalı MDF, MDF (Medium Density Fiberboard) adı verilen levha yüzeyinin polivinil klorür (PVC) malzeme ile kaplanması ile elde edilen üründür (Şekil 2.4). PVC kaplamalı MDF kapak modellerine Türkiye’de membran kapak adı verilir. MDF levha yüzeylerine uygulanan PVC malzeme kalınlığı 0,4 mm ile 0,65 mm arasındadır.



Şekil 2.4. PVC kaplamalı MDF levha [60].

MDF plakalar CNC makineler de işlenir daha sonra yüzeyine PVC yapının yapışabilmesi için 70-75 °C aktif olan bir su bazlı tutkal atılır ve kurumaya bırakılır. Tutkal kurduktan sonra PVC film, özel bir ısı ve 6 bar basınç altında presleme işlemiyle MDF panellere yapıştırılır ve kalıcı bir bağ oluşturur [10], [61] – [63].

2.2. DEKORATİF KAPLAMALAR

Dekoratif kaplama, bir yüzeyin estetik görünümünü veya işlevselliğini artırmak için üzerine uygulanan kaplama tekniğidir. Ahşap yüzeylere uygulanan dekoratif kaplamalar, ahşabın doğal görünümünü koruyarak değiştirir, desen ve doku seçenekleri sayesinde, ahşap yüzeylere farklı bir tarz veya dekoratif dokunuş kazandırır [64]. Dekoratif kaplama malzemeleri, ahşap yüzeyleri dış etkenlere karşı korur. Özellikle lak, cila veya vernik gibi şeffaf kaplamalar, ahşabın nem, su, leke ve çizilmelere karşı dayanıklılığını artırır. Kaplanmış ahşap yüzeyinin fiziksel aşınmaya karşı dayanıklılığını artırır [65]. Bu sayede özellikle mobilyaların uzun ömürlü olmasını sağlar [66].

Son yıllarda insanların kişisel düşünce, değişen tarz ve stil bakış açılarına göre özel efekt kaplamalar kullanılmaktadır. Örneğin ahşap levha yüzeyine mermer, taş, metal veya dijital resim görünümü kazandırmak için kullanılan hidrografik kaplama (HGK) ve ultraviyole (UV) baskı işlemi sektörde yeni yeni kendisine yer açmaktadır [67], [68].

2.2.1. Hidrografik Kaplama (HGK)

Hidrografik kaplama, su transfer baskı, sulu baskı, daldırma baskı, karbon kaplama, Hydrographics, Water Transfer Printing veya hydro dipping olarak da bilinen bir kaplama tekniğidir. Bu yöntem, birçok farklı malzeme üzerine dijital yazılımda hazırlanan desenlerin kaplanmasını sağlar.

Hidrografik kaplama, otomotiv endüstrisinde, elektronik eşyalarda, spor ekipmanlarının yapımında kullanılan plastik, metal, ahşap, cam ve benzeri birçok malzemeden üretilmiş nesnelere uygulanır ve çeşitli desenlerin ve efektlerin uygulanmasına olanak tanır. Ahşap, tahıl, karbon fiber, metal görünümü, mermi deseni, hayvan derisi, kamufle desenler ve daha birçok seçenek kullanılabilir. Örneğin plastik esaslı veya cam bir malzeme üzerine ahşap görünüm kazandırılabilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. HGK yapılmış örnek uygulamalar [69].

Hidrografik kaplamanın avantajları arasında dayanıklılık, çeşitlilik, kolay uygulanabilirlik ve geniş bir uygulama yelpazesi bulunur. Ancak kaplamanın dayanıklılığı kullanılan malzeme ve uygulama kalitesine bağlıdır. Profesyonel bir şekilde uygulandığında, estetik açıdan çekici sonuçlar elde edilebilir.

Hidrografik kaplama süreci, özel bir tank veya havuz benzeri, sıcaklığı 27-35 °C su dolu haznenin üzerine 30-50 µm kalınlığındaki HGK filminin yerleştirilmesiyle başlar. Kullanılan desenli kaplama filmi genellikle polivinil asetat (PVAc) veya polivinil klorür (PVC) gibi su ile çözünen bir malzemedir [21], [23], [70].

Hidrografik kaplamada yapışmayı sağlayan etken madde ise aktivasyon solüsyonudur. Aktivasyon solüsyonu, su yüzeyindeki kaplama filmi içerisindeki pigment yapı ile PVAc yapıyı birbirinden çözündürür. Nesne ile kaplama filminin yapışmasını kolaylaştıran bir kimyasal içerir. Bu solüsyon genellikle aseton veya metil alkol gibi bazı çözücülerden oluşur. Aseton, birçok yüzeyde etkili bir şekilde kullanılabilir, ancak bazı plastik malzemelerde zararlı olabilir, bu nedenle uygulama öncesinde malzeme uyumluluğunu kontrol etmek önemlidir [71], [72].

HGK yapılması planlanan, ABS, PC, PU, PP, PVC türü plastik malzemeler kaplanırken yüzeyin desen kaplama işlemi yapılmadan önce herhangi bir işleminden geçirilmesi gerekmez. Metal ve ahşap üzerine yapılacak desen kaplama uygulamalarında ise zeminin kaplamaya uygun hale getirilmesi için astar kat veya boyama işleminden geçirilmesi gerekir [73], [74].

Su ve aktivasyon solüsyon sayesinde çözünen film tabakası üzerine ön hazırlığı tamamlanan nesne daldırılır. Su üzerindeki film, nesnenin yüzeyine yapışarak deseni aktarır. Daldırma işlemi tamamlandığında, nesne yüzeyindeki fazla film ve eriyik biçimde kalan PVAc tabakası su ile temizlenir ve kurutma işleminden sonra HGK tamamlanır [75]–[79].

2.2.2. Ultraviyole (UV) Baskı

Ultraviyole (UV) baskı işlemi, ultraviyole (UV) ışınları kullanılarak bir baskı ürününün yüzeyine uygulanan kaplama tekniğidir. UV baskı, çeşitli baskı ürünlerinde kullanılabilir. Örneğin broşürler, kataloglar, afişler, kartvizitler, ambalajlar, etiketler, ahşap, plastik, cam ve benzeri ürünlerin kaplanmasında sıklıkla tercih edilir. Bu, farklı sektörlerdeki çeşitli baskı ihtiyaçlarını karşılamak için geniş bir uygulama yelpazesi sunar [80], [81].

UV baskı ile yeni geliştirilen mürekkepler ve vernikler çok daha çevre dostudur ve bu tekniğin uygulanmasının zaman içinde artacağı öngörülmektedir [82].

Bu baskı türü, baskı ürününü korumak, aşınmaya, çizilmeye, kimyasallara karşı dayanıklılığını artırmak ve görsel etkisini iyileştirmek amacı ile kullanılır. Baskı yapılan ürünlerin dayanıklılığını artırırken aynı zamanda estetik açıdan da görsel çekicilik sağlar ve müşterilerin dikkatini çekmeye yardımcı olur [83].

Baskı yapılan malzeme yüzeyine koruyucu bir film tabakası oluşur. Bu baskı filmi; baskının solması, çizilmesi veya yıpranması gibi olumsuz etkilerden korunmasını sağlar. Suya veya neme karşı etkilenmesini, ayrıca kimyasal maddelerden oluşması muhtemel diğer zararları önler. Bu sayede, baskı ürünleri daha uzun süre dayanıklı kalır ve daha iyi bir görünüm sunar. Bu nedenlerle, UV baskı kaplama baskı endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen bir tekniktir [84], [85].

Günümüzde UV baskı teknolojisinde; UV ışın (radyasyon) ile kürlenmiş mürekkepler, UV katyonik mürekkepler ve laklar geliştirilmiştir. UV baskıda ışımaya en yaygın kullanılan kürlenme biçimi olmakla beraber ışımaya radikal bir mekanizma ile polimerize olan akrilatlar ve epoksitlerin katyonik bir mekanizma ile polimerize olmasıdır [86] – [88]. UV baskı makinesi (Resim 2.6) üstündeki kafalar, boyayı basarak yüzeye iletir. Kafaların üstündeki memelerden (nozzle) çıkan mikro boya tanecikleri ise malzeme yüzeyine ulaştıkları anda UV (kurutma, kürlenme) ışınlar ile 1 saniyeden kısa bir zamanda kurur [89], [90].



Şekil 2.6. UV baskı makinesi ve baskı işlemine bir örnek [91].

UV baskı işleminde özel bir UV ışık kaynağı (lamba) kullanılarak gerçekleştirilir. Bu ışık kaynağı, kaplama malzemesinin üzerine uygulandığında anında sertleşmesini sağlayan özel bir kimyasal reaksiyonu tetikler [92]. Solventli uygulamalarda olduğu gibi boyanın kuruması için ürünün bekletilmesi ya da başka yöntemler kullanılmasını gerektirmez. Bu sayede, kaplama malzemesi baskı yüzeyine hızla yapışır ve kurur, böylece ek bir kurutma süresine ihtiyaç duyulmaz [67].

UV baskı, diğer kaplama yöntemlerine göre birçok avantaja sahiptir. Hızlı kuruma özelliğine sahiptir. UV ışıklarının kullanılmasıyla kaplama malzemesi anında sertleşir ve kurur. Bu, ek kurutma sürelerine ihtiyaç duyulmadığı anlamına gelir, böylece üretim süreleri kısaltılır ve hızlı teslimat sağlanır. Renkler daha canlı görünür, grafikler daha net ve parlak olur [93]. Bu, baskı ürünlerinin daha dikkat çekici ve etkileyici olmasını sağlar. Solvent bazlı kaplama yöntemlerine göre daha çevre dostudur. Solvent içermez ve Uçucu Organik Bileşik (VOC) emisyonu düşüktür. Bu, işletmelerin çevresel etkileri azaltmasına ve daha sürdürülebilir bir baskı süreci sağlamasına yardımcı olur [94].

2.3. LAKE BOYAMA

Ahşap veya ahşap esaslı malzemelerin yüzeyinde herhangi bir yıllık halka deseni kalmayacak biçimde renkli ve örtücü boyalarla boyanmasına lake boyama denir. Özellikle lif levhaların (MDF) sağladığı ekonomik ve teknik yararlar, örtücü boyalar yardımı ile daha da artırılır. Lake boya uygulaması, ahşap yüzeylerin korunması ve estetik açıdan güzelleştirilmesi için kullanılan bir işlemdir. Ayrıca, ahşap malzemelerin dış etkilere karşı dayanıklılığını artırırken aynı zamanda dekoratif bir görünüm sağlar (Şekil 2.7) [95] – [97].



Şekil 2.7. Lake boyama [98].

Lake boya uygulaması genellikle aşağıdaki adımları içerir:

Hazırlık: Ahşap yüzeyin temizlenmesi ve pürüzsüz hale getirilmesi önemlidir. Eski boyalar, lekeler veya vernikler spatula benzeri bir kazıma aracı ile çıkarılmalı ve yüzey temizlenmelidir. Ahşap üzerindeki çatlaklar veya çürümüş bölgeler macun benzeri maddeler ile doldurulmalı / tamir edilmeli ve pürüzler düzeltilmelidir.

Zımparalama: Ahşap yüzeyin düzgün boyanabilmesi için zımpara kullanılır. Zımpara işlemi, yüzeyin pürüzsüz hale getirilmesini ve boya emilimini artırmayı sağlar.

Astarlama: Ahşap yüzeyin astar ile kaplanması önerilir. Astarlama, boya tutunmasını artırır, lekelerin engellenmesine yardımcı olur ve son kat boya uygulamasının daha düzgün olmasını sağlar [99].

Astar kat boya uygulamaları yüzeyin durumuna göre 2-3 kat olarak yapılabilir. Her kat arasında ortam sıcaklığına göre 15-30 dakika beklenmelidir. Astar atma işlemi bitirilen parçalar dinlenmeye bırakılır ve genel olarak 24 saat sonra zımparaya alınabilir. Daha sonra diğer kat uygulamaları veya son kat boya uygulamasına geçilir. Bu amaçla dolgu ve astar atılmış parça önce 220 numara, sonra 280 numara en sonunda da 360 numara (daha incede olabilir) ile zımparalanır [100].

Boyama: Astarın kurumundan sonra, istenilen renkteki boya ahşap yüzeye uygulanır. Fırça, rulo veya püskürtme yöntemiyle boya uygulanabilir. Birden fazla kat boya uygulanması gerekebilir, her katın kurumması beklenmelidir. Lake boyama işlemi yapılmadan önce, astar ve boya ne kadar kaliteli olursa olsun, boyanacak yüzeyler gerektiği ve önerildiği gibi hazırlanmamış, boya veya vernik doğru uygulanmamış ise istenilen sonuç elde edilemediği gibi istenmeyen maliyet artışları da ortaya çıkabilir [12].

Lake boya işlemleri için kullanılacak boya tabancası, astar için uygulama hava basıncı 3-5 bar, son kat için 2-3 bar olmalıdır. Aksi halde daha yüksek uygulamalar yüzey hatalarına ve sarfiyatın daha fazla olmasına sebep olur. Astar ve dolgu uygulamasında 1.8-2.2 mm çapında, son kat uygulamalarında 1.3-1.8 mm çapında tabanca memesi kullanılır. Boya tabancası ile astar ya da son kat boya uygulaması yapılırken, boya tabancası 25-30 cm yükseklikte yüzeye 90 derece dik olarak tutularak uygulama yapılır [101].

Boya Üzerine Vernikleme (isteğe bağlı): Vernik, ahşap yüzeyi korur ve parlak, mat veya yarı mat bir görünüm sağlar. Vernik, boya tabakasını ekstra koruma katmanıyla kaplar ve dayanıklılığını artırır [102].

Boyalar imal edilirken kullanılan ana bağlayıcı reçine, kimyasal dolgu ve katkı maddelerine göre yağlı boyalar, sentetik boyalar, selülozik boyalar, poliüretan boyalar, akrilik boyalar, su bazlı boyalar, epoksi boyalar vb. şeklinde isimlendirilir [103], [104].

2.3.1. Selülozik Boya

Selülozik boya, selüloz adı verilen bitkisel bir polimerin çözündürülerek boya pigmentleri ve diğer katkı maddeleriyle karıştırılarak elde edilen bir boya türüdür. Selülozik boya, geleneksel bir boya türüdür ve uzun yıllardır kullanılmaktadır.

Selülozik boyalar genellikle ahşap, deri, metal ve plastik gibi yüzeylerin kaplanması için kullanılır. Bu boya türü, dayanıklı bir kaplama sağlar ve yüzeyin doğal güzelliğini ortaya çıkarır. Selülozik boyalar genellikle hızlı kurur ve parlak bir bitiş sağlar.

Ancak selülozik boya bazı dezavantajlara sahiptir. Bu boya türü, çözücülere dayanıklı değildir ve zamanla sararabilir. Ayrıca, çevreye ve sağlığa zararlı olabilen uçucu organik bileşikler (VOC'ler) içerebilir. Bu nedenle, bazı ülkelerde çevre dostu alternatifler tercih edilmektedir [105].

Selülozik boya, çeşitli kimyasal bileşenlerin karışımından oluşur. Temel bileşenleri şunlardır;

Selüloz: Selülozik boyanın ana bileşenidir ve bitkisel kaynaklı bir polimerdir. Selüloz, ahşap ve bitki hücre duvarlarında bulunan doğal bir polisakkarittir. Boyada çözünerek filmin oluşmasına ve yapışmasına yardımcı olur [106].

Çözücüler: Genellikle organik çözücüler kullanılır. Bu çözücüler, selülozun çözünmesini sağlar ve boya uygulandıktan sonra buharlaşarak filmi kurutur. Örnek olarak asetik asit, aseton ve etil asetat gibi çözücüler gösterilebilir. Günümüzde ise kendi kimyasına özel üretilen selülozik tiner ile çözündürülür [107] – [109].

Pigmentler: Pigmentler, selülozik boyaya renk veren maddelerdir. Boyayı renklendirir ve istenilen tonu sağlar. Pigmentler genellikle mineral veya organik kaynaklı olabilir. Örneğin titanyum dioksit beyaz renk sağlar, demir oksitler kahverengi veya kırmızı renkler verebilir [110], [111].

Bağlayıcılar: Selülozik boyaların bağlayıcıları, boya filminin yapısını ve dayanıklılığını sağlayan bileşenlerdir. Genellikle reçine formunda bulunurlar ve boya filmine sertlik ve esneklik kazandırır. Bağlayıcılar, selüloz ile etkileşime girerek boya filminin yapısını stabilize eder. Bu bileşenler genellikle nitroselüloz, selüloz asetat veya selüloz propiyonat gibi polimerler olabilir [107], [111].

Kurutucular: Selülozik boya, hızlı kuruma özelliğine sahiptir ve bu, kurutucu maddelerin kullanılmasından kaynaklanır. Kurutucular, boya filminin havayla temas ettiğinde hızlı bir şekilde kurumasını sağlar [112], [113]

2.3.2. Poliüretan Boya

Poliüretan boya, poliüretan reçine kullanılarak üretilen bir tür boyadır. Poliüretan, polimerlerin bir sınıfıdır ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan dayanıklı bir malzemedir. Poliüretan boya, poliüretan reçine, çözücü ve pigmentlerle karıştırılmasıyla elde edilir [114].

Poliüretan boyalar, yüzeylerde dayanıklı ve uzun ömürlü bir kaplama sağlar. Bu tür boyalar, aşınma, çizilme, kimyasallara karşı dayanıklılık ve UV ışınlarına karşı koruma gibi özellikleriyle bilinir. Ayrıca parlak ve pürüzsüz bir yüzey oluşturabilirler [115].

Poliüretan boya, poliüretan reçine ve diğer çeşitli kimyasal bileşenlerin kombinasyonunu içerir. Bileşenler, belirli bir marka veya üreticiye bağlı olarak değişebilir, ancak genellikle aşağıdaki bileşenleri içerir:

Poliüretan reçine: Poliüretan boyanın temel bileşeni poliüretan reçinedir. Poliüretan reçine, izosiyanatlarla poliol gruplarının reaksiyonu sonucu elde edilen bir polimerdir. Bu reçine, boyanın yapışma özelliğini ve dayanıklılığını sağlar [116].

Çözücüler: Poliüretan boyalar genellikle organik çözücülerle karıştırılır. Çözücüler, boya viskozitesini düşürmeye ve uygulanabilir hale getirmeye yardımcı olur. Aynı zamanda boya filmi oluşumundan sonra bu çözücüler uçar ve boya filminin kurumasını sağlar.

Poliüretan boya çözmede kullanılan yaygın organik solventlerden bazıları şunlardır:

Aseton: Aseton, poliüretan boyayı çözmek için sıkça kullanılan bir solventtir. Boyanın üzerine uygulandığında poliüretan reçineyi etkili bir şekilde çözebilir.

Metil etil keton (MEK): MEK, poliüretan boyayı çözebilen bir diğer yaygın kullanılan solventtir. Boya yüzeyine uygulandığında poliüretan reçineyi çözebilir.

Toluen: Toluen, poliüretan boya çözme işleminde etkili olabilen bir diğer organik solventtir. Ancak toluen, yanıcı ve toksik bir maddedir, bu yüzden kullanırken dikkatli olunmalıdır.

İzopropil alkol: İzopropil alkol, poliüretan boya temizliği için kullanılan bir solventtir. Poliüretan reçineyi çözebilir ve temizlik işlemlerinde etkili olabilir.

Poliüretan tiner: Boya türü ürün geliştiren firmaların poliüretan boya için geliştirdikleri bir tür çözücüdür [117], [118].

Pigmentler: Pigmentler, boyaya renk veren ve opaklık sağlayan maddelerdir. Poliüretan boyalar, istenilen renk tonunu elde etmek için çeşitli pigmentler içerir. Pigmentler ayrıca UV ışınlarına karşı koruma sağlamaya da yardımcı olabilir [119].

Dolgu maddeleri: Bazı poliüretan boya formüllerinde dolgu maddeleri kullanılır. Dolgu maddeleri, boya yüzeyinde düzgün bir görünüm elde etmeye yardımcı olur ve çatlakları, gözenekleri veya diğer kusurları doldurarak yüzeyi pürüzsüzleştirir [120].

Katkı maddeleri: Poliüretan boyalar genellikle çeşitli katkı maddeleri içerir. Bu katkı maddeleri, boya performansını artırmaya yönelik özelliklere sahip olabilir. Örneğin, aşınma direncini artırmak, parlaklığı artırmak veya kuruma süresini kontrol etmek gibi amaçlarla antioksidanlar, matlaştırıcılar, yumuşatıcılar ve katalizörler gibi çeşitli katkı maddeleri kullanılabilir [121].

Poliüretan astar veya son kat boya ambalajı açıldıktan sonra iyice karıştırılarak homojenize edilmeli ve belirtilen oranda poliüretan sertleştirici ile karıştırılmalıdır. Karışımı uygulama viskozitesine getirmek için önerilen oranda “poliüretan tiner” ilave edilmelidir [122].

Yukarıda belirtilen bileşenler, genel olarak poliüretan boya formüllerinin temel yapı taşlarını oluşturur, ancak farklı markalar veya üreticiler arasında bileşenler ve oranlar değişebilir.

Mobilya, kapılar, dolaplar, ahşap zeminler, metal yüzeyler ve otomotiv endüstrisi gibi birçok farklı alanda kullanılan poliüretan boyalar, dekoratif ve koruyucu amaçlarla tercih edilir. Bu boyaların renk çeşitliliği geniştir [123].

2.3.3. Akrilik Boya

Akrilik reçine, akrilik monomer adı verilen kimyasal bileşiklerin polimerleşmesiyle elde edilen bir polimer malzemedir. Akrilik reçineler, akrilik monomer adı verilen kimyasal bileşiklerin polimerizasyonu yoluyla elde edilir. Bu monomerler, genellikle metil metakrilat (MMA) veya etil metakrilat (EMA) gibi akrilik esterlerdir. Bu akrilik esterler, akrilik asit, metanol veya etanol gibi alkollerin reaksiyonuyla elde edilir [124].

Akrilik reçineler, akrilik ester monomerlerinin polimerizasyonu ile elde edilen ve çeşitli endüstriyel ve ticari uygulamalarda kullanılan bir polimer malzeme haline gelir. Çözücü olarak ester ve ketonların yanı sıra tuluol, kısılol gibi aromatik hidrokarbonlar kullanılır [104].

Akrilik reçinelerin polimerizasyonu, akrilik monomerlerin birleşerek polimer zincirlerini oluşturduğu bir kimyasal reaksiyondur. Polimerizasyon işlemi genellikle termal (ısıyla) veya fotoinisiasyon (ışıkla tetiklenen) yöntemleriyle gerçekleştirilebilir [125].

Polimerleşme sürecinde, akrilik monomerler, bir polimer zinciri oluşturmak için çapraz bağlarla bir araya gelir. Bu çapraz bağlar, reaksiyon sırasında polimer zincirlerinin birbirine bağlanmasını sağlar ve akrilik reçinenin 3 boyutlu bir ağ yapısını oluşturur [126].

Ayrıca, akrilik reçinelerin üretiminde başka bileşenler de kullanılabilir. Bu bileşenler, reçinenin özelliklerini ve performansını değiştirmek veya iyileştirmek için kullanılır. Örneğin, UV stabilizatörler, renk vericiler, dolgu maddeleri, yapıştırıcılar veya esneklik sağlayıcılar gibi çeşitli katkı maddeleri akrilik reçinelerin bileşimine dahil edilebilir [127], [128].

Akrilik reçineler, dayanıklılıkları, şeffaflıkları ve çeşitli uygulamalarda kullanılan mekanik özellikleri nedeniyle popülerdir. Akrilik reçinelerin özellikleri ve avantajları şunlardır:

Şeffaflık: Akrilik reçineler, cama benzer bir şeffaflık sunar. Optik olarak net bir görüntü sağlarlar ve ışığı iyi bir şekilde geçirir [24].

Dayanıklılık: Akrilik reçineler, darbelere ve çizilmelere karşı dayanıklıdır. Bu nedenle, dayanıklı yüzeyler gerektiren uygulamalarda tercih edilirler [129].

Renk stabilitesi: Akrilik reçineler, uzun süreli güneş ışığına maruz kaldıklarında bile renklerini korurlar. Solmaya karşı dirençlidirler [130].

İşlenebilirlik: Akrilik reçineler, kolayca şekillendirilebilir, kesilebilir, matkaplanabilir ve cilalanabilir. Bu, farklı tasarımların ve şekillerin elde edilebilmesini sağlar [131].

Kimyasal direnç: Akrilik reçineler, çeşitli kimyasallara karşı dayanıklıdır. Su, asitler, bazlar ve çözücüler gibi birçok maddeye karşı dayanıklılık gösterirler [132], [133].

Akrilik reçinelerin kullanım alanları geniş olsa da, aynı zamanda bazı dezavantajları da vardır. Örneğin, yüksek sıcaklıklara karşı dayanıksız olabilirler ve çizilme eğilimleri vardır. Ayrıca, yüksek kalitede akrilik reçineler genellikle maliyetli olabilir [134], [135].

Akrilik astar veya son kat boya, ambalajı açıldıktan sonra iyice karıştırılarak homojenize edilmeli ve belirtilen oranda akrilik sertleştirici ile karıştırılmalıdır. Karışımı uygulama viskozitesine getirmek için önerilen oranda “akrilik tiner” ilave edilmelidir [136] – [138].

Akrilik reçineler, birçok endüstriyel ve ticari uygulamada yaygın olarak kullanılır. Bunlar arasında otomotiv sektöründe kullanılan far lensleri, cep telefonu ekranları, reklam panoları, kapı ve pencere panelleri, mobilyalar, takılar ve diğer birçok ürün yer alır.

2.3.4. Su Bazlı Boya

Akrilik esaslı su bazlı boya, akrilik reçine ve su bazlı çözücülerin kullanıldığı bir boya türüdür. Akrilik reçine, sentetik bir polimerdir ve suyla karıştırılarak bir çözelti haline getirilir. Bu çözelti, boyayı uygulamak için kullanılan bir taşıyıcıdır [139].

Akrilik esaslı su bazlı boyalar, aşağıdaki temel kimyasal bileşenleri içerir:

Akrilik Reçine: Akrilik esaslı boyaların ana bileşeni olan akrilik reçine, bir polimerdir. Akrilik reçineler, akrilik asit ve metil metakrilat gibi monomerlerin polimerizasyonu ile elde edilir. Bu reçineler, boyada bağlayıcı olarak işlev görür ve kuruduktan sonra dayanıklı bir film oluşturur [140].

Su: Su bazlı boyaların çözücüsüdür. Boyanın viskozitesini ayarlar ve boyanın uygulama kolaylığını sağlar. Aynı zamanda boyayı inceltir ve su ile seyreltilerek istenilen kıvama getirilebilir.

Pigmentler: Pigmentler, boyaya renk veren ve opaklık sağlayan maddelerdir. Akrilik esaslı su bazlı boyalar, genellikle organik ve inorganik pigmentler içerir. Farklı pigmentler farklı renkleri ve özellikleri sağlar [141], [142].

Dolgu Maddeleri: Bazı boyalarda dolgu maddeleri kullanılır. Bu maddeler, boyayı kalınlaştırır ve yüzey düzgünlüğünü artırır. Talk, kireçtaşı ve silika gibi dolgu maddeleri kullanılabilir.

İncelticiler: İncelticiler, boyayı daha düşük viskoziteye getirir ve uygulama kolaylığı sağlar. Su bazlı boyalarda su genellikle inceltici olarak kullanılır, ancak bazen gliserin veya diğer özel kimyasallar da kullanılabilir [139].

Koruyucu Maddeler ve Yardımcı Maddeler: Boyalar genellikle küf ve mantar gibi çevresel faktörlere karşı koruma sağlamak için koruyucu maddeler içerir. Ayrıca, boyanın yapışma özelliğini artırmak, kuruma süresini kontrol etmek ve diğer performans özelliklerini iyileştirmek için çeşitli yardımcı maddeler de kullanılabilir [143].

Akrilik esaslı su bazlı boyalar, genellikle iç ve dış mekanlarda kullanılan bir boya türüdür. Bu tür boyalar, duvarlar, tavanlar, ahşap yüzeyler, metal ve plastik gibi birçok farklı malzeme üzerine uygulanabilir. Ayrıca, mobilya, heykeller, seramik ve diğer sanat projelerinde de yaygın olarak kullanılır.

Su bazlı boyaların bazı avantajları şunlardır:

Düşük kokulu: Akrilik esaslı su bazlı boyalar, solvent bazlı boyalara kıyasla daha az kokuya sahiptir ve bu da kullanım sırasında daha rahat bir deneyim sağlar [139], [144].

Çabuk kuruma süresi: Su bazlı çözücülerin hızlı buharlaşması sayesinde, akrilik esaslı su bazlı boyalar genellikle daha hızlı kurur. Bu, daha kısa bir sürede projelerin tamamlanmasına olanak tanır [145], [146].

Kolay temizlik: Akrilik esaslı su bazlı boyalar, fırçaları, ruloları ve diğer boya araçlarını suyla kolayca temizlemeyi sağlar. Solvent bazlı boyalarda olduğu gibi zararlı solventlere ihtiyaç duyulmaz.

Dayanıklılık: Kuruduktan sonra akrilik esaslı su bazlı boyalar, genellikle dayanıklı ve çizilmeye karşı dirençlidir. Bu nedenle, dış mekan uygulamaları için idealdir [147].

Çevre dostu: Su bazlı boyalar, çevre dostu olarak kabul edilir çünkü solvent bazlı boyalara kıyasla daha az toksik madde içerirler ve havaya daha az uçucu organik bileşik salar [148].

2.4. KAPLAMALI YÜZEYLERDE HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMA İŞLEMİ

Hızlandırılmış yaşlandırma işlemi, boya, vernik, kaplama vb. malzemelerin gerçek kullanım koşullarında nasıl yaşlandığını tahmin etmek için kullanılan bir testtir. Bu testte, kaplamalı yüzey normal kullanım koşullarından daha yüksek sıcaklık, nem, kimyasallar ve diğer çevresel faktörlere maruz bırakılır. Bu, kaplamanın daha hızlı yaşlanmasına ve gerçek kullanım koşullarında nasıl performans göstereceğinin daha kısa sürede belirlenmesine olanak tanır. Yani, bir malzemenin uzun vadeli dayanıklılığını ve performansını belirlemek amacıyla yapılır [149].

Bu işlem özellikle endüstriyel uygulamalarda ve malzemelerin dayanıklılığı, stabilitesi ve performansının önemli olduğu alanlarda kullanılır. Örnek olarak, boya endüstrisi, mobilya, otomotiv, havacılık, inşaat malzemeleri ve elektronik endüstrileri bu tür yaşlandırma testlerini sıklıkla kullanabilir [150], [151].

Hızlandırılmış yaşlandırma testi için farklı yöntemler ve araçlar kullanılabilir. En yaygın yöntemler şunlardır:

Termal yaşlandırma: Kaplamalı yüzey, yüksek sıcaklıklara maruz bırakılır. Bu, kaplamadaki kimyasal reaksiyonları hızlandırır ve yaşlanmayı hızlandırır [152], [153].

Nem yaşlandırma: Kaplamalı yüzey, yüksek nem oranına maruz bırakılır. Bu, kaplamadaki korozyon ve diğer bozulma süreçlerini hızlandırır [154].

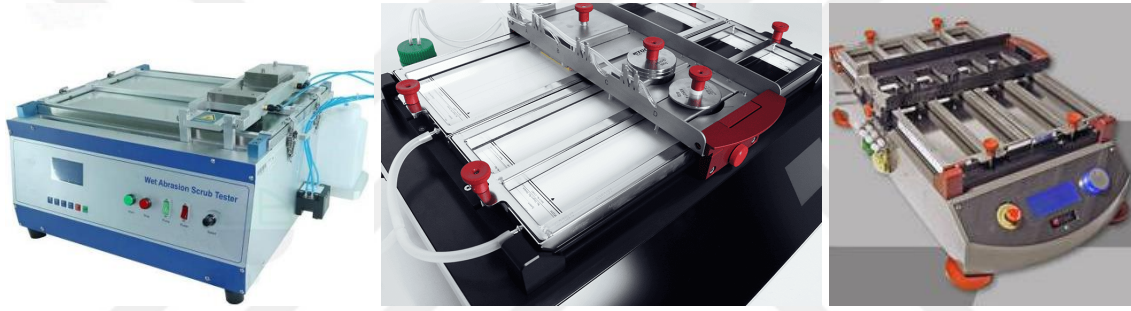
UV yaşlandırma: Kaplamalı yüzey, ultraviyole lambalar ile radyasyona maruz bırakılır. Bu, kaplamadaki renk solması ve diğer estetik bozulmalara neden olur [155], [156].

Mekanik yaşlandırma (ovalama işlemi): Kaplamanın aşınma ve yıpranmaya karşı dayanıklılığını değerlendirmek için ovalama test cihazı etkili bir yoldur. Bu yaşlandırma yöntemi, kaplamanın gerçek kullanım koşullarında ne kadar dayanacağını tahmin etmeye ve olası sorunları erkenden tespit edilmesini sağlar [157], [158].

Kimyasal yaşlandırma işlemi: Bir malzemenin doğal yaşlanma süreci, zamanla çevresel etkiler, mekanik stres, sıcaklık değişimleri gibi faktörlerle meydana gelir. Kimyasal yaşlandırma, malzemenin doğal yaşlanma sürecini hızlandırmak için kimyasal reaksiyonlar kullanarak uygulanan bir yöntemdir. Bu süreci hızlandırmak için malzemeye belirli kimyasal maddelerin uygulanmasıyla gerçekleştirilir. [159], [160].

2.4.1. Ovalama Test Cihazları

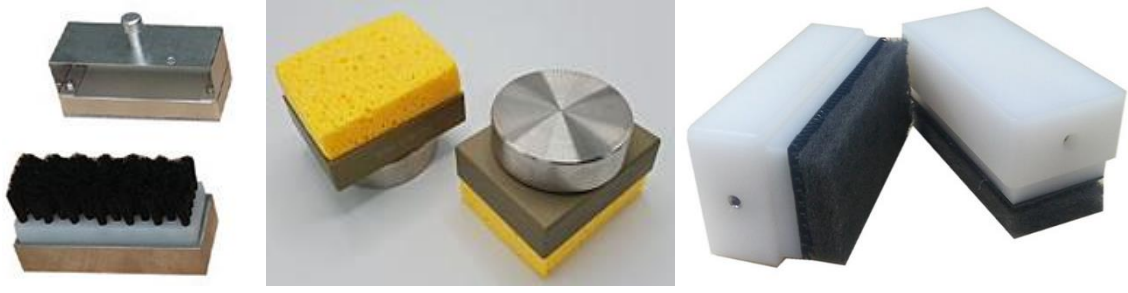
Ovalama test cihazları, malzemenin yüzey dayanıklılığını belirlemek için kullanılan bir test yöntemidir. Bu yöntemin, günlük yaşamda kullanım sıklığını veya aşınma modellerini simüle etmesi sebebi ile hızlandırılmış bir tür yaşlandırma işlemi olduğu söylenebilir. Bu test yönteminde, bir örneğin yüzeyine standardize edilmiş ağırlık uygulayarak düzgün doğrusal veya dairesel hareketle ovalama işlemi gerçekleştirilir. Ovalama test cihazları, genellikle motorlu bir cihazdır. Bu cihaz, örnek malzemeyi ovalama işlemi için standartlaştırılmış hareketleri gerçekleştirecek bir mekanizmaya sahiptir. Cihazın çalışma prensibi, tercih edilen standartlara göre ağırlık baskısı, ovalama sayısı ve süresine göre değişiklik gösterir. Ovalama işlemi (sürtünme) esnasında ıslak veya kuru olarak çalışılabilir [161], [162].



Şekil 2.8. Ovalama test cihazı örnekleri [163] – [165].

Islak ovalama test cihazları, genellikle kaplama endüstrisinde, boya üretiminde, malzeme test laboratuvarlarında üretilen malzemelerin kalite kontrol süreçlerinde kullanılır. Bu cihazlar boya, vernik, kaplama ve benzeri yüzey kaplamalarının kalite standartlarına uygunluğunu, dayanıklılığını, performansını ve aşınma direncini değerlendirmek için endüstride sıkça kullanılır (Şekil 2.8) [158].

Ovalama işleminde kaplamaların leke direncini etkileyen yıkanabilirlik, temizlenebilirlik ve ilgili standartlara göre farklı özellikleri incelenebilir. Ev içi kimyasalları ile deterjan performans testi tekrarlanabilir. İlgili standart esaslarına göre kaplanmış yüzeylerin ovalanmasında fırça, sünger, kauçuk veya başka aşındırıcı ped kullanılır (Şekil 2.9). Bu cihazlarda bulunan, ağırlık, ovalama hızı, ovalama döngü sayısı vb. parametrelerin değiştirilmesi sayesinde ASTM D2486, ASTM D3450, ASTM D4213, ASTM D 4828, DIN EN 11330 ve TS EN ISO 11998 standartlarına göre testler yapılabilir [166], [167].



Şekil 2.9. Ovalama başlığı aşındırıcı ped örnekleri [168] – [170].

2.4.2. Ev İçi Kimyasalları

Ev içi kimyasalları, evlerde temizlik, hijyen ve kişisel bakım gibi amaçlarla kullanılan kimyasal ürünlerdir. Bu ürünler genellikle günlük hayatta sıkça kullanılan temizlik malzemeleri, deterjanlar, dezenfektanlar, kişisel bakım ürünleri gibi çeşitli kategorilere ayrılabilir (Şekil 2.10) [171] – [173].



Şekil 2.10. Ev içi kimyasallarına bir örnek [174].

Ev içi kimyasallarına bazı örnekleri şunlardır:

Temizlik malzemeleri: Evlerde yüzey temizliği, cam temizliği, bulaşık temizliği, tuvalet temizliği vb. amaçlarla kullanılan temizlik ürünleri bu kategoriye girer. Örnek olarak ev tipi temizlik solüsyonları, sıvı deterjanlar, bulaşık deterjanları, cam temizleyiciler, tuvalet temizleyicileri ve fırın temizleyicileri söylenebilir [175], [176].

Dezenfektanlar: Evlerde mikroorganizmaları öldürmek veya azaltmak için kullanılan dezenfektan çözeltilerdir. Örnek olarak el antiseptikleri, yüzey dezenfektanları ve ev tipi dezenfektan spreler sayılabilir [177].

Kişisel bakım ürünleri: Banyo ve vücut temizliği için kullanılan ürünlerdir. Şampuanlar, sabunlar, duş jelleri, diş macunları, diş fırçaları, tıraş köpükleri, losyonlar ve parfümler örnek verilebilir [178], [179].

Bunlar sadece birkaç örnek olup, ev içi kimyasalların geniş bir yelpazesi bulunmaktadır. Ancak kimyasal ürünlerin doğru kullanımına ve güvenliğine dikkat etmek önemlidir. Ürün etiketlerini okumak, talimatları takip etmek ve gerekli güvenlik önlemlerini almak önemli bir adımdır [180], [181].

2.4.2.1. Aseton

Aseton, propanon yada dimetil keton olarak da adlandırılır. Kimyasal formülü C_3H_6O 'dur. Organik kimyasal bir bileşiktir. Asetonun kimyasal içeriğinde karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) elementleri bulunur. Karbon atomları bir zincir halinde dizilmiş ve her karbon atomu bir hidrojen atomu ve bir oksijen atomuna bağlıdır. Aseton yapısı gereği, yanıcı, zehirli, renksiz ve etkili bir çözücüdür [182], [183].

Boya, vernik, reçine ve diğer kimyasal maddelerin çözülmesi ve temizlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca, tıbbi alanda bazı temizlik işlemlerinde, cilt yüzeyindeki yapışkan kalıntıların temizlenmesinde, tıbbi müdahaleler sırasında sterilizasyon işlemlerinde, kimya endüstrisinde plastiklerin üretiminde, ev temizliğinde, enerji üretiminde kullanılan bazı yakıt türlerinin üretiminde sıklıkla yer almaktadır [184]–[186].

Aseton uygunsuz/dikkatsiz kullanıldığında veya maruz kalma seviyeleri aşırı olduğunda sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, asetonun doğru miktarda ve güvenli bir şekilde kullanılması önemlidir [184] – [186].

2.4.2.2. Kolonya (Alkol)

Kolonya, hoş kokulu yağlar, su ve etil alkol karışımından oluşur. Kolonyanın oluşumunu sağlayan temel bileşen etil alkol'dür. Kolonyanın içindeki etil alkol oranı kaç derece de olduğunu belirtir. Bu alkol oranı, kolonyanın temizlik ve hijyen kapasitesini gösterir. Karışım içerisine hoş bir koku sağlamak için çeşitli bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar eklenir. Ayrıca kolonyanın inceltilmesi için içerisine bir miktar su katılır [187].

Kolonya, içerdiği alkol sayesinde mikroorganizmaları öldürme özelliğine sahiptir. Bu nedenle, elleri ve/veya varsa yara bölgelerini temizlemek ve dezenfekte etmek için uygundur. Ayrıca ev içerisinde bulunan temas edilebilir yüzeyleri temizlemek ve dezenfekte etmek amacıyla kullanılabilir. Ancak, bu amaçla kullanılırken kolonya içerisindeki yeterli alkol oranına dikkat edilmelidir. Bakteri ve virüslere karşı etkili bir temizlik ürünü olarak kullanılmak istendiğinde kolonya içerisinde bulunan etil alkol oranı en az %80 olmalıdır [188] – [190].

2.4.2.3. Çamaşır Suyu

Çamaşır suyu, sodyum hipoklorit (NaClO) adlı kimyasal bileşiği temel olarak içeren bir çözeltilidir. Bu kimyasal madde, suda çözüldüğünde hipokloröz asit ve sodyum hipoklorit iyonlarına ayrışır. Genellikle beyaz renkte ve keskin bir kokuya sahiptir [191], [192].

Çamaşır suyu içerisinde, dezenfekte etme ve ağartma işlemlerinde etkili olan ana madde sodyum hipoklorit (NaClO)'dir. İçerisinde bulunan sodyum bikarbonat (NaHCO_3), sodyum hidroksit (NaOH) ve sodyum karbonat (Na_2CO_3) pH düzenleyici olarak kullanılır. Çözeltinin taşıyıcı maddesi ise su (H_2O)'dur. Ayrıca karışıma, sert suların etkisini azaltmak ve kirlerin çözülmesine yardımcı olmak için sodyum polifosfat ($\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$) eklenir [193] – [196].

Çamaşır suyu, evlerde, hastanelerde, okullarda ve diğer ortamlarda yüzeylerin, tuvaletlerin, banyo ve mutfak ekipmanlarının dezenfekte edilmesinde, beyaz çamaşırların renginin aydınlatılması ve lekelerin çıkarılmasında, bakteri/virüs ve mantarların yok edilmesinde, yüzme havuzlarındaki suyun temizlenmesi ve mikroorganizmaların öldürülmesinde etkin olarak kullanılmaktadır. Ancak, çamaşır suyu güçlü bir kimyasal olduğu için doğru şekilde uygulanmalıdır [193] – [196].

2.4.2.4. Bulaşık Deterjanı

Bulaşık deterjanı, bulaşıkları temizlemek için kullanılan kimyasal bir temizlik ürünüdür. Bu deterjanlar genellikle, yağları, yiyecek artıklarını ve diğer kirleticileri çözerek bulaşıkları temizlemek amacıyla üretilmektedir [197].

Bulaşık deterjanlarının kimyasal içeriğine genellikle, sodyum lauryl sulfat (SLS), sodyum laureth sulfat (SLES), alkilbenzen sülfonatlar (BAS), amonyak, gliserol esterleri (yağlı asitlerin gliserol esteri), doymamış yağ asitleri eklenir.

Ayrıca karışım içerisinde, etilen glikol, propanol, butanol, limonen, dipropilen glikol etil eter (DPGEE), gliserin, alkil poliglukozitler (APG) vb. çözücü ve emülgatörler bulunmaktadır. Bunlar, suyun yağa nüfuz etmesini kolaylaştırarak yağları çözer ve temizliği kolaylaştırır [198] – [202].

Sert su, kalsiyum ve magnezyum mineralleri içerir ve bu mineraller deterjanın etkinliğini azaltabilir. Alkali maddeler, sert su minerallerini çözerek deterjanın daha etkili olmasını sağlar. Örneğin fosfatlar, bulaşık deterjanlarında suyun sertliğini düşürmek ve temizleme etkinliğini artırmak için kullanılır. Bazı bulaşık deterjanı, protein, yağ ve nişasta lekelerini çözmek için enzimler de içerebilir. Unutulmaması gereken önemli bir nokta, farklı markaların farklı formülasyonları olabileceğidir [198] – [201].

2.4.2.5. Limon Suyu

Pakette üretilen limon suyu, taze sıkılmış limon suyundan farklı olarak, genellikle koruyucu maddeler, tatlandırıcılar ve renklendirici maddeler içerir. Bu maddeler genellikle limon suyunun raf ömrünü uzatmak ve daha lezzetli ve çekici hale getirmektedir [203].

Pakette üretilen limon suyunun %90'ı sudur. Taze sıkılmış bir limon suyunun 100 mililitresinde yaklaşık 50 miligram C vitamini bulunurken, pakette üretilen limon suyunun 100 mililitresinde yaklaşık 30 miligram C vitamini bulunur. İçerisinde bulunan en önemli bileşik sitrik asittir ($C_6H_8O_7$). Sitrik asit, limon suyuna ekşi bir tat verir. Limon suyu; mutfakta, temizlikte ve sağlıklı yaşam için içecek olarak da kullanılabilir [204]– [208].

2.4.2.6. Kola

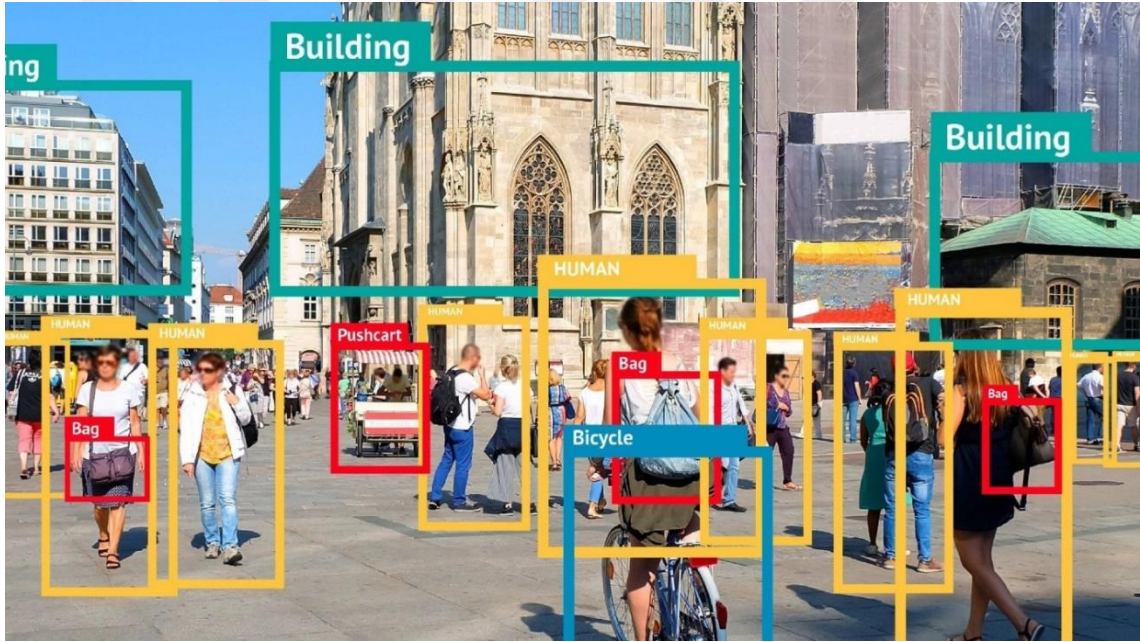
Kola, botanikte cola acuminata olarak geçen ağacın meyveleri ve onun meşrubat olarak kullanılan haline verilen isimdir. Kola, genellikle kafein, karbonatlı su, şeker, renklendiriciler, tatlandırıcılar ve doğal veya yapay tat verici maddeler içeren bir gazlı sıvıdır [209], [210].

Kolanın tipik kimyasal içeriğine, insan sinir sistemini uyarmak ve uyanıklık hissi için kafein, tatlandırıcı olarak şeker, içeceği gazlı hale getirmek için karbonatlı su, tat profiline katkıda bulunmak, asitliğini düzenlemek ve pH dengesini sağlamak için fosforik asit, sitrik asit veya tartarik asit, raf ömrünü uzatmak için koruyucu maddeler, karakteristik rengi olan koyu kahverengi rengini vermek için karamel eklenmektedir [211] – [213].

Kolanın bazı endüstriyel alanlarda kullanımı vardır. Kola, içecek olarak kullanımının yanı sıra, temizlik ürünlerinde, boyalarda, mürekkeplerde, asidik özelliği nedeniyle bazı temizlik işlerinde leke çıkarıcı olarak da kullanılabilir. Özellikle paslı yüzeylerin temizliğinde de etkili olmaktadır [211] – [213].

2.5. GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ

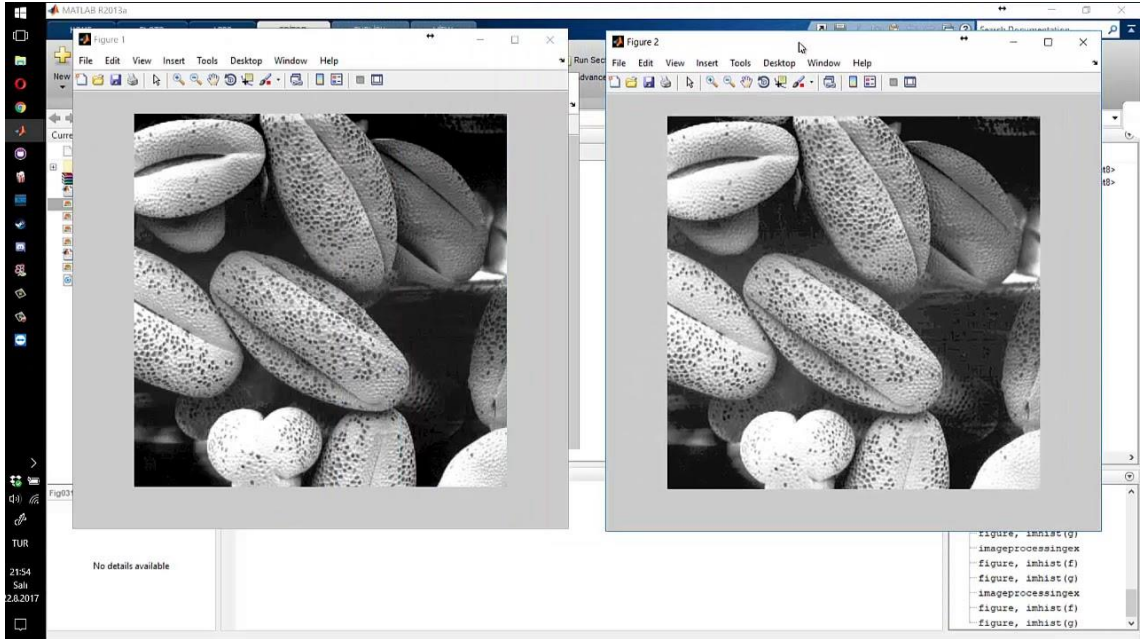
Görüntü işleme yöntemi, dijital görüntülerin işlenmesi ve analiz edilmesi için kullanılan teknikler ve algoritmalar topluluğudur. Dijital görüntülerin alınması, işlenmesi ve analiz edilmesiyle ilgili bir disiplindir. Bu yöntem, görüntülerdeki bilgileri çıkarmak, düzenlemek, hesaplamak, geliştirmek veya anlamak için kullanılır (Şekil 2.11) [214], [215].



Şekil 2.11. Python yazılımı ile nesne tanımaya bir örnek [216].

Görüntü işleme yöntemi, geniş bir yelpazede uygulama alanlarına sahiptir. Bunlar arasında tıbbi görüntüleme, otomotiv endüstrisi, güvenlik sistemleri, robotik, biyometri, tarım, görsel efektler, artırılmış gerçeklik gibi alanlar bulunur. Görüntü işleme yöntemleri, işaret işleme, istatistiksel analiz, matematiksel modelleme ve bilgisayar bilimine dayanan çeşitli tekniklerin bir kombinasyonunu kullanır. Ayrıca, görüntülerin manipülasyonu, analizi ve anlamlandırılması gereken birçok alanı kapsar, bu nedenle birçok farklı yazılım ve uygulamalarda kullanılabilir [217]. En çok kullanılan yazılımlara bazı örnekler şunlardır;

- **Adobe Photoshop:** Fotoğraf düzenleme ve manipülasyon yazılımı olan Adobe Photoshop, görüntü işleme tekniklerini yoğun olarak kullanır. Bu yazılım, renk düzeltme, keskinleştirme, filtreleme, kenar algılama ve diğer görüntü işleme işlemlerini gerçekleştirmek için bir dizi araç ve filtre sunar.
- **MATLAB:** MATLAB, bilimsel ve mühendislik uygulamaları için kullanılan bir programlama ortamıdır. Görüntü işleme işlemleri için gelişmiş işlevler ve araç setleri içerir. MATLAB, görüntü segmentasyonu, nesne tanıma, görüntü filtreleme, hesaplama, kenar algılama gibi birçok görüntü işleme yöntemini destekler (Şekil 2.12) [218].



Şekil 2.12. MATLAB yazılım programında meyve çekirdeği görüntü analizine bir örnek [219].

- **OpenCV:** OpenCV (Open Source Computer Vision Library), açık kaynaklı bir görüntü işleme kütüphanesidir. C++, Python ve diğer dillerde kullanılabilir. OpenCV, birçok görüntü işleme algoritmasını içerir ve nesne tanıma, yüz algılama, hareket algılama, stereo görüntü işleme gibi çeşitli uygulamalar için kullanılır [220].
- **ImageJ:** ImageJ, görüntü işleme ve analiz uygulamaları için kullanılan bir platformdur. Bu yazılım, bilimsel görüntülerin analizini ve işlenmesini kolaylaştıran bir dizi araç ve eklenti sunar. ImageJ, araştırma laboratuvarları, tıp ve biyomedikal alanlarda sıkça kullanılan bir yazılımdır [221].

- **Görüntü İşleme Kütüphaneleri:** Python programlama dili için birçok görüntü işleme kütüphanesi bulunmaktadır. Örneğin, scikit-image, PIL (Python Imaging Library), scikit-learn gibi kütüphaneler, görüntü işleme algoritmalarını ve işlevlerini sağlar. Bu kütüphaneler, görüntü işleme projelerinde yaygın olarak kullanılır [222], [223].

Yukarıda verilen yazılım programlarının temel olarak görüntü işleme yöntemindeki çalışma süreci şunları içerir;

- **Filtreleme:** Görüntüdeki gürültüyü azaltmak, keskinleştirmek veya istenmeyen bileşenleri çıkarmak için farklı filtreler kullanılır. Örneğin, ortalama alma filtresi, medyan filtresi, kenar algılama filtresi gibi çeşitli filtreler kullanılabilir [224].
- **Kenar Algılama:** Görüntüdeki keskin geçişleri veya kenarları belirlemek için kullanılan yöntemlerdir. Kenar algılama yöntemleri, bir pikselin yoğunluk değerindeki değişimi kullanarak kenarları tespit eder. Sobel, Prewitt ve Canny kenar algılama gibi yöntemler sıklıkla kullanılır [225].
- **Öznitelik Çıkarma:** Görüntüdeki önemli özellikleri tanımlamak için kullanılan yöntemlerdir. Örneğin, HOG (Histogram of Oriented Gradients), SIFT (Scale-Invariant Feature Transform), SURF (Speeded Up Robust Features) gibi algoritmalar nesnelerin özelliklerini çıkarır ve bu özellikleri kullanarak nesne tanıma veya eşleştirme işlemleri yapılabilir [226].
- **Nesne Tanıma ve Sınıflandırma:** Görüntülerdeki nesnelere tanımlamak veya sınıflandırmak için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler, önceden eğitilmiş modeller ve makine öğrenimi teknikleri kullanarak nesnelere algılar ve sınıflandırır. Convolutional Neural Networks (CNN) gibi derin öğrenme yöntemleri nesne tanıma ve sınıflandırma işlemini gerçekleştirir [227].
- **Segmentasyon:** Görüntüdeki nesnelere veya bölgelere ayırmak için kullanılan yöntemlerdir. Segmentasyon, görüntüdeki pikselleri benzer özelliklere sahip gruplara böler. Bölge tabanlı segmentasyon, eşikleme, Watershed transform, k-means kümeleme gibi yöntemler kullanılır [228].
- **İzleme ve Hareket Algılama:** Görüntülerdeki nesnelerin takibi veya hareketin algılanması için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemler, ardışık görüntüler arasındaki farklılıkları analiz eder ve hareket eden nesnelere tespit eder [229].

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.

Arai vd. (1980), HGK işlemi üzerine yapılan ilk uygulamalarda, destek tabakası suda çözünen bir film tabakası ve yüzeyine desen baskısı yapılabilen bir kaplama üreterek HGK'nın patentini almıştır. Desen üzerine, bir çözücü uygulamış ve kaplama filmi içerisindeki baskıya hazır yapışkanı aktive etmiştir. Bu şekilde aktive edilen tabakanın, havuzda bulunan suyun serbest yüzeyinde bekletildiğini, böylece deseni destekleyen filmin su yüzeyinde çözündüğünü, daha sonra desenin kaplanacağı bir eşya su yüzeyinde yüzen desene karşı suya batırıldığında, eşyanın yüzeyine kaplama desenin aktarılıp ürüne yapışacağını tespit etmiştir. Genel olarak bu buluşun düzlemsel ve düzlemsel olmayan yüzeylere, özellikle kavisli / düzensiz şekilli yüzeylerde baskı uygulamak için iyi bir yöntem olduğunu açıklamıştır [230].

Hancock ve Lin (2004), UV Baskı işlemi üzerine yapılan ilk çalışmalarda, mürekkep püskürtmeli baskıda UV kurutma teknolojisinin uygulanmasına ilişkin çok az başarılı örnek olduğunu, hatasız uygulamalar elde edilebilmesi için baskı mürekkeplerinin düşük viskoziteye sahip olması gerektiğini belirtmiştir [231].

Chou (2008), tekerlekli ayakları olan sandalye tabanı ve ana gövdesi yüzeyine HGK yapmak için sıralı bir yöntem olması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bunlar; kaplanması planlanan malzemelerin önişlemeden geçirilmesi için astar kat veya son kat boya uygulanması; HGK filminin bir su havuzuna koyulması; su yüzeyindeki HGK filmine aktivatör sıvı uygulanması; malzemelerin su yüzeyinde çözünen filme transferinin gerçekleştirilmesi için havuza daldırılması; havuzdan çıkarılan kaplanmış malzemelerin su ile yıkanması ve kurutulması olarak belirtmiştir. HGK yapılmış sandalye tabanı ve gövdesinin hem estetik görünüm kazandığını hem de aşınma direncinin geliştiğini bildirilmiştir. Ayrıca, sandalye tabanının ve gövdesinin yüzeyine aktarılan HGK deseninin korunması için son kat vernik ile kaplanmasını önermiştir [70].

Prakash vd. (2011), orta yoğunluklu lif levha (MDF) panellerin, üstün özellikleri nedeniyle mühendislik malzeme çeşitliliğine ekonomik bir alternatif olduğunu bildirmiştir. Genel orman ürünleri sektöründe MDF en çok üretilen ve kullanılan, mobilya sektöründe mutfak mobilyası gibi birçok mobilyanın hızlıca üretilmesinin, ahşap esaslı kompozit malzeme endüstrisi içinde en çok kullanılan ve güçlü pazar payına sahip ürün olduğunu ifade etmiştir [232].

Du vd. (2013), sonsuz uygulama beklentisi olan HGK teknolojisinin Japonya'dan geldiğini ve pazar potansiyelinin çok yüksek olduğunu açıklamıştır. Ekonominin sürekli gelişmesi, tüketici taleplerinin artması ve 3 boyutlu ürünlerin dış tasarımındaki kaplama çeşitliliğinin yaygınlaşmasıyla yakın gelecekte HGK teknolojisinin, ürün tasarımında daha yaygın olarak kullanılacağını bildirmiştir. Ayrıca HGK'nın üç boyutlu cisimlerin yüzey desenine ve şekil bütünlüğüne zarar vermeden, nesnelerin büyüklük veya küçüklüğüne bakılmaksızın ve yüzey açısı aranmaksızın (düz yüzey, içbükey/dışbükey yüzey) tüm cisim yüzeylerinin kaplanmasının mümkün olduğunu ifade etmiştir [24].

Zhang vd. (2015), HGK'nın, malzeme yüzeylerinin kaplanmasında yüksek kalitede renklendirmenin sağlandığını, çok çeşitli malzeme yüzeylerinin kaplanmasında (ahşap, plastik, metal vb.) kullanıldığını, ancak renk dokusunun karmaşık yüzey geometrilerine (girinti ve çıkıntılı yüzeyler) doğru bir şekilde aktarmada sıkıntı çekildiğini bildirmiştir. Karmaşık yüzeylerin ele alınmasındaki zorlukların üstesinden gelmek için, kaplama işlemi yapılması planlanan malzemeyi sabit tutan ve su dolu havuz içerisine sarsıntısız bir biçimde daldırılmasını sağlayan otomatik daldırma havuzu tasarlamış ve üretmiştir. Ayrıca, 3D yazıcıda ürettikleri insan, hayvan gibi heykel türlerinin kaplama filmlerinin; yüz, el, göz, kulak, vb. kısımlarını ayrı ayrı hazırlamış, her defasında heykelin farklı bir yüzeyini su üzerinde hazırlanan yeni doku desenine daldırılmış ve böylece birden çok daldırma yöntemi geliştirmiştir [23].

Panozzo vd. (2015), su dolu havuz üzerindeki çözünmüş HGK film yüzeyine daldırılması planlanan nesnenin, daldırma açısının 45 dereceden daha yüksek olduğu durumda su yüzeyindeki film tabakasının kontrol edilemez bir şekilde yırtıldığını tespit etmiştir. HGK işleminde aktivatör sıvı miktarının kritik öneme sahip olduğunu, eğer miktar çok küçükse; kaplama filmindeki mürekkebin nesneye yapışmadığını, aktivatör sıvı yüzeye çok fazla tatbik edildiğinde ise; filmin nesne yüzeyi boyunca kaymasına ve nihai işlem arızasına neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca HGK filmi üzerindeki yüksek pigment yoğunluğuna sahip desenli bölgelerin kaplama işlemini olumsuz etkilediğini belirtmiştir [21].

Zhang vd. (2016), HGK işleminde kullanılan kaplama filminin; hidrofobik grafen film yapısına sahip, yani su ile çözünebilen ve suyun yüzey gerilimi ile desteklenir olduğunu vurgulamıştır. 3 boyutlu hedef ürün yavaşça suya batırıldığında grafen film ile temas ettiği ve grafen filmin Van der Waals kuvveti ile ürünün yüzeyine yapıştığını tespit etmiştir. Bu kaplama tekniğinin pürüzsüz bir yüzeye sahip çeşitli nesnelere kullanılabileceğini aktarmıştır [233].

Yingying vd. (2016), odun plastik kompozit malzemenin yüzeylerine dekoratif etki sağlamak için HGK işlemi yapmıştır. Kaplama işleminde su sıcaklığının 30 ila 40 °C arasında olduğu durumda HGK'nın daha iyi olduğu sonucuna varmıştır. Malzemenin yüzeylerine boya uyguladıktan sonra HGK işlemi yapıldığında ise bu yüzeylerde yapışma kuvvetinin daha iyi olduğunu bildirmiştir. Su transfer baskı (hidrografik kaplama) işleminin odun plastik kompozitlerin yüzey dekoratif görünümünü iyileştirdiğini, katma değerini arttırdığını ve bu kaplama işleminin yüzey dekorasyonuna uygun olduğunu açıklamıştır [234].

Linney (2017), UV baskı işleminde kullanılan dijital tasarım yazılımının, bir araç olmanın yanı sıra tasarımın dijitalden fiziksel aktarılmasında yenilikçi bir yöntem olduğunu vurgulamıştır. Geri dönüşümden elde ettikleri bir nesnenin yüzeyine UV baskı işlemi yapmak için, dijital tasarım yazılımı olan Photoshop programında ahşap dokulu / desenli resim düzenlediklerini bildirmiştir. Photoshop programı sayesinde, tek başına çıplak elle yapılamayan bir desen işini, dijital yazılım sayesinde yapıldığını ifade etmiştir [235].

Le Borgne vd. (2017), HGK işleminde kullanılan ince kaplama filmlerinin 3D nesnelere etrafına sıkıca sarmak için endüstriyel olarak uygulanabilir bir teknoloji olduğunu belirtmiş, HGK işlemini Hidrodipleme olarak isimlendirmiştir. HGK filminin suya daldırılabilen plastik, metal, ahşap dahil olmak üzere birçok yüzeye aktarılabileceğini ve transfer aşamasında sert bir alt tabaka gerekmediğini ifade etmiştir [236].

Saada vd. (2017), gümüş nano parçacık (NP) mürekkebin hidroprinte edilmesini kullanarak alışılmadık açılara sahip 3D nesnelere fonksiyonel iletken desenler basmak için yeni ve kolay bir yöntem geliştirmiştir. Gümüş NP mürekkebi, suda çözünür polivinil asetat (PVAc) filmlere püskürtmeli olarak bastırılmıştır. Buna ek olarak, elektrikli Işık Yayıcı Diyot (LED) devrelerini HGK desen filmine yazdırmıştır. HGK filmi üzerine aktarılan elektronik devreleri, nesne yüzeyine aktarılmasını test ederek kanıtlamıştır [73].

Saleh vd. (2017), UV baskı işlemi üzerine yapmış olduğu çalışmada çift kafalı bir PixDro LP50 mürekkep püskürtmeli yazıcı kullanmıştır. Püskürtme esnasında mürekkebi sertleştirmek için baskı kafasına bir UV LED lamba takmış ve kürlenmeyi sağlamıştır. UV Baskı endüstrisindeki ultraviyole kürlenmenin, kaplama endüstrisi içinde en hızlı uygulanan bir yöntem olduğunu belirtmiştir. UV ile kürlenebilen polimer formülasyonlarının, daha hızlı sertleşmesi, geniş renk ve desen yelpazesi sunması ve boyutsal doğrulukları / kararlılıkları nedeniyle birçok endüstride kullanıldığını ifade etmiştir [237].

Le Borgne vd. (2018), su transfer baskı olarak adlandırılan hidrografik kaplamanın (HGK), 3D katı model olarak üretilen nesnelere üzerine elektronik devre imal etme konusunda en iyi yeteneği gösterdiğini belirtmiştir. Renkli filmler tarafından gizlenen kavisli bir yüzeyin, 3D nesnelere başarıyla aktarıldığını ve bu teknolojinin gizli elektronik cihazları üretmek için potansiyel bir uygulama olduğunu vurgulamıştır [238].

Le Borgne vd. (2019), HGK işlemi için pahalı bir tesise ihtiyaç duyulmadığını, işlemin uygulanmasının kolay olduğunu ve karmaşık 3D yüzeyler üzerinde böyle bir kaplama yönteminin daha önce hiç elde edilemediğini belirtmiştir. Ayrıca, bu işlemde kullanılan PVAc film kağıdının yeterince ince olduğu sürece farklı malzeme türlerine uygulanabileceğini de aktarmıştır. HGK işleminin gelecekteki 3D uyumlu elektroniklerin üretimi için büyük önem arz ettiğini de bildirmiştir [239].

Erim vd. (2019), ultraviyole (UV) dijital baskıyı; fotoğraf ya da taranmış bir resmin baskı malzemeleri üzerine basılması işlemi olarak tanımlamıştır. Uygulanacak görsellerin uygun bilgisayar programları ile basıma hazır hale getirildiğini ve bu yöntemle yapılan tasarımların renk ve desen çeşitliliğinin diğer baskı yöntemlerine göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Baskı işlemi için özel baskı makineleri kullanıldığını, günümüzde dijital baskının çok yaygın olarak kullanıldığını ve UV baskı işleminin kullanıldığı sektörlerden birinin de halı üretimi fabrikalarının olduğunu belirtmiştir [240].

Mendes-Felipe vd. (2019), UV baskı işleminin, tamamen veya kısmen solvent buharlaşmasına dayanan geleneksel kurutma teknikleriyle karşılaştırıldığında UV kürlenmenin; hızlı katılaşma, kürlenmiş filmlerin yüksek solvent direnci, azaltılmış VOC (uçucu organik bileşikler) emisyonları sayesinde iyileştirilmiş çevre dostu bir yöntem olması, mühendislik uygulamalarında avantaj sağladığını vurgulamıştır [241].

Suhartono (2019), metal malzeme yüzeyinin önce astar tabaka ve ardından son kat boya ile kaplanmadığı durumlarda HGK filminin, metal yüzeylere etkili bir biçimde yapışmadığını tespit etmiştir. Başarılı bir HGK işlemi için; uygulama atölyesinde hava sürkülasyonunun olmaması, havuz içerisindeki suyun temiz ve titreşimsiz olması, suyun sıcaklığının 32° civarında olması, HGK filmin çözünmesi için su yüzeyinde 60 saniye civarında bekletilmesi, çözünen film yüzeyine daldırılan cismin açısının 40-50° derecede olması gerektiğini bildirmiştir [242].

Sang vd. (2020), ahşap esaslı levha yüzeylerine UV baskı işleminden önce, Phantom 9900XL marka cihazı ile doğal ahşap malzeme üzerinden görüntü almış ve Adobe Photoshop grafik yazılım programı ile bu görüntüyü işlemiştir. Daha sonra HT2512 UV FG marka cihaz ile UV baskı işlemi yapmıştır. Çalışma sonunda, ahşap esaslı levha yüzeylerine UV baskı işleminde kullanılan ahşap dokusu görüntüsünün, 300 dpi veya daha fazla pikselde taranması gerektiğini, böylece basılan ahşap dokusunun hassas rengini kolaylıkla aktarıldığını tespit etmiştir [81].

Chen vd. (2021), HGK kaplama film kağıdı üzerindeki desenler için iletkenlik sağlayan boyar madde kullanmıştır. Elde ettikleri kaplama filminde bulunan esnek elektrotlar sayesinde pürüzsüz, şekil kontrolü olan ve iyi yapışmaya mukavemetine sahip HGK filmleri üretmiştir. HGK işleminin, esnek cihazlar geliştirmek için etkili ve pratik bir kaplama tekniği olduğunu belirtmiştir [243].

Zheng vd. (2022), 3D baskı ile üretilmiş satranç taşlarının kaplanması için UV baskı işlemi yapmış ve yüksek çözünürlüklü bir model gibi nesnelere başarıyla şekillendirmiştir [244].

Sykam vd. (2023), UV baskı işleminde kullanılan su bazlı, akrilik ve polyester türü akrilat boya maddesine pamuk tohumu yağı, hint yağı, hurma yağı ve soya fasulyesi yağı gibi biyo-esaslı yağların eklenmesinin alev geciktirici özellik gösterdiğini, böylece UV ile kürlenebilen alev dayanıklı ahşap kaplamalar üretildiğini açıklamıştır [245].

Tramontano ve Blank (1995), melamin çapraz bağlayıcı ile düşük molekül poliüretan boya malzemedeki yeni bir boyar ürün üretmiş ve çelik paneller üzerine uygulamıştır. Boyalı örneklerini test etmek amacıyla ASTM D 4213 standardı esaslarına göre ıslak ovalama işlemi yapmıştır. Çekme ve gerilme durumunu incelemek için Instron Model 1011 marka cihaz ile boya film tabakalarında 3-5 mikron aralığında aşınma olduğunu tespit etmiştir [246].

Redsve vd. (2003), sentetik termoplastik polimer esaslı, poliüretan kaplı kuvars vinil, termoplastik poliolefin karolar ve vinil muşamba malzemelerinin kirlenmesini ve temizlenebilirliğini test etmek için EN 14565 standardına göre Erichsen marka ovalama test cihazı kullanmıştır. Aşındırıcı ped olarak ovalama başlıklarına mikro fiber paspas ve iplik örgü paspas malzeme yerleştirmiştir. Araştırma sonucuna göre, aşındırıcı pedlerden mikrofiber paspasın iplik paspastan daha iyi leke çıkardığını, poliüretan kaplı poliolefin kaplama malzemesinin aşınmaya karşı daha az etkilendiğini belirtmiştir [247].

Smith vd. (2005), ABD ordusu araştırma laboratuvarında kullanılan topçu mermilerinin boyanmasında kullanılan alkid ve polyester malzemelerinin korozyon takibini yapmak için ASTM D 1308 standardı esaslarına göre bir takım denemeler yapmıştır. Alkid ve polyester ile boyanmış panelleri, 7 gün boyunca oda sıcaklığında (23 ± 5 °C) deiyonize suya (saf su) yarıya kadar daldırılmış, sudan çıkarıldıktan 24 saatlik bir iyileşme süresinden sonra, kabarma, yapışma kaybı, renk ve parlaklık kusur oluşumlarını incelemiştir. İçeriğini sır gibi sakladıkları tüm boyalı panelleri suya daldırma testinden geçirmiş ve yeni tür üretilen boya malzemelerinin eski türlere kıyasla daha iyi direnç gösterdiğini bildirmiştir [248].

Aznar vd. (2006), su bazlı poliüretan/akrilat hibrit bağlayıcılar kullanılarak parlak son kat dış cephe boya formülasyonlarının geliştirmiştir. Hazırlamış oldukları boya türlerini çelik panellerin yüzeyine tatbik ettikten sonra parlaklık ve renk değişikliklerini değerlendirmek için örnek türlerine ASTM D4828 standardı esaslarına göre ıslak ovalama testi (yıkanebilirlik) yapmıştır. Örnek boya yüzeylerine 15.000 döngü ovalama işlemi yapılmasına rağmen bozunma oluşmadığı ve bu boyaların iyi yıkanebilirlik özelliğine sahip olduklarını belirtmiştir [249].

Kok ve Young (2014), hava uçuşu gerçekleştirilen uçakların kanat yüzeyine uçuş esnasında yapışan böcek türlerinin temizlenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu işlemi yapabilmek için metal malzeme yüzeyine uçaklarda kullanılan boya ve kaplama türleri uygulamış, basınçlı hava kullanarak böcek türlerini levha yüzeylerine tatbik etmişlerdir. Kaplama yüzeylerinde böcek kalıntılarını temizlemek için ISO 11998 standardı esaslarına göre uygulama yapmıştır. Cihazın çalışma parametrelerinin, fırçanın dakikada 37 ± 1 döngü yaptığı, metal fırça ve değiştirilebilir sünger test pedlerinin 90×40 mm boyutlarında ve 133,36 g ağırlığında, ovalama işleminin 20 dakika boyunca sürdüğünü belirtmiştir. Yüzeylerde kalan böcek kalıntısını ve kaplama film tabakasını ölçmek için Zeiss LSM 710 marka konfokal lazer taramalı mikroskop kullanmıştır. Ayrıca deney

örneklerinin ağırlıklarını terazide tartarak veriler elde etmiştir. Süperhidrofobik kaplamaların sol-jel kaplamalara göre daha dayanımlı olduğunu tespit etmiştir [250].

Marco vd. (2015), kaplamalı cam panel yüzeylerine ISO 11998 standardı esaslarına göre: dakikada 37 ovalama döngüsü, 135 g ağırlık ve 3M Scotch Brite aşındırıcı sünger ped kullanılmasıyla 500 kez ovalama işlemi gerçekleştirmiştir. Cam panel örneklerinin yüzeylerinde oluşan değişiklikleri taramalı elektron mikroskop (SEM) ile incelemiştir [161].

Özdamar (2016), su bazlı dekoratif tavan boya formülasyonlarında bağlayıcı olarak stiren-akrilik kopolimerleri kullanmış ve farklı yapıda su bazlı iç cephe duvar boyası üretmiştir. Elde edilen yeni boya türleri siyah renkli 200 mikron kalınlığındaki PVC paneller üzerine uygulamış ve 28 gün boyunca oda sıcaklığında kurumaya bırakmıştır. Örneklerin ıslak ovalama direncini test etmek amacı ile BYK Gardner Abrasion Scrub Tester cihazı kullanmıştır. Islak ovma direnci testi esnasında EN ISO 11998:2006 standardı esaslarına göre hareket etmiştir. Ovalama işleminde “3M Scotch Brite 7448” sünger ped kullanmış ve 200 ovalama döngüsünden sonra yıkama/ovma direncini değerlendirmek için kayıp kütle ağırlıklarını hassas terazi ile hesap etmiştir [251].

Rambaldi vd. (2019), koruyucu işlem uygulanmış porselen yüzeylerin temizlenebilirlik performansını belirlemek için ev içi kimyasallarından amonyum klorür, sodyum hipoklorit, hidroklorik asit, sitrik asit ve potasyum hidroksit kullanmıştır. Porselen paneller zeytin yağı ve yeşil tonda sıvı yağ ile kirletildikten sonra oda sıcaklığında 3 gün bekletilmiş, ardından her paneli otomatik çok yollu bir fırçalama test cihazında (Elcometer Instruments GmbH/DE'den Elcometer 1720 Washability Tester) ISO 10545-14 esaslarına göre kimyasal sıvılarla ovalayarak temizlemiştir. Cihazın çalışma esnasında, örnek panel üzerine 570 g ağırlık uygulamış, aşındırıcı ped olarak fırça kullanmış, dakikada 20 kez ovalama işlemi gerçekleştirmiştir. Porselen karoların üzerinde oluşan değişimleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile analiz etmiştir [252].

Santos vd. (2019), su bazlı boyalarının kir tutma durumunu incelemek için Leneta marka ıslak aşınma/ovma test cihazı kullanılmış ve kir temizleme çalışması yapmıştır. Kontrol örnekleri ile kirli kalan boya tabakası arasındaki renk farklılıklarını ölçmek için BYK marka renk ölçüm cihazı kullanmıştır [253].

Alemdar ve Bilici (2017), çelik köprülerde oluşan kullanım ve zamana bağlı düşey deformasyonu belirlemek için endüstriyel test cihazlarından elde edilen sonuçlar ve

MATLAB programında geliştirdikleri görüntü işleme yöntemi ile elde edilen değerleri karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, görüntü işleme yöntemi ile elde ettikleri veriler endüstriyel test cihazlarından elde edilen verilere göre %29 hatalı olduğu tespit edilmiş ve yapılan algoritma analiz yazılımının başarısız olduğunu belirtmiştir [254].

etiner vd. (2014), kereste levhaları üzerindeki budak kusurlarının sayısını ve dağılımını doğru bir Şekilde belirlemek ve son ürünün kalite sınıfını otomatik tespit etmek amacı ile TS 11970 ve TS EN13990 standartlarını referans almıştır. Her bir örneğin dijital fotoğrafları kaydedilmiş ve MATLAB programında geliştirmiş oldukları görüntü analiz algoritması ile ağaç malzeme üzerindeki budakları tespit ederek 1.sınıf ve 2.sınıf keresteyi ayırt etmeyi başarmıştır [255].

Duman (2019), görüntü işleme yönteminin eklemeli imalat yöntemlerinde kullanımının, imalat sürecini anlık izleme, katman görüntüsü almanın ve hatayı tespit etmenin üretim sonucunda nihai ürün kalitesinin büyük ölçüde garanti altına alınmış olacağını belirtmiştir. Ayrıca eklemeli imalat sürecinde oluşabilecek boyutsal hatalar, mekanik özelliklerin yetersiz olması, yüzey kalite problemleri gibi durumlar üretim esnasında takip edilmesi sayesinde hataların en aza indirileceğini vurgulamıştır [256].

Romano vd. (2019), dokulu termoplastik yüzeylerin mekanik dayanıklılığı üzerine bir araştırma yapmıştır. Hazırlamış oldukları 180 mm boyundaki dokulu polimer rnekleri Elcometer 1720 marka yıkanabilirlik test cihazı ile ASTM D3450 standardı esaslarına göre kontrollü bir mekanik aşınmaya tabi tutmuştur. Cihazın ovalama işlemi esnasında dakikada 37 devir ileri-geri (döngü) hareket, toplamda 500 ve 1000 döngü parametresi, 15 ml Fairy bulaşık deterjanı, çok amaçlı ovalama bezi (%60 Viskon, %25 Polyester, %15 Polipropilen) kullanmıştır. Yüzeyde oluşan değişimleri lazer taramalı tapografya cihazı ile incelemiş, araştırma sonucunda dokulu polimer yüzeyin aşındığını ve doku deseni belirginliğinin azaldığını tespit etmiştir [257].

Baysal (2020), UV ile kürlenebilen su bazlı poliüretan akrilat (PUA) bağlayıcı içeren pigmentli baskı formülasyonlarının suni deri üzerinde şablon baskı metodu ile uygulanabilirliğini denemiş ve bu sayede yenilikçi bir metot geliştirmiştir. Çalışma kapsamında suni deri örneklerin baskı performansındaki aşınma dayanımını değerlendirmiştir. Endüstriyel açıdan istenen değerlerin kuru ve yaş ovalama sırasıyla 3 ve 4, ışık haslığının 5, aşınma dayanımı >50,000 döngü aralığında olduğunu, dolayısıyla yöntemin endüstriyel açıdan uygulanabilir olduğunu ifade etmiştir [17].

Pekgöz (2020), beton örneklerinin bünyesinde meydana gelen deformasyonlara ait dijital fotoğraf verilerini görüntü işleme yöntemi kullanarak araştırmıştır. Beton örneklerini; elastikiyet, plastik ve kırılma noktalarında 2 saat boyunca yük altında bekletmiş, ardından bu örneklere epoksi reçinesi uygulamış ve ince kesitler haline getirmiştir. Hazırladıkları örnekleri mikroskopta incelemiş ve fotoğraflarını çekmiştir. Alınan dijital fotoğrafların bilgisayar ortamına aktarılması sonrasında görüntü işleme yöntemi ile kesit örneklerde deformasyon araştırması yapmıştır. Bu yöntem sayesinde betonda oluşan gerilme ve şekil değiştirme sebebiyle çatlak oluşumu gerçekleştiği ve çatlak oluşumlarının yüklenme yönünde paralel şekilde beton içerisinde ilerlediğini tespit etmiştir [258].

Francone vd. (2021), hastane ortamında izlenen gerçek temizlik prosedürünü daha iyi taklit etmek için ıslak-ovma test cihazı (Neurtek) kullanmıştır. Eşya üretiminde çokça kullanılan polipropilen (PP) malzemeden levhalar üretmiş ve bu levhalar üzerinde oluşan bakteri ve mikropların temizlenebilirlik testini yapmıştır. Yatak odası temizliği için kullanılan bir temizlik bezini aşındırıcı ped, neutrosol brisa marka deterjanı ise kimyasal sıvı olarak kullanmıştır. Cihazın çalıştırılmasında ve ovalama işleminde her örnek için, 1,6 kPa basınç, 37 ± 2 ovma/dk (UNE-EN ISO 11998), toplam her örnek için 810 ovma hareketi gerçekleştirmiştir. Ovalama işleminden sonra örnek üzerinde kalan bakteri tabakasını incelemek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile analizler gerçekleştirmiştir [166].

Helwani vd. (2021), polivinil asetat (PVAc) kaplı malzemenin parlaklık ve yıkanabilirlik testini yapmak için, Endonezya Standardı SNI 3564:2009 dikkate alarak BGD 526 marka ıslak aşınma ovma test cihazı kullanmıştır. Ovalama işlemi sonrası örnekleri, 30°C'de 24 saat kurumaya bırakmış, her bir örnek gurubunda bulunan 3 örnek üzerinden aldığı parlaklık değerlerinin ortalamalarını kıyaslamıştır [259].

Zareanshahraki (2021), tırnak üzerine sürülen üretan akrilat ve polyester akrilat esaslı jel boya tabakasını bir plaka üzerine uygulamıştır. Plaka üzerindeki bu boya tabakasının üzerine UV kürlenme yaptıktan sonra ıslak ovalama cihazı ile ovalamıştır. Cihazın çalışması esnasında boyalı plaka üzerine naylon kıllı fırçanın sürmesi ile birlikte deterjan kimyasalı uygulamış, ASTM D 2486 esaslarına göre 1 kg ağırlık uygulayarak ovalama işlemi gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda tırnak jel boyasının 10.000 defa ovaladıktan sonra çizik, yumuşama, kabarma, incelme ve renk değişikliği gibi gözle görülür kusurlar olmadan bozulmadan kaldığını beş farklı test cihazı kullanarak tespit etmiştir [260].

Wasilewski vd. (2022), taze meyve ve sebze (kiraz, domates, salatalık, mandalina) lekelerinin temizlenebilirlik testini yapmak için; etil alkol, sodyum sitrat, sodyum karbonat ve gliserin deterjan türlerini tercih etmiş, ovalama işlemi için TQC Sheen marka ovalama test cihazını kullanmıştır. Her bir örneğin ovalanmasında; 50 g deterjan, aşındırıcı olarak sünger ped, 671,75 g ağırlık başlığı ve toplam 50 ileri-geri ovma hareketi yapmıştır. Örneklerin üzerinde oluşan değişimleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelemiştir [261].

Adejo vd. (2023), geri dönüşüm tekniği ile atık cam malzemedен sarı, kırmızı, mavi ve siyah renkte cam kaplama malzemesi üretmiştir. Üretmiş oldukları bu kaplama malzemelerinin yıkanabilirlik ve aşınma testi için ASTM D3450 standardı esaslarına göre ovalama cihazı kullanmıştır. Gözlem metodu ile sonuçları değerlendirmiş ve üretmiş oldukları cam kaplama malzemelerin leke tutmaz özellikte olduğunu, yalnız aşınmaya karşı %100 direnç gösteremediğini vurgulamıştır [262].

Mahajan vd. (2023), biyo-bazlı diolün ile ultraviyole (UV) kürlenebilen poliüretan karışımından yeni bir boya türü elde etmiştir. Ardından bu malzemeyi plaka üzerine uygulamış ve ASTM D1308 standardı esaslarına göre çay, yağ, ayakkabı cilası, ketçap, mürekkep, limon suyu ve ruj kimyasallarını pamuk ve fırça kullanarak kimyasallara karşı dayanım testi yapmıştır. Sonuç olarak, UV kürlenme işleminin boya malzemesinin çapraz bağlanma yoğunluğunu iyileştirdiğini, bu durumun kimyasal aşınmayı önlemeye yardımcı olduğunu bildirmiştir. Ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan test ile çalışmada kullanılan boyanın asitlere karşı daha yüksek dirence, alkalilere karşı orta dirence sahip olduklarını tespit etmiştir [263].

4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. AHŞAP ESASLI KOMPOZİT LEVHALARIN HAZIRLANMASI

Örneklerin hazırlanmasında, Yıldız Entegre firmasının 1. sınıf 0,8 cm kalınlığında, parlak beyaz renkte, akrilik kaplı MDF (high gloss panel), PVC kaplı MDF, MDF lam ve ham MDF levhaları tercih edilmiş ve 31x52 cm taslak ölçülerinde ebatlanmıştır (Şekil 4.1 a ve b) [264]. Ardından TS EN 322’de (1999) belirtilen esaslara göre örnekler arasındaki rutubet farklılıklarını gidermek için, 23 ± 2 °C sıcaklık ve 50 ± 3 bağıl nemli iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir (Şekil 4.1.c) [265]. Bu sayede tüm örneklerin rutubetlerinin %9-10’a gelmesi sağlanmıştır.



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.1. (a ve b) MDF levhaların ebatlanması, (c) İklimlendirilmesi.

4.2. LAKE BOYA UYGULAMASI

Taslak ölçüde kesilen ve kondisyonlama işlemleri tamamlanan ham MDF levha yüzeylerine lake boya işlemi gerçekleştirmek için kullanılacak boyalar, DYO Boya Fabrikaları San., ve Tic., A.Ş., ile Öztürk Boya Ltd. Şti. firması tarafından temin edilmiştir. Ardından ASTM D 3023-98 (2017) esaslarına uygun olarak parlak beyaz renkte selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı lake boya uygulanmıştır (Şekil 4.2) [266].



Şekil 4.2. Ham MDF levha yüzeylerine lake boya uygulaması.

Lake uygulamasında, DYO marka 312-1029 selülozik astar, 311-1033 selülozik son kat, 602-1420 çift bileşenli poliüretan astar, 601-1691 çift bileşenli poliüretan son kat, 702-1035 çift bileşenli akrilik astar, 701-1400 çift bileşenli akrilik son kat, A32-1000 tek bileşenli su bazlı astar ve A25-1518 çift bileşenli su bazlı son kat boya tercih edilmiştir [267]. Levha yüzeylerine uygulanacak boya miktarının tespitinde, katı madde oranları ve üretici firma önerileri belirleyici olmuştur. Çalışmada kullanılan boyaların bazı uygulama ve teknik özelliklerine ait bilgiler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan boya ların bazı uygulama ve teknik özellikleri.

Boya Çeşidi	Katı madde miktarı (%)	Yoğunluk Değeri (g/ml)	Uygulama Viskozitesi sn/DIN Cup 4mm (20 °C)	Uygulanacak Boya Miktarı (g/m ²)	Tabanca Uç Açıklığı (mm)	Hava Basıncı (bar)
Akrilik Astar	62	1,35	20-21	150	1,8	2-3
Akrilik Son Kat	58	1,22	19-20	150	1,8	2-3
Selülozik Astar	56	1,20	19-20	150	1,8	3-4
Selülozik Son Kat	38	1,24	19-20	150	1,8	3-4
Su Bazlı Astar	48	1,22	19-20	150	1,8	2-3
Su Bazlı Son Kat	50	1,15	18-19	150	1,8	2-3
Poliüretan Astar	75	1,50	21-22	150	1,8	2-3
Poliüretan Son Kat	66	1,32	20-21	150	1,8	2-3

Örnek levhalara her katta 150 ± 5 g/m² olmak üzere, 2 kat astar ve 2 kat son kat boya uygulaması yapılmıştır. Uygulanan boya miktarı 0,01 g duyarlıklı analitik terazi kullanılarak ölçülmüştür. Astar boya uygulaması sonrası örnekler oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra 220 kum zımpara ile düzgün bir zemin üzerinde zımparalanmış ve tozlar temizlendikten sonra son kat boya uygulaması yapılmıştır. Hava basıncı ve tabanca uç açıklığı üretici firma önerisine göre ayarlanarak püskürtme tabancası örnek yüzeyinden 20-25 cm yüksekte ve paralel olarak aynı hızda hareket ettirilmiştir. Böylece, hatalı katman oluşumu ve farklı miktarda lake boya uygulanması önlenmiştir.

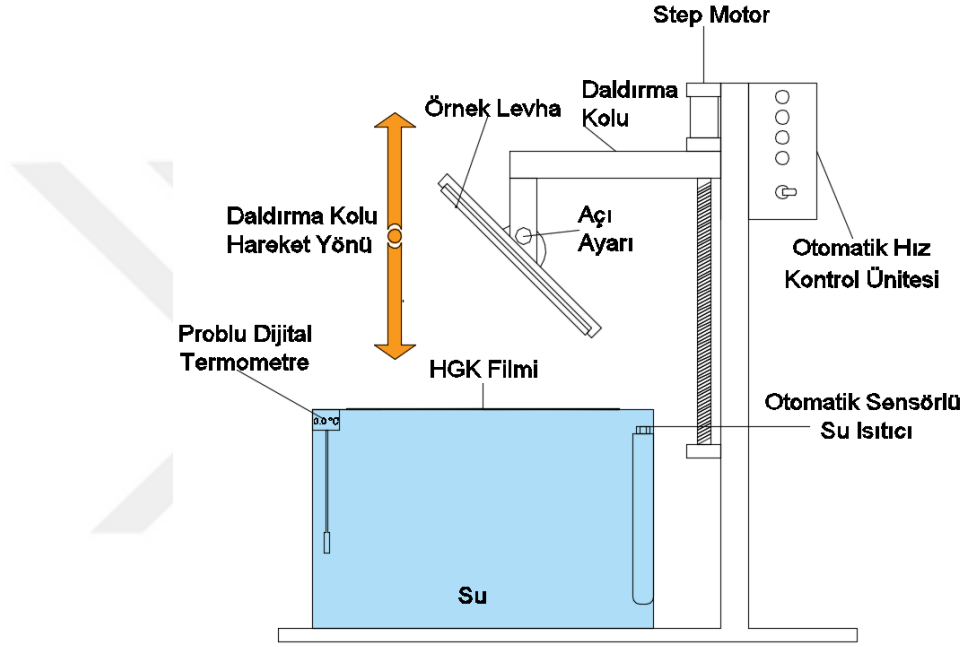
Lake boyama işlemi tamamlanan örneklerin oda koşullarında kuruması sağlandıktan sonra, TS EN 322'de (1999) belirtilen esaslara göre 23 ± 2 °C sıcaklık ve 50 ± 3 bağıl nemli iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiş, lake boyama uygulaması sonrası örnek rutubetlerinin tekrar %9-10'a gelmesi sağlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Lake boyama işlemi tamamlanan örneklerin oda koşullarında kurutulması ve ardından örneklerin tekrar iklimlendirilmesi.

4.3. ÖRNEKLERE HİDROGRAFİK KAPLAMA (HGK) YAPILMASI

HGK uygulamasında, kendinden havuzlu otomatik daldırma cihazı tasarlanıp üretilmiş ve kullanılmıştır (Şekil 4.4). Bu cihaz yardımı ile iklimlendirme işlemi tamamlanan örnek levha yüzeylerine; 45° daldırma açısı, 100 cm/dk daldırma hızı ve 5-10 s daldırma süresi kullanılarak, 30 µm kalınlığında, 40×60 cm ebatlarında, suda çözünebilir polivinil asetat (PVAc) esaslı karbon fiber desenli HGK filmi örnek yüzeylerine kaplanmıştır (Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).



Şekil 4.4. Kendinden havuzlu otomatik daldırma cihazı tasarımı.



Şekil 4.5. PVAc esaslı karbon fiber desenli HGK filmi.



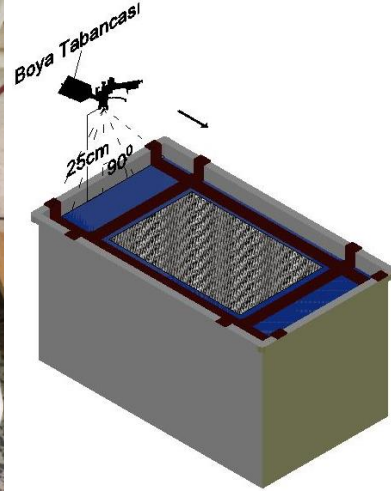
Şekil 4.6. Otomatik daldırma cihazı ile HGK uygulaması.

Kaplama uygulamasında, ortamın sıcaklığı $27\pm 1^{\circ}\text{C}$, ortam bağıl nemi $\% 45 \pm 3$, ile HGK işleminde kullanılan suyun sıcaklığı $29\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, suyun etkisi ile gerçekleşen çözünme süresi 70-80 saniye, tüm yapının çözünmesi için gereken aktivatör sıvının miktarı 16 ml/m^2 olarak ayarlanmıştır (Şekil 4.6).

Ayrıca, HGK filminin desen taşıyıcı özellikteki PVAc kısmı, ılık su doldurulmuş havuz içerisine serilmiş (Şekil 4.7.a), ardından desen baskılı kısım üzerine aktivatör sıvı püskürtülerek hem renk pigmentlerinin kendi arasında hem de taşıyıcı PVAc yapının homojen bir şekilde çözünmesi sağlanmıştır. Aktivatör sıvının püskürtülmesi için kullanılan boya tabancasının püskürtme açısı 90° , hava basıncı 1,75 bar ve 1,3 mm çapındaki tabanca uç açıklığı kullanılarak uygulama yapılmıştır (Şekil 4.7.b) [268].



(a)



(b)

Şekil 4.7. (a) HGK filminin su yüzeyinde çözünmesi, (b) Boya tabancası ile aktivatör sıvısının HGK kaplama filmine püskürtülmesi.

Sıcak su ve aktivatör sıvısının etkisiyle çözünen HGK filminin üzerine baskılanması planlanan örnek levhalar, sarsıntısız bir şekilde kendinden havuzlu otomatik daldırma cihazı ile çözünen kaplama film yüzeyine 1m/dk hız ile daldırılmış ve 5 sn bekleddikten sonra aynı hız ile çıkarılmıştır. Daldırma işlemi sonrasında örnek levha yüzeyinde kalan jel tabaka bekletilmeden su ile yıkanmıştır (Şekil 4.8.a). Yıkama sırasında 24 ± 2 °C sıcaklıkta su kullanılmış ve yıkama işlemi için basınç ayarlı su sprej tabancası kullanılmıştır. Su sprej tabancasının basınç durumu yavaş akış ve geniş aralık (shower mod) olarak ayarlanmıştır. Jel tabakasının panel yüzeyinden ayrılması için yıkamaya 6-7 dakika devam edilmiştir. Yıkama işleminden sonra örnekler oda koşullarında kurumaya bırakılmıştır (Şekil 4.8.b).



(a)

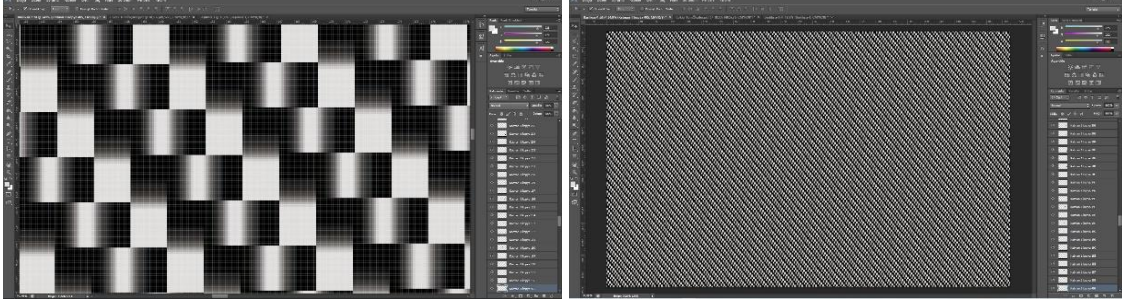


(b)

Şekil 4.8. HGK'lı örneklerin yıkanması, (b) Örneklerin oda koşullarında kurutulması.

4.4. ÖRNEKLERE ULTRAVİYOLE (UV) BASKI İŞLEMİNİN YAPILMASI

HGK işleminde kullanılan karbon fiber desen ile UV baskı işleminde uygulanacak karbon fiber desenin birebir uyumlu olması için Adobe Photoshop programında tasarım çalışması yapılmıştır (Şekil 4.9) [269].



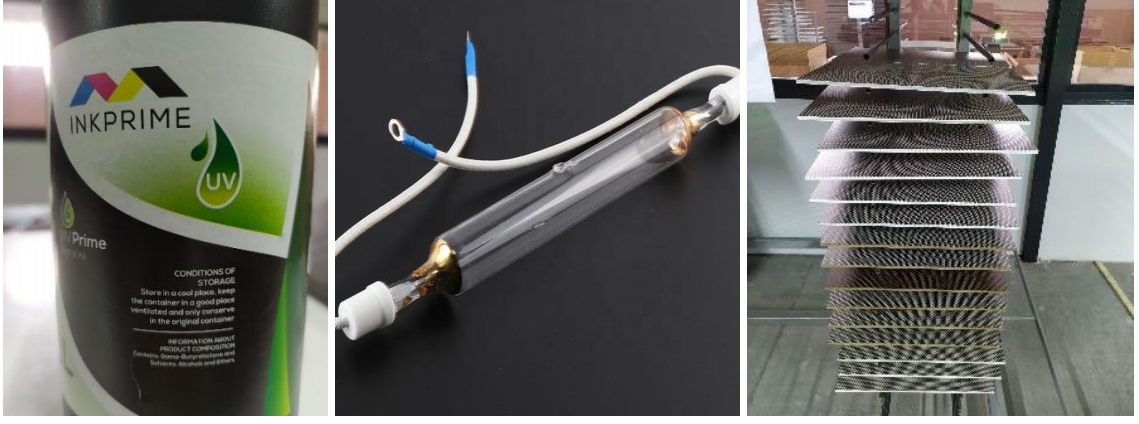
Şekil 4.9. Karbon fiber desen tasarımı.

UV baskı işlemi, Bolu ilinde cam sektöründe kaplama işlemi yapan “Decorita” firmasından hizmet alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. UV baskı tekniğinin örnek levhalara uygulanması.

UV baskı işleminde, INKPRIME marka UV bazlı boya (Şekil 4.11.a) ile 1000 w’lık Hg (civa) lamba kullanılmıştır (Şekil 4.11.b). Örnek yüzeylerine UV baskı işlemi yapan cihaz başlığının hareket hızı 52 m/dk, örnek yüzeyi ile olan mesafesi 3 mm olarak ayarlanmıştır. 31x52 cm taslak ölçülerindeki örnek yüzeylerine UV baskı işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.11.c).



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.11. (a) UV bazlı boya, (b) UV baskı makinesinde kullanılan 1000 W Hg (Civa) tipi lamba, (c) UV baskı işlemi yapılan örnekler.

4.5. ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Taslak ölçülerdeki HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnekler (dekoratif kaplama), 10x10x0,8 cm ebatlarında net ölçülerinde yatay daire testere makinasında kesilmiştir (Şekil 4.12.a). Bu işlemler esnasında oluşabilecek rutubet farklılıklarını gidermek için örnekler tekrar 23 ± 2 °C sıcaklık ve 50 ± 3 bağıl nemli iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmıncaya kadar bekletilmiştir (Şekil 4.12.b).



Şekil 4.12. (a) Örneklerin ebatlanması, (b) Örneklerin iklimlendirilmesi.

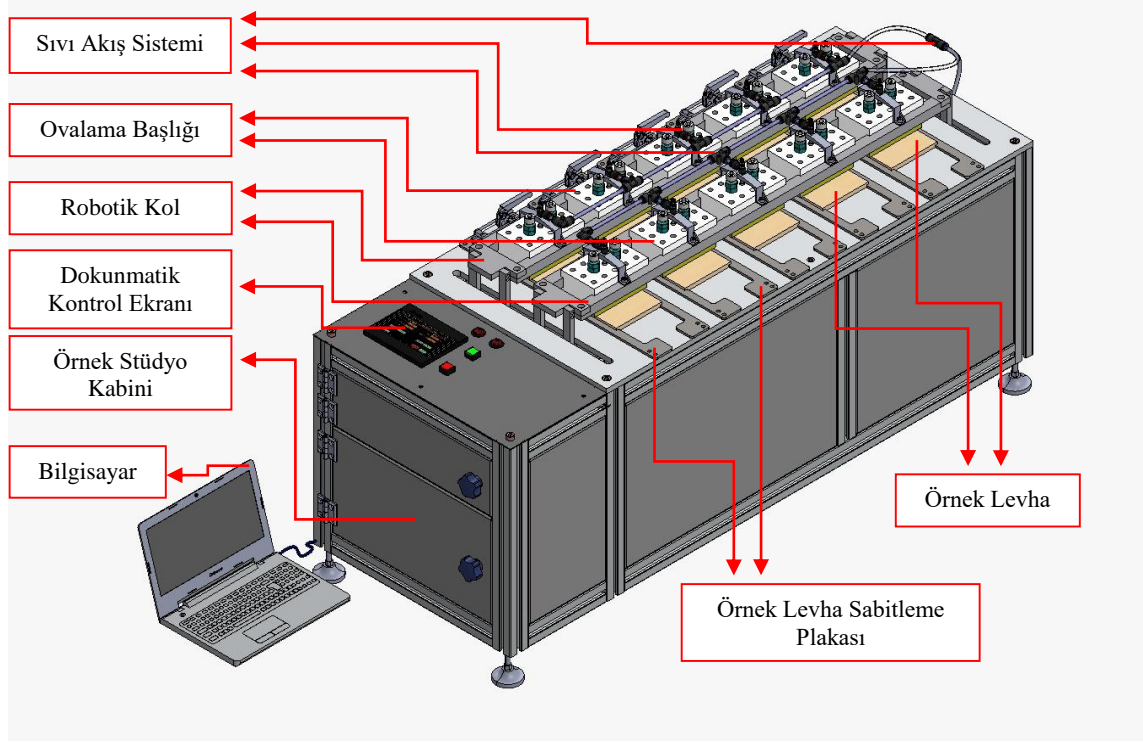
Her biri bağımsız 2 farklı dekoratif kaplama çeşidi, 7 farklı levha çeşidi ve 7 farklı ev içi kimyasal çeşidi içeren deney grupları için toplam 980 örnek hazırlanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Çalışmaya ilişkin deneme deseni.

Dekoratif Kaplama Çeşidi	Koruyucu Katmanlı Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi						
		<i>Kontrol</i>	<i>Aseton</i>	<i>Alkol</i>	<i>Çamaşır Suyu</i>	<i>Bulaşık Deterjanı</i>	<i>Limon Suyu</i>	<i>Kola</i>
Hidrografik Kaplama (HGK)	Selülozik Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Akrilik Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	MDF Lam	10	10	10	10	10	10	10
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	PVC Kaplamalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Akrilik Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	MDF Lam	10	10	10	10	10	10	10
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	10	10	10	10	10	10	10
	PVC Kaplamalı MDF	10	10	10	10	10	10	10

4.6. GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI OVALAMA TEST CİHAZI (GİTOTC)

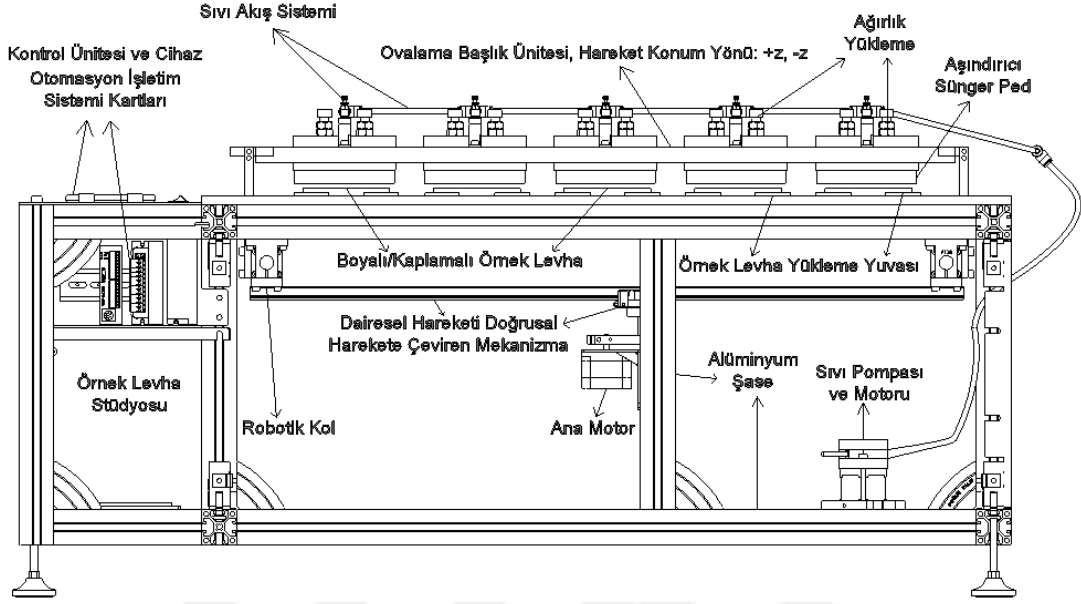
Gündelik yaşamda evlerde kullanılan ahşap esaslı mobilya ve dekorasyon elemanları ile bu elemanların oluşumunu tamamlayan boya/vernik/kaplama türü koruyucu katman yapılı (örtücü) malzemeler kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında bu tür malzemelerin ev içi kimyasallarına karşı maruz kaldığı etkiyi taklit etmek amacı ile TÜBİTAK - 221O551 proje desteği kapsamında görüntü işleme tabanlı ovalama test cihazı (GİTOTC) tasarlanmıştır (Şekil 4.13). GİTOTC, örnek levha yüzeylerine ovalama işleminin yapılması (hızlı yaşlandırma), ovalama işlemi sonucunda malzeme yüzeylerinde oluşan aşınma, renk ve parlaklık değişimlerinin sayısal sonuçlarının elde edilmesi amacı ile geliştirilmiştir.



Şekil 4.13. Görüntü işleme tabanlı ovalama test cihazı (GİTOTC) tasarımı.

4.6.1. GİTOTC'nin Teknik Özellikleri

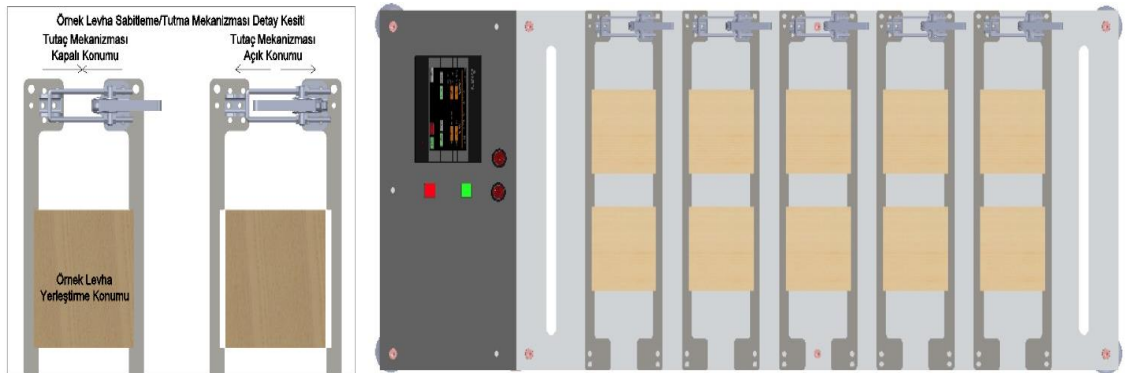
Cihaz üzerinde hazırlık yapılmadan önce, sektörün ve araştırmacıların kullandığı ovalama test cihazı muadillerinin teknik özellikleri ve çalışma prensipleri araştırılmıştır. Benzer cihazların eksik ve hatalı yönleri tespit edilip, özgün bir cihaz tasarlanmıştır (Şekil 4.14).



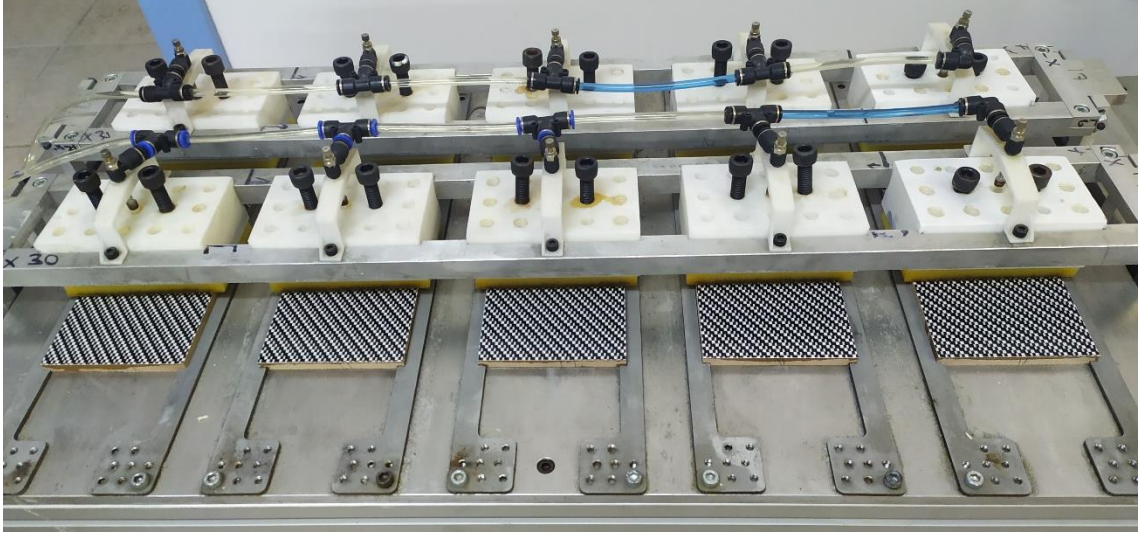
Şekil 4.14. GİTOTC'nin tasarımı.

Tasarlanan bu cihazın yenilikçi yönleri ve farklılıkları aşağıda sunulmuştur;

1. Geleneksel ovalama test cihazlarında, örnekler yüzeylerinden bir baskı kolu ile cihaza sabitlenmektedir. Bu durum yüzeyde mekanik baskı oluşturmakta, koruyucu katmanlarda deformasyonlara yol açarak yanıltıcı sonuçlar alınmasına neden olmaktadır. Bu olumsuz durumu elimine etmek için örnek kenarlarından sabitlemeyi sağlayan bir tasarım yapılmış (Şekil 4.15), aynı zamanda örneklerin cihaza daha hızlı ve daha kolay bir şekilde yerleştirilip çıkartılması sağlanmıştır (Şekil 4.16).

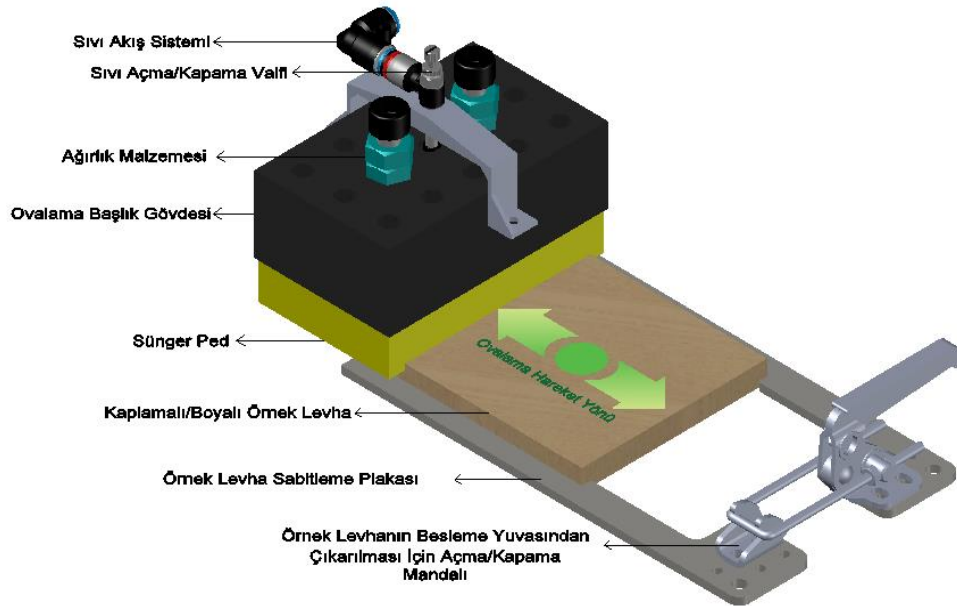


Şekil 4.15. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi.



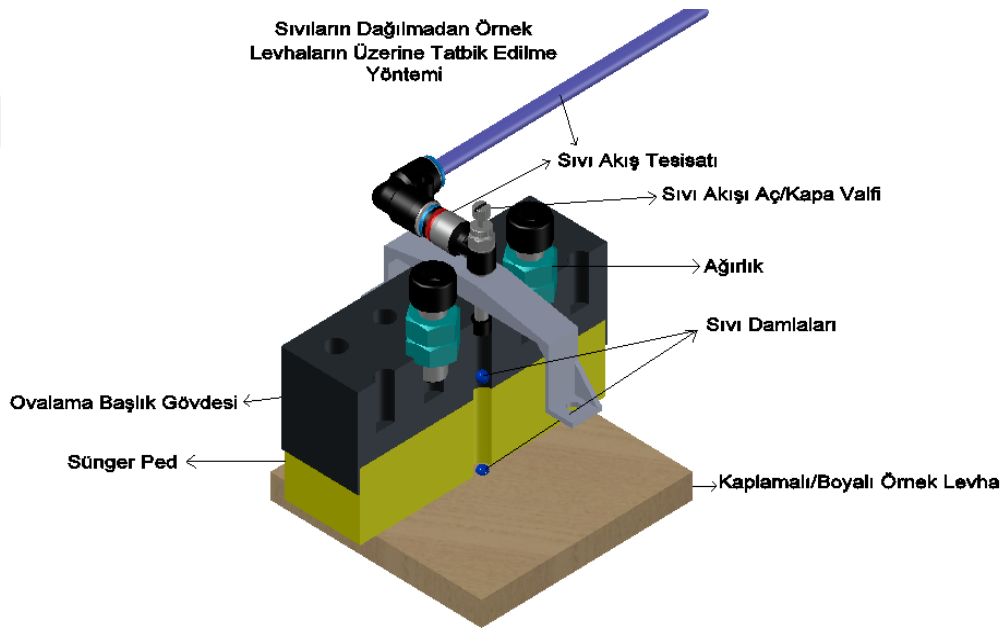
Şekil 4.16. Örneklerin cihaza yerleştirilmesi ve ovalama işlemi.

2. Tasarlanan cihazda, benzerlerinden (en fazla 2 ya da 4 örnek) farklı olarak örnek sayısı artırılmış, aynı anda 10 adet örneğin test edilmesi için düzenek tasarlanmıştır (Şekil 4.15 ve Şekil 4.16). Ayrıca denemelerde kullanılacak örneklerin 1 mm ile 20 mm arasında olacak şekilde istenilen kalınlıkta ayarlanabilmesi sağlanmıştır.
3. Hali hazırda kullanılan ovalama cihazlarının, örnek yüzey alanının tamamını ovalayarak yaşlandıramadığı/aşındıramadığı, gözlemlenmiştir. Bu önemli sorunu gidermek için örnek yüzeyin tamamında düzgün doğrusal yönde hareket eden yeni bir düzenek tasarlanmıştır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Örnek levha yüzeyinin tamamının ovalanarak aşındırılması.

4. Mevcut cihazlarda ıslak ovalama işlemi yapılırken ovalama başlığının ileri geri hareketi esnasında, yüzeye damlaması gereken kimyasalın bazen örnek levha üzerine damlamadığı, örnek üzerine düşen damlaların ise çarpma şiddeti ile sıçrayarak cihaz üzerinde dağıldığı tespit edilmiştir. Bu sorunu da gidermek amacı ile ovalama başlıklarının üst orta noktası, sıvı akış sisteminin merkez konumu olarak planlanmıştır (Şekil 4.18). Burada sıvı akışını sağlayan hortum ve sıvı akış valfleri kullanılmış, bu şekilde sıvıların ovalama başlığı içerisinden geçip altta bulunan ovalayıcı ped'in ortasına akışı sağlanmış, cihazın yüksek hızdaki ileri geri hareketinde gereksiz sıvı kaybı önlenmiştir (Şekil 4.19).

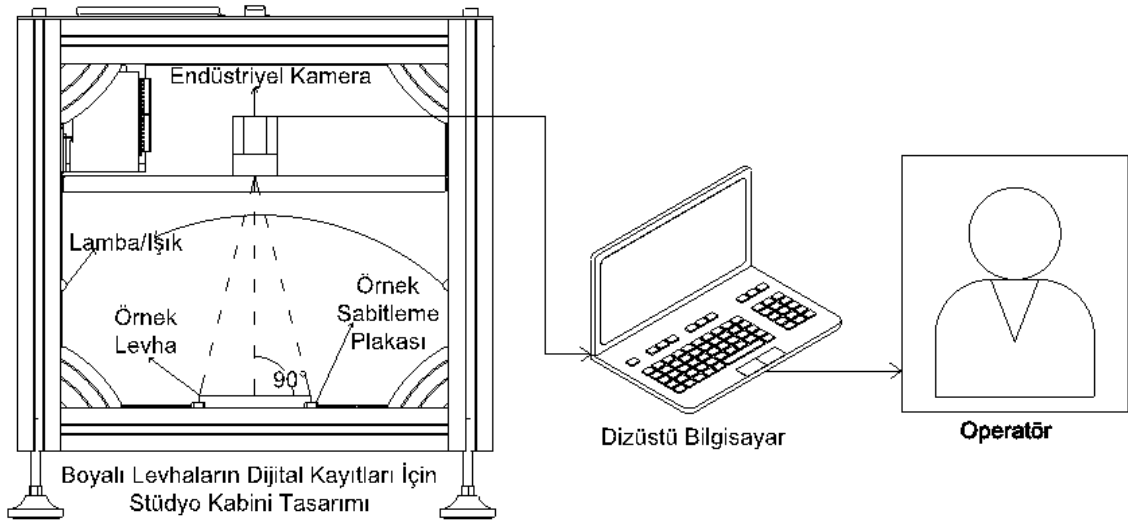


Şekil 4.18. Ovalama başlığı ve sıvı akış sistemi.



Şekil 4.19. Ovalama başlığı ve sıvı akış sisteminin çalışması.

5. Tasarımda, her bir ovalayıcı başlığın üzerinde bulunan sıvı akış sistemine, sıvı akışının kapatılması ve açılmasını sağlayan valf takılmıştır (Şekil 4.18 ve Şekil 4.19). Bu şekilde cihaz üzerinde 10'dan az sayıda örnek üzerinde çalışma yapıldığında, kullanılmayan ovalama başlıklarının sıvı akışının kapatılması sağlanmıştır.
6. GİTOTC'nin en önemli özgün özelliği, örnek yüzeylerinden görüntü alabilmek için bir stüdyo kabini içermesidir (Şekil 4.20). Tasarımda stüdyo kabini üzerine 8 mp endüstriyel bir kamera ile 8 mp lens yerleştirilmiş ve konumu sabitlenmiştir. Kabin içerisinde kameranın alt tarafına bir örnek yuvası planlanmış, dış etkenlerden gelebilecek bozucu ışık kaynaklarından izole edebilmesi için her taraftan kapalı olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca kabin içerisinde kullanılan ışık kaynağından gelen ışınların kabin iç yüzeylerinde yansımaları engellemek için iç yüzeyin her tarafı ışık emici plaka ile kaplanması planlanmıştır. Işık kaynağı kabinin üst başlangıç noktasına konmuş olup, gün ışığı şiddeti tercih edilmiştir. Görüntü almada kullanılan endüstriyel kamera test örnek levhasını üstten doksan derece dik görmesi için kabinin ortasına yerleştirilmesi planlanmıştır (Şekil 4.20).

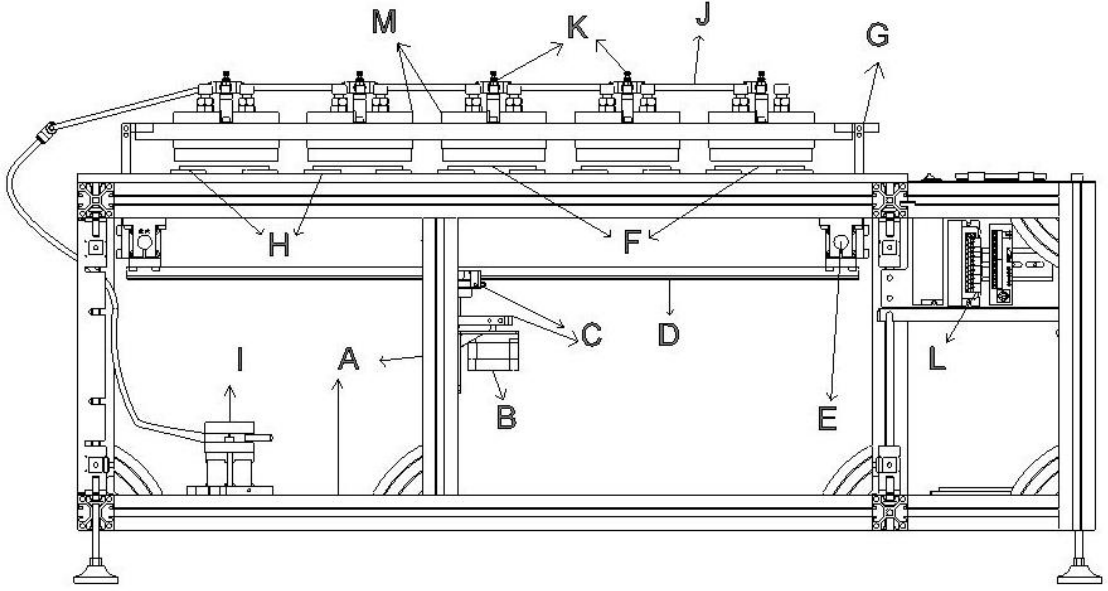


Şekil 4.20. Cihazın stüdyo kabini.

4.6.2. GİTOTC'nin Üretimi

Tasarlanan cihazın (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14), üretim işlemleri konusunda UTS Makine Teknolojileri Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi (Düzce) tarafından ücretsiz işçilik desteği alınmıştır. Cihazın üretim aşamaları ile ilgili bilgiler Şekil 4.21 üzerinden tarif edilerek aşağıda sunulmuştur.

1. Üretim öncesi cihazın tasarımı üzerinde nihai karar verilerek, örnek model üzerinden son kontroller yapıp malzemeler temin edilmiştir.
2. 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 (A).
3. Cihaz motor sisteminin ana gövdeye montajı yapılmıştır (B).
4. Doğrusal krank mekanizmasının hazırlanmış (C) ve hareket aktarma çubukları (D) ile motora montajı yapılmıştır.
5. Hareket aktarma çubukları (D) linear ray kızaklara hareketi yüklemesi için montaj edilmiştir (E).
6. Örneklerin (F) yerleştiği ana gövde levhaları, robotik kollar (G) ve örnek levha yuvaları (H) CNC makinasında işlenerek, ilgili parçaların montajı yapılmıştır.
7. Cihazın ovalama esnasında kimyasal sıvı akışını sağlayacak olan step motorlu peristaltik sıvı pompası (I), sıvı kablosu (J), sıvı akış valfleri (K), sensör, sürücü kartları (L) vb. montajı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ovalama başlıkları (M) 3D yazıcıda yazılarak üretilmiştir.
8. Cihazın çalışması için elektrik enerjisini düzenleyen adaptörün montajı, motorlara giden enerji ve sinyaller için kabloların montajı vb. tüm malzemelerin montajı tamamlanmıştır (L).
9. GİTOTC'yi oluşturan tüm mekanizmaların montajı tamamlanmış ve üretim başarıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.21. GİTOTC'nin montaj şeması ve tüm mekanizmaların yerleşimi.



Şekil 4.22. GİTOTC.

4.6.3. GİTOTC Çalışma Prensibi

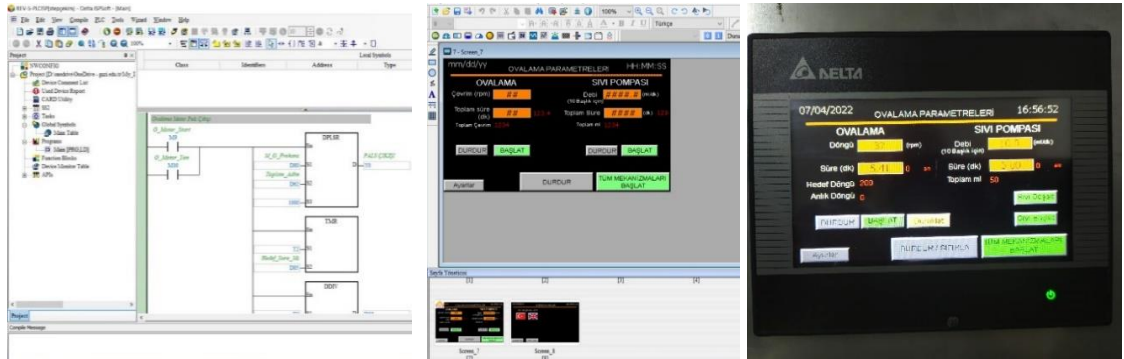
Üretimi tamamlanan GİTOTC'nin çalışma prensibi TS EN ISO 11998 (2006) standardına göre ayarlanmıştır [270]. Bu standarttan hareketle uyulması gereken parametreler ile ilgili bilgiler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. GİTOTC'nin çalışma parametreleri.

Sıra No	Parametre Adı	Ölçü Birimi
1	İleri-geri çevrim (döngü) sayısı	37 ± 2 (bir dakikada)
2	Toplam ovalama döngü sayısı	200 (döngü)
3	Aralıksız toplam ovalama süresi	5,41 dakika (bir örnek için)
3	Örnek levha üzerine tatbik edilen toplam kimyasal sıvı miktarı	5 ml (bir örnek için)
4	Ovalama başlığının örnek üzerine uyguladığı ağırlık miktarı	135 ± 1 g

4.6.4. GİTOTC'nin Otomasyon Yazılımı ve Stüdyo Kabininin Kurulumu

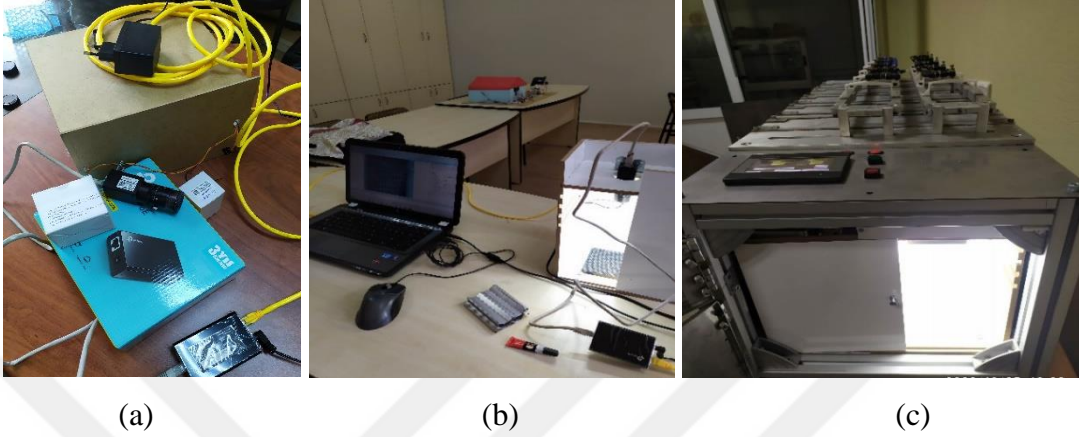
1. Cihazın çalışmasında istenilen parametrelerden; hareket hızı, zaman, devir, sıvı akış hızı vb. parametre durum kombinasyonlarını, PLC otomasyon yazılımları kullanarak sürücü kartlara çalışma algoritmalarının yazılması (Sql server programı) ile database'ler oluşturulmuştur. Ayrıca cihazın özellikle Türkiye'de kullanımının gerçekleştirilmesi için otomasyon yazılım dili Türkçe yapılmıştır. Yine cihazın Dünya genelinde kullanılmasını sağlamak için de yardımcı dillerden İngilizce dili yazılıma eklenmiştir. Otomasyonu yapılan cihazın ilk çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.23)



Şekil 4.23. Otomasyon ve kontrolünü sağlayan dil yazılımı.

2. Cihaz gövdesinde örnek yüzeylerinden görüntü alabilmek için bir stüdyo kabini tasarlanmıştır (Şekil 4.20). GİTOTC gövdesine entegre bir stüdyo kabininin kurulumu gerçekleştirilmiştir. Bunun için endüstriyel kamera kiti (kamera + lens +

kablo + enerji portu) alımı yapılmış (Şekil 4.24.a), kamera ve ışık entegre edilmiştir. Bu kısımda ışık şiddeti, kamera ile örnek levha arasındaki uzaklık vb. durumlar dikkate alınarak düzenleme yapılmıştır. Cihaza bağlı bir dizüstü bilgisayar ile örnek stüdyosundaki kameranın birbirine entegrasyonu sağlanmıştır (Şekil 4.24 b ve c).



Şekil 4.24. (a, b, c) GİTOTC'nin stüdyo kabininin montajı.

4.6.5. GİTOTC'nin Kalibrasyon Sertifikasının Alınması

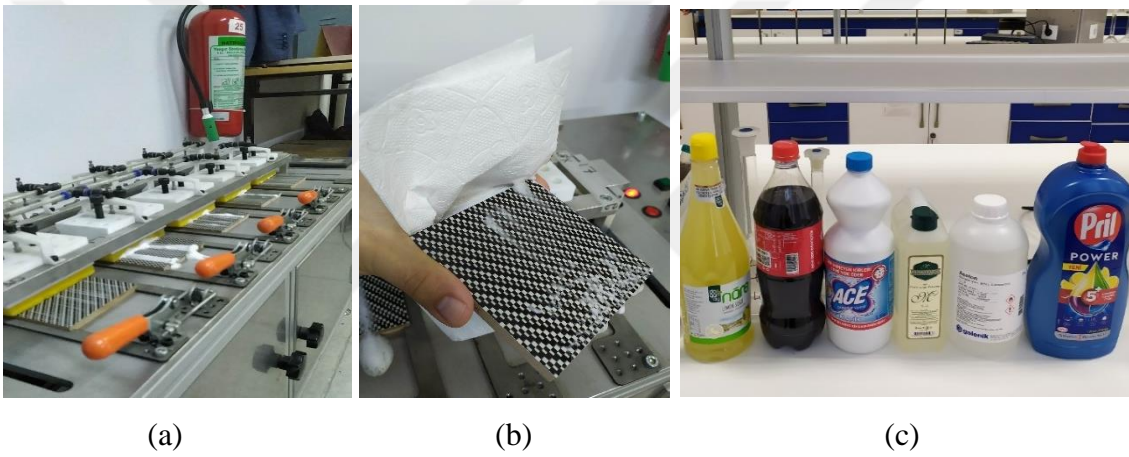
Tasarımı ve üretimi tamamlanan GİTOTC'nin çalışmasının doğruluğunu kontrol etmek için Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hizmet alınarak cihazın çalışma parametrelerindeki doğruluk ve sapma ölçümleri sertifikalandırılmıştır. Cihazın TS EN ISO 11998 (2006) çalışma standardına göre Sertifikası ile ilgili belgenin dosyası Tez'e eklenmiştir (EK 2) [270]. Cihazın çalışma esnasında TS EN ISO 11998 (2006) standardı parametrelerine aykırı herhangi bir durum bulunamamıştır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. TSE tarafından yapılan kalibrasyon işlemleri.

4.7. ÖRNEK GÖRÜNTÜLERİNİN ALINMASI ve ÇEŞİTLİ EV İÇİ KİMYASALLARINA MARUZ BIRAKILMASI

GİTOTC ile ovalama işlemi öncesi her bir örneğin dijital görüntüleri kayıt altına alınmıştır. Daha sonra GİTOTC ile örnek yüzeylerinde çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak düzgün doğrusal bir hareketle TS EN ISO 11998 (2006) standardında belirtilen esaslara göre (Çizelge 4.3) ovalama işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.26 a ve b) [270]. Denemelerde ASTM D 1308-20 (2020) standardına göre ev içi kimyasallarından; etil alkol, aseton, çamaşır suyu, sıvı bulaşık deterjanı, limon suyu ve kola tercih edilmiştir [271]. (Şekil 4.26.c). Bu kimyasallara ait bazı teknik veriler Çizelge 4.4’de sunulmuştur.



Şekil 4.26. (a) Ovalama işlemi uygulaması, (b) Bulaşık deterjanı ile ovalanmış örnek, (c) Ev içi kimyasallar.

Çizelge 4.4. Ev içi kimyasallarına ait bazı teknik bilgiler.

Testler	Ev İçi Kimyasalları						
	Etil Alkol (Kolonya 80)	Aseton	Çamaşır Suyu	Sıvı Bulaşık Deterjanı	Sirke	Limon Suyu	Kola
pH Değeri	6,63	6,03	12,32	7,46	2,72	2,03	2,92
Viskozite (mPa·s)	1,86	0,35	1,39	1128,5	1,15	1,23	1,36
Yoğunluk (g/ml)	0,862	0,868	1,074	1,012	1,000	1,000	1,029
Sıvı Renk Değeri	L*=26,89 a*=-0,18 b*=0,79	L*=26,44 a*=-0,59 b*=0,89	L*=25,71 a*=-0,95 b*=1,73	L*=26,14 a*=-2,60 b*=6,47	L*=26,20 a*=0,04 b*=0,17	L*=23,42 a*=-0,86 b*=1,79	L*=20,93 a*=0,14 b*=0,57

4.7.1. Ovalama İşlemi Öncesi ve Sonrası Örnek Görüntülerinin Alınması

GİTOTC' ile çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi öncesi ve sonrasında her bir örneğin dijital görüntüleri kayıt altına alınmıştır. Yüzeylerine HGK ve UV baskı işlemi yapılmış levhaların aseton kimyasalı ile ovalama işlemi öncesi ve sonrasına ait dijital görüntüleri Şekil 4.27'de örnek olarak sunulmuştur.

	HGK Yapılmış Örnekler						
	<i>Selülozik</i>	<i>Poliüretan</i>	<i>Akrilik</i>	<i>Su Bazlı</i>	<i>MDF Lam</i>	<i>PVC</i>	<i>High Gloss</i>
Ovalama İşleminde Önce							
Ovalama İşleminde Sonra							
	UV Baskı İşlemi Yapılmış Örnekler						
	<i>Selülozik</i>	<i>Poliüretan</i>	<i>Akrilik</i>	<i>Su Bazlı</i>	<i>MDF Lam</i>	<i>PVC</i>	<i>High Gloss</i>
Ovalama İşleminde Önce							
Ovalama İşleminde Sonra							

Şekil 4.27. HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin aseton kimyasalı ile ovalama işlemi öncesi ve sonrası dijital görüntüleri.

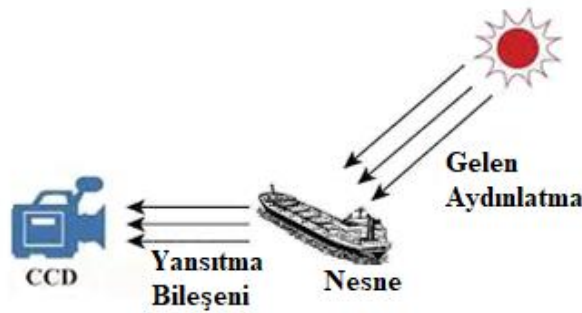
4.8. TEST YÖNTEMLERİ

Araştırma kapsamında Matlab Graphical User Interface (GUI) görüntü işleme programı kullanılarak “Yüzey Kusur Analizi Yöntemi (YKAY)” isimli bir yazılım geliştirilmiş, tasarlanıp üretilen görüntü işleme tabanlı ovalama test cihazı (GİTOTC) ile alınan örnek görüntülerinin aşınma, renk ve parlaklık değişimlerinin analizleri gerçekleştirilmiştir [272]. Geliştirilen YKAY yazılımının doğruluğunu test etmek için endüstriyel test cihazları (Zeiss Axio Scope A1 marka stereo mikroskop, BYK Gardner Spektro -Guide 45/0) ile tekrar aşınma, renk ve parlaklık ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda örnek yüzeylerinde oluşan diğer değişimlerin tespit edilmesi amacı ile endüstriyel test cihazları kullanılarak yapışma, çizilme, sertlik ve pürüzlülük testleri yapılmıştır.

4.8.1. Aşınma Testi

4.8.1.1. GİTOTC ile Aşınma Ölçümü

Düşük ışıklı renkli görüntülerin iyileştirilmesi için yaygın olarak kullanılan retinex teorisi, genel olarak yerel görüntü türevlerini analiz ederek, görüntüyü aydınlatma ve yansıtma bileşenlerine ayırmaktadır. Land ve McCann tarafından 1971’de ilk defa önerilmiş olup, retinex kelimesi retina ve cortex olan iki kelimenin sentezlenmesiyle oluşturulmuştur [273]. Şekil 4.28’de bir görüntünün iki ayrı bileşenden oluşan aydınlatma ve yansıtma bileşenlerinin sembolik sunumu gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.28. Retinex modelinin sembolik gösterimi.

Cai ve arkadaşlarının 2017’de sundukları içsel ve dışsal öncelikli retinex modelinde, doğrusal alan içinde aydınlatma ve yansıtma aynı anda ayrışabilmektedir [274]. Çalışmanın ilk bölümünde yerel varyasyon sapması adı verilen özellik ile içsel özellikler içinde yer alan yapının korunması amaçlanmıştır.

$$R_{x/y} = \left| \frac{\nabla_{x/y} I}{\frac{1}{|\Omega|} \sum_{\Omega} \nabla_{x/y} I + \varepsilon} \right| \quad (4.1)$$

Eşitlik (4.1)'de verilen yerel varyasyon sapmasında, $\nabla_{x/y}$ eğim operatörünü, Ω görüntüden alınan yerel parçayı temsil etmekte olup, çalışma içerisinde 3×3 büyüklüğündedir. Ayrıca ε sifira bölümden kaçınmak için kullanılan küçük bir sayıdır.

Giriş: Test görüntüsü S, parametreler α , β and λ , maksimum döngü K ve durma parametresi ε .
Output: Aydınlatma I and yansıtma R bileşenlerinin bulunması.
başlangıç $I_0 \leftarrow S_2$:
for k = 1 to K **do**
 $\nabla_{x/y}$
ağırlıkları hesapla Eq. (4.2) kullan.
Eq. (4.3) kullanarak I_k güncelle
if k = 1 **then**
 $R_0 = S/I_1$
end if
Eq. (4.2) kullanarak $v_{x/y}$ ağırlıkları hesapla.
Eq. (4.4) kullanarak R_k 'yı güncelle.
if $\|I_k - I_{k-1}\|/ \|I_{k-1}\| \leq \varepsilon$ or $\|R_k - R_{k-1}\|/ \|R_{k-1}\| \leq \varepsilon$ **then**
break
end if
end for.

Algoritma 4.1. Ortak içsel-dışsal öncelikli modeli.

Algoritma 4.1'de verildiği gibi Eşitlik (4.2)'ye göre aydınlatma için $u_{x/y}$, yansıtma için $v_{x/y}$ ağırlık değerleri ve ilk döngü de ki yansıtma I_1 ise Eşitlik (4.3)'e göre hesaplanmaktadır.

$$\begin{cases} u_{x/y} = \left(\frac{1}{|\Omega|} \sum_{\Omega} \nabla_{x/y} I \left| \nabla_{x/y} I \right| + \varepsilon \right)^{-1} \\ v_{x/y} = \left(\left| \nabla_{x/y} R \right| + \varepsilon \right)^{-1} \end{cases} \quad (4.2)$$

$$(P1) I_k = \operatorname{argmin} \|I \cdot R_{k-1} - S\|_2^2 + \alpha \left(u_x \|\nabla_x I\|_2^2 + u_y \|\nabla_y I\|_2^2 \right) + \lambda \|I - B\|_2^2 \quad (4.3)$$

Eşitlik (4.3)'de ki S orijinal giriş görüntüsünü, B parlak kanal olup, $\max_{\Omega} \left(\max_{c \in \{r, g, b\}} S^c \right)$ alınan görüntü parçacığının maksimum renk değeri olarak elde edilmiştir. İlk döngüde yansıtmanın başlangıç değeri olan R_0 da bulunduktan sonra Eşitlik (4.4) kullanılarak R_1 güncellenmektedir.

$$(P2)R_k = \operatorname{argmin} \|I_k \cdot R - S\|_2^2 + \beta \left(v_x \|\nabla_x R\|_2^2 + v_y \|\nabla_y R\|_2^2 \right) \quad (4.4)$$

$$R_k = (I_k^T I_k + \beta N_k)^{-1} (I_k^T S)$$

Görüntü iyileştirme için gerçekleştirilen optimizasyon işlemi Algoritma 4.1’de yer alan şart gerçekleşme durumunda sonlanmaktadır. Son döngü de elde edilen I_k (Aydınlatma) ve R_k (yansıtma) görüntüleri elde edilmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda, aşınmanın derecelendirilmesi ile örneklerin ovalama işleminden sonra yüzeyin aşınma durumu hakkında dolaylı olarak bilgi alınması amaçlanmıştır. Bu bağlamda dekoratif kaplama (HGK ve UV baskı işlemi) yapılmış örneklerin GİTOTC kullanılarak ev içi kimyasalları ile ovalama işlemine tabi tutulmadan önce (kontrol) ve sonra görüntüleri alınmıştır. Daha sonra, her iki görüntü için Hue, Saturation ve Value (HSV) renk uzayının Value (V) yoğunluk kanalı kullanılarak retinex modeli ile görüntülerin aydınlatma ve yansıtma bileşenleri elde edilmiştir. Bu ayırıştırma işlemi için literatürde çok kullanılan Joint Intrinsic-Extrinsic Prior (JieP) model tercih edilmiştir.

Çalışma içerisinde her iki görüntünün sadece yansıtma bileşenleri kullanılmıştır. Retinex modeline göre görüntü alma kabininde çevresel şartlar, kameranın çekim açısı, lens ayarı ve kullanılan ışık şiddeti aynı olduğu için aydınlatma bileşenleri eşit kabul edilmiştir. Ovalama işleminden önce ve sonra alınan görüntülerin yansıtma bileşenleri normalize edilmiştir. Yansıtma görüntülerinin piksel değerleri $[0,1]$ arasında yeniden ölçeklendirilerek, bütün değerlerin pozitif ölçeğe sahip olması sağlanmıştır. Eşitlik (4.5) ve (4.6)’da her iki yansıtma görüntüsü için normalize işlemi sunulmuştur.

$$R_{new_ab} = \frac{R_{ab} - R_{ab_min}}{R_{ab_max} - R_{ab_min}} \quad (4.5)$$

$$R_{new_aa} = \frac{R_{aa} - R_{aa_min}}{R_{aa_max} - R_{aa_min}} \quad (4.6)$$

Eşitlik (4.5)’de ki yer alan R_{new_ab} ve Eşitlik (4.6)’da ki R_{new_aa} aşınma öncesi (ab) ve aşınma sonrası (aa) alt indisleri kullanılarak normalize işleminden sonraki yansıtma bileşen görüntülerini temsil etmektedir.

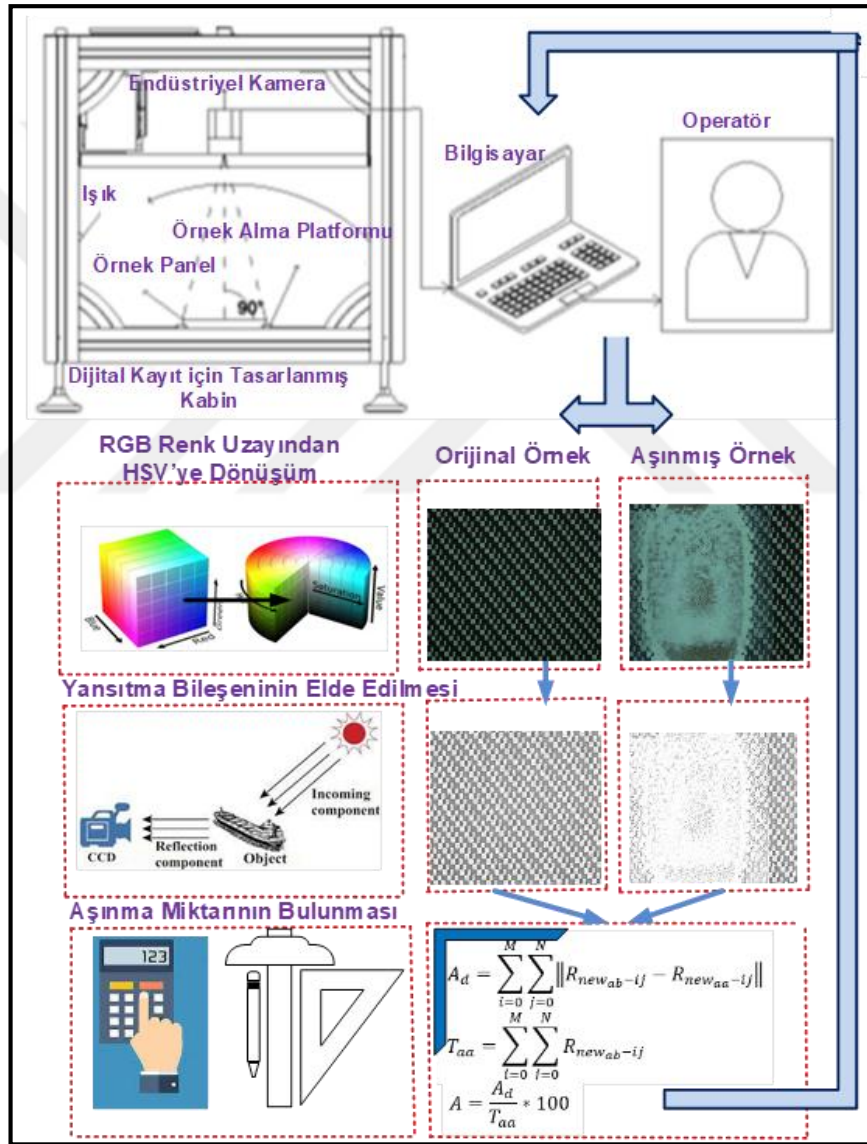
$$A_d = \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N |R_{new_ab-ij} - R_{new_aa-ij}| \quad (4.7)$$

$$T_{ab} = \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N R_{new_ab-ij} \quad (4.8)$$

Eşitlik (4.7)'de iki yansıtma bileşeninin farklarının toplamı A_d ile Eşitlik (4.8)'de ovalama işlemine girmeden önce ki orijinal yansıtma bileşeninin piksel değerlerinin toplamı T_{ab} ile ifade edilmiştir. M ve N ise yansıtma bileşeni görüntülerinin boyutlarıdır ve iki görüntünün boyutları aynı olmak zorundadır.

$$A = \frac{A_d}{T_{ab}} * 100 \quad (4.9)$$

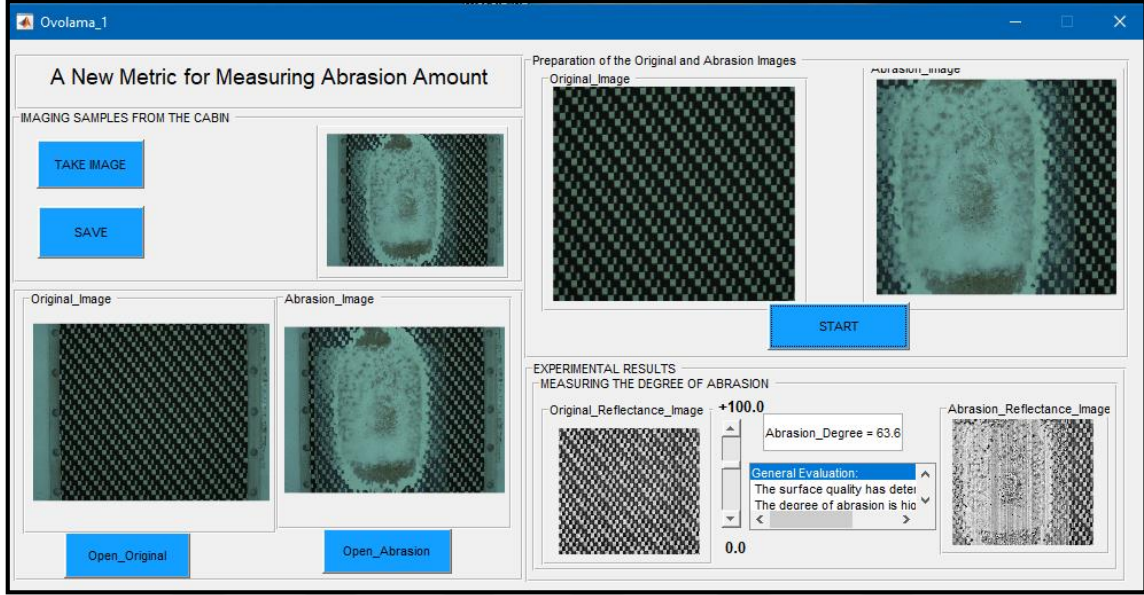
Eşitlik (4.9)'da verilen aşınma ölçümü A değerini bulmak için farkların toplamı orijinal görüntü değerlerine bölümü ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.29. Önerilen retinex tabanlı aşınma ölçümünün akış şeması.

Sisteminin akış şeması Şekil 4.29'da verilmiştir. İlk olarak HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası alınan görüntüleri HSV

renk uzayına dönüştürülmüştür. HSV renk uzayının V kanalı Algoritma 4.1 kullanılarak yansıtma ve aydınlatma bileşenleri elde edilmiştir. Son olarak iki yansıtma bileşeni görüntüleri Eşitlikler (4.4), (4.5), (4.6), (4.7), (4.8) ve (4.9) kullanılarak % cinsinden aşınma değişim miktarı belirlenmiştir. YKAY yazılımının genel görünümüne Şekil 4.30'da yer verilmiştir.



Şekil 4.30. YKAY yazılımının genel görünümü.

4.8.1.2. Stereo Mikroskop ile Aşınma Ölçümü

Araştırma kapsamında GİTOTC'nin YKAY yazılımı ile yapılan aşınma ölçümünün doğruluğunu test etmek ve karşılaştırmak amacı ile Zeiss Axio Scope A1 marka stereo mikroskobu kullanılmıştır (Şekil 4.31). Ölçümler için stereo mikroskop cihazının kamerası ve buna bağlı bilgisayarda bulunan yazılım programı kullanılarak, HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası görüntüleri alınarak yapılmıştır (Şekil 4.32 ve Şekil 4.33). Örneklerin aşınma değerlerinin belirlenmesi için görüntüler 100 kat büyütülmüş ve ASTM E112-13 (2021) standardına göre kaplama film kalınlıklarının mikron (μm) cinsinden ölçülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir [275]. Her bir örnekten 5 ölçüm alınmış, bu ölçümler sonucunda dekoratif kaplama (HGK ve UV baskı işlemi) yapılmış levha yüzeylerindeki film kalınlıklarında oluşan aşınma miktarındaki değişim % cinsinden değerlendirilmiştir. HGK ve UV baskı işlemlerinin ortalama film kalınlıkları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

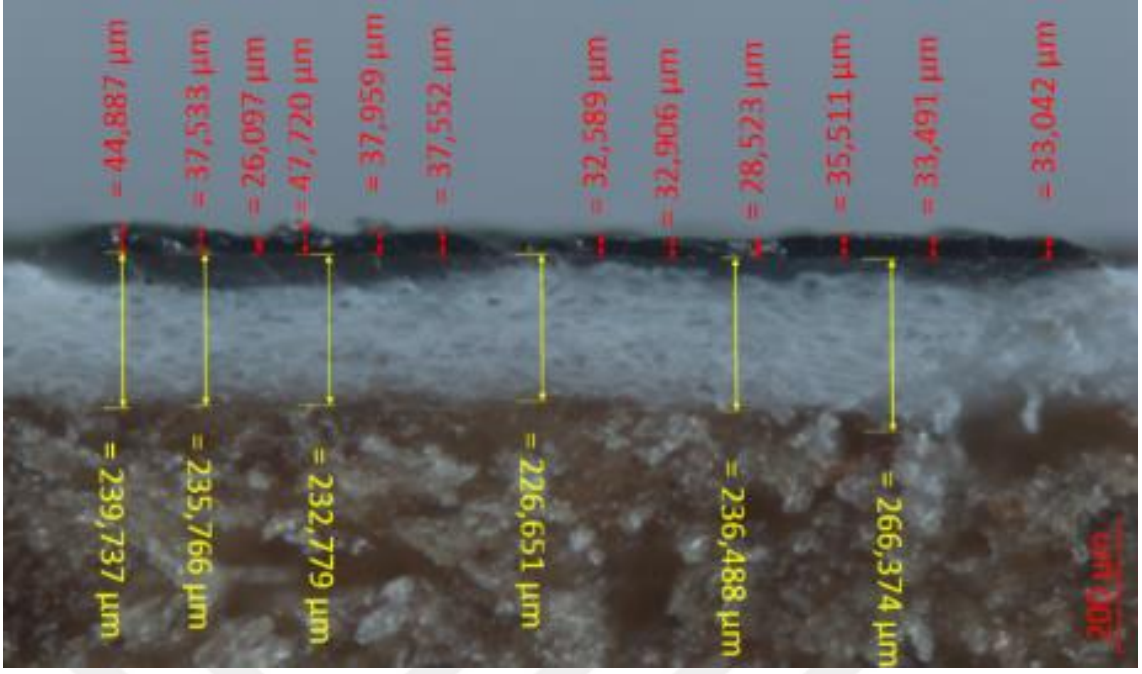


Şekil 4.31. Zeiss Axio Scope A1 marka stereo mikroskop.

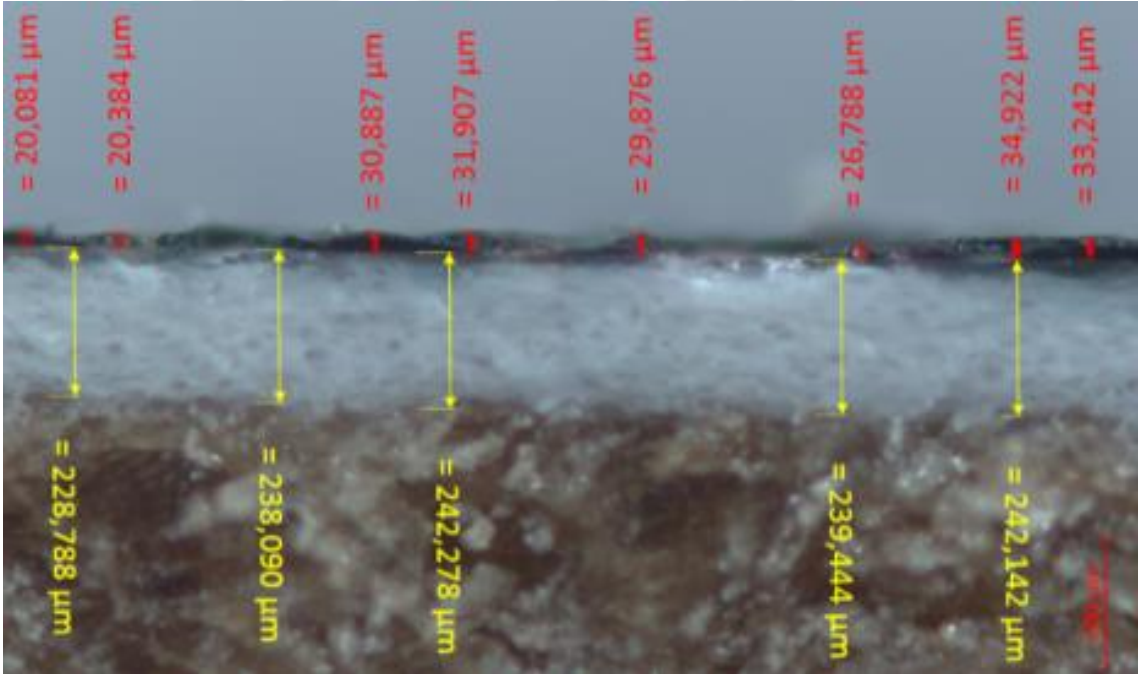
Çizelge 4.5. HGK ve UV baskı işlemi ortalama film kalınlıkları.

HGK Film Kalınlığı (μm)	UV Baskı Film Kalınlığı (μm)
14,038	43,234

Çizelge 4.5' e göre UV baskı işleminin HGK'ya göre daha kalın bir film tabakasına sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.32. UV baskı işlemi yapılmış MDF Lam örneği (kontrol).

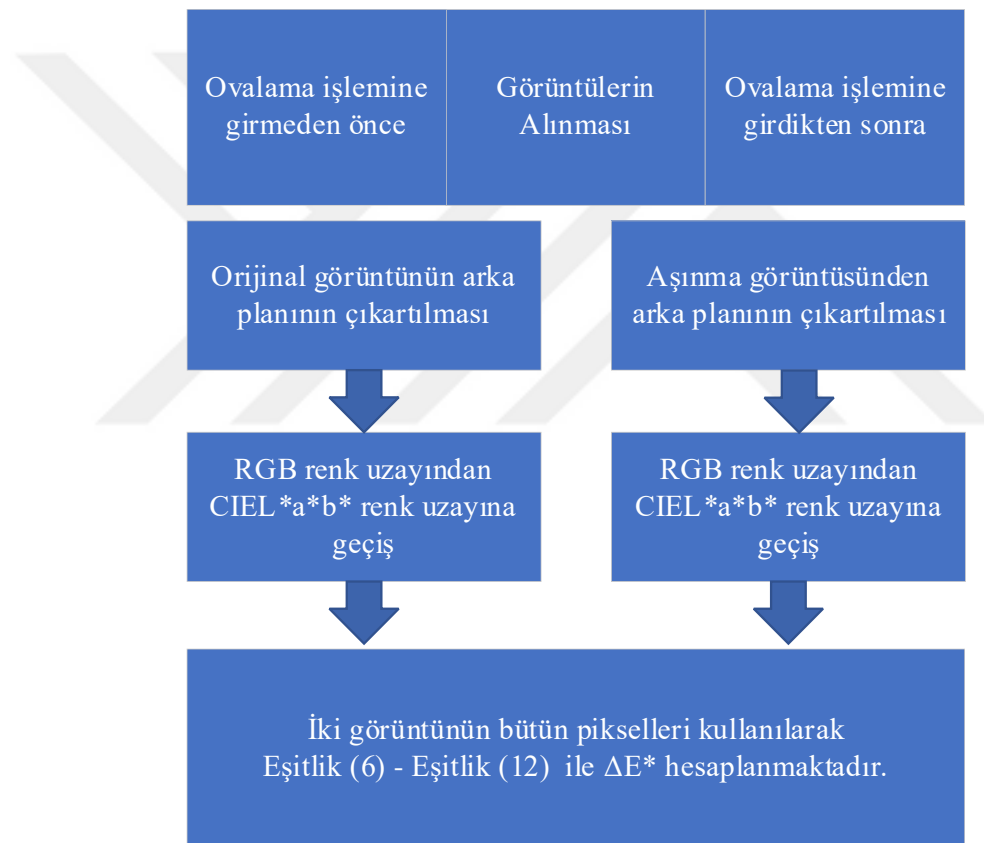


Şekil 4.33. UV baskı işlemi yapılmış MDF Lam örneğinin çamaşır suyu ile ovalanmış hali.

4.8.2. Renk Testi

4.8.2.1. GİTOTC ile Renk Ölçümü

Renk ölçümleri, Uluslararası Aydınlatma Komisyonun (Commission International de l'Eclairage) oluşturduğu CIE Lab sistemine göre L^* , a^* ve b^* koordinatlarının hesaplanmasıyla gerçekleştirilmiştir. L^* , a^* ve b^* renk modelinde dikey sarı-mavi ve yeşil-kırmızı eksenlerine dayanan dörtgensel koordinatlar kullanılmaktadır. CIE L^* , a^* ve b^* da bir rengi gösterirken, L^* beyazlık, a^* kırmızı/yeşil değerini ve b^* sarı/mavi değerlerini göstermektedir. Ölçümler, HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası görüntüleri alınarak yapılmıştır.



Şekil 4.34. Renk değişiminin belirlenmesi adımlarının şematik gösterimi.

Şekil 4.34'de akış diyagramında görüldüğü gibi iki görüntünün arka planları çıkartıldıktan sonra kalan görüntü parçalarının renk değişimlerini incelemek için Red-Green-Blue (RGB) renk uzayından CIE L^* a^* b^* renk sistemine geçilmiştir. Ovalama öncesi ve sonrası görüntü parçalarının bütün pikselleri katılarak L^* a^* b^* her bir görüntü için ortalama değerleri bulunmuştur. Ortalama değerlerin bulunması için kullanılan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$L_o^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} L_{oi}^* \quad (4.10)$$

$$a_o^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} a_{oi}^* \quad (4.11)$$

$$b_o^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} b_{oi}^* \quad (4.12)$$

$$L_a^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} L_{ai}^* \quad (4.13)$$

$$a_a^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} a_{ai}^* \quad (4.14)$$

$$b_a^* = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{M \times N} b_{ai}^* \quad (4.15)$$

Yukarıdaki eşitliklerde (4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15) o alt indeksi ovalanmadan önceki örneğin görüntüsünü, a ise ovalandıktan sonraki aşınmış görüntüyü temsil etmektedir. Ortalama CIE L* a* b* değerleri bulunduğundan sonra ΔL^* , Δa^* ve Δb^* farkları alınır. ΔL^* rengin ışıklılık değerindeki değişimi (L* aşınma öncesi - L* aşınma sonrası), Δa^* kırmızı-yeşil renk doğrusundaki değişimi (a* aşınma öncesi - a* aşınma sonrası), Δb^* ise sarı-mavi renk doğrusundaki değişimi (b* aşınma öncesi - b* aşınma sonrası) ifade etmektedir.

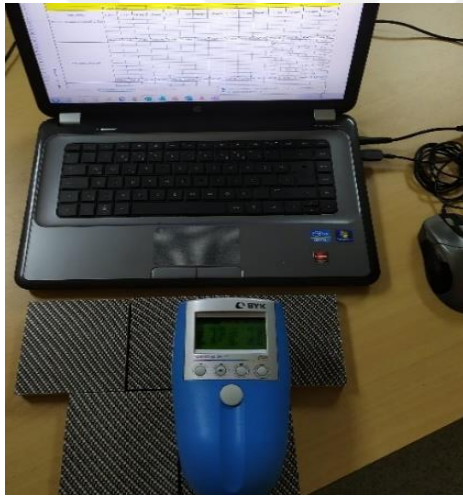
Numunenin standarttan daha kırmızı veya daha yeşil olup olmadığı delta değerinin işareti ile gösterilir. Örneğin Δa^* pozitifse aşınmış görüntü orijinalinden daha kırmızıdır, Δb^* pozitifse aşınmış görüntü orijinalinden daha sarıdır ve ΔL^* pozitifse aşınmış görüntü orijinalinden daha açıktır. Toplam renk değişimi (ΔE^*), numunenin ve standardın L*, a* ve b* arasındaki farkları dikkate alan tek bir değerdir ve eşitlik (4.16) ile hesaplanmıştır.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4.16)$$

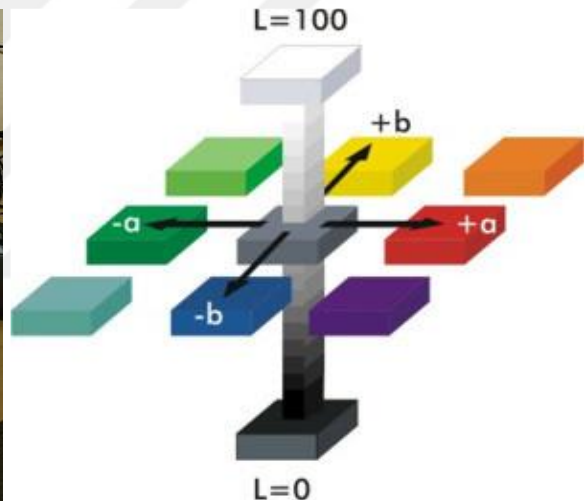
4.8.2.2. BYK – Gardner Spektro-Guide 45/0 Cihazı ile Renk Ölçümü

GİTOTC'nin renk ölçüm yönteminin doğruluğunu test etmek ve karşılaştırmak amacı ile yüzey renk ölçümleri BYK – Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ile yapılmıştır (Şekil 4.35.a). Renk ölçümleri ASTM D2244-21 (2022)'de belirtilen esaslara göre CIE L* a* b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.35.b) [276]. Renk ölçümleri öncesinde cihaz, beyaz renge göre $a = -1,00 \pm 0,3$; $b = 0,58 \pm 0,3$; $L = 94,95 \pm 0,3$ olacak şekilde kalibre edilmiştir.

CIE L*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.



(a)



(b)

Şekil 4.35. (a) Örnek levhaların renk ölçüm değerlerinin alınması, (b) CIE L*a*b* renk sistemi.

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası renk ölçümleri eşitlik (4.17, 4.18 ve 4.19)'da verildiği gibi alınmıştır. Örneklerin ovalama işlemi sonrasında yüzeylerinde meydana gelen toplam renk değişimleri (ΔE^*) formülünün kullanılmasıyla aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\Delta L^* = L^*S - L^*İ \quad (4.17)$$

$$\Delta a^* = a^*S - a^*İ \quad (4.18)$$

$$\Delta b^* = b^*S - b^*İ \quad (4.19)$$

Bu eşitliklerde kullanılan “s” alt indisi ovalama işlemi sonrası değerleri, “i” alt indisi ise ovalama işlemi öncesi değerleri göstermektedir.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4.20)$$

Örneklerin toplam renk değişimi (ΔE^*); eşitlik (4.20)’ye göre hesaplanmıştır.

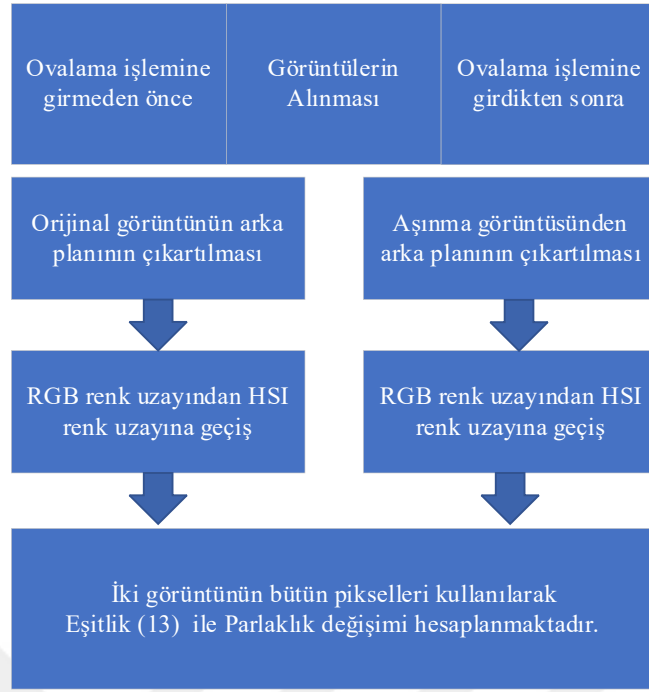
4.8.3. Parlaklık Testi

4.8.3.1. GİTOTC ile Parlaklık Ölçümü

Parlaklık, karşılaşılan kaynağa göre bir ışık kaynağı tarafından üretilen enerji miktarı olarak tanımlanmakta ve görüntünün genel açıklığını veya koyuluğunu ifade etmektedir. Parlaklık ölçümleri, yine HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası görüntüleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Parlaklık değişimini hesaplamak için ilk olarak Şekil 4.36’da akış şemasında görüldüğü gibi RGB renk uzayından Hue Saturation Intensity (HSI) renk sistemine göre hareket edilmiştir. Bu renk uzayındaki I kanalı parlaklığı temsil etmekte olup, iki görüntü için ortalama parlaklık değeri hesaplanmıştır. Eşitlik (4.21)’de verildiği gibi görüntülerin bütün pikselleri hesaba katılmıştır.

$$P = \frac{100}{255} \left(\frac{1}{M \times N} \sum_{u,v} I_o(u,v) - \frac{1}{M \times N} \sum_{u,v} I_a(u,v) \right) \quad (4.21)$$

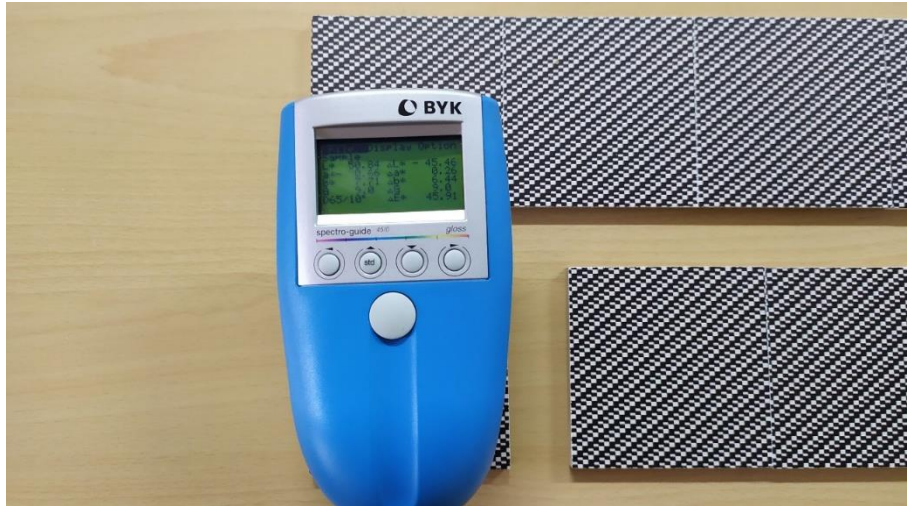
Eşitlik (4.21) deki I_o giriş görüntüsünü, I_a ise ovalandıktan sonra ki aşınmış görüntüyü temsil ederken, $M \times N$ görüntü içindeki toplam piksel sayısını göstermektedir. Bütün piksellerinin değeri P parlaklık değişiminin sifıra yaklaşması veya küçük değer gerçekleşmesi parlaklığın değişmediği anlamına gelmektedir. Tersisi durumda ise, yani parlaklığın pozitif ve büyük olması durumunda ovalama sonucu numunenin parlaklığının bozulduğu, yorumu yapılmıştır. Parlaklık değişiminin %100 olması, parlaklık bozulmasının veya değişiminin maksimum düzeyde gerçekleştiğini göstermiştir. Görüntü işleme tabanlı parlaklık ölçümü yöntemi ile tüm örneklerin parlaklık ölçüm değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4.36. Parlaklık değişiminin belirlenmesi adımlarının şematik gösterimi.

4.8.3.2. BYK – Gardner Spektro-Guide 45/0 Cihazı ile Parlaklık Ölçümü

Deney örneklerinin ev içi kimyasallarına karşı direncini belirlemek ve GİTOTC'nin parlaklık ölçüm yönteminin doğruluğunu test etmek ve karşılaştırmak amacı ile yüzey renk ölçümleri BYK – Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.37). Örneklerin yüzey parlaklık ölçümleri 60° lik açı kullanılarak TS EN ISO 2813 (2014)'de belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir [277]. Ölçümler, yine HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ovalama işlemi öncesi (kontrol) ve sonrası yüzeylerinden alınarak yapılmıştır.



Şekil 4.37. BYK – gardner spektro guide cihazı ile parlaklık ölçümü.

4.8.4. Yapışma Testi

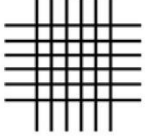
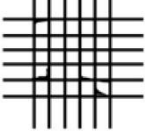
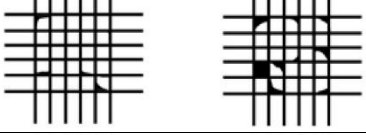
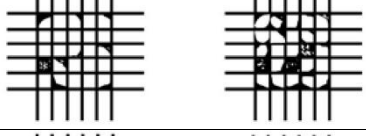
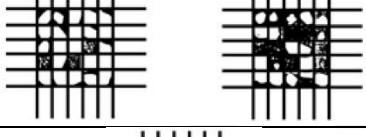
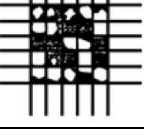
HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrası yapışma direnci, ASTM D3359-23 (2023) esaslarına göre belirlenmiştir [278]. Denemelerde 1 mm aralıklı, 11 kesici ağızlı, kesici kama açısı $15^\circ - 30^\circ$ olan çoklu kesici bıçak kullanılmıştır. Bıçağın kesme açısı $30^\circ - 45^\circ$ olarak ayarlanmış, örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalar kafes şeklinde (çapraz) ve kaplama kalınlığı kadar kesilmiştir. Kesilen örneklerin yüzeyleri yumuşak fırça yardımı ile tozdan arındırıldıktan sonra bant yapıştırılmış ve bant yüzeyi lastik silgi ile sıvazlanmıştır. Örnek yüzeyine yapıştırılan bant 180° açı ile 90 ± 30 saniye içerisinde yüzeyden kaldırılmıştır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Yapışma testi yapılmış örnek ve kullanılan ekipmanlar.

Bu işlemlerin ardından kaplama yüzeyleri bir büyüteç ve ışık yardımı ile incelenmiş, yüzeyden kalkan HGK ve UV baskı filmlerinin yapışma direnci standartta belirtilen B metoduna göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.6)

Çizelge 4.6. B metoduna göre yapışma testinin sınıflandırılması [278].

Yapışma Test Sonuçlarının Sınıflandırılması		
Sınıflandırma	Kaldırılan Alanın Yüzdesi	Altı Paralel Kesim İçin Kalkmanın Meydana Geldiği Çapraz Kesim Alanının Yüzeyi ve Yüzde Olarak Yapışma Aralığı (11 Paralel Kesim İçin Aynı Sınıflandırma Uygulanır)
5B	%0 - Hiç	
4B	%5'ten daha az	
3B	%5-15 arası	
2B	% 15-35 arası	
1B	%35-65 arası	
0B	%65'ten daha fazla	

4.8.5. Çizilme Testi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrası çizilme direnci TS EN 15186 (2012) esaslarına göre yapılmıştır [279]. Denemelerde TABER 551 SCRATCH marka çizilme test cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.39). Cihaz üzerinde bulunan terazi tipi ağırlık mekanizmasının alt kısmındaki yuvasına elmas takılmış ve örnek yüzeyine yerleştirilmiştir. Cihaz hareket ettirilerek 5N'luk kuvvet uygulamasından başlanıp daire çizilmiş ve kuvvet azaltılarak oluşan çiziklerin süreklilik arz etmediği yani kesikli çizginin olduğu kuvvette deney sonlandırılmıştır. 5N'dan 2N'a kadar 0,5N'luk, 2N'dan 1N'a kadar 0,25N'luk, 1N'dan sonra 0,1N'luk kuvvet azaltmalarıyla kesikli çizilme elde edilinceye kadar ilerlenmiştir. Çizilme testinde her bir deneme esnasında çizilme daireleri arasında 1 mm boşluk bırakılarak devam edilmiştir.



Şekil 4.39. TABER 551 Scratch marka cihaz ile çizilme testi.

Örnek yüzeylerinde meydana gelen çizgiler bir büyüteç yardımı ve sabit ışık altına incelenmiş, kesikli çizginin tespit edildiği bir önceki daire çizgisinin değeri çizilme değeri olarak kaydedilmiştir. Örneklerin çizilme direnci TS EN 15186 (2012) standardında belirtilen sınıflandırmaya göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Çizilme direncinin sınıflandırılması [279].

Yüzeyin Sınıflandırılması	Ortalama Kuvvet (N)
1.	4,0 dan büyük
2.	2.1-4.0
3.	1.6-2.0
4.	1.1-1.5
5.	0.5-1.0
6.	0.5'ten küçük

4.8.6. Sertlik Testi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi öncesi ve sonrasında alınan sertlik değerleri “pandüllü sertlik ölçme cihazı” kullanılarak ASTM D4366-95 (1984) standardına göre belirlemiştir (Şekil 4.40 a ve b) [280].



(a)

(b)

Şekil 4.40. (a, b) Salınımsal sertlik ölçüm cihazı (Model 299/300 Erichsen)

Cihaz içerisindeki platforma yerleştirilen örneklerin yüzeyinde, $63 \pm 3,3$ HRC sertliğinde ve $5 \pm 0,0005$ mm çapında iki bilye (Şekil 4.40.b) ile sallanan pandül salınımlarına göre katman sertlik ölçümleri hesaplanmıştır. Ölçümler köning (6° 'den 3° 'ye) metoduna göre uygulanmıştır. Ölçme aleti prensip olarak sert yüzeylerde fazla, yumuşak yüzeylerde az salınım yapmıştır.

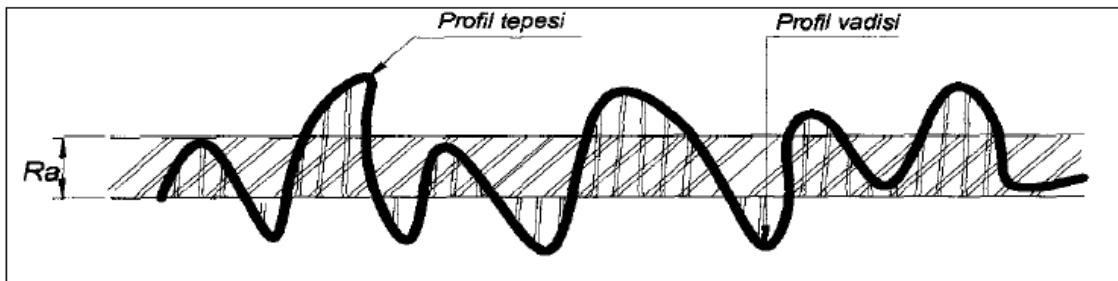
4.8.7. Pürüzlülük Testi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülük ölçümleri TS 2495 EN ISO 3274 (2005) esaslarına göre ardışık profil değişikliklerini ölçebilen TIME TR-200 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 4.41.a) [281]. Ölçme güvenilirliği bakımından aletin kalibrasyonu her 100 ölçüm sonunda kontrol edilmiştir (4.41.b).



Şekil 4.41. (a) Örneklerin pürüzlülük ölçümü, (b) Cihazın kalibrasyonu.

Pürüzlülük ölçüm cihazı, 2,5 mm ölçme adımı ve 5 ölçme sayısına (cut-off) ayarlandıktan sonra tarama iğnesinin 5 µm çaplı elmas ucunu örnek yüzeyinde aşağıya-yukarıya hareket ettirerek yüzeydeki girinti ve çıkıntıların ölçümü alınmıştır. Yüzey girintileri (vadi) ve çıkıntıları (tepe) arasında bulunan merkez çizgisini ortalama pürüzlülük değeri (Ra) olarak gösterilmiştir (Şekil 4.42). Bu çalışmada yüzey pürüzlülük değerleri Ra parametresi esasına göre belirlenmiştir.



Şekil 4.42. Tarama iğnesi ile belirlenen yüzey profili [282].

4.8.8. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel değerlendirmeler için CoStat ve SPSS-24 istatistik paket programı kullanılmış, çoklu varyans analizi “ANOVA” testleri sonucunda faktör etkileri tespit edilmiştir [283], [284]. Faktör etkilerinin $P \leq 0,05$ hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda Duncan testi ile karşılaştırma yapılmıştır. LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak yapılan testlere göre bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca GİTOTC ile yapılan aşınma, renk ve parlaklık testlerinin verileri ile endüstriyel test cihazlarından elden veriler arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile Pearson Korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.



5. BULGULAR

5.1. AŞINMA TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde oluşan aşınma miktarına ait değerlerin aritmetik ortalamaları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Aşınma değerlerine ait aritmetik ortalamalar (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	54,92	4,48
			Alkol	23,62	4,07
			Çamaşır Suyu	24,10	1,61
			Bulaşık Deterjanı	28,82	4,80
			Limon Suyu	23,94	2,73
		UV Baskı	Aseton	69,04	5,35
			Alkol	25,44	4,55
			Çamaşır Suyu	28,21	3,07
			Bulaşık Deterjanı	17,94	4,14
			Limon Suyu	21,70	4,46
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	65,09	2,12
			Alkol	16,23	1,40
			Çamaşır Suyu	28,78	8,56
			Bulaşık Deterjanı	22,02	5,11
			Limon Suyu	25,46	2,73
		UV Baskı	Aseton	26,30	2,17
			Alkol	26,81	3,88
			Çamaşır Suyu	25,43	4,30
			Bulaşık Deterjanı	21,98	4,28
			Limon Suyu	24,56	2,78
	Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Limon Suyu	22,90	1,43
			Kola	18,71	2,47
			Aseton	59,08	5,03
			Alkol	21,86	3,92
			Çamaşır Suyu	17,38	3,48
		UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	25,14	3,08
			Limon Suyu	27,78	3,84
			Kola	33,59	4,75
Aseton			21,33	1,05	
Alkol			24,08	3,63	
			Çamaşır Suyu	26,71	4,42
			Bulaşık Deterjanı	16,39	3,17
			Limon Suyu	18,62	2,30
			Kola	19,73	2,11

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.1. (devam). Aşınma değerlerine ait aritmetik ortalamalar (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	59,13	4,16
			Alkol	16,19	2,88
			Çamaşır Suyu	24,34	1,49
			Bulaşık Deterjanı	20,66	3,82
			Limon Suyu	23,64	8,74
		UV Baskı	Kola	28,67	2,67
			Aseton	34,47	3,38
			Alkol	28,20	5,28
			Çamaşır Suyu	18,96	2,00
			Bulaşık Deterjanı	20,18	0,94
	MDF Lam	HGK	Limon Suyu	19,42	1,53
			Kola	22,94	5,05
			Aseton	58,67	4,70
			Alkol	28,12	6,48
			Çamaşır Suyu	24,38	4,28
		UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	18,78	4,99
			Limon Suyu	25,55	5,48
			Kola	20,22	6,32
			Aseton	20,34	1,33
			Alkol	24,33	3,28
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	27,19	2,86
			Bulaşık Deterjanı	34,95	2,89
			Limon Suyu	17,01	3,24
			Kola	19,15	2,31
			Aseton	64,34	3,09
		UV Baskı	Alkol	31,10	6,86
			Çamaşır Suyu	24,80	4,19
			Bulaşık Deterjanı	33,56	3,12
			Limon Suyu	28,28	4,42
			Kola	34,33	4,47
	PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	30,87	3,02
			Alkol	20,92	5,68
			Çamaşır Suyu	17,45	2,45
			Bulaşık Deterjanı	13,22	2,22
			Limon Suyu	22,27	0,89
		UV Baskı	Kola	26,00	1,19
Aseton			59,87	2,67	
Alkol			26,36	6,54	
Çamaşır Suyu			30,15	4,12	
Bulaşık Deterjanı			25,10	7,51	
UV Baskı	Limon Suyu	19,93	4,60		
	Kola	26,47	5,91		
	Aseton	71,79	4,30		
	Alkol	37,78	5,34		
	Çamaşır Suyu	28,97	3,58		
UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	25,89	2,71		
	Limon Suyu	23,00	2,81		
	Kola	31,10	2,93		

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.1. (devam). Aşınma değerlerine ait aritmetik ortalamalar (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Stereo Mikroskop	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	99,99	0,00
			Alkol	31,15	17,49
			Çamaşır Suyu	36,47	13,23
			Bulaşık Deterjanı	43,62	8,20
			Limon Suyu	31,78	9,63
		UV Baskı	Kola	25,60	17,24
			Aseton	99,99	0,00
			Alkol	30,35	16,27
			Çamaşır Suyu	37,11	14,20
			Bulaşık Deterjanı	19,96	16,66
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Limon Suyu	23,18	12,62
			Kola	43,74	17,68
			Aseton	99,99	0,00
			Alkol	14,28	9,78
			Çamaşır Suyu	35,75	11,29
		UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	28,09	11,28
			Limon Suyu	32,01	6,70
			Kola	34,13	10,61
			Aseton	35,45	15,67
			Alkol	29,52	11,25
	Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	26,56	15,32
			Bulaşık Deterjanı	27,46	16,83
			Limon Suyu	25,78	14,81
			Kola	17,74	8,88
			Aseton	99,99	0,00
		UV Baskı	Alkol	21,76	11,34
			Çamaşır Suyu	9,41	8,98
			Bulaşık Deterjanı	27,13	17,42
			Limon Suyu	36,21	7,69
			Kola	40,69	13,31
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	16,54	11,98
			Alkol	35,80	9,15
			Çamaşır Suyu	47,53	11,48
			Bulaşık Deterjanı	11,89	11,36
			Limon Suyu	13,00	10,81
		UV Baskı	Kola	15,07	15,55
			Aseton	99,99	0,00
			Alkol	10,30	9,39
			Çamaşır Suyu	29,35	13,90
			Bulaşık Deterjanı	16,02	10,79
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Limon Suyu	28,59	12,78	
		Kola	35,33	15,75	
		Aseton	43,43	11,09	
		Alkol	29,31	16,88	
	UV Baskı	Çamaşır Suyu	22,21	11,91	
		Bulaşık Deterjanı	23,93	9,53	
		Limon Suyu	22,89	18,06	
		Kola	28,49	17,75	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.1. (devam). Aşınma değerlerine ait aritmetik ortalamalar (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Stereo Mikroskop	MDF Lam	HGK	Aseton	99,99	0,00
			Alkol	20,03	8,36
			Çamaşır Suyu	50,56	11,46
			Bulaşık Deterjanı	25,75	11,60
			Limon Suyu	29,42	11,43
		UV Baskı	Kola	40,51	10,87
			Aseton	13,25	9,65
			Alkol	17,48	14,04
			Çamaşır Suyu	21,92	16,38
			Bulaşık Deterjanı	60,98	8,57
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Limon Suyu	7,12	8,41
			Kola	8,86	10,35
			Aseton	99,99	0,00
			Alkol	23,06	9,26
			Çamaşır Suyu	30,27	9,75
		UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	22,39	7,22
			Limon Suyu	22,72	9,28
			Kola	18,68	9,82
			Aseton	39,66	11,61
			Alkol	13,61	13,43
	PVC Kaplamalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	4,37	4,49
			Bulaşık Deterjanı	3,33	3,19
			Limon Suyu	9,26	6,60
			Kola	23,06	10,47
Aseton			99,99	0,00	
UV Baskı		Alkol	27,91	11,67	
		Çamaşır Suyu	14,05	8,37	
		Bulaşık Deterjanı	10,38	8,69	
		Limon Suyu	47,25	7,45	
		Kola	36,38	11,77	
\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.					

Çizelge 5.1 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarda oluşan aşınma değerlerinin aritmetik ortalamaları; ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Aşınma değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri (p ≤ 0.05)
Ölçüm Yöntemi (A)	1	15221,209	15221,209	203,402	0,000*
Levha Çeşidi (B)	6	29164,449	4860,742	64,954	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (C)	6	7358,255	1226,376	16,388	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (D)	1	24574,248	24574,248	328,387	0,000*
Etkileşim (AB)	1	4421,832	4421,832	59,089	0,000*
Etkileşim (AC)	6	26975,013	4495,836	60,078	0,000*
Etkileşim (AD)	6	3050,373	508,395	6,794	0,000*
Etkileşim (BC)	5	317323,665	63464,733	848,082	0,000*
Etkileşim (BD)	5	31424,497	6284,899	83,985	0,000*
Etkileşim (CD)	30	44358,217	1478,607	19,759	0,000*
Etkileşim (ABC)	30	10286,802	342,893	4,582	0,000*
Etkileşim (ABD)	5	74283,025	14856,605	198,529	0,000*
Etkileşim (ACD)	5	14269,620	2853,924	38,137	0,000*
Etkileşim (BCD)	30	74406,331	2480,211	33,143	0,000*
Etkileşim (ABCD)	30	13951,623	465,054	6,215	0,000*
Hata	1512	113147,920	74,833		
Toplam	1679	804217,078			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, aşınma ölçüm değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Aşınma değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	\bar{x}	HG
GİTOTC	28,699	B
Stereo Mikroskop	34,719	A*
LSD \pm 0,827		
Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	37,864	A*
Poliüretan Lake Boyalı MDF	30,457	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	28,612	CD
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	29,442	BC
MDF Lam	29,773	BC
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	27,397	D
PVC Kaplamalı MDF	38,416	A*
LSD \pm 1,549		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	35,533	A*
UV Baskı	27,884	B
LSD \pm 0,827		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Aseton	62,285	A*
Alkol	25,075	CD
Çamaşır Suyu	26,674	BC
Bulaşık Deterjanı	24,371	DE
Limon Suyu	23,894	EF
Kola	27,954	B
LSD \pm 1,434		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.		

Çizelge 5.3 sonucuna göre, ölçüm yöntemi düzeyinde aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop ile (%34,719), en düşük, GİTOTC ile (%28,699) yapılan ölçümlerde tespit edilmiştir.

Levha çeşidi düzeyinde aşınma değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF (%38,416) ve selülozik lake boyalı MDF örneklerde (%37,864), en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerde (%27,397) çıkmıştır.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde aşınma değeri en yüksek, HGK yapılmış örneklerde (%35,533), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (%27,884) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde aşınma değeri en yüksek, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%62,285), en düşük, limon suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%23,894) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		Stereo Mikroskop	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	32,149	BCDE	43,580	A*
Poliüretan Lake Boyalı MDF	27,021	CDE	33,894	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	25,973	E	31,250	BCDE
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	26,399	DE	32,486	BCD
MDF Lam	26,557	DE	32,988	BC
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	28,926	BCDE	25,868	E
PVC Kaplamalı MDF	33,867	B	42,966	A*
LSD ± 5,381				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.</i>				

Çizelge 5.4 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde aralarındaki fark önemsiz olmak üzere selülozik lake boyalı MDF örnekler (%43,580) ile PVC kaplamalı MDF örneklerde (%42,966), en düşük, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde high gloss akrilik kaplamalı MDF örnekler (%25,868) ile GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde akrilik lake boyalı MDF örneklerde (%25,973) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		Stereo Mikroskop	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
HGK	30,901	B	40,166	A*
UV Baskı	26,497	C	29,272	BC
LSD \pm 2,882				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.5 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (%40,166), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (%26,497) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		Stereo Mikroskop	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Aseton	49,696	B	74,875	A*
Alkol	24,976	CDE	25,175	CDE
Çamaşır Suyu	24,528	DE	28,820	CD
Bulaşık Deterjanı	23,370	E	25,373	CDE
Limon Suyu	22,820	E	24,968	CDE
Kola	26,805	CDE	29,104	C
LSD \pm 3,808				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.6 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%74,875), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde aralarındaki fark önemsiz olmak üzere limon suyu (%22,820) ve bulaşık deterjanı (%23,370) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde çıkmıştır.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	37,097	AB	38,632	AB
Poliüretan Lake Boyalı MDF	35,676	AB	25,239	C
Akrilik Lake Boyalı MDF	35,001	B	22,223	CD
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	32,683	B	26,203	C
MDF Lam	36,832	AB	22,714	CD
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	36,128	AB	18,667	D
PVC Kaplamalı MDF	35,320	B	41,514	A*
LSD \pm 5,276				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.7 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (%41,514), en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (%18,667) belirlenmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	80,987	A*
	Alkol	27,640	DEFGHIJK
	Çamaşır Suyu	31,474	DEFG
	Bulaşık Deterjanı	27,584	DEFGHIJK
	Limon Suyu	25,149	FGHIJKL
	Kola	34,352	DE
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	56,834	B
	Alkol	21,364	IJKL
	Çamaşır Suyu	28,266	DEFGHIJ
	Bulaşık Deterjanı	25,531	FGHIJKL
	Limon Suyu	26,533	EFGHIJKL
	Kola	24,219	GHIJKL
Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	49,234	C
	Alkol	25,874	FGHIJKL
	Çamaşır Suyu	25,257	FGHIJKL
	Bulaşık Deterjanı	20,136	IJKL
	Limon Suyu	23,903	GHIJKL
	Kola	27,269	DEFGHIJK
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	59,254	B
	Alkol	21,001	IJKL
	Çamaşır Suyu	23,714	GHIJKL
	Bulaşık Deterjanı	20,196	IJKL
	Limon Suyu	23,636	GHIJKL
	Kola	28,858	DEFGHI
LSD ± 6,967			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.			

Çizelge 5.8. (devam). Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
MDF Lam	Aseton	48,063	C
	Alkol	22,490	HIJKL
	Çamaşır Suyu	31,011	DEFGH
	Bulaşık Deterjanı	35,115	D
	Limon Suyu	19,775	JKL
	Kola	22,185	IJKL
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Aseton	58,716	B
	Alkol	22,169	IJKL
	Çamaşır Suyu	19,224	KL
	Bulaşık Deterjanı	18,125	L
	Limon Suyu	20,633	IJKL
	Kola	25,518	FGHIJKL
PVC Kaplamalı MDF	Aseton	82,913	A*
	Alkol	34,993	D
	Çamaşır Suyu	27,775	DEFGHIJK
	Bulaşık Deterjanı	23,913	GHIJKL
	Limon Suyu	27,630	DEFGHIJK
	Kola	33,279	DEF
LSD ± 6,967			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.			

Çizelge 5.8 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF (%82,913) ve selülozik lake boyalı MDF (%80,987) yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF levha yüzeylerine bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%18,125) elde edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Aseton	80,074	A*	44,497	B
Alkol	28,754	CD	27,868	CDE
Çamaşır Suyu	27,127	CDE	26,221	CDEF
Bulaşık Deterjanı	24,818	DEF	23,925	EF
Limon Suyu	22,284	FG	19,034	G
Kola	30,146	C	25,762	DEF
LSD \pm 3,575				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.9 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%80,074), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine limon suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%19,034) belirlenmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	29,424	EFGH
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	30,646	DEFG
		Akrilik Lake Boyalı MDF	30,804	DEFG
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	28,769	EFGH
		MDF Lam	29,285	EFGH
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	36,068	BCDE
		PVC Kaplamalı MDF	31,312	DEFG
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	34,873	CDEF
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	23,396	GHI
		Akrilik Lake Boyalı MDF	21,143	HI
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	24,029	GHI
		MDF Lam	23,829	GHI
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	21,785	HI
		PVC Kaplamalı MDF	36,422	BCDE
Stereo Mikroskop	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	44,769	AB
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	40,706	ABC
		Akrilik Lake Boyalı MDF	39,197	ABCD
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	36,596	BCDE
		MDF Lam	44,379	AB
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	36,187	BCDE
		PVC Kaplamalı MDF	39,326	ABCD
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	42,391	ABC
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	27,081	FGH
		Akrilik Lake Boyalı MDF	23,303	GHI
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	28,376	EFGH
		MDF Lam	21,598	HI
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	15,548	I
		PVC Kaplamalı MDF	46,606	A*
LSD \pm 7,336				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.10 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi uygulanmış örneklerde (%46,606), en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine UV Baskı işlemi yapılmış örneklerde (%15,548) bulunmuştur.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	<i>HG</i>
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	61,979	BCD
		Alkol	24,530	NOPQRSTUVWXYZ
		Çamaşır Suyu	26,157	LMNOPQRSTUVWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	23,378	NOPQRSTUVWXYZW
		Limon Suyu	22,819	OPQRSTUVWXYZW
		Kola	34,032	HIJKLMNOP
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	45,949	FG
		Alkol	20,830	QRSTUVWXYZW
		Çamaşır Suyu	25,378	LMNOPQRSTUVWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	23,287	NOPQRSTUVWXYZW
		Limon Suyu	24,177	NOPQRSTUVWXYZW
		Kola	22,506	OPQRSTUVWXYZW
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	40,205	FGHI
		Alkol	22,972	NOPQRSTUVWXYZW
		Çamaşır Suyu	22,044	PQRSTUVWXYZW
		Bulaşık Deterjanı	20,761	QRSTUVWXYZW
		Limon Suyu	23,201	NOPQRSTUVWXYZW
		Kola	26,659	KLMNOPQRSTUVWXYZ
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	46,797	FG
		Alkol	22,196	PQRSTUVWXYZW
Çamaşır Suyu		21,649	QRSTUVWXYZW	
Bulaşık Deterjanı		20,418	QRSTUVWXYZW	
Limon Suyu		21,531	QRSTUVWXYZW	
Kola		25,804	LMNOPQRSTUVWXYZ	
LSD ± 9,173				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.11. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	<i>HG</i>
GİTOTC	MDF Lam	Aseton	39,507	FGHIJ
		Alkol	26,227	LMNOPQRSTU
		Çamaşır Suyu	25,784	LMNOPQRSTU
		Bulaşık Deterjanı	26,862	KLMNOPQRSTU
		Limon Suyu	21,279	QRSTU
		Kola	19,685	STU
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Aseton	47,605	EF
		Alkol	26,004	LMNOPQRSTU
		Çamaşır Suyu	21,125	QRSTU
		Bulaşık Deterjanı	23,390	NOPQRSTU
		Limon Suyu	25,273	LMNOPQRSTU
		Kola	30,164	IJKLMNOPQRST
	PVC Kaplamalı MDF	Aseton	65,831	BCD
		Alkol	32,074	IJKLMNOPQ
		Çamaşır Suyu	29,561	IJKLMNOPQRST
		Bulaşık Deterjanı	25,494	LMNOPQRSTU
		Limon Suyu	21,462	QRSTU
		Kola	28,782	JKLMNOPQRSTU
LSD ± 9,173				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.11.(devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	<i>HG</i>
Stereo Mikroskop	Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	99,999	A*
		Alkol	30,751	IJKLMNOPQRS
		Çamaşır Suyu	36,792	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	31,791	IJKLMNOPQR
		Limon Suyu	27,481	KLMNOPQRSTU
		Kola	34,673	HIJKLMN
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	67,720	BC
		Alkol	21,898	QRSTUVWXYZ
		Çamaşır Suyu	31,153	IJKLMNOPQRS
		Bulaşık Deterjanı	27,774	KLMNOPQRSTU
		Limon Suyu	28,890	JKLMNOPQRSTU
		Kola	25,932	LMNOPQRSTU
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	58,263	CD
		Alkol	28,776	JKLMNOPQRSTU
		Çamaşır Suyu	28,469	JKLMNOPQRSTU
		Bulaşık Deterjanı	19,512	STUVW
		Limon Suyu	24,606	MNOPQRSTU
		Kola	27,879	KLMNOPQRSTU
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	71,710	B
		Alkol	19,806	STUVW
		Çamaşır Suyu	25,778	LMNOPQRSTU
Bulaşık Deterjanı		19,974	RSTUVW	
Limon Suyu		25,740	LMNOPQRSTU	
Kola		31,911	IJKLMNOPQ	
LSD ± 9,173				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, <i>HG</i>: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.</i>				

Çizelge 5.11.(devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Stereo Mikroskop	MDF Lam	Aseton	56,618	DE
		Alkol	18,753	TUVW
		Çamaşır Suyu	36,238	GHIJKLM
		Bulaşık Deterjanı	43,368	FGH
		Limon Suyu	18,270	TUVW
		Kola	24,686	MNOPQRSTU
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Aseton	69,828	B
		Alkol	18,333	TUVW
		Çamaşır Suyu	17,323	UVW
		Bulaşık Deterjanı	12,862	W
		Limon Suyu	15,993	VW
		Kola	20,872	QRSTU
	PVC Kaplamalı MDF	Aseton	99,999	A*
		Alkol	37,911	FGHIJK
		Çamaşır Suyu	25,989	LMNOPQRSTU
		Bulaşık Deterjanı	22,333	OPQRSTU
		Limon Suyu	33,797	HIJKLMNO
		Kola	37,775	FGHIJK
LSD ± 9,173				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.</i>				

Çizelge 5.11 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF ve selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%99,999) belirlenmiştir. En düşük, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%12,862) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Aseton	60,157	B
		Alkol	23,355	GHIJ
		Çamaşır Suyu	24,845	FGHIJ
		Bulaşık Deterjanı	24,866	FGHIJ
		Limon Suyu	24,940	FGHIJ
		Kola	27,245	FGH
	UV Baskı	Aseton	39,235	D
		Alkol	26,598	FGHI
		Çamaşır Suyu	24,211	FGHIJ
		Bulaşık Deterjanı	21,874	HIJK
		Limon Suyu	20,700	JK
		Kola	26,364	FGHI
Stereo Mikroskop	HGK	Aseton	99,991	A*
		Alkol	21,213	IJK
		Çamaşır Suyu	29,409	EF
		Bulaşık Deterjanı	24,770	FGHIJ
		Limon Suyu	32,568	E
		Kola	33,047	E
	UV Baskı	Aseton	49,759	C
		Alkol	29,138	EF
		Çamaşır Suyu	28,232	EFG
		Bulaşık Deterjanı	25,977	FGHIJ
		Limon Suyu	17,367	K
		Kola	25,161	FGHIJ
LSD ± 4,628				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.12 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%99,991), en düşük, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine limon suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%17,367) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	77,455	A*
		Alkol	27,388	GHIJKLMNOPQRS
		Çamaşır Suyu	30,285	EFGHIJKLMNOP
		Bulaşık Deterjanı	36,217	DEFG
		Limon Suyu	27,863	GHIJKLMNOPQRS
		Kola	23,376	LMNOPQRSTUVWXYZ
	UV Baskı	Aseton	84,519	A*
		Alkol	27,893	GHIJKLMNOPQRS
		Çamaşır Suyu	32,665	EFGHIJK
		Bulaşık Deterjanı	18,952	STUVWXYZabcd
		Limon Suyu	22,437	MNOPQRSTUVWXYZ
		Kola	45,329	BC
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	82,539	A*
		Alkol	15,255	YZabcde
		Çamaşır Suyu	32,262	EFGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	25,055	JKLMNOPQRSTUVWXYZ
		Limon Suyu	28,733	FGHIJKLMNOPQR
		Kola	30,215	EFGHIJKLMNOP
	UV Baskı	Aseton	31,130	EFGHIJKLMN
		Alkol	27,473	GHIJKLMNOPQRS
		Çamaşır Suyu	24,269	KLMNOPQRSTUVWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	26,006	JKLMNOPQRSTU
		Limon Suyu	24,334	KLMNOPQRSTUVWXYZ
		Kola	18,223	TUVWXYZabcd
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	79,536	A*
		Alkol	21,810	OPQRSTUVWXYZab
		Çamaşır Suyu	13,392	ABCDE
		Bulaşık Deterjanı	26,133	IJKLMNOPQRSTU
		Limon Suyu	31,994	EFGHIJKL
		Kola	37,142	DEF
	UV Baskı	Aseton	18,932	STUVWXYZabcd
		Alkol	29,939	FHIJKLMNOPQ
		Çamaşır Suyu	37,121	DEF
		Bulaşık Deterjanı	14,140	Zabcde
		Limon Suyu	15,813	XYZabcde
		Kola	17,396	VWXYZabcd
LSD \pm 7,167				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.13. (devam). Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	79,558	A*
		Alkol	13,247	BCDE
		Çamaşır Suyu	26,841	HIJKLMNQRST
		Bulaşık Deterjanı	18,338	TUVWXYZabcd
		Limon Suyu	26,116	IJKLMNQRSTUV
	UV Baskı	Kola	31,998	EFGHIJKL
		Aseton	38,949	CDE
		Alkol	28,756	FGHIJKLMNQRST
		Çamaşır Suyu	20,586	RSTUVWXYZabc
		Bulaşık Deterjanı	22,054	NOPQRSTUVWXYZab
MDF Lam	HGK	Limon Suyu	21,156	PQRSTUVWXYZab
		Kola	25,718	JKLMNOPQRSTUVWXYZ
		Aseton	79,332	A*
		Alkol	24,075	KLMNOPQRSTUVWXYZ
		Çamaşır Suyu	37,469	DEF
	UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	22,264	NOPQRSTUVWXYZa
		Limon Suyu	27,488	GHIJKLMNQRST
		Kola	30,367	EFGHIJKLMNO
		Aseton	16,793	WXYZabcde
		Alkol	20,906	QRSTUVWXYZabc
High Gloss Akriik Kaplamalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	24,553	JKLMNOPQRSTUVWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	47,966	B
		Limon Suyu	12,062	CDE
		Kola	14,004	Zabcde
		Aseton	82,172	A*
	UV Baskı	Alkol	27,076	HIJKLMNQRST
		Çamaşır Suyu	27,538	GHIJKLMNQRST
		Bulaşık Deterjanı	27,979	GHIJKLMNQRST
		Limon Suyu	25,501	JKLMNOPQRSTUVWXYZ
		Kola	26,504	HIJKLMNQRSTU
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	35,261	DEFGH
		Alkol	17,261	VWXYZabcd
		Çamaşır Suyu	10,910	DE
		Bulaşık Deterjanı	8,273	E
		Limon Suyu	15,765	XYZabcde
	UV Baskı	Kola	24,533	JKLMNOPQRSTUVWXYZ
		Aseton	79,929	A*
		Alkol	27,136	HIJKLMNQRST
		Çamaşır Suyu	22,103	NOPQRSTUVWXYZab
		Bulaşık Deterjanı	17,739	UVWXYZabcd
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Limon Suyu	33,588	EFGHIJ
		Kola	31,422	EFGHIJKLM
		Aseton	85,897	A*
		Alkol	42,849	BCD
	UV Baskı	Çamaşır Suyu	33,447	EFGHIJ
		Bulaşık Deterjanı	30,088	EFGHIJKLMNOP
		Limon Suyu	21,671	OPQRSTUVWXYZab
		Kola	35,135	DEFGHI
LSD ± 7,167				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.				

Çizelge 5.13 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF (%85,897) ve selülozik lake boyalı MDF (%84,519) yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler ile selülozik lake boyalı MDF (%77,455), poliüretan lake boyalı MDF (%82,539), akrilik lake boyalı MDF (%79,536), su bazlı lake boyalı MDF (%79,558), MDF Lam (%79,332), high gloss akrilik kaplamalı MDF (%82,172) ve PVC kaplamalı MDF (%79,929) yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (%8,273) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, aşınma değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.14’de verilmiştir.


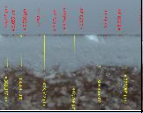
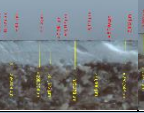
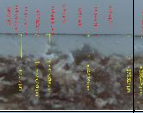
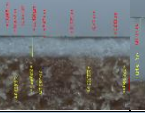
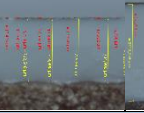
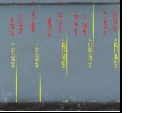

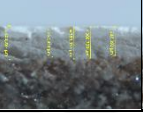
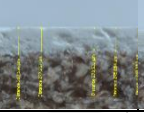
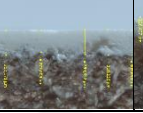
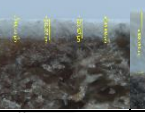
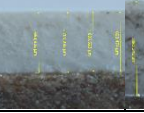
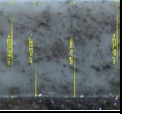

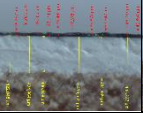
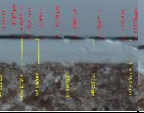
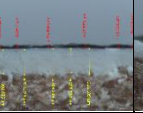
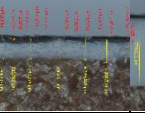
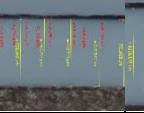


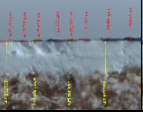
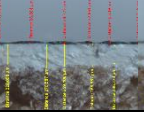
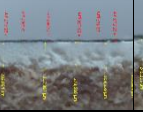
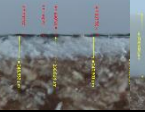
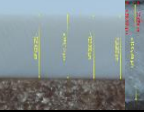
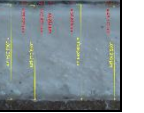
Çizelge 5.14. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		Stereo Mikroskop	
			\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	54,92	DE	99,99	A*
		Alkol	23,62	&e-zA-E	31,15	L-Za-e
		Çamaşır Suyu	24,10	&e-zA-C	36,47	I-O
		Bulaşık Deterjanı	28,81	P-Za-l	43,61	F-I
		Limon Suyu	23,93	&e-zA-D	31,78	K-Za-d
		Kola	21,14	&m-zA-J	25,60	&c-x
	UV Baskı	Aseton	69,03	B	99,99	A*
		Alkol	25,43	&c-y	30,34	L-Za-f
		Çamaşır Suyu	28,21	R-Za-o	37,11	İ-N
		Bulaşık Deterjanı	17,94	&y-zA-N	19,96	&r-zA-L
		Limon Suyu	21,69	&k-zA-H	23,17	&f-zA-F
Kola	46,91	E-G	43,74	F-I		
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	65,09	BC	99,99	A*
		Alkol	16,23	&&E-Q	14,27	&&H-R
		Çamaşır Suyu	28,77	Q-Za-l	35,74	J-S
		Bulaşık Deterjanı	22,02	&h-zA-G	28,09	T-Za-o
		Limon Suyu	25,46	&c-y	32,00	K-Za-c
	UV Baskı	Kola	26,30	&a-w	34,13	J-Z
		Aseton	26,80	X-Za-t	35,45	J-T
		Alkol	25,42	&c-y	29,51	O-Za-h
		Çamaşır Suyu	21,97	&h-zA-G	26,55	Za-u
		Bulaşık Deterjanı	24,55	&c-zA-B	27,45	V-Za-r
		Limon Suyu	22,89	&f-zA-F	25,77	&c-x
Kola	18,71	&x-zA-M	17,73	&&A-O		
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	59,08	CD	99,99	A*
		Alkol	21,86	&i-zA-H	21,75	&j-zA-H
		Çamaşır Suyu	17,37	&&A-O	9,41	&&P-T
		Bulaşık Deterjanı	25,13	&c-z	27,13	W-Za-s
		Limon Suyu	27,78	U-Za-q	36,20	I-Q
		Kola	33,59	J-Za	40,69	G-J
	UV Baskı	Aseton	21,32	&l-zA-I	16,53	&&C-P
		Alkol	24,08	&e-zA-C	35,79	J-R
		Çamaşır Suyu	26,71	YZa-u	47,52	E-G
		Bulaşık Deterjanı	16,38	&&D-Q	11,89	&&M-S
		Limon Suyu	18,62	&x-zA-M	13,00	&&L-R
Kola	19,72	&s-zA-L	15,06	&&G-Q		
LSD ± 7,588						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.						






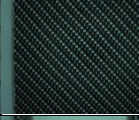




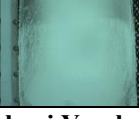
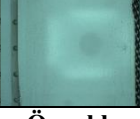









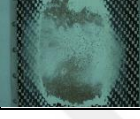






Çizelge 5.14. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde aşınma değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (%).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		Stereo Mikroskop	
			\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	59,12	CD	99,99	A*
		Alkol	16,18	&&E-Q	10,30	&&O-T
		Çamaşır Suyu	24,33	&d-zAB	29,34	O-Za-i
		Bulaşık Deterjanı	20,65	&o-zA-K	16,01	&&F-Q
		Limon Suyu	23,64	&e-zA-E	28,58	R-Za-m
	UV Baskı	Kola	28,66	Q-Za-m	35,33	J-U
		Aseton	34,47	J-W	43,42	F-I
		Alkol	28,20	S-Za-o	29,30	O-Za-j
		Çamaşır Suyu	18,96	&v-zA-M	22,20	&h-zA-G
		Bulaşık Deterjanı	20,18	&r-zA-L	23,92	&e-zA-D
MDF Lam	HGK	Limon Suyu	19,41	&t-zA-M	22,89	&f-zA-F
		Kola	22,94	&f-zA-F	28,49	R-Za-n
		Aseton	58,67	CD	99,99	A*
		Alkol	28,11	T-Za-o	20,03	&r-zA-L
		Çamaşır Suyu	24,37	&d-zAB	50,56	EF
	UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	18,77	&w-zA-M	25,75	&c-x
		Limon Suyu	25,54	&c-x	29,42	O-Za-i
		Kola	20,22	&q-zA-L	40,51	G-J
		Aseton	20,34	&p-zA-L	13,24	&&K-R
		Alkol	24,33	&d-zAB	17,47	&&A-O
High Gloss Akrlık Kaplamalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	27,18	W-Za-s	21,91	&i-zA-G
		Bulaşık Deterjanı	34,95	J-V	60,98	CD
		Limon Suyu	17,00	&&B-O	7,11	&&R-T
		Kola	19,15	&u-zA-M	8,85	&&Q-T
		Aseton	64,34	BC	99,99	A*
	UV Baskı	Alkol	31,09	L-Za-e	23,05	&f-zA-F
		Çamaşır Suyu	24,80	&c-zA	30,27	M-Za-g
		Bulaşık Deterjanı	33,56	J-Zab	22,39	&h-zA-G
		Limon Suyu	28,27	R-Za-n	22,71	&g-zA-F
		Kola	34,32	J-X	18,68	&x-zA-M
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	30,86	L-Za-e	39,65	H-J
		Alkol	20,91	&n-zA-J	13,60	&&J-R
		Çamaşır Suyu	17,44	&&A-O	4,37	&&ST
		Bulaşık Deterjanı	13,21	&&K-R	3,32	&&T
		Limon Suyu	22,26	&h-zA-G	9,26	&&P-T
	UV Baskı	Kola	26,00	&b-x	23,06	&f-zA-F
		Aseton	59,86	CD	99,99	A*
		Alkol	26,36	&a-v	27,90	T-Za-p
		Çamaşır Suyu	30,15	N-Za-g	14,05	&&IJ-R
		Bulaşık Deterjanı	25,09	&cd-z	10,37	&&N-T
UV Baskı	Limon Suyu	19,92	&r-zA-L	47,24	FG	
	Kola	26,46	&a-v	36,37	I-P	
	Aseton	71,79	B	99,99	A*	
	Alkol	37,78	I-M	47,91	E-G	
	Çamaşır Suyu	28,97	O-Za-k	37,92	IJ-L	
	Bulaşık Deterjanı	25,89	&c-x	34,28	J-Y	
	Limon Suyu	22,99	&f-zA-F	20,34	&p-zA-L	
Kola	31,09	L-Za-e	39,17	I-K		
LSD \pm 7,588						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek aşınma değeri.						

Çizelge 5.14 sonucuna göre aşınma değeri en yüksek, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnekler %99,99 ile selülozik lake boyalı MDF ve PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde %99,99, en düşük, stereo mikroskop kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde %3,32 elde edilmiştir.

Ovalama İşlemi	HGK Yapılmış Örnekler						
	Selülozik	Poliüretan	Akrilik	Su Bazlı	MDF Lam	PVC	High Gloss
Öncesi							
Sonrası							
	UV Baskı İşlemi Yapılmış Örnekler						
	Selülozik	Poliüretan	Akrilik	Su Bazlı	MDF Lam	PVC	High Gloss
Öncesi							
Sonrası							

Şekil 5.1. Aseton ile ovalanmış örneklerin aşınma durumunun stereo mikroskop ile incelenmesi.

Ovalama İşlemi	HGK Yapılmış Örnekler						
	Selülozik	Poliüretan	Akrilik	Su Bazlı	MDF Lam	PVC	High Gloss
Öncesi							
Sonrası							
Ovalama İşlemi	UV Baskı İşlemi Yapılmış Örnekler						
	Selülozik	Poliüretan	Akrilik	Su Bazlı	MDF Lam	PVC	High Gloss
Öncesi							
Sonrası							

Şekil 5.2. Aseton ile ovalanmış örneklerin aşınma durumunun GİTOTC ile incelenmesi.

Elde edilen istatistik değerlendirmeler ve görüntü sonuçlarından da anlaşılacağı üzere aktif bir çözücü olan aseton ile yapılan ovalama işlemleri sonrasında, HGK filminin tamamen, UV baskı filminin ise selülozik lake boyalı MDF ile PVC kaplamalı MDF yüzeylerinden tamamen aşındığı tespit edilmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

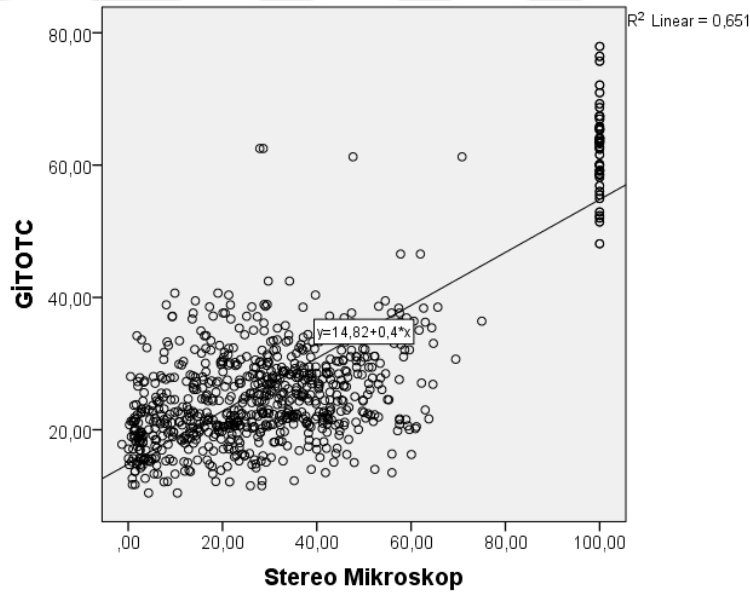
5.1.1. Aşınma Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi yaptıktan sonra meydana gelen aşınma değişimlerini belirlemek için kullanılan stereo mikroskop ve GİTOTC'nin aşınma ölçüm yöntemi arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile Korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 5.15'de verilmiştir.

Çizelge 5.15. GİTOTC aşınma ölçüm yöntemi ile stereo mikroskop arasındaki ilişki.

Korelasyon Katsayısı (r)	P Değeri	Örnek Ölçüm Miktarı (n)
0,806	0,000*	1680
*: $P < 0,01$ 'e göre anlamlı.		

Çizelge 5.15 sonucuna göre, iki farklı aşınma ölçüm yöntemi arasında istatistiksel bakımdan 0,81 oranında pozitif yönde çok güçlü ve anlamlı bir ilişki ($P < 0,01$) belirlenmiştir. Bu ilişki Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. GİTOTC ile stereo mikroskopunun aşınma ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.

Şekil 5.3'de verilen korelasyon grafiği sonucu, GİTOTC ile yapılan aşınma ölçüm yönteminin endüstriyel tip diğer cihazlara gerek olmadan kullanılabileceğini kanıtlamıştır.

5.2. RENK TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde oluşan toplam renk değişimine (ΔE) ait değerlerin aritmetik ortalamaları Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	19,22	5,44
			Alkol	0,93	0,13
			Çamaşır Suyu	0,10	0,02
			Bulaşık Deterjanı	1,48	0,11
			Limon Suyu	0,82	0,09
			Kola	0,79	0,15
		UV Baskı	Aseton	26,99	2,80
			Alkol	0,50	0,07
			Çamaşır Suyu	1,69	0,08
			Bulaşık Deterjanı	1,58	0,14
			Limon Suyu	0,74	0,09
			Kola	0,64	0,39
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	55,69	1,43
			Alkol	1,22	0,23
			Çamaşır Suyu	0,46	0,09
			Bulaşık Deterjanı	0,50	0,07
			Limon Suyu	0,90	0,15
			Kola	0,76	0,29
		UV Baskı	Aseton	0,47	0,14
			Alkol	0,64	0,05
			Çamaşır Suyu	2,11	0,06
			Bulaşık Deterjanı	1,69	0,19
			Limon Suyu	0,59	0,09
			Kola	0,54	0,06
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	52,02	5,83	
		Alkol	0,81	0,15	
		Çamaşır Suyu	0,18	0,11	
		Bulaşık Deterjanı	1,26	0,24	
		Limon Suyu	0,45	0,08	
		Kola	0,33	0,10	
	UV Baskı	Aseton	0,83	0,09	
		Alkol	0,65	0,12	
		Çamaşır Suyu	1,94	0,09	
		Bulaşık Deterjanı	1,76	0,08	
		Limon Suyu	0,57	0,09	
		Kola	0,66	0,09	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.16. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	48,87	5,59
			Alkol	0,86	0,11
			Çamaşır Suyu	0,11	0,04
			Bulaşık Deterjanı	0,67	0,07
			Limon Suyu	0,70	0,12
			Kola	0,70	0,15
		UV Baskı	Aseton	0,76	0,21
			Alkol	0,67	0,08
			Çamaşır Suyu	1,96	0,05
			Bulaşık Deterjanı	1,73	0,09
			Limon Suyu	0,64	0,06
			Kola	0,26	0,07
	MDF Lam	HGK	Aseton	46,83	7,22
			Alkol	1,05	0,13
			Çamaşır Suyu	0,22	0,17
			Bulaşık Deterjanı	0,84	0,15
			Limon Suyu	0,98	0,20
			Kola	0,71	0,13
		UV Baskı	Aseton	1,12	0,33
			Alkol	0,45	0,18
			Çamaşır Suyu	1,84	0,09
			Bulaşık Deterjanı	1,54	0,09
			Limon Suyu	2,20	3,36
			Kola	0,33	0,07
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	50,44	1,66
			Alkol	1,13	0,03
			Çamaşır Suyu	0,19	0,12
			Bulaşık Deterjanı	0,67	0,11
			Limon Suyu	0,57	0,08
			Kola	0,59	0,22
		UV Baskı	Aseton	1,43	0,48
			Alkol	0,72	0,10
			Çamaşır Suyu	1,96	0,05
			Bulaşık Deterjanı	1,12	0,29
			Limon Suyu	0,50	0,16
			Kola	0,47	0,09
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	45,33	2,17	
		Alkol	0,93	0,16	
		Çamaşır Suyu	0,29	0,18	
		Bulaşık Deterjanı	1,03	0,20	
		Limon Suyu	0,53	0,23	
		Kola	0,39	0,06	
	UV Baskı	Aseton	51,88	5,68	
		Alkol	3,41	4,82	
		Çamaşır Suyu	1,78	0,09	
		Bulaşık Deterjanı	1,64	0,07	
		Limon Suyu	0,50	0,13	
		Kola	0,54	0,07	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.16. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	35,46	5,77
			Alkol	2,21	1,22
			Çamaşır Suyu	2,19	1,83
			Bulaşık Deterjanı	2,99	0,98
			Limon Suyu	2,62	1,55
			Kola	1,88	1,58
		UV Baskı	Aseton	31,65	5,15
			Alkol	2,49	1,98
			Çamaşır Suyu	4,64	1,47
			Bulaşık Deterjanı	3,16	1,47
			Limon Suyu	1,92	0,89
			Kola	2,18	1,42
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	49,04	2,60
			Alkol	1,91	1,30
			Çamaşır Suyu	2,40	1,82
			Bulaşık Deterjanı	2,97	2,16
			Limon Suyu	2,88	2,15
			Kola	2,20	1,31
		UV Baskı	Aseton	3,30	2,68
			Alkol	3,65	2,27
			Çamaşır Suyu	7,45	2,11
			Bulaşık Deterjanı	2,95	2,98
			Limon Suyu	4,43	2,39
			Kola	4,53	2,16
	Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	50,18	3,53
			Alkol	3,75	2,47
			Çamaşır Suyu	3,86	2,77
			Bulaşık Deterjanı	4,63	2,72
			Limon Suyu	3,57	2,58
			Kola	4,38	2,51
		UV Baskı	Aseton	2,94	2,19
			Alkol	2,61	2,32
			Çamaşır Suyu	5,47	1,38
			Bulaşık Deterjanı	2,26	1,55
			Limon Suyu	2,22	1,59
			Kola	4,60	1,94
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	49,05	2,10
			Alkol	2,60	1,26
			Çamaşır Suyu	2,53	1,69
			Bulaşık Deterjanı	2,48	1,65
			Limon Suyu	4,58	3,15
			Kola	3,10	2,15
UV Baskı		Aseton	3,09	2,26	
		Alkol	2,94	1,57	
		Çamaşır Suyu	7,31	1,65	
		Bulaşık Deterjanı	3,59	2,07	
		Limon Suyu	3,20	1,31	
		Kola	3,76	1,67	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.16. (devam). Toplam renk değişimi değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	MDF Lam	HGK	Aseton	47,75	1,86
			Alkol	1,89	1,63
			Çamaşır Suyu	2,88	1,90
			Bulaşık Deterjanı	3,49	3,08
			Limon Suyu	3,25	1,77
			Kola	1,81	1,35
		UV Baskı	Aseton	4,17	1,86
			Alkol	2,22	1,59
			Çamaşır Suyu	6,33	1,73
			Bulaşık Deterjanı	3,14	2,24
			Limon Suyu	2,75	1,61
			Kola	2,62	2,21
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	52,04	1,40
			Alkol	3,90	3,51
			Çamaşır Suyu	1,71	0,93
			Bulaşık Deterjanı	3,36	2,44
			Limon Suyu	2,54	1,63
			Kola	2,42	1,81
		UV Baskı	Aseton	5,05	2,35
			Alkol	3,05	1,79
			Çamaşır Suyu	5,59	1,34
			Bulaşık Deterjanı	2,61	1,54
			Limon Suyu	2,95	1,70
			Kola	2,36	1,47
	PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	49,83	1,72
			Alkol	2,52	1,59
			Çamaşır Suyu	2,49	2,10
			Bulaşık Deterjanı	1,29	1,56
			Limon Suyu	3,10	2,47
			Kola	1,74	1,46
UV Baskı		Aseton	44,56	2,08	
		Alkol	2,83	1,59	
		Çamaşır Suyu	5,90	1,84	
		Bulaşık Deterjanı	2,44	1,90	
		Limon Suyu	1,99	1,75	
		Kola	3,25	1,83	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.16 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarda oluşan toplam renk değişimi (ΔE) değerlerinin aritmetik ortalamaları; ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.17’de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Toplam renk değişimi değeri varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri ($p \leq 0.05$)
Ölçüm Yöntemi (A)	1	2035,903	2035,903	554,165	0,000*
Levha Çeşidi (B)	6	2456,792	409,465	111,455	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (C)	6	142,167	23,695	6,450	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (D)	1	10997,610	10997,610	2993,505	0,000*
Etkileşim (AB)	1	3,099	3,099	0,843	0,359
Etkileşim (AC)	6	5906,008	984,335	267,932	0,000*
Etkileşim (AD)	6	254,864	42,477	11,562	0,000*
Etkileşim (BC)	5	177706,196	35541,239	9674,181	0,000*
Etkileşim (BD)	5	121,963	24,393	6,640	0,000*
Etkileşim (CD)	30	13561,953	452,065	123,050	0,000*
Etkileşim (ABC)	30	1026,884	34,229	9,317	0,000*
Etkileşim (ABD)	5	69566,067	13913,213	3787,120	0,000*
Etkileşim (ACD)	5	93,514	18,703	5,091	0,000*
Etkileşim (BCD)	30	28969,967	965,666	262,850	0,000*
Etkileşim (ABCD)	30	832,076	27,736	7,550	0,000*
Hata	1512	5554,822	3,673		
Toplam	1679	319229,884			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, toplam renk değişimi değerleri üzerinde ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi (AB) anlamsız, diğer tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.18'de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Toplam renk değişimi değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	\bar{x}	HG
GİTOTC	5,554	B
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	7,756	A*
LSD \pm 0,183		
Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	6,202	B
Poliüretan Lake Boyalı MDF	6,386	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	6,330	B
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	6,089	BC
MDF Lam	5,85	C
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	6,139	BC
PVC Kaplamalı MDF	9,591	A*
LSD \pm 0,343		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	9,214	A*
UV Baskı	4,097	B
LSD \pm 0,183		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Aseton	29,642	A*
Alkol	1,876	CD
Çamaşır Suyu	2,699	B
Bulaşık Deterjanı	2,101	C
Limon Suyu	1,881	CD
Kola	1,733	D
LSD \pm 0,317		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *:En yüksek toplam renk değişimi değeri.		

Çizelge 5.18 sonucuna göre, ölçüm yöntemi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ile (7,756), en düşük, GİTOTC ile (5,554) yapılan ölçümlerde tespit edilmiştir.

Levha çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek, PVC kaplamalı MDF örneklerde (9,591), en düşük, MDF Lam örneklerde (5,85) bulunmuştur.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek, HGK yapılmış örneklerde (9,214), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (4,097) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde toplam renk değişimi değeri en yüksek, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (29,642), en düşük, kola ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,733) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.19’da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
HGK	8,156	B	10,272	A*
UV Baskı	2,953	D	5,240	C
LSD \pm 1,829				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.19 sonucuna göre toplam renk değişimi değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (10,272), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (2,953) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Aseton	28,71	A*	30,58	A*
Alkol	1,00	C	2,75	BC
Çamaşır Suyu	1,06	C	4,34	B
Bulaşık Deterjanı	1,25	C	2,95	BC
Limon Suyu	0,76	C	3,00	BC
Kola	0,55	C	2,92	BC
LSD \pm 2,142				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.20 sonucuna göre toplam renk değişimi değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 ve cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde aseton ile ovalanmış örnekler (30,58) ile GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde aseton ile ovalanmış örneklerde (28,71) tespit edilmiştir. En düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde aralarındaki fark önemsiz olmak üzere alkol (1,00), çamaşır suyu (1,06), bulaşık deterjanı (1,25), limon suyu (0,76) ve kola (0,55) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde çıkmıştır.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	5,89	BC	6,51	AB
Poliüretan Lake Boyalı MDF	10,08	A*	2,70	C
Akrilik Lake Boyalı MDF	10,45	A*	2,21	C
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	9,69	AB	2,49	C
MDF Lam	9,31	AB	2,39	C
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	9,96	A*	2,32	C
PVC Kaplamalı MDF	9,12	AB	10,06	A*
LSD \pm 3,397				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.21 sonucuna göre toplam renk değişim değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere akrilik lake boyalı MDF (10,45), poliüretan lake boyalı MDF (10,08), high gloss akrilik kaplamalı MDF (9,96) yüzeylerine HGK yapılmış örnekler ile PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (10,06), en düşük, poliüretan lake boyalı MDF (2,70), akrilik lake boyalı MDF (2,21), su bazlı kale boyalı MDF (2,49), MDF lam (2,39) ve high gloss akrilik kaplamalı MDF (2,32) yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde belirlenmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	28,33	B
	Alkol	1,53	C
	Çamaşır Suyu	2,15	C
	Bulaşık Deterjanı	2,30	C
	Limon Suyu	1,53	C
	Kola	1,37	C
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	27,13	B
	Alkol	1,85	C
	Çamaşır Suyu	3,10	C
	Bulaşık Deterjanı	2,03	C
	Limon Suyu	2,20	C
	Kola	2,01	C
Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	26,49	B
	Alkol	1,95	C
	Çamaşır Suyu	2,86	C
	Bulaşık Deterjanı	2,48	C
	Limon Suyu	1,70	C
	Kola	2,49	C
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	25,44	B
	Alkol	1,77	C
	Çamaşır Suyu	2,98	C
	Bulaşık Deterjanı	2,12	C
	Limon Suyu	2,28	C
	Kola	1,95	C
MDF Lam	Aseton	24,97	B
	Alkol	1,40	C
	Çamaşır Suyu	2,82	C
	Bulaşık Deterjanı	2,25	C
	Limon Suyu	2,29	C
	Kola	1,37	C
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Aseton	27,24	B
	Alkol	2,20	C
	Çamaşır Suyu	2,36	C
	Bulaşık Deterjanı	1,94	C
	Limon Suyu	1,64	C
	Kola	1,46	C
PVC Kaplama MDF	Aseton	47,90	A*
	Alkol	2,42	C
	Çamaşır Suyu	2,62	C
	Bulaşık Deterjanı	1,60	C
	Limon Suyu	1,53	C
	Kola	1,48	C
LSD \pm 3,839			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.			

Çizelge 5.22 sonucuna göre toplam renk değişim değeri en yüksek, PVC kaplamalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (47,90), en düşük, MDF Lam ve selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine kola ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,37) elde edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.23’de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Aseton	46,55	A*	12,73	B
Alkol	1,84	D	1,92	D
Çamaşır Suyu	1,40	D	4,00	C
Bulaşık Deterjanı	1,98	D	2,23	D
Limon Suyu	1,96	D	1,80	D
Kola	1,56	D	1,91	D
LSD \pm 1,417				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.23 sonucuna göre toplam renk değişimi değeri en yüksek, HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (46,55), en düşük, HGK yapılmış levha yüzeylerine çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,40) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.24’de verilmiştir.

Çizelge 5.24. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	3,89	DE
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	9,92	ABC
		Akrilik Lake Boyalı MDF	9,18	ABCD
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	8,65	ABCD
		MDF Lam	8,44	ABCD
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	8,93	ABCD
		PVC Kaplamalı MDF	8,09	ABCD
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	5,36	BCDE
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	1,02	E
		Akrilik Lake Boyalı MDF	1,07	E
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	1,01	E
		MDF Lam	1,25	E
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	1,03	E
		PVC Kaplamalı MDF	9,96	ABC
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	7,89	ABCD
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	10,23	ABC
		Akrilik Lake Boyalı MDF	11,73	A*
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	10,72	AB
		MDF Lam	10,18	ABC
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	10,99	AB
		PVC Kaplamalı MDF	10,16	ABC
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	7,67	ABCD
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	4,39	CDE
		Akrilik Lake Boyalı MDF	3,35	DE
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	3,98	DE
		MDF Lam	3,54	DE
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	3,60	DE
		PVC Kaplamalı MDF	10,16	ABC
LSD \pm 4,805				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.24 sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (11,73), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde aralarındaki fark önemsiz olmak üzere su bazlı lake boyalı MDF (1,01), poliüretan lake boyalı MDF (1,02), high gloss akrilik kaplamalı MDF (1,03), akrilik lake boyalı MDF (1,07) ve MDF lam (1,25) yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde ölçülmüştür.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişim değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişim değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	23,11	C
		Alkol	0,71	D
		Çamaşır Suyu	0,90	D
		Bulaşık Deterjanı	1,53	D
		Limon Suyu	0,78	D
		Kola	0,71	D
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	28,08	BC
		Alkol	0,93	D
		Çamaşır Suyu	1,28	D
		Bulaşık Deterjanı	1,09	D
		Limon Suyu	0,74	D
		Kola	0,65	D
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	26,43	C
		Alkol	0,73	D
		Çamaşır Suyu	1,06	D
		Bulaşık Deterjanı	1,51	D
		Limon Suyu	0,51	D
		Kola	0,50	D
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	24,81	C
		Alkol	0,77	D
		Çamaşır Suyu	1,04	D
		Bulaşık Deterjanı	1,20	D
		Limon Suyu	0,67	D
		Kola	0,48	D
	MDF Lam	Aseton	23,98	C
		Alkol	0,75	D
		Çamaşır Suyu	1,03	D
		Bulaşık Deterjanı	1,19	D
		Limon Suyu	1,59	D
		Kola	0,52	D
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Aseton	25,94	C
		Alkol	0,92	D
Çamaşır Suyu		1,08	D	
Bulaşık Deterjanı		0,90	D	
Limon Suyu		0,54	D	
Kola		0,53	D	
PVC Kaplamalı MDF	Aseton	48,61	A*	
	Alkol	2,17	D	
	Çamaşır Suyu	1,04	D	
	Bulaşık Deterjanı	1,33	D	
	Limon Suyu	0,52	D	
	Kola	0,47	D	
LSD ± 5,426				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.25.(devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	Selülozik Lake Boyalı MDF	Aseton	33,56	B
		Alkol	2,35	D
		Çamaşır Suyu	3,41	D
		Bulaşık Deterjanı	3,07	D
		Limon Suyu	2,27	D
		Kola	2,03	D
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Aseton	26,17	C
		Alkol	2,78	D
		Çamaşır Suyu	4,92	D
		Bulaşık Deterjanı	2,96	D
		Limon Suyu	3,65	D
		Kola	3,37	D
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Aseton	26,56	C
		Alkol	3,18	D
		Çamaşır Suyu	4,66	D
		Bulaşık Deterjanı	3,45	D
		Limon Suyu	2,90	D
		Kola	4,49	D
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Aseton	26,07	C
		Alkol	2,77	D
		Çamaşır Suyu	4,92	D
		Bulaşık Deterjanı	3,03	D
		Limon Suyu	3,89	D
		Kola	3,43	D
	MDF Lam	Aseton	25,96	C
		Alkol	2,05	D
		Çamaşır Suyu	4,61	D
		Bulaşık Deterjanı	3,31	D
		Limon Suyu	3,00	D
		Kola	2,22	D
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Aseton	28,54	BC	
	Alkol	3,47	D	
	Çamaşır Suyu	3,65	D	
	Bulaşık Deterjanı	2,98	D	
	Limon Suyu	2,74	D	
	Kola	2,39	D	
PVC Kaplama MDF	Aseton	47,20	A*	
	Alkol	2,67	D	
	Çamaşır Suyu	4,19	D	
	Bulaşık Deterjanı	1,87	D	
	Limon Suyu	2,54	D	
	Kola	2,50	D	
LSD \pm 5,426				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.25 sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler (48,61) ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (47,20), en düşük GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF yüzeylerine kola ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (0,47) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişim değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.26’da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Aseton	45,49	B
		Alkol	0,99	EFGHI
		Çamaşır Suyu	0,22	I
		Bulaşık Deterjanı	0,92	EFGHI
		Limon Suyu	0,71	GHI
		Kola	0,61	HI
	UV Baskı	Aseton	11,92	C
		Alkol	1,01	EFGHI
		Çamaşır Suyu	1,90	EFGHI
		Bulaşık Deterjanı	1,58	EFGHI
		Limon Suyu	0,82	FGHI
		Kola	0,49	HI
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	HGK	Aseton	47,62*	A*
		Alkol	2,68	EFGH
		Çamaşır Suyu	2,58	EFGHI
		Bulaşık Deterjanı	3,03	EFG
		Limon Suyu	3,22	EF
		Kola	2,50	EFGHI
	UV Baskı	Aseton	13,54	C
		Alkol	2,83	EFGH
		Çamaşır Suyu	6,10	D
		Bulaşık Deterjanı	2,88	EFGH
		Limon Suyu	2,78	EFGH
		Kola	3,33	E
LSD \pm 1,973				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.26 sonucuna göre toplam renk değişimi değerleri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (47,62), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde HGK yapılmış levha yüzeylerine çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (0,22) olduğu belirlenmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	27,34	D
		Alkol	1,57	JKL
		Çamaşır Suyu	1,15	KL
		Bulaşık Deterjanı	2,23	FGHIJKL
		Limon Suyu	1,72	IJKL
	UV Baskı	Kola	1,33	JKL
		Aseton	29,32	C
		Alkol	1,50	JKL
		Çamaşır Suyu	3,16	EFGHIJK
		Bulaşık Deterjanı	2,37	FGHIJKL
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Limon Suyu	1,33	JKL
		Kola	1,41	JKL
		Aseton	52,37	A*
		Alkol	1,56	JKL
		Çamaşır Suyu	1,43	JKL
	UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	1,74	IJKL
		Limon Suyu	1,89	GHIJKL
		Kola	1,48	JKL
		Aseton	1,89	GHIJKL
		Alkol	2,14	FGHIJKL
	UV Baskı	Çamaşır Suyu	4,78	E
		Bulaşık Deterjanı	2,32	FGHIJKL
		Limon Suyu	2,51	FGHIJKL
		Kola	2,54	FGHIJKL
LSD \pm 1,557				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *:En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.27. (devam). Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	51,10	A*
		Alkol	2,28	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	2,02	GHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	2,95	EFGHIJKL
		Limon Suyu	2,01	GHIJKL
		Kola	2,36	FGHIJKL
	UV Baskı	Aseton	1,88	GHIJKL
		Alkol	1,63	JKL
		Çamaşır Suyu	3,70	EFGHI
		Bulaşık Deterjanı	2,01	GHIJKL
		Limon Suyu	1,39	JKL
		Kola	2,63	FGHIJKL
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	48,96	B
		Alkol	1,73	IJKL
		Çamaşır Suyu	1,32	JKL
		Bulaşık Deterjanı	1,57	JKL
		Limon Suyu	2,64	FGHIJKL
		Kola	1,90	GHIJKL
	UV Baskı	Aseton	1,93	GHIJKL
		Alkol	1,81	HIJKL
		Çamaşır Suyu	4,64	E
		Bulaşık Deterjanı	2,66	FGHIJKL
		Limon Suyu	1,92	GHIJKL
		Kola	2,01	GHIJKL
LSD \pm 1,557				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.27. (devam). Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
MDF Lam	HGK	Aseton	47,29	B
		Alkol	1,47	JKL
		Çamaşır Suyu	1,55	JKL
		Bulaşık Deterjanı	2,16	FGHIJKL
		Limon Suyu	2,11	GHIJKL
	UV Baskı	Kola	1,26	JKL
		Aseton	2,65	FGHIJKL
		Alkol	1,34	JKL
		Çamaşır Suyu	4,09	EF
		Bulaşık Deterjanı	2,34	FGHIJKL
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Limon Suyu	2,47	FGHIJKL
		Kola	1,47	JKL
		Aseton	51,24	A*
		Alkol	2,51	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	0,95	L
	UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	2,02	GHIJKL
		Limon Suyu	1,55	JKL
		Kola	1,50	JKL
		Aseton	3,24	EFGHIJ
		Alkol	1,88	GHIJKL
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	3,78	EFGH
		Bulaşık Deterjanı	1,86	GHIJKL
		Limon Suyu	1,72	IJKL
		Kola	1,42	JKL
		Aseton	47,58	B
	UV Baskı	Alkol	1,72	IJKL
		Çamaşır Suyu	1,39	JKL
		Bulaşık Deterjanı	1,16	KL
		Limon Suyu	1,81	HIJKL
		Kola	1,07	L
	UV Baskı	Aseton	48,22	B
		Alkol	3,12	EFGHIJK
		Çamaşır Suyu	3,84	EFG
	HGK	Bulaşık Deterjanı	2,04	GHIJKL
		Limon Suyu	1,25	JKL
		Kola	1,90	GHIJKL
LSD \pm 1,557				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *:En yüksek toplam renk değişimi değeri.				

Çizelge 5.27 sonucuna göre toplam renk değişim değerleri değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere poliüretan lake boyalı MDF (52,37), high gloss akrilik kaplamalı MDF (51,24) ve akrilik lake boyalı MDF (51,10) yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, en düşük, high gloss akrilik

kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler (0,95) ile PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra kola ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,07) elde edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, toplam renk değişimi değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.28’de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GITOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	19,22	K	35,46	G
		Alkol	0,93	&r-zA-J	2,21	&&A
		Çamaşır Suyu	0,10	&&J	2,19	&&AB
		Bulaşık Deterjanı	1,48	&j-zA-J	2,99	R-Za-k
		Limon Suyu	0,82	&u-zA-J	2,62	W-Za-p
		Kola	0,79	&w-zA-J	1,88	&d-zA-H
	UV Baskı	Aseton	26,99	J	31,65	H
		Alkol	0,50	&&C-J	2,49	W-Za-u
		Çamaşır Suyu	1,69	&f-zA-J	4,64	N-R
		Bulaşık Deterjanı	1,58	&h-zA-J	3,16	R-Za-j
		Limon Suyu	0,74	&xyzA-J	1,92	&b-zA-G
Kola		0,64	&zA-J	2,18	YZ&A-C	
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	55,69	A*	49,04	BC
		Alkol	1,22	&n-zA-J	1,91	&b-zA-G
		Çamaşır Suyu	0,46	&&D-J	2,40	X-Za-x
		Bulaşık Deterjanı	0,50	&&C-J	2,97	R-Za-l
		Limon Suyu	0,90	&s-zA-J	2,88	U-Za-n
		Kola	0,76	&w-zA-J	2,20	YZ&AB
	UV Baskı	Aseton	0,47	&&D-J	3,30	R-Za-g
		Alkol	0,64	&zA-J	3,65	Q-Za
		Çamaşır Suyu	2,11	Z&A-D	7,45	K
		Bulaşık Deterjanı	1,69	&f-zA-J	2,95	S-Za-l
		Limon Suyu	0,59	&zA-J	4,43	N-V
		Kola	0,54	&&A-J	4,53	N-U
		LSD ± 1,681				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.						

Çizelge 5.28. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

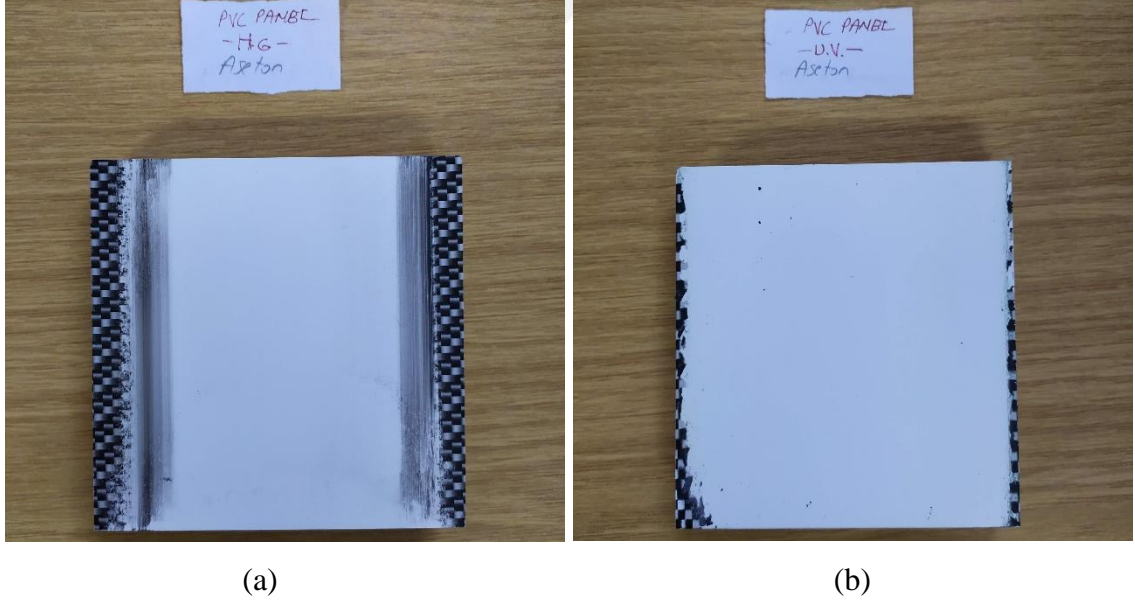
Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	52,02	B	50,18	B
		Alkol	0,81	&v-zA-J	3,75	Q-Z
		Çamaşır Suyu	0,18	&&IJ	3,86	P-Y
		Bulaşık Deterjanı	1,26	&m-zA-J	4,63	N-S
		Limon Suyu	0,45	&&D-J	3,57	Q-Za-c
		Kola	0,33	&&E-J	4,38	N-V
	UV Baskı	Aseton	0,83	&u-zA-J	2,94	T-Za-m
		Alkol	0,65	&zA-J	2,61	W-Za-q
		Çamaşır Suyu	1,94	&b-zA-G	5,47	M-P
		Bulaşık Deterjanı	1,76	&e-zA-J	2,26	X-Za-z
		Limon Suyu	0,57	&&A-J	2,22	X-Z&A
		Kola	0,66	&zA-J	4,60	N-T
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Aseton	48,87	CD	49,05	BC
		Alkol	0,86	&s-zA-J	2,60	W-Za-r
		Çamaşır Suyu	0,11	&&J	2,53	W-Za-s
		Bulaşık Deterjanı	0,67	&zA-J	2,48	X-Za-v
		Limon Suyu	0,70	&yzA-J	4,58	N-T
		Kola	0,70	&yzA-J	3,10	R-Za-k
	UV Baskı	Aseton	0,76	&xyzA-J	3,09	R-Za-k
		Alkol	0,67	&zA-J	2,94	T-Za-m
		Çamaşır Suyu	1,96	&b-zA-F	7,31	K
		Bulaşık Deterjanı	1,73	&e-zA-J	3,59	Q-Zab
		Limon Suyu	0,64	&zA-J	3,20	R-Za-i
		Kola	0,26	&&G-J	3,76	Q-Z
LSD ± 1,681						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, * :En yüksek toplam renk değişimi değeri.						

Çizelge 5.28. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde toplam renk değişimi değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
MDF Lam	HGK	Aseton	46,83	EF	47,75	CD
		Alkol	1,05	&p-zA-J	1,89	&c-zA-H
		Çamaşır Suyu	0,22	&&H-J	2,88	U-Za-n
		Bulaşık Deterjanı	0,84	&t-zA-J	3,49	Q-Za-d
		Limon Suyu	0,98	&p-zA-J	3,25	R-Za-h
		Kola	0,71	&yzA-J	1,81	&d-zA-I
	UV Baskı	Aseton	1,12	&o-zA-J	4,17	O-W
		Alkol	0,45	&&D-J	2,22	X-Z&A
		Çamaşır Suyu	1,84	&d-zA-I	6,33	LM
		Bulaşık Deterjanı	1,54	&i-zA-J	3,14	R-Za-j
		Limon Suyu	2,20	&&AB	2,75	V-Za-o
		Kola	0,33	&&E-J	2,62	W-Za-p
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	50,44	BC	52,04	A*
		Alkol	1,13	&o-zA-J	3,90	P-X
		Çamaşır Suyu	0,19	&&IJ	1,71	&f-zA-J
		Bulaşık Deterjanı	0,67	&zA-J	3,36	R-Za-f
		Limon Suyu	0,57	&&A-J	2,54	W-Za-s
		Kola	0,59	&zA-J	2,42	X-Za-x
	UV Baskı	Aseton	1,43	&k-zA-J	5,05	M-Q
		Alkol	0,72	&yzA-J	3,05	R-Za-k
		Çamaşır Suyu	1,96	&b-Za-f	5,59	M-O
		Bulaşık Deterjanı	1,12	&o-zA-J	2,61	W-Za-r
		Limon Suyu	0,50	&&C-J	2,95	T-Za-m
		Kola	0,47	&&D-J	2,36	X-Za-y
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Aseton	45,33	FG	49,83	B
		Alkol	0,93	&q-zA-J	2,52	W-Za-t
		Çamaşır Suyu	0,29	&&F-J	2,49	X-Za-v
		Bulaşık Deterjanı	1,03	&p-zA-J	1,29	&l-zA-J
		Limon Suyu	0,53	&&B-J	3,10	R-Za-k
		Kola	0,39	&&E-J	1,74	&e-zA-J
	UV Baskı	Aseton	51,88	B	44,56	F
		Alkol	3,41	Q-Za-e	2,83	V-Za-n
		Çamaşır Suyu	1,78	&e-zA-J	5,90	L-N
		Bulaşık Deterjanı	1,64	&g-zA-J	2,44	X-Za-w
		Limon Suyu	0,50	&&C-J	1,99	&&A-E
		Kola	0,54	&&A-J	3,25	R-Za-h
LSD ± 1,681						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *:En yüksek toplam renk değişimi değeri.						

Çizelge 5.28 sonucuna göre toplam renk değişimi değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde poliüretan lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler (55,69) ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (52,04), en düşük, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (0,10) tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgular sonucunda, genel olarak aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında örneklerin toplam renk değişimleri yüksek çıkmıştır. Bu durum toplam renk değişimi hesaplanmasında kullanılan Eşitlik 4.20'deki "L*" değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Işıklılık/reng parlaklığı olarak ifade edilen $L^*=0$ siyah, $L^*=100$ beyaz rengi temsil etmektedir. Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrası dekoratif kaplama filmlerinin (HGK ve UV baskı) tamamen aşınması sonucunda açığa çıkan levha yüzeylerindeki koruyucu kaplamaya ait beyaz renk, toplam renk değişim değerinde etkili olmuş ve değeri yükseltmiştir (Şekil 5.4 a ve b).



Şekil 5.4. (a) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek, (b) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek.

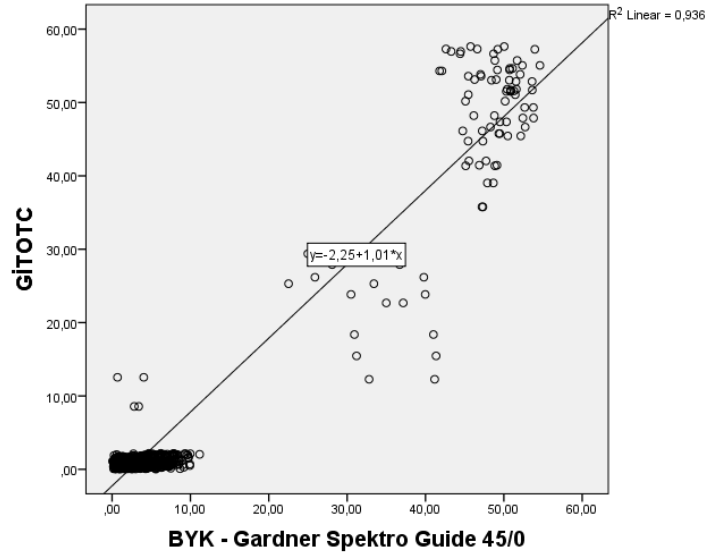
5.2.1. Renk Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi yaptıktan sonra meydana gelen toplam renk değişim değerlerini belirlemek için kullanılan BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ve GİTOTC'nin renk ölçüm yöntemi arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 5.29'da verilmiştir.

Çizelge 5.29. GİTOTC renk ölçüm yöntemi ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı arasındaki ilişki.

Korelasyon Katsayısı (r)	P Değeri	Örnek Ölçüm Miktarı (n)
0,968	0,000*	1680
*: $P < 0,01$ 'e göre anlamlı.		

Çizelge 5.29 sonucuna göre, iki farklı renk ölçüm yöntemi arasında istatistiksel bakımdan 0,97 oranında pozitif yönde çok güçlü ve anlamlı bir ilişki ($P < 0.01$) belirlenmiştir. Bu ilişki Şekil 5.5'de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. GİTOTC ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının renk ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.

Şekil 5.5'de verilen korelasyon grafiği sonucu, GİTOTC ile yapılan renk ölçüm yönteminin endüstriyel tip diğer cihazlara gerek olmadan kullanılabileceğini kanıtlamıştır.

5.3. PARLAKLIK TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde oluşan parlaklık değişimlerine ait değerlerin aritmetik ortalamaları Çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge 5.30. Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	16,58	0,47
			Aseton	32,10	4,59
			Alkol	17,48	0,39
			Çamaşır Suyu	16,50	0,31
			Bulaşık Deterjanı	15,33	0,25
			Limon Suyu	17,05	0,57
			Kola	17,36	0,68
		UV Baskı	Kontrol	16,84	0,33
			Aseton	38,63	2,15
			Alkol	17,70	0,12
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Çamaşır Suyu	16,56	0,49
			Bulaşık Deterjanı	15,39	0,39
			Limon Suyu	16,11	0,30
			Kola	15,88	0,26
			Kontrol	17,37	0,41
			Aseton	64,70	1,23
			Alkol	18,13	0,11
		UV Baskı	Çamaşır Suyu	16,95	0,26
			Bulaşık Deterjanı	17,74	0,33
			Limon Suyu	17,92	0,21
UV Baskı	Kola	18,00	0,64		
	Kontrol	16,31	0,27		
	Aseton	16,44	0,39		
	Alkol	16,94	0,33		
	Çamaşır Suyu	16,72	0,09		
	Bulaşık Deterjanı	14,91	0,14		
	Limon Suyu	16,03	0,07		
Kola	15,88	0,13			

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	17,84	0,60
			Aseton	62,59	5,03
			Alkol	18,48	0,70
			Çamaşır Suyu	17,63	0,51
			Bulaşık	16,97	0,81
			Limon Suyu	18,24	0,73
			Kola	18,06	0,81
		UV Baskı	Kontrol	16,70	0,21
			Aseton	17,37	0,22
			Alkol	17,30	0,43
			Çamaşır Suyu	17,03	0,27
			Bulaşık	15,10	0,24
			Limon Suyu	16,33	0,23
			Kola	16,27	0,29
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	16,61	0,64
			Aseton	57,64	4,74
			Alkol	17,06	0,61
			Çamaşır Suyu	16,87	0,50
			Bulaşık	16,68	0,86
			Limon Suyu	18,10	0,55
			Kola	17,29	0,49
		UV Baskı	Kontrol	15,91	0,16
			Aseton	16,38	0,07
			Alkol	16,34	0,34
			Çamaşır Suyu	16,15	0,14
			Bulaşık	14,48	0,08
			Limon Suyu	15,32	0,11
			Kola	15,70	0,15
	MDF Lam	HGK	Kontrol	15,92	0,35
			Aseton	55,78	6,23
			Alkol	16,61	0,27
			Çamaşır Suyu	16,30	0,37
			Bulaşık	15,95	0,58
			Limon Suyu	16,90	0,39
			Kola	16,40	0,44
		UV Baskı	Kontrol	14,07	0,11
Aseton			14,87	0,29	
Alkol			14,34	0,18	
Çamaşır Suyu			13,94	0,17	
Bulaşık			12,76	0,10	
Limon Suyu			13,49	0,40	
Kola			13,63	0,34	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
GİTOTC	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	16,06	0,47
			Aseton	59,14	1,06
			Alkol	17,29	0,59
			Çamaşır Suyu	15,97	0,49
			Bulaşık	16,22	0,63
			Limon Suyu	16,40	0,36
			Kola	16,15	0,77
		UV Baskı	Kontrol	14,89	0,10
			Aseton	16,10	0,47
			Alkol	15,46	0,06
			Çamaşır Suyu	15,04	0,22
			Bulaşık	13,83	0,25
			Limon Suyu	14,68	0,05
			Kola	14,46	0,14
	PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	16,08	0,42
			Aseton	53,60	1,89
			Alkol	17,19	0,51
			Çamaşır Suyu	16,30	0,61
			Bulaşık	11,48	0,55
			Limon Suyu	17,15	0,89
			Kola	16,23	0,29
		UV Baskı	Kontrol	15,27	0,11
			Aseton	58,33	4,91
			Alkol	21,96	5,04
		Çamaşır Suyu	15,31	0,20	
		Bulaşık	13,81	0,07	
		Limon Suyu	14,91	0,06	
		Kola	14,86	0,07	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	34,68	1,62
			Aseton	1,34	0,14
			Alkol	35,48	2,09
			Çamaşır Suyu	38,10	1,85
			Bulaşık	28,28	3,97
			Limon Suyu	33,57	4,53
			Kola	37,78	3,82
		UV Baskı	Kontrol	8,92	0,59
			Aseton	1,51	0,29
			Alkol	8,97	1,49
			Çamaşır Suyu	7,25	0,37
			Bulaşık	5,31	0,51
			Limon Suyu	8,57	0,29
			Kola	7,51	0,46
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	28,72	1,60
			Aseton	80,47	3,25
			Alkol	34,08	0,81
			Çamaşır Suyu	25,33	1,92
			Bulaşık	17,87	3,08
			Limon Suyu	32,12	1,44
			Kola	31,53	1,43
		UV Baskı	Kontrol	11,34	0,61
			Aseton	14,54	0,97
			Alkol	13,60	0,81
			Çamaşır Suyu	9,51	0,52
			Bulaşık	5,86	0,32
			Limon Suyu	10,73	0,68
			Kola	11,37	0,99
	Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	32,29	2,05
			Aseton	68,34	1,95
Alkol			35,99	0,99	
Çamaşır Suyu			32,77	1,80	
Bulaşık			18,97	2,62	
Limon Suyu			33,85	1,70	
Kola			32,36	1,66	
UV Baskı		Kontrol	9,52	0,60	
		Aseton	14,81	0,61	
		Alkol	10,66	0,63	
		Çamaşır Suyu	8,75	0,46	
		Bulaşık	6,10	0,32	
		Limon Suyu	9,17	0,48	
		Kola	8,65	0,53	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	21,53	3,65
			Aseton	48,54	3,93
			Alkol	26,51	4,27
			Çamaşır Suyu	20,89	1,81
			Bulaşık	18,41	1,52
			Limon Suyu	20,78	2,05
			Kola	22,29	3,00
		UV Baskı	Kontrol	10,96	0,76
			Aseton	13,59	0,94
			Alkol	11,69	1,08
			Çamaşır Suyu	9,79	0,75
			Bulaşık	6,29	0,23
			Limon Suyu	10,40	0,88
			Kola	10,10	0,79
	MDF Lam	HGK	Kontrol	22,84	3,48
			Aseton	92,94	2,24
			Alkol	26,77	3,96
			Çamaşır Suyu	22,97	2,27
			Bulaşık	17,40	3,32
			Limon Suyu	22,91	1,54
			Kola	25,04	2,65
		UV Baskı	Kontrol	11,78	0,98
			Aseton	14,79	1,06
			Alkol	12,30	0,83
			Çamaşır Suyu	9,70	0,53
			Bulaşık	6,41	0,52
			Limon Suyu	10,86	0,84
			Kola	10,50	0,41

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30. (devam). Parlaklık değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	27,74	3,68
			Aseton	81,94	0,69
			Alkol	27,67	3,71
			Çamaşır Suyu	27,98	1,76
			Bulaşık	19,91	2,02
			Limon Suyu	28,09	4,95
			Kola	26,89	2,46
		UV Baskı	Kontrol	11,13	0,52
			Aseton	16,26	1,10
			Alkol	12,57	0,39
			Çamaşır Suyu	9,11	0,61
			Bulaşık	6,78	0,59
			Limon Suyu	10,78	0,42
			Kola	9,75	0,53
	PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	30,65	1,81
			Aseton	38,94	2,94
			Alkol	30,54	4,04
			Çamaşır Suyu	30,57	3,22
			Bulaşık	17,83	3,13
			Limon Suyu	30,87	2,74
			Kola	29,68	2,36
		UV Baskı	Kontrol	10,87	0,48
			Aseton	42,29	13,29
			Alkol	12,23	0,76
		Çamaşır Suyu	9,12	0,96	
		Bulaşık	6,64	0,38	
		Limon Suyu	10,37	0,54	
		Kola	9,18	1,19	

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.30 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarda oluşan parlaklık değerlerinin aritmetik ortalamaları; ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.31’de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Parlaklık değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri ($p \leq 0.05$)
Ölçüm Yöntemi (A)	1	1419,5190	1419,519	369,8506	0,000*
Levha Çeşidi (B)	6	3278,1052	546,3509	142,3498	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (C)	6	2117,9690	352,9949	91,97155	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (D)	1	88059,0538	88059,05	22943,47	0,000*
Etkileşim (AB)	1	32207,8139	32207,81	8391,631	0,000*
Etkileşim (AC)	6	5489,5734	914,9289	238,3815	0,000*
Etkileşim (AD)	6	2386,4265	397,7378	103,6292	0,000*
Etkileşim (BC)	6	117130,7124	19521,79	5086,331	0,000*
Etkileşim (BD)	6	3098,0932	516,3489	134,5329	0,000*
Etkileşim (CD)	36	23895,1915	663,7553	172,9391	0,000*
Etkileşim (ABC)	36	18418,1638	511,6157	133,2996	0,000*
Etkileşim (ABD)	6	41677,5679	6946,261	1809,824	0,000*
Etkileşim (ACD)	6	819,6959	136,616	35,59481	0,000*
Etkileşim (BCD)	36	43829,4217	1217,484	317,2111	0,000*
Etkileşim (ABCD)	36	4250,6504	118,0736	30,76366	0,000*
Hata	1764	6770,3865	3,8380876		
Toplam	1959	394848,3449			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, parlaklık değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak ölçüm yöntemi, levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.32'de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Parlaklık değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	\bar{x}	HG
GİTOTC	19,64	B
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	21,34	A*
LSD \pm 0,173		
Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	18,81	D
Poliüretan Lake Boyalı MDF	21,83	A*
Akrilik Lake Boyalı MDF	21,72	A*
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	18,65	D
MDF Lam	19,93	C
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	20,65	B
PVC Kaplamalı MDF	21,87	A*
LSD \pm 0,325		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	27,19	A*
UV Baskı	13,79	B
LSD \pm 0,173		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Kontrol	17,84	C
Aseton	39,07	A*
Alkol	19,33	B
Çamaşır Suyu	17,47	D
Bulaşık Deterjanı	14,03	E
Limon Suyu	17,92	C
Kola	17,81	C
LSD \pm 0,325		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.		

Çizelge 5.32 sonucuna göre, ölçüm yöntemi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ile (21,34), en düşük, GİTOTC ile (19,64) yapılan ölçümlerde tespit edilmiştir.

Levha çeşidi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF (21,87), poliüretan lake boyalı MDF (21,83) ve akrilik lake boyalı MDF (21,72) örneklerde, en düşük, su bazlı lake boyalı MDF (18,65) ile selülozik lake boyalı MDF (18,81) örneklerde bulunmuştur.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek, HGK yapılmış örneklerde (27,19), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (13,79) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde parlaklık değeri en yüksek, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (39,07), en düşük, bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (14,03) elde edilmiştir.

Çalışmada aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında aşınma ve toplam renk değişimi ile ilgili bulgularda olduğu gibi parlaklık değerlerinde de veriler yüksek çıkmıştır. Bu durum aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrası dekoratif kaplama filmlerinin (HGK ve UV baskı) tamamen aşınması sonucunda açığa çıkan levha yüzeylerindeki koruyucu kaplamanın parlak beyaz olmasından kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir. Ovalama işlemi sonrası yapılan ölçümlerin bu yüzeylerden alınması sonucunda parlaklık değerlerinde artış oluşmuştur (Şekil 5.2 ve Şekil 5.4).

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.33’de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	19,25	BCD	18,38	CD
Poliüretan Lake Boyalı MDF	20,29	ABCD	23,36	A*
Akrilik Lake Boyalı MDF	20,42	ABCD	23,02	AB
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	19,32	BCD	17,98	D
MDF Lam	17,93	D	21,94	ABC
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	18,69	CD	22,61	AB
PVC Kaplamalı MDF	21,61	ABCD	22,13	ABC
LSD \pm 3,310				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.33 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde poliüretan lake boyalı MDF örneklerde (23,36), en düşük; aralarındaki fark önemsiz olmak üzere BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde su bazlı lake boyalı MDF örnekler (17,98) ile GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde MDF lam örneklerde (17,93) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.34’de verilmiştir.

Çizelge 5.34. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
HGK	22,29	B	32,10	A*
UV Baskı	17,00	C	10,59	D
LSD \pm 1,481				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.</i>				

Çizelge 5.34 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (32,10), en düşük, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (10,59) belirlenmiştir.

Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.35’de verilmiştir.

Çizelge 5.35. Ölçüm yöntemi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
	GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Kontrol	16,17	DE	19,50	BC
Aseton	40,26	A*	37,88	A*
Alkol	17,31	CDE	21,36	B
Çamaşır Suyu	16,23	DE	18,70	BCD
Bulaşık Deterjanı	15,05	EF	13,00	F
Limon Suyu	16,33	DE	19,51	BC
Kola	16,15	DE	19,47	BC
LSD \pm 2,777				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.</i>				

Çizelge 5.35 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler (40,26) ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (37,88) belirlenmiştir.

Parlaklık değeri en düşük, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (13,00) çıkmıştır.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.36’da verilmiştir.

Çizelge 5.36. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	24,40	C	13,23	E
Poliüretan Lake Boyalı MDF	30,07	A*	13,58	E
Akrilik Lake Boyalı MDF	30,31	A*	13,13	E
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	24,23	C	13,08	E
MDF Lam	27,48	AB	12,39	E
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	28,39	AB	12,92	E
PVC Kaplamalı MDF	25,51	BC	18,23	D
LSD \pm 2,901				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.36 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere akrilik lake boyalı MDF (30,31) ve poliüretan lake boyalı MDF (30,07) yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde, en düşük, selülozik lake boyalı MDF (13,23), poliüretan lake boyalı MDF (13,58), akrilik lake boyalı MDF (13,13), su bazlı lake boyalı MDF (13,08), MDF lam (12,39) ve high gloss akrilik kaplamalı MDF (12,91) yüzeylerine UV baskı işlemi uygulanmış örneklerde elde edilmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.37’de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	19,25	DEFGH
	Aseton	18,39	DEFGHI
	Alkol	19,91	DEFG
	Çamaşır Suyu	19,60	DEFG
	Bulaşık Deterjanı	16,08	DEFGHI
	Limon Suyu	18,83	DEFGH
	Kola	19,63	DEFG
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	18,43	DEFGHI
	Aseton	44,04	AB
	Alkol	20,69	D
	Çamaşır Suyu	17,13	DEFGHI
	Bulaşık Deterjanı	14,10	FGHI
	Limon Suyu	19,20	DEFGH
	Kola	19,19	DEFGH
Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	19,09	DEFGH
	Aseton	40,78	B
	Alkol	20,61	DE
	Çamaşır Suyu	19,04	DEFGH
	Bulaşık Deterjanı	14,29	DEFGHI
	Limon Suyu	19,40	DEFGH
	Kola	18,84	DEFGH
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	16,25	DEFGHI
	Aseton	34,04	C
	Alkol	17,90	DEFGHI
	Çamaşır Suyu	15,93	DEFGHI
	Bulaşık Deterjanı	13,97	GHI
	Limon Suyu	16,15	DEFGHI
	Kola	16,34	DEFGHI
MDF Lam	Kontrol	16,15	DEFGHI
	Aseton	44,60	AB
	Alkol	17,51	DEFGHI
	Çamaşır Suyu	15,73	DEFGHI
	Bulaşık Deterjanı	13,13	HI
	Limon Suyu	16,04	DEFGHI
	Kola	16,39	DEFGHI
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Kontrol	17,46	DEFGHI
	Aseton	43,36	AB
	Alkol	18,25	DEFGHI
	Çamaşır Suyu	17,02	DEFGHI
	Bulaşık Deterjanı	14,19	EFGHI
	Limon Suyu	17,49	DEFGHI
	Kola	16,81	DEFGHI
PVC Kaplamalı MDF	Kontrol	18,22	DEFGHI
	Aseton	48,29	A*
	Alkol	20,48	DEF
	Çamaşır Suyu	17,83	DEFGHI
	Bulaşık Deterjanı	12,44	I
	Limon Suyu	18,33	DEFGHI
	Kola	17,49	DEFGHI
LSD ± 5,021			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.			

Çizelge 5.37 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, PVC kaplamalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (48,29), en düşük, PVC kaplamalı MDF yüzeylerine bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (12,44) elde edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.38’de verilmiştir.

Çizelge 5.38. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Kontrol	22,49	BC	13,18	E
Aseton	57,00	A*	21,14	C
Alkol	24,23	B	14,43	E
Çamaşır Suyu	22,51	BC	12,43	E
Bulaşık Deterjanı	17,79	D	10,26	F
Limon Suyu	23,14	BC	12,70	E
Kola	23,22	BC	12,41	E
LSD \pm 2,044				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.38 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (57,00), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (10,26) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.39’da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	18,91	DEF
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	24,40	C
		Akrilik Lake Boyalı MDF	24,26	C
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	22,89	CD
		MDF Lam	21,98	CD
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	22,46	CD
		PVC Kaplamalı MDF	21,15	CD
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	19,59	DE
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	16,18	EFG
		Akrilik Lake Boyalı MDF	16,59	EFG
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	15,76	EFG
		MDF Lam	13,87	GHIJ
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	14,92	FGH
		PVC Kaplamalı MDF	22,07	CD
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	HGK	Selülozik Lake Boyalı MDF	29,89	B
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	35,73	A*
		Akrilik Lake Boyalı MDF	36,37	A*
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	25,56	C
		MDF Lam	32,98	AB
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	34,32	A
		PVC Kaplamalı MDF	29,87	B
	UV Baskı	Selülozik Lake Boyalı MDF	6,86	K
		Poliüretan Lake Boyalı MDF	10,99	HIJK
		Akrilik Lake Boyalı MDF	9,67	JK
		Su Bazlı Lake Boyalı MDF	10,40	IJK
		MDF Lam	10,91	HIJK
		High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	10,91	HIJK
		PVC Kaplamalı MDF	14,39	GHI
LSD \pm 3,845				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.39 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde aralarındaki fark önemsiz olmak üzere akrilik lake boyalı MDF (36,37) ve poliüretan lake boyalı MDF (35,73) yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde, en düşük, selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (6,86) olduğu belirlenmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.40’da verilmiştir.

Çizelge 5.40. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	16,71	FGHIJKL
		Aseton	35,36	DE
		Alkol	17,59	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	16,53	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	15,36	FGHIJKL
		Limon Suyu	16,58	FGHIJKL
		Kola	16,62	FGHIJKL
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	16,84	FGHIJKL
		Aseton	40,57	CD
		Alkol	17,54	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	16,83	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	16,33	FGHIJKL
		Limon Suyu	16,97	FGHIJKL
		Kola	16,94	FGHIJKL
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	17,27	FGHIJKL
		Aseton	39,98	CD
		Alkol	17,89	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	17,33	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	16,04	FGHIJKL
		Limon Suyu	17,29	FGHIJKL
		Kola	17,17	FGHIJKL
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	16,26	FGHIJKL
		Aseton	37,01	DE
		Alkol	16,70	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	16,51	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	15,58	FGHIJKL
		Limon Suyu	16,71	FGHIJKL
		Kola	16,49	FGHIJKL
LSD ± 6,825				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.40. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	MDF Lam	Kontrol	14,99	FGHIJKL
		Aseton	35,33	DE
		Alkol	15,48	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	15,12	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	14,35	GHIJKL
		Limon Suyu	15,20	FGHIJKL
		Kola	15,02	FGHIJKL
	High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Kontrol	15,48	FGHIJKL
		Aseton	37,62	DE
		Alkol	16,38	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	15,50	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	15,03	FGHIJKL
		Limon Suyu	15,54	FGHIJKL
		Kola	15,30	FGHIJKL
	PVC Kaplamalı MDF	Kontrol	15,67	FGHIJKL
		Aseton	55,97	A*
		Alkol	19,58	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	15,81	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	12,64	IJKL
		Limon Suyu	16,03	FGHIJKL
		Kola	15,55	FGHIJKL
LSD ± 6,825				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.40. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	21,80	FGH
		Aseton	1,43	M
		Alkol	22,23	FGH
		Çamaşır Suyu	22,68	FG
		Bulaşık Deterjanı	16,80	FGHIJKL
		Limon Suyu	21,07	FGHIJK
		Kola	22,65	FG
	Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	20,03	FGHIJKL
		Aseton	47,51	BC
		Alkol	23,84	F
		Çamaşır Suyu	17,42	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	11,87	L
		Limon Suyu	21,43	FGHIJ
		Kola	21,45	FGHIJ
	Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	20,91	FGHIJK
		Aseton	41,57	CD
		Alkol	23,33	F
		Çamaşır Suyu	20,76	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	12,54	JKL
		Limon Suyu	21,51	FGHI
		Kola	20,51	FGHIJKL
	Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	16,25	FGHIJKL
		Aseton	31,07	E
		Alkol	19,10	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	15,34	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	12,35	KL
		Limon Suyu	15,59	FGHIJKL
		Kola	16,20	FGHIJKL
	MDF Lam	Kontrol	17,31	FGHIJKL
		Aseton	53,87	AB
		Alkol	19,54	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	16,34	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	11,91	L
		Limon Suyu	16,89	FGHIJKL
		Kola	17,77	FGHIJKL
	High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Kontrol	19,44	FGHIJKL
		Aseton	49,10	AB
		Alkol	20,12	FGHIJKL
		Çamaşır Suyu	18,55	FGHIJKL
		Bulaşık Deterjanı	13,35	HIJKL
		Limon Suyu	19,44	FGHIJKL
		Kola	18,32	FGHIJKL
PVC Kaplama MDF	Kontrol	20,76	FGHIJKL	
	Aseton	40,62	CD	
	Alkol	21,39	FGHIJ	
	Çamaşır Suyu	19,85	FGHIJKL	
	Bulaşık Deterjanı	12,24	KL	
	Limon Suyu	20,62	FGHIJKL	
	Kola	19,43	FGHIJKL	
LSD ± 6,825				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.40 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, GİTOTC kullanılarak yapılan ölçümlerde PVC kaplamalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (55,97), en düşük, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,43) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.41’de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Ölçüm yöntemi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ölçüm Yöntemi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
GİTOTC	HGK	Kontrol	16,64	FG
		Aseton	55,08	B
		Alkol	17,46	EF
		Çamaşır Suyu	16,64	FG
		Bulaşık Deterjanı	15,77	FG
		Limon Suyu	17,40	EF
		Kola	17,07	EFG
	UV Baskı	Kontrol	15,71	FG
		Aseton	25,45	D
		Alkol	17,15	EFG
		Çamaşır Suyu	15,82	FG
		Bulaşık Deterjanı	14,33	G
		Limon Suyu	15,27	FG
		Kola	15,24	FG
BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	HGK	Kontrol	28,35	C
		Aseton	58,93	A*
		Alkol	31,01	C
		Çamaşır Suyu	28,37	C
		Bulaşık Deterjanı	19,81	E
		Limon Suyu	28,88	C
		Kola	29,37	C
	UV Baskı	Kontrol	10,65	H
		Aseton	16,83	FG
		Alkol	11,72	H
		Çamaşır Suyu	9,03	H
		Bulaşık Deterjanı	6,20	I
		Limon Suyu	10,13	H
		Kola	9,58	H
LSD \pm 2,506				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.41 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde HGK yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (58,93), en düşük, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (6,20) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.42’de verilmiştir.



Çizelge 5.42. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	25,63	EFGHI
		Aseton	16,72	RSTUVWXYZabc
		Alkol	26,48	EFG
		Çamaşır Suyu	27,30	E
		Bulaşık Deterjanı	21,80	GHIJKLMNOPQ
		Limon Suyu	25,31	EFGHIJ
		Kola	27,57	E
	UV Baskı	Kontrol	12,88	&abcdefg
		Aseton	20,07	KLMNOPQRST
		Alkol	13,33	YZabcdefg
		Çamaşır Suyu	11,91	&cdefgh
		Bulaşık Deterjanı	10,35	&gh
		Limon Suyu	12,34	&bcdefgh
		Kola	11,70	&defgh
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	23,04	EFGHIJKLMN
		Aseton	72,59	A*
		Alkol	26,11	EFGH
		Çamaşır Suyu	21,14	IJKLMNOPQR
		Bulaşık Deterjanı	17,80	OPQRSTUVWXYZ
		Limon Suyu	25,02	EFGHIJ
		Kola	24,76	EFGHIJK
	UV Baskı	Kontrol	13,82	YZabcdefg
		Aseton	15,49	TUVWXYZabcde
		Alkol	15,27	UVWXYZabcdef
		Çamaşır Suyu	13,12	Zabcdefg
		Bulaşık Deterjanı	10,39	&fgh
		Limon Suyu	13,38	YZabcdefg
		Kola	13,63	YZabcdefg
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	25,07	EFGHIJ
		Aseton	65,46	B
		Alkol	27,24	EF
		Çamaşır Suyu	25,20	EFGHIJ
		Bulaşık Deterjanı	17,97	OPQRSTUVWXYZ
		Limon Suyu	26,05	EFGH
		Kola	25,21	EFGHIJ
	UV Baskı	Kontrol	13,11	Zabcdefg
		Aseton	16,09	STUVWXYZabcd
		Alkol	13,98	YZabcdefg
		Çamaşır Suyu	12,89	&abcdefg
		Bulaşık Deterjanı	10,60	&efgh
		Limon Suyu	12,75	&abcdefg
		Kola	12,46	&bcdefgh
LSD \pm 3,843				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.42. (devam). Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	19,07	MNOPQRSTUVWXYZ
		Aseton	53,09	C
		Alkol	21,78	GHIJKLMNOPQ
		Çamaşır Suyu	18,88	NOPQRSTUVWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	17,55	PQRSTUVWXYZa
		Limon Suyu	19,44	LMNOPQRSTUVW
		Kola	19,79	LMNOPQRSTU
	UV Baskı	Kontrol	13,43	YZabcdefgh
		Aseton	14,99	VWXYZabcdefg
		Alkol	14,02	YZabcdefgh
		Çamaşır Suyu	12,97	Zabcdefgh
		Bulaşık Deterjanı	10,38	&fgh
		Limon Suyu	12,86	&abcdefgh
		Kola	12,90	&abcdefgh
MDF Lam	HGK	Kontrol	19,38	LMNOPQRSTUVWXYZ
		Aseton	74,36	A*
		Alkol	21,69	GHIJKLMNOPQ
		Çamaşır Suyu	19,64	LMNOPQRSTU
		Bulaşık Deterjanı	16,68	RSTUVWXYZabc
		Limon Suyu	19,91	LMNOPQRSTU
		Kola	20,72	JKLMNOPQRS
	UV Baskı	Kontrol	12,92	&abcdefgh
		Aseton	14,83	WXYZabcdefg
		Alkol	13,32	YZabcdefgh
		Çamaşır Suyu	11,82	&cdefgh
		Bulaşık Deterjanı	9,58	&h
		Limon Suyu	12,18	&cdefgh
		Kola	12,07	&cdefgh
LSD ± 3,843				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.42. (devam). Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	<i>HG</i>
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	21,90	GHIJKLMN
		Aseton	70,54	A*
		Alkol	22,48	FGHIJKLMNO
		Çamaşır Suyu	21,97	GHIJKLMN
		Bulaşık Deterjanı	18,07	OPQRSTUVWXYZ
		Limon Suyu	22,25	GHIJKLMN
		Kola	21,52	HIJKLMNO
	UV Baskı	Kontrol	13,01	Zabcdefgh
		Aseton	16,18	STUVWXYZabcd
		Alkol	14,02	YZabcdefgh
		Çamaşır Suyu	12,07	&cdefgh
		Bulaşık Deterjanı	10,30	&gh
		Limon Suyu	12,73	&abcdefgh
		Kola	12,11	&cdefgh
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	23,36	EFGHIJKLMN
		Aseton	46,27	D
		Alkol	23,87	EFGHIJKLM
		Çamaşır Suyu	23,43	EFGHIJKLMN
		Bulaşık Deterjanı	14,66	XYZabcdefg
		Limon Suyu	24,01	EFGHIJKL
		Kola	22,96	EFGHIJKLMN
	UV Baskı	Kontrol	13,07	Zabcdefgh
		Aseton	50,31	C
		Alkol	17,10	QRSTUVWXYZab
		Çamaşır Suyu	12,22	&bcdefgh
		Bulaşık Deterjanı	10,22	&gh
		Limon Suyu	12,64	&bcdefgh
		Kola	12,02	&cdefgh
LSD ± 3,843				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.				

Çizelge 5.42 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere MDF lam (74,36), poliüretan lake boyalı MDF (72,59), high gloss akrilik kaplamalı MDF (70,54) yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, en düşük, MDF lam yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (9,58) tespit edilmiştir.

Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, parlaklık değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.43’de verilmiştir.

Çizelge 5.43. Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	16,58	&i-zA	34,68	LMN
		Aseton	32,10	Q-T	1,34	&&&h
		Alkol	17,48	&f-s	35,48	LM
		Çamaşır Suyu	16,50	&j-zA	38,10	K
		Bulaşık Deterjanı	15,33	&w-zA-I	28,28	VWX
		Limon Suyu	17,05	&g-v	33,57	N-Q
	UV Baskı	Kontrol	16,84	&g-x	8,92	&&&a-e
		Aseton	38,63	H	1,51	&&&h
		Alkol	17,70	&f-q	8,97	&&Za-d
		Çamaşır Suyu	16,56	&i-zA	7,25	&&&ef
		Bulaşık Deterjanı	15,39	&v-zA-H	5,31	&&&g
		Limon Suyu	16,11	&p-zA-E	8,57	&&&cde
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	17,37	&f-t	28,72	VW
		Aseton	64,70	D	80,47	B
		Alkol	18,13	&f-j	34,08	MNO
		Çamaşır Suyu	16,95	&g-x	25,33	Za
		Bulaşık Deterjanı	17,74	&f-q	17,87	&f-n
		Limon Suyu	17,92	&f-n	32,12	Q-T
	UV Baskı	Kontrol	16,31	&m-zA-C	11,34	&&Q-V
		Aseton	16,44	&j-zA	14,54	&&D-L
		Alkol	16,94	&g-x	13,60	&&J-O
		Çamaşır Suyu	16,72	&h-y	9,51	&&W-C
		Bulaşık Deterjanı	14,91	&zA-L	5,86	&&&fg
		Limon Suyu	16,03	&q-zA-F	10,73	&&S-Y
Kola	15,88	&s-zA-F	11,37	&&Q-V		
LSD \pm 1,718						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.						

Çizelge 5.43. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

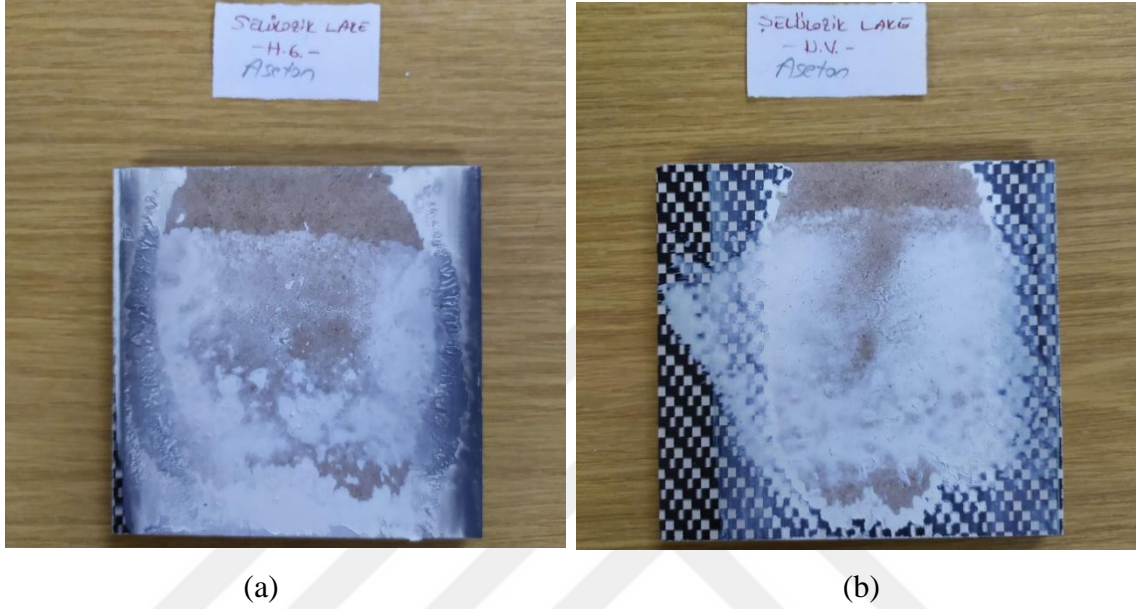
Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	17,84	&f-o	32,29	P-S
		Aseton	62,59	E	68,34	C
		Alkol	18,48	&e-g	35,99	L
		Çamaşır Suyu	17,63	&f-r	32,77	O-R
		Bulaşık Deterjanı	16,97	&g-x	18,97	&ef
		Limon Suyu	18,24	&e-i	33,85	M-P
	UV Baskı	Kola	18,06	&f-l	32,36	P-S
		Kontrol	16,70	&h-y	9,52	&&W-Zabc
		Aseton	17,37	&f-t	14,81	&&B-L
		Alkol	17,30	&f-t	10,66	&&S-Z
		Çamaşır Suyu	17,03	&g-w	8,75	&&&b-e
		Bulaşık Deterjanı	15,10	&yzA-L	6,10	&&&fg
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Limon Suyu	16,33	&m-zA-C	9,17	&&XYZa-d
		Kola	16,27	&n-zA-C	8,65	&&&cde
		Kontrol	16,61	&i-z	21,53	&bcd
		Aseton	57,64	F	48,54	I
		Alkol	17,06	&g-v	26,51	YZa
		Çamaşır Suyu	16,87	&g-x	20,89	&cd
	UV Baskı	Bulaşık Deterjanı	16,68	&i-y	18,41	&efgh
		Limon Suyu	18,10	&f-k	20,78	&cd
		Kola	17,29	&f-t	22,29	&bc
		Kontrol	15,91	&s-zA-F	10,96	&&R-W
		Aseton	16,38	&k-zA-C	13,59	&&K-O
		Alkol	16,34	&l-zA-C	11,69	&&Q-T
MDF Lam	HGK	Çamaşır Suyu	16,15	&o-zA-E	9,79	&&U-Zabc
		Bulaşık Deterjanı	14,48	&&E-L	6,29	&&&fg
		Limon Suyu	15,32	&w-zA-I	10,40	&&T-Zab
		Kola	15,70	&t-zA-G	10,10	&&T-Zabc
		Kontrol	15,92	&r-zA-F	22,84	&b
		Aseton	55,78	G	92,94	A*
	UV Baskı	Alkol	16,61	&i-z	26,77	XYZ
		Çamaşır Suyu	16,30	&m-zA-C	22,97	&b
		Bulaşık Deterjanı	15,95	&r-zA-F	17,40	&f-t
		Limon Suyu	16,90	&g-x	22,91	&b
		Kola	16,40	&k-zA-B	25,04	&a
		Kontrol	14,07	&&G-N	11,78	&&P-T
UV Baskı	Aseton	14,87	&&A-L	14,79	&&B-L	
	Alkol	14,34	&&F-M	12,30	&&O-S	
	Çamaşır Suyu	13,94	&&H-O	9,70	&&V-Zabc	
	Bulaşık Deterjanı	12,76	&&M-Q	6,41	&&&fg	
	Limon Suyu	13,49	&&L-P	10,86	&&R-X	
	Kola	13,63	&&I-O	10,50	&&T-Za	
LSD ± 1,718						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.						

Çizelge 5.43. (devam). Ölçüm yöntemi – levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde parlaklık değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Ölçüm Yöntemi			
			GİTOTC		BYK - Gardner Spektro Guide 45/0	
			\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	16,06	&q-zA-E	27,74	WXY
		Aseton	59,14	F	81,94	B
		Alkol	17,29	&f-t	27,67	WXY
		Çamaşır Suyu	15,97	&r-zA-F	27,98	VWXY
		Bulaşık Deterjanı	16,22	&n-zA-D	19,91	&de
		Limon Suyu	16,40	&k-zA-B	28,09	V-Y
		Kola	16,15	&o-zA-E	26,89	XYZ
	UV Baskı	Kontrol	14,89	&zA-L	11,13	&&Q-W
		Aseton	16,10	&q-zA-E	16,26	&n-zA-ABC
		Alkol	15,46	&u-zA-H	12,57	&&N-R
		Çamaşır Suyu	15,04	&yzA-L	9,11	&&YZa-d
		Bulaşık Deterjanı	13,83	&&H-O	6,78	&&&fg
		Limon Suyu	14,68	&&C-L	10,78	&&S-Y
		Kola	14,46	&&E-M	9,75	&&V-Zabc
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	16,08	&q-zA-E	30,65	STU
		Aseton	53,60	H	38,94	K
		Alkol	17,19	&g-t	30,54	TU
		Çamaşır Suyu	16,30	&m-zA-C	30,57	TU
		Bulaşık Deterjanı	11,48	&&Q-U	17,83	&f-p
		Limon Suyu	17,15	&g-u	30,87	STU
		Kola	16,23	&n-zA-D	29,68	UV
	UV Baskı	Kontrol	15,27	&x-zA-K	10,87	&&R-X
		Aseton	58,33	F	42,29	J
		Alkol	21,96	&bc	12,23	&&O-S
		Çamaşır Suyu	15,31	&w-zA-J	9,12	&&YZa-d
		Bulaşık Deterjanı	13,81	&&H-O	6,64	&&&fg
		Limon Suyu	14,91	&&zA-L	10,37	&&T-Zab
		Kola	14,86	&&A-L	9,18	&&X-Za-d
LSD \pm 1,718						
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek parlaklık değeri.						

Çizelge 5.43 sonucuna göre parlaklık değeri en yüksek, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde MDF Lam yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (92,94), en düşük, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı kullanılarak yapılan ölçümlerde selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,34) tespit edilmiştir.

Çalışmada genel olarak en düşük parlaklık değerleri, aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrası selülozik lake boyalı örnek yüzeylerinde tespit edilmiştir. Bu durum, aseton kimyasalının dekoratif kaplama filmleri (HGK ve UV baskı) ve selülozik lake boyalı yüzeyleri tamamen çözmesinden, dolayısı ile açığa çıkan ham MDF levha yüzeylerinin parlaklığa etki etmesinden kaynaklanmıştır (Şekil 5.6 a ve b).



Şekil 5.6. (a) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine HGK yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek, (b) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton ile ovalanmış örnek.

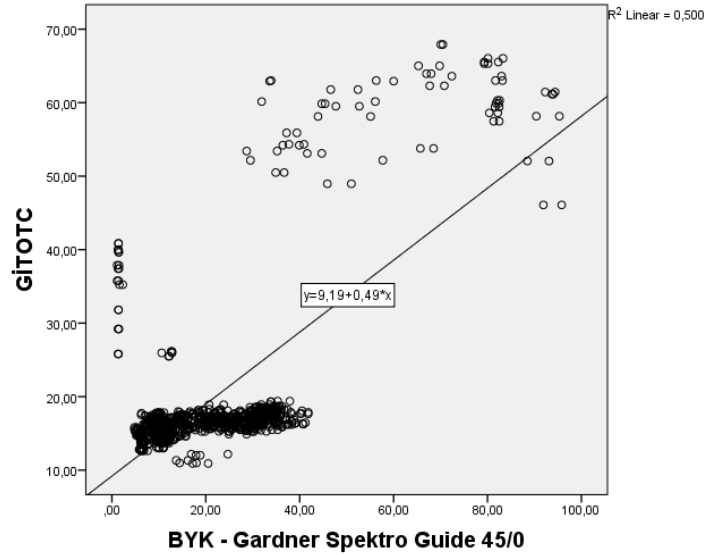
5.3.1. Parlaklık Ölçüm Yöntemlerinin Korelasyon Analizi

HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinde ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi yaptıktan sonra meydana gelen parlaklık değerlerini belirlemek için kullanılan BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ve GİTOTC parlaklık ölçüm yöntemi arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacı ile korelasyon analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Çizelge 5.44’de verilmiştir.

Çizelge 5.44. GİTOTC parlaklık ölçüm yöntemi ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı arasındaki ilişki.

Korelasyon Katsayısı (r)	P Değeri	Örnek Ölçüm Miktarı (n)
0,707	0,000*	1960
*: $P < 0,01$ ’e göre anlamlı.		

Çizelge 5.44 sonucuna göre, iki farklı parlaklık ölçüm yöntemi arasında istatistiksel bakımdan 0,71 oranında pozitif yönde güçlü ve anlamlı bir ilişki ($P < 0.01$) belirlenmiştir. Bu ilişki Şekil 5.7’de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. GİTOTC ile BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının parlaklık ölçüm verileri arasındaki korelasyon ilişkisi.

Şekil 5.7’de verilen korelasyon grafiği sonucu, GİTOTC ile yapılan parlaklık ölçüm yönteminin endüstriyel tip diğer cihazlara gerek olmadan kullanılabilceğini kanıtlamıştır.

5.4. YAPIŞMA TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinin yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamaları Çizelge 5.45’de verilmiştir.

Çizelge 5.45. Yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,50	0,71
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,00	0,67
		Çamaşır Suyu	4,30	0,48
		Bulaşık Deterjanı	4,10	0,32
		Limon Suyu	3,30	0,67
		Kola	3,90	0,57
	UV Baskı	Kontrol	4,70	0,48
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,70	0,67
		Çamaşır Suyu	4,20	0,42
		Bulaşık Deterjanı	4,60	0,52
		Limon Suyu	3,60	0,82
		Kola	4,70	0,48
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,60	0,70
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	4,20	0,63
		Çamaşır Suyu	4,50	0,53
		Bulaşık Deterjanı	4,30	0,48
		Limon Suyu	4,60	0,52
		Kola	4,50	0,53
	UV Baskı	Kontrol	5,00	0,00
		Aseton	4,90	0,32
		Alkol	4,60	0,52
		Çamaşır Suyu	4,70	0,67
		Bulaşık Deterjanı	4,90	0,32
		Limon Suyu	4,90	0,32
		Kola	4,90	0,32

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.45. (devam). Yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,80	0,42
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	4,80	0,42
		Çamaşır Suyu	4,70	0,48
		Bulaşık Deterjanı	4,30	0,82
		Limon Suyu	4,50	0,85
		Kola	4,40	0,84
	UV Baskı	Kontrol	5,00	0,00
		Aseton	5,00	0,00
		Alkol	5,00	0,00
		Çamaşır Suyu	5,00	0,00
		Bulaşık Deterjanı	4,90	0,32
		Limon Suyu	5,00	0,00
		Kola	5,00	0,00
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,40	1,07
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,00	0,47
		Çamaşır Suyu	3,30	0,48
		Bulaşık Deterjanı	3,40	0,52
		Limon Suyu	2,90	0,32
		Kola	3,10	0,32
	UV Baskı	Kontrol	4,80	0,42
		Aseton	4,60	0,52
		Alkol	4,70	0,48
		Çamaşır Suyu	4,80	0,42
		Bulaşık Deterjanı	4,70	0,48
		Limon Suyu	4,80	0,42
		Kola	4,70	0,48
MDF Lam	HGK	Kontrol	4,80	0,42
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	4,30	0,67
		Çamaşır Suyu	4,10	0,32
		Bulaşık Deterjanı	4,80	0,42
		Limon Suyu	4,60	0,52
		Kola	4,30	0,48
	UV Baskı	Kontrol	4,90	0,32
		Aseton	4,40	0,52
		Alkol	4,90	0,32
		Çamaşır Suyu	4,90	0,32
		Bulaşık Deterjanı	4,60	0,52
		Limon Suyu	4,90	0,32
		Kola	4,90	0,32

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.45. (devam). Yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	3,60	0,52
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	2,20	0,42
		Çamaşır Suyu	3,50	0,53
		Bulaşık Deterjanı	3,60	0,52
		Limon Suyu	2,90	0,88
		Kola	2,80	1,55
	UV Baskı	Kontrol	5,00	0,00
		Aseton	5,00	0,00
		Alkol	4,90	0,32
		Çamaşır Suyu	4,90	0,32
		Bulaşık Deterjanı	4,80	0,42
		Limon Suyu	4,80	0,42
		Kola	5,00	0,00
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	2,60	1,26
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	2,10	1,85
		Çamaşır Suyu	1,30	1,06
		Bulaşık Deterjanı	2,20	1,03
		Limon Suyu	1,60	1,43
		Kola	1,10	1,37
	UV Baskı	Kontrol	3,80	0,63
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,10	1,20
		Çamaşır Suyu	2,70	0,67
		Bulaşık Deterjanı	3,70	0,67
		Limon Suyu	3,40	1,07
		Kola	3,40	1,26

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında bazı örnek yüzeylerindeki film tabakası tamamen bozunduğu ve ölçüm yapılamadığı için yapışma direnci değeri 0,00 olarak verilmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Çizelge 5.45 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarının yapışma direnci değerlerine ait aritmetik ortalamaları; levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46. Yapışma değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P Değeri $P \leq 0,05$
Levha Çeşidi (A)	6	454,605	75,7675	230,1203	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (B)	1	376,588	376,588	1143,769	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (C)	6	714,0656	119,0109	361,4588	0,000*
Etkileşim (AB)	6	89,14378	14,8573	45,12443	0,000*
Etkileşim (AC)	36	108,0414	3,001151	9,115065	0,000*
Etkileşim (BC)	6	196,7066	32,78444	99,57257	0,000*
Etkileşim (ABC)	36	162,2741	4,507613	13,69048	0,000*
Hata	882	290,4	0,3292517		
Toplam	979	2391,8245			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, yapışma ölçüm değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.47'de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	3,47	D
Poliüretan Lake Boyalı MDF	4,33	AB
Akrilik Lake Boyalı MDF	4,46	A*
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	3,73	C
MDF Lam	4,32	B
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	3,80	C
PVC Kaplamalı MDF	2,33	E
LSD \pm 0,135		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	3,16	B
UV Baskı	4,40	A*
LSD \pm 0,072		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Kontrol	4,39	A*
Aseton	1,71	E
Alkol	3,92	D
Çamaşır Suyu	4,09	BC
Bulaşık Deterjanı	4,21	B
Limon Suyu	4,01	CD
Kola	4,09	BC
LSD \pm 0,135		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.		

Çizelge 5.47 sonucuna göre, levha çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek, akrilik lake boyalı MDF örneklerde (4,46), en düşük, PVC kaplamalı MDF örneklerde (2,33) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde yapışma direnci değeri en yüksek, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (4,40), en düşük, HGK yapılmış örneklerde (3,16) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde yapışma direnci değeri en yüksek, ovalama işlemi uygulanmamış kontrol örneklerde (4,39), en düşük, aseton ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde (1,71) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, yapışma direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.48’de verilmiştir.

Çizelge 5.48. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	3,85	F	4,25	E
Poliüretan Lake Boyalı MDF	4,45	DE	4,84	AB
Akrilik Lake Boyalı MDF	4,58	CD	4,99	A*
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	3,18	GH	4,73	BC
MDF Lam	4,48	DE	4,79	ABC
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	3,10	H	4,91	AB
PVC Kaplamalı MDF	1,82	I	3,35	G
LSD \pm 0,249				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.				

Çizelge 5.48 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (4,99), en düşük, PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (1,82) çıkmıştır.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, yapışma direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.49’da verilmiştir.

Çizelge 5.49. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	4,60	ABC
	Aseton	0,00	-
	Alkol	3,35	FGHI
	Çamaşır Suyu	4,25	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	4,35	ABCD
	Limon Suyu	3,45	EFGH
	Kola	4,30	ABCDE
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	4,80	A*
	Aseton	2,46	JKL
	Alkol	4,40	ABCD
	Çamaşır Suyu	4,60	ABC
	Bulaşık Deterjanı	4,60	ABC
	Limon Suyu	4,75	AB
	Kola	4,70	ABC
Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	4,90	A*
	Aseton	2,51	JKL
	Alkol	4,75	AB
	Çamaşır Suyu	4,75	AB
	Bulaşık Deterjanı	4,60	ABC
	Limon Suyu	4,75	AB
	Kola	4,70	ABC
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	4,10	ABCDEF
	Aseton	2,31	KL
	Alkol	3,85	CDEFG
	Çamaşır Suyu	4,05	ABCDEF
	Bulaşık Deterjanı	4,05	ABCDEF
	Limon Suyu	3,85	CDEFG
	Kola	3,90	BCDEFG
MDF Lam	Kontrol	4,85	A*
	Aseton	2,21	KL
	Alkol	4,60	ABC
	Çamaşır Suyu	4,50	ABC
	Bulaşık Deterjanı	4,70	ABC
	Limon Suyu	4,75	AB
	Kola	4,60	ABC
LSD \pm 0,702			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.			

Çizelge 5.49. (devam). Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Kontrol	4,30	ABCDE
	Aseton	2,51	JKL
	Alkol	3,55	DEFGH
	Çamaşır Suyu	4,20	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	4,20	ABCDE
	Limon Suyu	3,85	CDEFG
	Kola	3,91	BCDEFG
PVC Kaplamalı MDF	Kontrol	3,20	GHIJ
	Aseton	0,00	-
	Alkol	2,60	IJKL
	Çamaşır Suyu	2,00	L
	Bulaşık Deterjanı	2,95	HIJK
	Limon Suyu	2,50	JKL
	Kola	2,25	KL
LSD \pm 0,702			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.			

Çizelge 5.49 sonucuna göre yapışma direnci değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere poliüretan lake boyalı MDF kontrol (4,80), akrilik lake boyalı MDF kontrol (4,90) ve MDF Lam kontrol örneklerde (4,85), en düşük PVC kaplamalı MDF yüzeylerine çamaşır suyu ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde (2,00) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, yapışma direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.50’de verilmiştir.

Çizelge 5.50. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Kontrol	4,04	B	4,74	A*
Aseton	0,00	-	3,42	CD
Alkol	3,07	D	4,41	A*
Çamaşır Suyu	3,67	BCD	4,46	A*
Bulaşık Deterjanı	3,81	BC	4,60	A*
Limon Suyu	3,49	CD	4,49	A*
Kola	3,45	CD	4,66	A*
LSD \pm 0,371				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.				

Çizelge 5.50 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine kola (4,66), bulaşık deterjanı (4,60), limon suyu (4,49), çamaşır suyu (4,66), alkol (4,41) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde (4,74), en düşük, HGK yapılmış levha yüzeylerine alkol ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (3,07) belirlenmiştir.

Levha çeşidi - dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, yapışma direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.51’de verilmiştir.

Çizelge 5.51. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,50	ABCD
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,00	KLMNO
		Çamaşır Suyu	4,30	ABCDEF
		Bulaşık Deterjanı	4,10	CDEFGH
		Limon Suyu	3,30	IJKLMN
		Kola	3,90	DEFGHI
	UV Baskı	Kontrol	4,70	ABC
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,70	FGHIJ
		Çamaşır Suyu	4,20	BCDEFG
		Bulaşık Deterjanı	4,60	ABC
		Limon Suyu	3,60	GHIJK
		Kola	4,70	ABC
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,60	ABC
		Aseton	0,00	-
		Alkol	4,20	BCDEFG
		Çamaşır Suyu	4,50	ABCD
		Bulaşık Deterjanı	4,30	ABCDEF
		Limon Suyu	4,60	ABC
		Kola	4,50	ABCD
	UV Baskı	Kontrol	5,00	A*
		Aseton	4,90	AB
		Alkol	4,60	ABC
		Çamaşır Suyu	4,70	ABC
		Bulaşık Deterjanı	4,90	AB
		Limon Suyu	4,90	AB
		Kola	4,90	AB
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,80	AB
		Aseton	0,00	-
		Alkol	4,80	AB
		Çamaşır Suyu	4,70	ABC
		Bulaşık Deterjanı	4,30	ABCDEF
		Limon Suyu	4,50	ABCD
		Kola	4,40	ABCDE
	UV Baskı	Kontrol	5,00	A*
		Aseton	5,00	A*
		Alkol	5,00	A*
		Çamaşır Suyu	5,00	A*
		Bulaşık Deterjanı	4,90	AB
		Limon Suyu	5,00	A*
		Kola	5,00	A*
LSD \pm 0,544				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.				

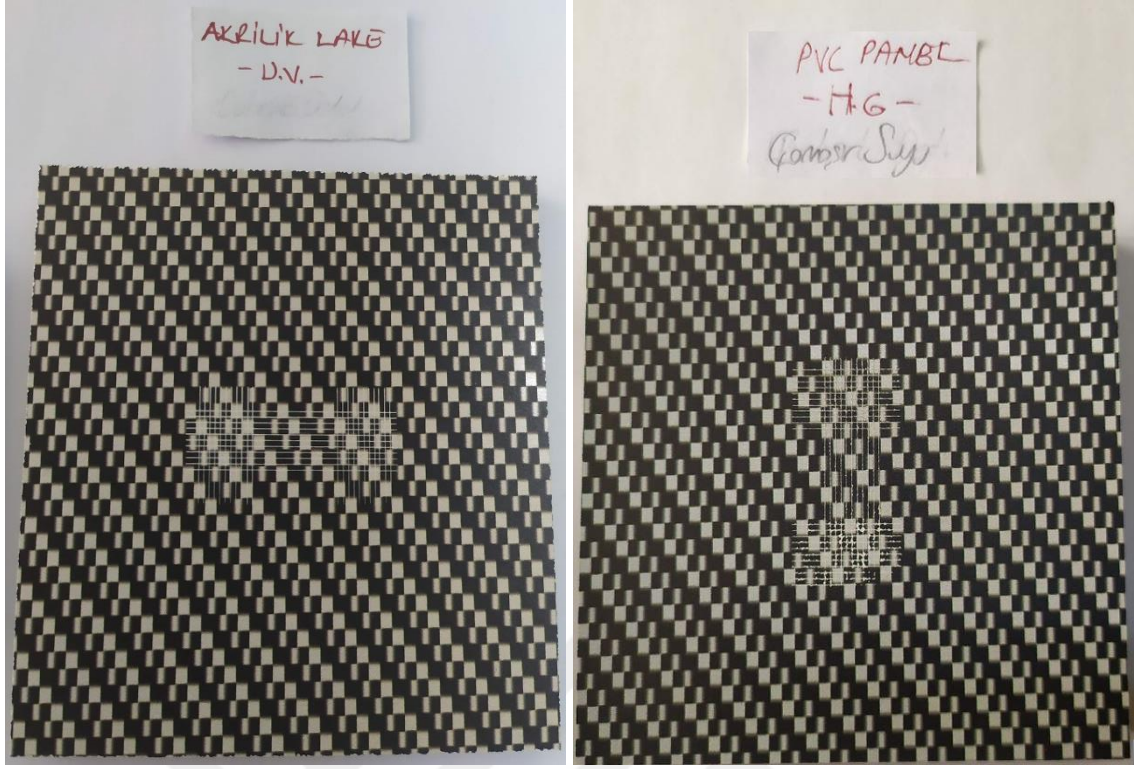
Çizelge 5.51. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,40	IJKLM
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,00	KLMNO
		Çamaşır Suyu	3,30	IJKLMN
		Bulaşık Deterjanı	3,40	IJKLM
		Limon Suyu	2,90	LMNO
		Kola	3,10	JKLMNO
	UV Baskı	Kontrol	4,80	AB
		Aseton	4,60	ABC
		Alkol	4,70	ABC
		Çamaşır Suyu	4,80	AB
		Bulaşık Deterjanı	4,70	ABC
		Limon Suyu	4,80	AB
		Kola	4,70	ABC
MDF Lam	HGK	Kontrol	4,80	AB
		Aseton	0,00	-
		Alkol	4,30	ABCDEF
		Çamaşır Suyu	4,10	CDEFGH
		Bulaşık Deterjanı	4,80	AB
		Limon Suyu	4,60	ABC
		Kola	4,30	ABCDEF
	UV Baskı	Kontrol	4,90	AB
		Aseton	4,40	ABCDE
		Alkol	4,90	AB
		Çamaşır Suyu	4,90	AB
		Bulaşık Deterjanı	4,60	ABC
		Limon Suyu	4,90	AB
		Kola	4,90	AB
High Gloss Akriik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	3,60	GHIJK
		Aseton	0,00	-
		Alkol	2,20	P
		Çamaşır Suyu	3,50	HIJKL
		Bulaşık Deterjanı	3,60	GHIJK
		Limon Suyu	2,90	LMNO
		Kola	2,82	MNO
	UV Baskı	Kontrol	5,00	A*
		Aseton	5,00	A*
		Alkol	4,90	AB
		Çamaşır Suyu	4,90	AB
		Bulaşık Deterjanı	4,80	AB
		Limon Suyu	4,80	AB
		Kola	5,00	A*
LSD \pm 0,544				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.				

Çizelge 5.51. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapışma direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	2,60	OP
		Aseton	0,00	-
		Alkol	2,10	PQ
		Çamaşır Suyu	1,30	R
		Bulaşık Deterjanı	2,20	P
		Limon Suyu	1,60	QR
		Kola	1,10	R
	UV Baskı	Kontrol	3,80	EFGHI
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,10	JKLMNO
		Çamaşır Suyu	2,70	NOP
		Bulaşık Deterjanı	3,70	FGHIJ
		Limon Suyu	3,40	IJKLM
		Kola	3,40	IJKLM
LSD \pm 0,544				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek yapışma direnci değeri.				

Çizelge 5.51 sonucuna göre yapışma direnci değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere poliüretan lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış kontrol örneklerinde (5,00), akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton, (5,00), alkol (5,00), çamaşır suyu (5,00), limon suyu (5,00), kola (5,00) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde (5,00), high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra aseton (5,00), kola (5,00) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde ve kontrol örneklerinde (5,00), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra kola (1,10) ve çamaşır suyu (1,30) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 5.8).



(a)

(b)

Şekil 5.8. (a) Akrilik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapılmış kontrol örneği, (b) PVC kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.

5.5. ÇİZİLME TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örnek yüzeylerinin çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamaları Çizelge 5.52’de verilmiştir.

Çizelge 5.52. Çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,00	0,00
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	2,60	0,22
		Çamaşır Suyu	2,50	0,00
		Bulaşık Deterjanı	2,90	0,22
		Limon Suyu	2,60	0,22
		Kola	2,50	0,00
	UV Baskı	Kontrol	2,50	0,00
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	2,20	0,27
		Çamaşır Suyu	2,40	0,22
		Bulaşık Deterjanı	2,00	0,00
		Limon Suyu	1,80	0,11
		Kola	2,50	0,00
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,60	0,22
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,00	0,00
		Çamaşır Suyu	3,50	0,00
		Bulaşık Deterjanı	3,50	0,35
		Limon Suyu	3,50	0,00
		Kola	3,00	0,00
	UV Baskı	Kontrol	1,60	0,14
		Aseton	1,55	0,11
		Alkol	1,60	0,14
		Çamaşır Suyu	1,50	0,00
		Bulaşık Deterjanı	1,60	0,14
		Limon Suyu	1,50	0,00
		Kola	1,50	0,00

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.52. (devam). Çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Akriolik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,00	0,71
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,50	0,00
		Çamaşır Suyu	3,40	0,22
		Bulaşık Deterjanı	3,90	0,42
		Limon Suyu	3,20	0,27
		Kola	3,10	0,22
	UV Baskı	Kontrol	1,80	0,11
		Aseton	1,70	0,11
		Alkol	1,75	0,18
		Çamaşır Suyu	1,65	0,14
		Bulaşık Deterjanı	1,80	0,11
		Limon Suyu	1,75	0,00
		Kola	1,75	0,18
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,00	0,00
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	3,00	0,00
		Çamaşır Suyu	3,00	0,00
		Bulaşık Deterjanı	3,00	0,00
		Limon Suyu	1,14	0,59
		Kola	3,00	0,00
	UV Baskı	Kontrol	1,50	0,00
		Aseton	1,50	0,00
		Alkol	1,50	0,00
		Çamaşır Suyu	1,50	0,00
		Bulaşık Deterjanı	1,50	0,00
		Limon Suyu	1,50	0,00
		Kola	1,50	0,00
MDF Lam	HGK	Kontrol	0,20	0,00
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	0,20	0,00
		Çamaşır Suyu	0,20	0,00
		Bulaşık Deterjanı	0,20	0,00
		Limon Suyu	0,20	0,00
		Kola	0,20	0,00
	UV Baskı	Kontrol	1,50	0,00
		Aseton	1,50	0,00
		Alkol	1,50	0,00
		Çamaşır Suyu	1,50	0,00
		Bulaşık Deterjanı	1,50	0,00
		Limon Suyu	1,50	0,00
		Kola	1,50	0,00

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.52. (devam). Çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamalar (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	1,02	0,29
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	0,90	0,14
		Çamaşır Suyu	0,68	0,04
		Bulaşık Deterjanı	0,98	0,04
		Limon Suyu	0,99	0,17
		Kola	0,72	0,04
	UV Baskı	Kontrol	1,90	0,14
		Aseton	1,90	0,14
		Alkol	1,75	0,00
		Çamaşır Suyu	1,75	0,00
		Bulaşık Deterjanı	1,90	0,14
		Limon Suyu	1,70	0,11
		Kola	1,90	0,14
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,60	0,00
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	0,60	0,00
		Çamaşır Suyu	0,54	0,09
		Bulaşık Deterjanı	0,60	0,00
		Limon Suyu	0,54	0,05
		Kola	0,42	0,04
	UV Baskı	Kontrol	1,60	0,14
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	1,30	0,11
		Çamaşır Suyu	1,45	0,11
		Bulaşık Deterjanı	1,55	0,11
		Limon Suyu	1,40	0,14
		Kola	1,50	0,00

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında bazı örnek yüzeylerindeki film tabakası tamamen bozunduğu ve ölçüm yapılamadığı için çizilme direnci değeri 0,00 N olarak verilmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Çizelge 5.52 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarının çizilme direnci değerlerine ait aritmetik ortalamaları; levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.53'de verilmiştir.

Çizelge 5.53. Çizilme değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P Değeri $P \leq 0,05$
Levha Çeşidi (A)	6	176,8111	29,46851	1337,307	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (B)	1	0,912903	0,912903	41,42834	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (C)	6	97,53649	16,25608	737,7152	0,000*
Etkileşim (AB)	6	133,7843	22,29739	1011,875	0,000*
Etkileşim (AC)	36	42,5688	1,182467	53,66137	0,000*
Etkileşim (BC)	6	33,35592	5,55932	252,2868	0,000*
Etkileşim (ABC)	36	47,59908	1,322197	60,00244	0,000*
Hata	392	8,638	0,022035		
Toplam	489	541,206596			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, çizilme ölçüm değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.54'de verilmiştir.

Çizelge 5.54. Çizilme direnci değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	2,11	C
Poliüretan Lake Boyalı MDF	2,21	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	2,38	A*
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	1,90	D
MDF Lam	0,84	F
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	1,29	E
PVC Kaplamalı MDF	0,87	F
LSD \pm 0,049		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	1.70	A*
UV Baskı	1.61	B
LSD \pm 0,026		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Kontrol	1,99	A*
Aseton	0,59	E
Alkol	1,81	C
Çamaşır Suyu	1,83	C
Bulaşık Deterjanı	1,92	B
Limon Suyu	1,67	D
Kola	1,79	C
LSD \pm 0,049		
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.</i>		

Çizelge 5.54 sonucuna göre, levha çeşidi düzeyinde çizilme direnci en yüksek, akrilik lake boyalı MDF örneklerde (2,38 N), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere MDF lam (0,84 N) ile PVC kaplamalı MDF (0,87 N) örneklerde tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek, HGK yapılmış örneklerde (1,70 N), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (1,61 N) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek, ovalama işlemi uygulanmamış kontrol örneklerinde (1,99 N), en düşük, aseton ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde (0,59 N) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.55’de verilmiştir.

Çizelge 5.55. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Selülozik Lake Boyalı MDF	2,30	B	1,92	C
Poliüretan Lake Boyalı MDF	2,87	A*	1,55	DE
Akrilik Lake Boyalı MDF	3,02	A*	1,74	CD
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	2,31	B	1,50	DE
MDF Lam	0,17	G	1,50	DE
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	0,76	F	1,83	CD
PVC Kaplamalı MDF	0,47	FG	1,26	E
LSD \pm 0,326				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.				

Çizelge 5.55 sonucuna göre çizilme direnci en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örnekler (3,02 N) ile poliüretan lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (2,87 N), en düşük, MDF Lam yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (0,17 N) belirlenmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.56’da verilmiştir.

Çizelge 5.56. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	2,75	ABC
	Aseton	-	-
	Alkol	2,40	ABCDE
	Çamaşır Suyu	2,45	ABCD
	Bulaşık Deterjanı	2,45	ABCD
	Limon Suyu	2,20	CDEFG
	Kola	2,50	ABCD
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	2,60	ABCD
	Aseton	1,55	FGHIJ
	Alkol	2,30	ABCDE
	Çamaşır Suyu	2,50	ABCD
	Bulaşık Deterjanı	2,55	ABCD
	Limon Suyu	2,50	ABCD
	Kola	2,25	BCDEF
Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	2,90	A*
	Aseton	1,70	EFGHI
	Alkol	2,62	ABCD
	Çamaşır Suyu	2,52	ABCD
	Bulaşık Deterjanı	2,85	AB
	Limon Suyu	2,47	ABCD
	Kola	2,42	ABCDE
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	2,25	BCDEF
	Aseton	1,50	GHIJ
	Alkol	2,25	BCDEF
	Çamaşır Suyu	2,25	BCDEF
	Bulaşık Deterjanı	2,25	BCDEF
	Limon Suyu	1,32	HIJ
	Kola	2,25	BCDEF
MDF Lam	Kontrol	0,85	J
	Aseton	1,50	GHIJ
	Alkol	0,85	J
	Çamaşır Suyu	0,85	J
	Bulaşık Deterjanı	0,85	J
	Limon Suyu	0,85	J
	Kola	0,85	J
LSD \pm 0,861			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.			

Çizelge 5.56. (devam). Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Kontrol	1,46	HIJ
	Aseton	1,90	DEFGH
	Alkol	1,32	HIJ
	Çamaşır Suyu	1,21	HIJ
	Bulaşık Deterjanı	1,44	HIJ
	Limon Suyu	1,34	HIJ
	Kola	1,31	HIJ
PVC Kaplama MDF	Kontrol	1,10	IJ
	Aseton	-	-
	Alkol	0,95	IJ
	Çamaşır Suyu	0,99	IJ
	Bulaşık Deterjanı	1,07	IJ
	Limon Suyu	0,97	IJ
	Kola	0,96	IJ
LSD \pm 0,861			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.			

Çizelge 5.56 sonucuna göre çizilme direnci değeri en yüksek, akrilik lake boyalı MDF kontrol örneklerinde (2,90 N), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere MDF Lam yüzeylerine alkol (0,85 N), çamaşır suyu (0,85 N), bulaşık deterjanı (0,85 N), limon suyu (0,85 N), kola (0,85 N) ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde ve kontrol örneklerinde (0,85 N) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.57’de verilmiştir.

Çizelge 5.57. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Kontrol	2,20	A*	1,77	ABC
Aseton	0,00	-	1,17	D
Alkol	1,97	ABC	1,66	BC
Çamaşır Suyu	1,97	ABC	1,68	BC
Bulaşık Deterjanı	2,15	AB	1,69	ABC
Limon Suyu	1,74	ABC	1,59	CD
Kola	1,85	ABC	1,74	ABC
LSD \pm 0,436				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.				

Çizelge 5.57 sonucuna göre çizilme direnci en yüksek, HGK yapılmış levha yüzeylerine ovalama işlemi uygulanmamış kontrol örneklerinde (2,20 N), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (1,17 N) belirlenmiştir.

Levha çeşidi - dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, çizilme direnci değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.58’de verilmiştir.

Çizelge 5.58. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,00	CD
		Aseton	0,00	-
		Alkol	2,60	E
		Çamaşır Suyu	2,50	E
		Bulaşık Deterjanı	2,90	D
		Limon Suyu	2,60	E
		Kola	2,50	E
	UV Baskı	Kontrol	2,50	E
		Aseton	0,00	-
		Alkol	2,20	F
		Çamaşır Suyu	2,40	E
		Bulaşık Deterjanı	2,00	G
		Limon Suyu	1,80	GHI
		Kola	2,50	E
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,60	B
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,00	CD
		Çamaşır Suyu	3,50	B
		Bulaşık Deterjanı	3,50	B
		Limon Suyu	3,50	B
		Kola	3,00	CD
	UV Baskı	Kontrol	1,60	IJKLM
		Aseton	1,55	JKLM
		Alkol	1,60	IJKLM
		Çamaşır Suyu	1,50	KLMN
		Bulaşık Deterjanı	1,60	IJKLM
		Limon Suyu	1,50	KLMN
		Kola	1,50	KLMN
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	4,00	A*
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,50	B
		Çamaşır Suyu	3,40	B
		Bulaşık Deterjanı	3,90	A*
		Limon Suyu	3,20	C
		Kola	3,10	CD
	UV Baskı	Kontrol	1,80	GHI
		Aseton	1,70	HIJK
		Alkol	1,75	HIJ
		Çamaşır Suyu	1,65	IJKL
		Bulaşık Deterjanı	1,80	GHI
		Limon Suyu	1,75	HIJ
		Kola	1,75	HIJ
LSD \pm 0,184				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.				

Çizelge 5.58. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	3,00	CD
		Aseton	0,00	-
		Alkol	3,00	CD
		Çamaşır Suyu	3,00	CD
		Bulaşık Deterjanı	3,00	CD
		Limon Suyu	1,14	OP
		Kola	3,00	CD
	UV Baskı	Kontrol	1,50	KLMN
		Aseton	1,50	KLMN
		Alkol	1,50	KLMN
		Çamaşır Suyu	1,50	KLMN
		Bulaşık Deterjanı	1,50	KLMN
		Limon Suyu	1,50	KLMN
		Kola	1,50	KLMN
MDF Lam	HGK	Kontrol	0,20	U
		Aseton	0,00	-
		Alkol	0,20	U
		Çamaşır Suyu	0,20	U
		Bulaşık Deterjanı	0,20	U
		Limon Suyu	0,20	U
		Kola	0,20	U
	UV Baskı	Kontrol	1,50	KLMN
		Aseton	1,50	KLMN
		Alkol	1,50	KLMN
		Çamaşır Suyu	1,50	KLMN
		Bulaşık Deterjanı	1,50	KLMN
		Limon Suyu	1,50	KLMN
		Kola	1,50	KLMN
High Gloss Akriik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	1,02	PQ
		Aseton	0,00	-
		Alkol	0,90	QR
		Çamaşır Suyu	0,68	S
		Bulaşık Deterjanı	0,98	PQ
		Limon Suyu	0,99	PQ
		Kola	0,72	RS
	UV Baskı	Kontrol	1,90	GH
		Aseton	1,90	GH
		Alkol	1,75	HIJ
		Çamaşır Suyu	1,75	HIJ
		Bulaşık Deterjanı	1,90	GH
		Limon Suyu	1,70	HIJK
		Kola	1,90	GH
LSD \pm 0,184				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.				

Çizelge 5.58. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,60	ST
		Aseton	0,00	-
		Alkol	0,60	ST
		Çamaşır Suyu	0,54	ST
		Bulaşık Deterjanı	0,60	ST
		Limon Suyu	0,54	ST
		Kola	0,42	T
	UV Baskı	Kontrol	1,60	IJKLM
		Aseton	0,00	-
		Alkol	1,30	NO
		Çamaşır Suyu	1,45	LMN
		Bulaşık Deterjanı	1,55	JKLM
		Limon Suyu	1,40	MN
		Kola	1,50	KLMN
LSD \pm 0,184				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek çizilme direnci değeri.				

Çizelge 5.58 sonucuna göre çizilme direnci değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (3,90 N) ve kontrol örneklerinde (4,00 N), en düşük, MDF Lam yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi uygulanmış örnek guruplarının hepsinde (0,20 N) tespit edilmiştir (Şekil 5.9).



(a)

(b)

Şekil 5.9. (a) Akrilik lake boyalı MDF yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği, (b) MDF Lam yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.

5.6. SERTLİK TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin yüzey sertliği değerlerine ait aritmetik ortalamaları Çizelge 5.59’da verilmiştir.

Çizelge 5.59. Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	82,80	2,49
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	60,50	3,10
		Çamaşır Suyu	82,00	3,74
		Bulaşık Deterjanı	56,20	2,30
		Limon Suyu	64,50	2,07
		Kola	72,20	3,61
	UV Baskı	Kontrol	61,20	6,05
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	50,80	2,44
		Çamaşır Suyu	60,00	4,52
		Bulaşık Deterjanı	45,70	1,77
		Limon Suyu	48,80	2,78
		Kola	57,20	3,08
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	97,80	2,94
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	86,80	2,35
		Çamaşır Suyu	82,70	2,67
		Bulaşık Deterjanı	76,70	2,71
		Limon Suyu	89,30	2,58
		Kola	91,50	3,31
	UV Baskı	Kontrol	75,20	3,22
		Aseton	73,80	3,39
		Alkol	70,70	2,11
		Çamaşır Suyu	67,70	2,91
		Bulaşık Deterjanı	60,00	2,71
		Limon Suyu	66,20	2,10
		Kola	70,00	5,25

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.59. (devam). Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Akriolik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	107,70	4,16
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	100,70	4,64
		Çamaşır Suyu	111,70	2,79
		Bulaşık Deterjanı	97,50	2,59
		Limon Suyu	100,70	2,95
		Kola	110,50	2,68
	UV Baskı	Kontrol	76,70	3,50
		Aseton	82,50	2,46
		Alkol	80,20	3,12
		Çamaşır Suyu	80,20	5,47
		Bulaşık Deterjanı	68,00	7,67
		Limon Suyu	78,00	4,29
		Kola	83,30	2,50
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	99,50	3,31
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	87,20	2,20
		Çamaşır Suyu	83,00	2,58
		Bulaşık Deterjanı	83,70	5,83
		Limon Suyu	89,20	4,54
		Kola	94,70	2,54
	UV Baskı	Kontrol	72,50	4,25
		Aseton	72,50	3,17
		Alkol	68,50	4,81
		Çamaşır Suyu	73,00	3,50
		Bulaşık Deterjanı	57,80	5,87
		Limon Suyu	66,00	2,49
		Kola	74,30	3,23
MDF Lam	HGK	Kontrol	153,80	3,01
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	145,70	4,42
		Çamaşır Suyu	144,20	2,70
		Bulaşık Deterjanı	134,80	3,01
		Limon Suyu	150,20	4,66
		Kola	145,00	3,56
	UV Baskı	Kontrol	91,00	12,15
		Aseton	112,00	8,38
		Alkol	104,00	9,72
		Çamaşır Suyu	116,00	17,33
		Bulaşık Deterjanı	80,80	5,53
		Limon Suyu	88,60	12,20
		Kola	87,30	6,24
\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.				

Çizelge 5.59. (devam). Sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamalar.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	118,20	10,15
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	138,00	9,63
		Çamaşır Suyu	139,30	6,77
		Bulaşık Deterjanı	112,30	10,37
		Limon Suyu	120,20	3,58
		Kola	136,20	5,71
	UV Baskı	Kontrol	73,60	7,31
		Aseton	97,30	3,09
		Alkol	84,30	5,70
		Çamaşır Suyu	91,80	6,60
		Bulaşık Deterjanı	79,10	6,72
		Limon Suyu	85,50	8,06
		Kola	82,50	3,41
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	114,80	9,58
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	115,50	7,49
		Çamaşır Suyu	137,70	5,96
		Bulaşık Deterjanı	106,80	8,27
		Limon Suyu	107,50	4,30
		Kola	127,50	5,70
	UV Baskı	Kontrol	73,50	7,75
		Aseton	0,00	0,00
		Alkol	74,30	6,65
		Çamaşır Suyu	90,80	4,21
		Bulaşık Deterjanı	68,20	5,39
		Limon Suyu	72,80	5,37
		Kola	80,50	2,88

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında bazı örnek yüzeylerindeki film tabakası tamamen bozunduğu ve ölçüm yapılamadığı için salınımsal sertlik değeri 0,00 olarak verilmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Çizelge 5.59 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarının sertlik değerlerine ait aritmetik ortalamaları; levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.60'da verilmiştir.

Çizelge 5.60. Sertlik değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P Değeri $P \leq 0,05$
Levha Çeşidi (A)	6	293029	48838,17	1758,598	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (B)	1	79398	79398	2859,017	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (C)	6	442573,4	73762,23	2656,08	0,000*
Etkileşim (AB)	6	26822,78	4470,463	160,9754	0,000*
Etkileşim (AC)	36	53645,16	1490,143	53,65808	0,000*
Etkileşim (BC)	6	266837,3	44472,89	1601,41	0,000*
Etkileşim (ABC)	36	77251,12	2145,865	77,26973	0,000*
Hata	882	24494.1	27.771088		
Toplam	979	1264050.934			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, sertlik ölçüm değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.61'de verilmiştir.

Çizelge 5.61. Sertlik değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	52,99	E
Poliüretan Lake Boyalı MDF	72,03	D
Akrilik Lake Boyalı MDF	84,12	C
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	72,99	D
MDF Lam	110,96	A*
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	97,02	B
PVC Kaplamalı MDF	83,56	C
LSD ± 1,24		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	90,95	A*
UV Baskı	72,95	B
LSD ± 0,66		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Kontrol	92,74	B
Aseton	31,29	F
Alkol	90,51	C
Çamaşır Suyu	97,15	A*
Bulaşık Deterjanı	80,54	E
Limon Suyu	87,68	D
Kola	93,76	B
LSD ± 1,24		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.		

Çizelge 5.61 sonucuna göre, levha çeşidi düzeyinde sertlik değeri en yüksek, MDF lam örneklerde (110,96), en düşük, selülozik lake boyalı MDF örneklerde (52,99) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde sertlik değeri en yüksek, HGK yapılmış örneklerde (90,95), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (72,95) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde sertlik değeri en yüksek, çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (97,15), en düşük, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (31,29) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.62’de verilmiştir.

Çizelge 5.62. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	59,74	I	46,24	J
Poliüretan Lake Boyalı MDF	74,97	FGH	69,09	GHI
Akrilik Lake Boyalı MDF	89,83	DE	78,41	FG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	76,76	FGH	69,23	GHI
MDF Lam	124,81	A*	97,10	CD
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	109,17	B	84,87	EF
PVC Kaplamalı MDF	101,40	BC	65,73	HI
LSD \pm 9,92				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.				

Çizelge 5.62 sonucuna göre sertlik değeri en yüksek, MDF lam yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (124,81), en düşük, selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (46,24) belirlenmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.63’de verilmiştir.

Çizelge 5.63. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	72,00	PQRS
	Aseton	0,00	-
	Alkol	55,65	STU
	Çamaşır Suyu	71,00	PQRS
	Bulaşık Deterjanı	50,95	TUV
	Limon Suyu	56,65	STU
	Kola	64,70	RST
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	86,50	JKLMNOP
	Aseton	36,90	V
	Alkol	78,75	LMNOPQR
	Çamaşır Suyu	75,20	OPQR
	Bulaşık Deterjanı	68,35	QRS
	Limon Suyu	77,75	MNOPQR
	Kola	80,75	KLMNOPQR
Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	92,20	HIJKLMNO
	Aseton	41,25	UV
	Alkol	90,45	IJKLMNO
	Çamaşır Suyu	95,95	FGHIJKL
	Bulaşık Deterjanı	82,75	KLMNOPQ
	Limon Suyu	89,35	IJKLMNO
	Kola	96,90	FGHIJK
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	86,00	JKLMNOP
	Aseton	36,25	V
	Alkol	77,85	MNOPQR
	Çamaşır Suyu	78,00	MNOPQR
	Bulaşık Deterjanı	70,75	PQRS
	Limon Suyu	77,60	NOPQR
	Kola	84,50	KLMNOPQ
MDF Lam	Kontrol	122,40	ABC
	Aseton	56,00	STU
	Alkol	124,85	AB
	Çamaşır Suyu	130,10	A*
	Bulaşık Deterjanı	107,80	CDEFGH
	Limon Suyu	119,40	ABCD
	Kola	116,15	ABCDE
LSD ± 14,02			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.			

Çizelge 5.63. (devam). Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	Kontrol	95,90	FGHIJKL
	Aseton	48,65	UV
	Alkol	111,15	BCDEF
	Çamaşır Suyu	115,55	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	95,70	FGHIJKL
	Limon Suyu	102,85	EFGHIJ
	Kola	109,35	BCDEFG
PVC Kaplamalı MDF	Kontrol	94,15	GHIJKLMN
	Aseton	0,00	-
	Alkol	94,90	FGHIJKLM
	Çamaşır Suyu	114,25	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	87,50	IJKLMNOP
	Limon Suyu	90,15	IJKLMNO
	Kola	104,00	DEFGHI
LSD ± 14,02			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.			

Çizelge 5.63 sonucuna göre sertlik değeri en yüksek, MDF lam yüzeylerine çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (130,10), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere su bazlı lake boyalı MDF (36,25) ve poliüretan lake boyalı MDF (36,90) yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.64’de verilmiştir.

Çizelge 5.64. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Kontrol	110,66	AB	74,81	DE
Aseton	0,00	-	62,59	G
Alkol	104,91	AB	76,11	DE
Çamaşır Suyu	111,51	A*	82,79	D
Bulaşık Deterjanı	95,43	C	65,66	FG
Limon Suyu	103,09	B	72,27	EF
Kola	111,09	AB	76,44	DE
LSD ± 7,36				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.				

Çizelge 5.64 sonucuna göre sertlik değeri en yüksek, HGK yapılmış levha yüzeylerine çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (111,51), en düşük, UV baskı işlemi yapılmış levha yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (62,59) belirlenmiştir.

Levha çeşidi - dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, sertlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.65’de verilmiştir.

Çizelge 5.65. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	82,80	UVWX
		Aseton	0,00	-
		Alkol	60,50	&l
		Çamaşır Suyu	82,00	UVWXY
		Bulaşık Deterjanı	56,20	&m
		Limon Suyu	64,50	&jkl
		Kola	72,20	&cdefgh
	UV Baskı	Kontrol	61,20	&klm
		Aseton	0,00	p
		Alkol	50,80	&n
		Çamaşır Suyu	60,00	&l
		Bulaşık Deterjanı	45,70	&o
		Limon Suyu	48,80	&no
		Kola	57,20	&m
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	97,80	NO
		Aseton	0,00	-
		Alkol	86,80	QRSTU
		Çamaşır Suyu	82,70	UVWX
		Bulaşık Deterjanı	76,70	YZabc
		Limon Suyu	89,30	QRS
		Kola	91,50	PQ
	UV Baskı	Kontrol	75,20	Zabcd
		Aseton	73,80	&abcde
		Alkol	70,70	&defghi
		Çamaşır Suyu	67,70	&hij
		Bulaşık Deterjanı	60,00	&l
		Limon Suyu	66,20	&ijk
		Kola	70,00	&defghi
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	107,70	JKL
		Aseton	0,00	-
		Alkol	100,70	MN
		Çamaşır Suyu	111,70	HIJK
		Bulaşık Deterjanı	97,50	NO
		Limon Suyu	100,70	MN
		Kola	110,50	IJK
	UV Baskı	Kontrol	76,70	YZabc
		Aseton	82,50	UVWX
		Alkol	80,20	VWXYZ
		Çamaşır Suyu	80,20	VWXYZ
		Bulaşık Deterjanı	68,00	&ghij
		Limon Suyu	78,00	XYZab
		Kola	83,30	TUVWX
LSD ± 4,63				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.				

Çizelge 5.65. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	99,50	MNO
		Aseton	0,00	-
		Alkol	87,20	QRSTU
		Çamaşır Suyu	83,00	UVWX
		Bulaşık Deterjanı	83,70	TUVW
		Limon Suyu	89,20	QRS
		Kola	94,70	OP
	UV Baskı	Kontrol	72,50	&bcdefgh
		Aseton	72,50	&bcdefgh
		Alkol	68,50	&efghij
		Çamaşır Suyu	73,00	&bcdefgh
		Bulaşık Deterjanı	57,80	&m
		Limon Suyu	66,00	&ijk
		Kola	74,30	&abcd
MDF Lam	HGK	Kontrol	153,80	A*
		Aseton	0,00	-
		Alkol	145,70	BC
		Çamaşır Suyu	144,20	C
		Bulaşık Deterjanı	134,80	D
		Limon Suyu	150,20	AB
		Kola	145,00	C
	UV Baskı	Kontrol	91,00	PQ
		Aseton	112,00	HIJK
		Alkol	104,00	LM
		Çamaşır Suyu	116,00	FGH
		Bulaşık Deterjanı	80,80	VWXY
		Limon Suyu	88,60	QRST
		Kola	87,30	QRSTU
High Gloss Akirlik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	118,20	FG
		Aseton	0,00	-
		Alkol	138,00	D
		Çamaşır Suyu	139,30	D
		Bulaşık Deterjanı	112,30	HIJ
		Limon Suyu	120,20	F
		Kola	136,20	D
	UV Baskı	Kontrol	73,60	&bcdef
		Aseton	97,30	NO
		Alkol	84,30	STUVW
		Çamaşır Suyu	91,80	PQ
		Bulaşık Deterjanı	79,10	WXYZa
		Limon Suyu	85,50	RSTUV
		Kola	82,50	UVWX
LSD ± 4,63				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.				

Çizelge 5.65. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde sertlik değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları.

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	114,80	GHI
		Aseton	0,00	-
		Alkol	115,50	FGHI
		Çamaşır Suyu	137,70	D
		Bulaşık Deterjanı	106,80	KL
		Limon Suyu	107,50	JKL
		Kola	127,50	E
	UV Baskı	Kontrol	73,50	&bcdefg
		Aseton	0,00	-
		Alkol	74,30	&abcd
		Çamaşır Suyu	90,80	PQR
		Bulaşık Deterjanı	68,20	&fghij
		Limon Suyu	72,80	&bcdefgh
		Kola	80,50	VWXYZ
LSD \pm 4,63				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek sertlik değeri.				

Çizelge 5.65 sonucuna göre sertlik değeri en yüksek, MDF Lam yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra ovalama işlemi uygulanmamış kontrol örneklerinde (153,80), en düşük, selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (45,70) tespit edilmiştir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. (a) MDF Lam yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği, (b) Selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi uygulanmış örnek.

5.7. PÜRÜZLÜLÜK TESTİ

Çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak yapılan ovalama işlemi sonrası HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerin pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamaları Çizelge 5.66'da verilmiştir.

Çizelge 5.66. Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	1,235	0,145
		Aseton	-	-
		Alkol	1,329	0,256
		Çamaşır Suyu	1,288	0,166
		Bulaşık Deterjanı	1,396	0,279
		Limon Suyu	1,150	0,146
		Kola	1,136	0,171
	UV Baskı	Kontrol	5,978	0,387
		Aseton	-	-
		Alkol	5,604	0,514
		Çamaşır Suyu	6,025	0,353
		Bulaşık Deterjanı	6,055	0,393
		Limon Suyu	6,042	0,414
		Kola	6,150	0,275
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	0,720	0,089
		Aseton	-	-
		Alkol	0,813	0,081
		Çamaşır Suyu	0,780	0,117
		Bulaşık Deterjanı	0,776	0,179
		Limon Suyu	0,885	0,192
		Kola	0,697	0,149
	UV Baskı	Kontrol	5,772	0,362
		Aseton	4,653	0,404
		Alkol	5,400	0,338
		Çamaşır Suyu	5,749	0,392
		Bulaşık Deterjanı	5,785	0,228
		Limon Suyu	5,830	0,368
		Kola	5,537	0,311

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Çizelge 5.66. (devam). Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	0,752	0,099
		Aseton	-	-
		Alkol	0,676	0,124
		Çamaşır Suyu	0,745	0,066
		Bulaşık Deterjanı	0,743	0,137
		Limon Suyu	0,746	0,197
		Kola	0,733	0,100
	UV Baskı	Kontrol	5,532	0,247
		Aseton	4,878	0,224
		Alkol	5,640	0,383
		Çamaşır Suyu	5,581	0,671
		Bulaşık Deterjanı	5,973	0,234
		Limon Suyu	5,587	0,689
		Kola	5,648	0,397
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	1,505	0,274
		Aseton	-	-
		Alkol	1,640	0,505
		Çamaşır Suyu	1,766	0,396
		Bulaşık Deterjanı	1,820	0,412
		Limon Suyu	1,798	0,559
		Kola	1,449	0,310
	UV Baskı	Kontrol	5,960	0,426
		Aseton	4,492	0,658
		Alkol	5,800	0,239
		Çamaşır Suyu	5,828	0,385
		Bulaşık Deterjanı	5,609	0,562
		Limon Suyu	5,614	0,684
		Kola	5,820	0,432
MDF Lam	HGK	Kontrol	0,835	0,076
		Aseton	-	-
		Alkol	0,837	0,113
		Çamaşır Suyu	0,993	0,129
		Bulaşık Deterjanı	0,837	0,157
		Limon Suyu	0,956	0,091
		Kola	0,904	0,184
	UV Baskı	Kontrol	5,839	0,460
		Aseton	4,632	0,593
		Alkol	5,687	0,263
		Çamaşır Suyu	5,762	0,318
		Bulaşık Deterjanı	5,575	0,269
		Limon Suyu	6,011	1,655
		Kola	5,415	0,428
\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.				

Çizelge 5.66. (devam). Pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamalar (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	St.S.
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,620	0,050
		Aseton	-	-
		Alkol	0,704	0,072
		Çamaşır Suyu	0,714	0,081
		Bulaşık Deterjanı	0,655	0,097
		Limon Suyu	0,702	0,078
		Kola	0,713	0,139
	UV Baskı	Kontrol	5,653	0,350
		Aseton	4,802	0,320
		Alkol	5,531	0,564
		Çamaşır Suyu	5,781	0,437
		Bulaşık Deterjanı	5,875	0,387
		Limon Suyu	5,796	0,644
		Kola	5,910	0,466
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,846	0,141
		Aseton	-	-
		Alkol	0,680	0,109
		Çamaşır Suyu	0,816	0,157
		Bulaşık Deterjanı	0,720	0,126
		Limon Suyu	0,915	0,217
		Kola	0,932	0,231
	UV Baskı	Kontrol	5,796	0,291
		Aseton	-	-
		Alkol	5,051	0,440
		Çamaşır Suyu	5,614	0,236
		Bulaşık Deterjanı	5,609	0,375
		Limon Suyu	5,415	0,405
		Kola	5,601	0,364

\bar{x} : Aritmetik Ortalama, St.S: Standart Sapma.

Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında bazı örnek yüzeylerindeki film tabakası tamamen bozunmuştur. Diğer testlerde olduğu gibi bu örnek gruplarında pürüzlülük değeri 0,00 μm olarak istatistik değerlendirmeye alındığında “en pürüzsüz” örnek gurubu sıralamasına girmesi, dolayısı ile homojenlik gruplarında yanlışlığa sebebiyet vermesi nedeni ile istatistik değerlendirmeye dahil edilmemiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Çizelge 5.66 sonucuna göre, ovalama işlemi sonrası örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamalarının pürüzlülük değerlerine ait aritmetik ortalamaları; levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörlerine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 5.67’de verilmiştir.

Çizelge 5.67. Pürüzlülük değerlerinin Varyans analizi sonuçları.

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F değeri	P Değeri $P \leq 0,05$
Levha Çeşidi (A)	6	44,54133	7,423555	56,70257	0,000*
Dekoratif Kaplama Çeşidi (B)	1	5071,567	5071,567	38737,63	0,000*
Ev İçi Kimyasal Çeşidi (C)	6	338,7567	56,45946	431,2484	0,000*
Etkileşim (AB)	6	42,33602	7,056004	53,89515	0,000*
Etkileşim (AC)	36	153,5416	4,265044	32,57724	0,000*
Etkileşim (BC)	6	60,27702	10,04617	76,73462	0,000*
Etkileşim (ABC)	36	138,7058	3,85294	29,42952	0,000*
Hata	882	115.4722752	0.1309209		
Toplam	979	5965.197289			

*: 0,05'e göre anlamlı.

Varyans analizi sonucuna göre, pürüzlülük ölçüm değerleri üzerinde tüm faktörler ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ($P \leq 0,05$). LSD kritik değeri kullanılarak levha çeşidi, dekoratif kaplama çeşidi ve ev içi kimyasal çeşidi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.68'de verilmiştir.

Çizelge 5.68. Pürüzlülük değerlerine ait Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	3,507	A*
Poliüretan Lake Boyalı MDF	3,100	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	3,088	B
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	3,099	B
MDF Lam	3,163	B
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	2,714	C
PVC Kaplamalı MDF	3,104	B
LSD \pm 0,085		
Dekoratif Kaplama Çeşidi	\bar{x}	HG
HGK	0,836	B
UV Baskı	5,386	A*
LSD \pm 0,045		
Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Kontrol	3,360	B
Aseton	4,691	A*
Alkol	3,242	C
Çamaşır Suyu	3,389	B
Bulaşık Deterjanı	3,388	B
Limon Suyu	3,389	B
Kola	3,332	B
LSD \pm 0,085		
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.		

Çizelge 5.68 sonucuna göre, levha çeşidi düzeyinde pürüzlülük değeri en yüksek, selülozik lake boyalı MDF örneklerde (3,507 μm), en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerde (2,714 μm) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde pürüzlülük değeri en yüksek, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (5,386 μm), en düşük, HGK yapılmış örneklerde (0,836 μm) belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde pürüzlülük değeri en yüksek, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (4,691 μm), en düşük, alkol ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (3,242 μm) elde edilmiştir.

Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde, pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.69’da verilmiştir.

Çizelge 5.69. Levha çeşidi – dekoratif kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	1,255	D	5,976	A*
Poliüretan Lake Boyalı MDF	0,779	EF	5,532	B
Akrilik Lake Boyalı MDF	0,733	F	5,548	B
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	1,663	C	5,589	B
MDF Lam	0,894	E	5,560	B
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	0,685	F	5,621	B
PVC Kaplamalı MDF	0,818	EF	5,514	B
LSD \pm 0,161				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.				

Çizelge 5.69 sonucuna göre pürüzlülük değeri en yüksek, selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapılmış örneklerde (5,976 μm), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örnekler (0,685 μm) ile akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine HGK yapılmış örneklerde (0,733 μm) belirlenmiştir.

Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.70’de verilmiştir.

Çizelge 5.70. Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	Kontrol	3,606	ABCDE
	Aseton	-	-
	Alkol	3,466	ABCDE
	Çamaşır Suyu	3,656	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	3,726	ABCDE
	Limon Suyu	3,596	ABCDE
	Kola	3,643	ABCDE
Poliüretan Lake Boyalı MDF	Kontrol	3,246	CDE
	Aseton	4,653	ABC
	Alkol	3,106	DE
	Çamaşır Suyu	3,264	CDE
	Bulaşık Deterjanı	3,281	BCDE
	Limon Suyu	3,358	ABCDE
	Kola	3,117	DE
Akrilik Lake Boyalı MDF	Kontrol	3,142	CDE
	Aseton	4,878	A*
	Alkol	3,158	CDE
	Çamaşır Suyu	3,163	CDE
	Bulaşık Deterjanı	3,358	ABCDE
	Limon Suyu	3,167	CDE
	Kola	3,190	CDE
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	Kontrol	3,732	ABCDE
	Aseton	4,492	ABCD
	Alkol	3,720	ABCDE
	Çamaşır Suyu	3,797	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	3,714	ABCDE
	Limon Suyu	3,706	ABCDE
	Kola	3,635	ABCDE
MDF Lam	Kontrol	3,337	BCDE
	Aseton	4,632	ABCD
	Alkol	3,262	CDE
	Çamaşır Suyu	3,377	ABCDE
	Bulaşık Deterjanı	3,206	CDE
	Limon Suyu	3,484	ABCDE
	Kola	3,159	CDE
LSD \pm 1,771			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.			

Çizelge 5.70. (devam). Levha çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
High Gloss Akrilik Kaplama MDF	Kontrol	3,137	CDE
	Aseton	4,802	AB
	Alkol	3,117	DE
	Çamaşır Suyu	3,247	CDE
	Bulaşık Deterjanı	3,265	CDE
	Limon Suyu	3,249	CDE
	Kola	3,312	BCDE
PVC Kaplama MDF	Kontrol	3,321	BCDE
	Aseton	-	-
	Alkol	2,865	E
	Çamaşır Suyu	3,215	CDE
	Bulaşık Deterjanı	3,164	CDE
	Limon Suyu	3,165	CDE
	Kola	3,267	CDE
LSD \pm 1,771			
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.			

Çizelge 5.70 sonucuna göre pürüzlülük değeri en yüksek, akrilik lake boyalı MDF yüzeylerine aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (4,878 μm), en düşük, PVC kaplama MDF yüzeylerine alkol ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (2,865 μm) tespit edilmiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.71’de verilmiştir.

Çizelge 5.71. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Ev İçi Kimyasal Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi			
	HGK		UV Baskı	
	\bar{x}	<i>HG</i>	\bar{x}	<i>HG</i>
Kontrol	0,930	D	5,790	A*
Aseton	-	-	4,691	C
Alkol	0,954	D	5,530	B
Çamaşır Suyu	1,014	D	5,763	A*
Bulaşık Deterjanı	0,993	D	5,783	A*
Limon Suyu	1,022	D	5,757	A*
Kola	0,938	D	5,726	A*
LSD \pm 0,178				
<i>\bar{x}: Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.</i>				

Çizelge 5.71 sonucuna göre pürüzlülük değeri en yüksek, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere UV baskı işlemi yapılmış kontrol örneklerinde (5,790 μm) ve bulaşık deterjanı (5,783 μm), çamaşır suyu (5,763 μm), limon suyu (5,757 μm), kola (5,726 μm) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (5,790 μm), en düşük, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere HGK yapılmış kontrol örneklerinde (0,930 μm) ve kola (0,938 μm), alkol (0,954 μm), bulaşık deterjanı (0,993 μm), çamaşır suyu (1,014 μm), limon suyu (1,022 μm) ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde belirlenmiştir.

Levha çeşidi - dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde, pürüzlülük değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.72’de verilmiştir.

Çizelge 5.72. Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Selülozik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	1,235	PQRS
		Aseton	0,000	-
		Alkol	1,329	OPQ
		Çamaşır Suyu	1,288	OPQR
		Bulaşık Deterjanı	1,396	OP
		Limon Suyu	1,150	PQRST
		Kola	1,136	PQRSTU
	UV Baskı	Kontrol	5,978	ABCDEF
		Aseton	0,000	-
		Alkol	5,604	FGHI
		Çamaşır Suyu	6,025	ABCD
		Bulaşık Deterjanı	6,055	AB
		Limon Suyu	6,042	ABC
		Kola	6,150	A*
Poliüretan Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	0,720	V
		Aseton	0,000	-
		Alkol	0,813	TUV
		Çamaşır Suyu	0,780	TUV
		Bulaşık Deterjanı	0,776	TUV
		Limon Suyu	0,885	STUV
		Kola	0,697	V
	UV Baskı	Kontrol	5,772	ABCDEFGHİ
		Aseton	4,653	KL
		Alkol	5,400	I
		Çamaşır Suyu	5,749	BCDEFGHİ
		Bulaşık Deterjanı	5,785	ABCDEFGHİ
		Limon Suyu	5,830	ABCDEFGH
		Kola	5,537	HI
Akrilik Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	0,752	UV
		Aseton	0,000	-
		Alkol	0,676	V
		Çamaşır Suyu	0,745	UV
		Bulaşık Deterjanı	0,743	UV
		Limon Suyu	0,746	UV
		Kola	0,733	V
	UV Baskı	Kontrol	5,532	HI
		Aseton	4,878	JK
		Alkol	5,640	DEFGHI
		Çamaşır Suyu	5,581	FGHI
		Bulaşık Deterjanı	5,973	ABCDEFGF
		Limon Suyu	5,587	FGHI
		Kola	5,648	CDEFGHI
LSD \pm 0,318				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.				

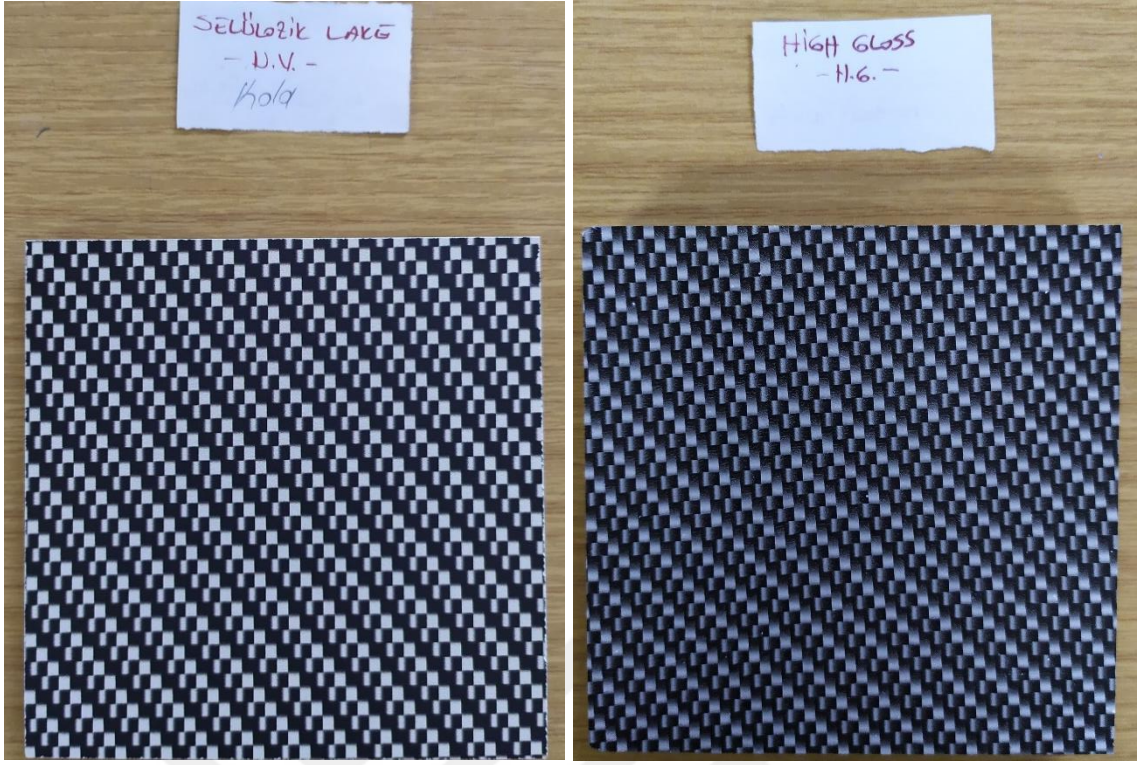
Çizelge 5.72. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
Su Bazlı Lake Boyalı MDF	HGK	Kontrol	1,505	MNOP
		Aseton	0,000	-
		Alkol	1,640	MNO
		Çamaşır Suyu	1,766	MN
		Bulaşık Deterjanı	1,820	M
		Limon Suyu	1,798	MN
		Kola	1,449	NOP
	UV Baskı	Kontrol	5,960	ABCDEFGFG
		Aseton	4,492	L
		Alkol	5,800	ABCDEFGFGHI
		Çamaşır Suyu	5,828	ABCDEFGFGH
		Bulaşık Deterjanı	5,609	FGHI
		Limon Suyu	5,614	EFGHI
		Kola	5,820	ABCDEFGFGH
MDF Lam	HGK	Kontrol	0,835	TUV
		Aseton	0,000	-
		Alkol	0,837	TUV
		Çamaşır Suyu	0,993	QRSTUV
		Bulaşık Deterjanı	0,837	TUV
		Limon Suyu	0,956	RSTUV
		Kola	0,904	STUV
	UV Baskı	Kontrol	5,839	ABCDEFGFGH
		Aseton	4,632	KL
		Alkol	5,687	BCDEFGHI
		Çamaşır Suyu	5,762	ABCDEFGFGHI
		Bulaşık Deterjanı	5,575	GHI
		Limon Suyu	6,011	ABCDE
		Kola	5,415	I
High Gloss Akrilik Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,620	V
		Aseton	0,000	-
		Alkol	0,704	V
		Çamaşır Suyu	0,714	V
		Bulaşık Deterjanı	0,655	V
		Limon Suyu	0,702	V
		Kola	0,713	V
	UV Baskı	Kontrol	5,653	CDEFGHI
		Aseton	4,802	JKL
		Alkol	5,531	HI
		Çamaşır Suyu	5,781	ABCDEFGFGHI
		Bulaşık Deterjanı	5,875	ABCDEFGFGH
		Limon Suyu	5,796	ABCDEFGFGHI
		Kola	5,910	ABCDEFGFGH
LSD \pm 0,318				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.				

Çizelge 5.72. (devam). Dekoratif kaplama çeşidi – ev içi kimyasal çeşidi etkileşimi düzeyinde pürüzlülük değerlerinin Duncan testi karşılaştırma sonuçları (μm).

Levha Çeşidi	Dekoratif Kaplama Çeşidi	Ev İçi Kimyasal Çeşidi	\bar{x}	HG
PVC Kaplamalı MDF	HGK	Kontrol	0,846	TUV
		Aseton	0,000	-
		Alkol	0,680	V
		Çamaşır Suyu	0,816	TUV
		Bulaşık Deterjanı	0,720	V
		Limon Suyu	0,915	STUV
		Kola	0,932	RSTUV
	UV Baskı	Kontrol	5,796	ABCDEFGF
		Aseton	0,000	-
		Alkol	5,051	J
		Çamaşır Suyu	5,614	EFGHI
		Bulaşık Deterjanı	5,609	FGHI
		Limon Suyu	5,415	I
		Kola	5,601	FGHI
LSD \pm 0,318				
\bar{x} : Aritmetik ortalama, HG : Homojenlik gurubu, *: En yüksek pürüzlülük değeri.				

Çizelge 5.72 sonucuna göre pürüzlülük değeri en yüksek, selülozik lake boyalı MDF yüzeylerine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra kola ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde (6,150 μm), en düşük, high gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerine HGK yapıldıktan sonra ovalama işlemi uygulanmamış kontrol örneklerinde (0,620 μm) tespit edilmiştir (Şekil 5.11).



(a)

(b)

Şekil 5.11. (a) Selülozik lake boyalı MDF yüzeyine UV baskı işlemi yapıldıktan sonra kola ile ovalama işlemi uygulanmış örnek, (b) High gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeyine HGK yapılmış kontrol örneği.

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

6.1. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, mobilya endüstrisinde yoğun bir şekilde kullanılan ahşap esaslı kompozit levha yüzeylerinde HGK ve UV baskı işleminin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, kendinden hazır koruyucu katmanlı ve lake boyalı MDF türü levha yüzeylerine HGK ve UV baskı işlemi yapılmış, ardından bu örnek yüzeylerine çeşitli ev içi kimyasalları kullanılarak GİTOTC ile ovalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ev içi kimyasallarının yapmış olduğu tahribatı belirlemek için aşınma, renk, parlaklık, yapışma, çizilme, yüzey sertliği ve pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, GİTOTC'e entegre stüdyo kabini sayesinde görüntü işleme tabanlı aşınma, renk ve parlaklık ölçümleri gerçekleştirilmiş, sonuçlar endüstriyel test cihazlarından alınan diğer sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler bilimsel açıdan literatürle karşılaştırılarak tartışılmış ve uygulamaya yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Araştırmada ayrıca, MDF türü levha yüzeylerine ideal bir HGK işlemi yapılması için ortam sıcaklığının $27\pm 1^{\circ}\text{C}$, bağıl nemin $\%45\pm 3$, su sıcaklığının $29\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ olması gerektiği tespit edilmiştir. Aktivatör sıvı miktarının 16 ml/m^2 , filmin çözünme süresinin 70-80 sn, aktivatör sıvı püskürtme basıncının 1,75 bar, püskürtme tabancası uç açıklığının $\text{Ø } 1,3\text{ mm}$ ve açısının 90° olması HGK filminin çözündürülmesinde uygun değerler olarak gözlemlenmiştir. Ayrıca bu parametreler doğrultusunda örneklerin 45° daldırma açısında, 1 m/dk daldırma hızında, 5-10 sn daldırma süresinde işlemin gerçekleştirilmesinin gerektiği belirlenmiştir. UV baskı işleminde ise ideal bir kaplama işlemi yapılması için 3 mm mesafede, 52 m/dk hızda UV bazlı lak boyanın uygulanması, 1000 w'lık Hg (civa) tipi lambanın tercih edilmesinin gerektiği tespit edilmiştir.

6.1.1. Aşınma Testi

Ölçüm yöntemi düzeyinde ovalama işlemi sonrası stereo mikroskop ile yapılan aşınma ölçümleri, GİTOTC ile yapılan aşınma ölçümlerine göre $\%20,98$ daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, stereo mikroskop ile gerçekleştirilen mikron (μm) cinsinden ölçümlerin GİTOTC ile kıyaslama yapmak için $\%$ 'lik değerlere dönüştürülmesinden kaynaklanmış olabilir. Ancak her iki cihazla yapılan ölçümlerde, aşınma miktarı değerlerinin HGK

yapılmış örneklerde yüksek, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular korelasyon analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 0,81 oranında pozitif yönde çok güçlü ve anlamlı bir ilişki belirlenmiş ve her iki cihaz ile yapılan ölçümlerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Böylece GİTOTC ile yapılan aşınma ölçümünün, endüstriyel tip diğer cihazlara gerek olmadan kullanılabilceği kanıtlanmıştır. Literatürde, stereo mikroskobun örnek yüzeylerinin dijital görüntülerini üç boyutlu hale dönüştürmek için iki ayrı kamera kullandığı, bu sayede elde edilen dijital görüntü içerisindeki hücre kümelerinin mikron hassasiyetinde ölçülmesi ile aşınma miktarını daha doğru bir şekilde ölçmeyi sağladığı vurgulanmaktadır [285]–[292]. Görüntü işleme tekniğinde ise düşük ışıklı 2D boyutlu renkli dijital görüntülerin aşınma ölçümü için retinex teorisi kullanıldığı, genel olarak yerel görüntü türevlerini analiz ederken, görüntünün aydınlatma ve yansıtma bileşenlerine ayırması ile ölçümlerin elde edildiği belirtilmiştir [24], [273], [274], [293] – [295].

Levha çeşidi düzeyinde, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF ve selülozik lake boyalı MDF örneklerde yüksek aşınma, high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerde düşük aşınma değerleri elde edilmiştir. Ovalama işlemi sonucunda kontrol örneklerine göre PVC kaplamalı MDF örneklerin %38,41, selülozik lake boyalı MDF örneklerin %37,86, high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerin %27,39 aşındığı belirlenmiştir. Aşınmanın PVC kaplamalı MDF yüzeylerinde yüksek olmasının PVC esaslı kaplama üzerine uygulanan HGK ve UV baskı kaplama filminin birbirlerine olan tutunma kabiliyetinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, PVC kaplamanın termoplastik yapıda olması, yapı zincirindeki polimerlerin yüksek sıcaklık ile aktif olması, yüzeyine uygulanan yeni bir kaplama ile arasındaki yapışmayı/tutunmayı olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır [10], [296] – [301]. Benzer şekilde, selülozik lake boyalı MDF örneklerde de yüksek aşınma gözlemlenmiştir. Bu durum selülozik lake boyanın ana karakteristik elemanı olarak nitelendirilen nitroselüloz / selüloz nitrat / selüloz bütrat reçineden kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde nitroselüloz reçinenin oluşumunu tamamlamış, katman dönüşümlü, molekül dönüşümsüz yapıya sahip olduğu, fiziksel kuruma gerçekleştirdiği, selülozik boyalı/vernikli katmanlara çözücü sıvısı tekrar uygulandığında katman filminin yumuşadığı ve çözüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca diğer sentetik türü reçinelere göre aşınmaya karşı daha az direnç gösterdiği belirtilmiştir [104], [302] – [304]. High gloss akrilik kaplamalı MDF yüzeylerinde en düşük aşınma değeri ölçülmesinin, örnek grupları arasında en pürüzsüz

yüzey sahip olması ve yüzeyine uygulanan HGK ve UV baskı işlemindeki film yapıları ile temas yüzeyi alanında boşluksuz daha iyi bağ oluşturmaktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde pürüzsüz yüzey alanının malzeme ve reçine bağlayıcılar arasındaki tutunma bağının en yüksek seviyede kurulduğu vurgulanmıştır [305] – [308].

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde, yapılan ovalama işlemi sonucunda HGK yapılmış örnekler, UV baskı işlemi yapılmış örneklerle göre %27,44 daha fazla aşınmıştır. UV baskı işleminin aşınmaya karşı daha dirençli olması, bu ışınlar duyarlı polimerlerin kullanılmasından ve katmanın kimyasal yapısının UV ışınlar ile dönüşümsüz hale gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Literatürde, ultraviyole kürlenmenin boya çözeltisini oluşturan foto başlatıcı oranının (foto duyarlı polimerler) baskı performanslarını güçlendirdiği, UV kürlenme teknolojisinin boya ve kaplama uygulamalarında kimyasallara ve korozyona karşı daha fazla direnç gösterdiği bildirilmiştir [17], [309] – [311]. HGK yapılmış örneklerde aşınma değerinin yüksek çıkmasının nedeni, bu kaplamanın suda eriyebilen polivinil asetat (PVAc) maddesinden üretilmiş olması ve ev içi kimyasallarının bu kaplama film yapısını çok daha kolay tahrip etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, HGK yapılan uygulamalarda kaplama filminin levha yüzeylerine yapışması için su dolu havuzda bekletildiği ve kaplama filminin PVAc yapısının eriyerek çözündüğü, kaplama işlemi sonrası kaplanmış ürün yüzeyindeki filmin korunması amacı ile bu yüzeylere vernik uygulanması gerektiği vurgulanmıştır [21], [23], [268], [312] – [315].

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler, limon suyu ile ovalama işlemi yapılmış örneklerle göre %160,67 daha fazla aşınmıştır. Asetonun deneylerde kullanılan diğer ev içi kimyasallara göre çok daha güçlü ve etkin bir çözücü malzeme olduğu belirlenmiştir. Aktif bir çözücü olan asetonun selülozik esaslı boya ve verniklerde uygun çözücü sıvısı (selülozik tiner) olarak üretimde kullanılması, özellikle selülozik lake boyalı örneklerde yüksek aşınma miktarına sebep olduğu söylenebilir. Literatürde de, asetonun boya, vernik, oje, kaplama vb. maddelerin çözündürülmesi veya seyreltilmesinde kullanıldığı bildirilmektedir [316] – [323]. Limon suyu ile yapılan ovalama işlemlerinde aşınmanın en az olmasının diğer kimyasallara göre daha düşük pH (2,03) derecesine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Literatürde, limon suyunun, asidik bir madde olduğu, ancak asitlik derecesinin çok yüksek olmadığı, pH değerinin yaklaşık olarak 2 olduğu ve bu sebepten dolayı yüzeylerin üzerindeki kir ve lekeleri çözümlenirken yüzeylerin yapısını bozmadığı belirtilmiştir [203], [206], [324] – [328].

6.1.2. Renk Testi

Ölçüm yöntemi düzeyinde ovalama işlemi sonrası BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ile yapılan toplam renk değişimi değerleri GİTOTC'ye göre %39,65 daha yüksek çıkmıştır. Ancak her iki cihazla yapılan ölçümlerde, toplam renk değişimi değerlerinin HGK yapılmış örneklerde yüksek, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular korelasyon analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 0,97 oranında pozitif yönde çok güçlü ve anlamlı bir ilişki belirlenmiş ve her iki cihaz ile yapılan ölçümlerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, GİTOTC ile yapılan renk ölçümlerinin doğru olduğunu alternatif farklı endüstriyel tip cihazlara gerek olmadan kullanılabilmesini göstermiştir. Literatürde, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ve görüntü işleme tekniği ile yapılan renk testi ölçümlerinde ΔE formülü kullanıldığı ve ölçüm alınan yüzeylerde CIE L* a* b* renk sistemindeki değerlere göre verilerin düzenlendiği, böylece çalışmanın literatürle uyumlu olduğu anlaşılmıştır [329] – [336].

Levha çeşidi düzeyinde, yapılan ovalama işlemi sonucunda PVC kaplamalı MDF örneklerde, MDF lam örneklerine göre %63,93 daha fazla toplam renk değişimi belirlenmiştir. PVC kaplamalı MDF örneklerde yüksek renk değişiminin, yüzeylerine uygulanan dekoratif kaplama filmleri ile (HGK ve UV baskı) termoplastik yapıda olan PVC katmanı arasında sağlam bir bağ kurulmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca PVC kaplamalı MDF yüzeylerindeki HGK ve UV baskı filminin ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrasında levha yüzeyinden ayrılması ve alt tabakada bulunan PVC kaplama renginin beyaz olması toplam renk değişimi skalasını yükselttiği söylenebilir. Literatürde, PVC folyo yüzeyine daha sonradan uygulanması planlanan boya veya kaplama türü örtücü yapıların, daha iyi yapışmasına yardımcı olması için temas yüzeyinin arttırılması gerektiği, bunun için önce zımparalama ve ardından astar kat boyama işlemi yapılması gerektiği vurgulanmıştır [337] – [341]. MDF lam örneklerde, HGK ve UV baskı filmlerinin diğer levha çeşitlerine göre daha az renk değişimine uğramasının sebebi olarak melamin reçine esaslı lamine kaplama olduğu söylenebilir.

Literatürde, MDF lam yüzeyindeki melamin veya akrilik reçinelerin boya/kaplama malzemesinin yüzeye düzgün bir şekilde yayılmasını ve kurummasını sağladığı belirtilmiştir [12], [342] – [347].

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde ovalama işlemi sonrasında toplam renk değişimi değerleri, HGK yapılmış örneklerde UV baskı işlemi yapılmış örneklere göre %124,63 daha yüksek çıkmıştır. HGK kaplamanın suda eriyebilen polivinil asetat (PVAc) maddesinden üretilmiş olması nedeni ile ev içi kimyasalları bu filmi çok daha kolay tahrip etmiştir. UV baskı işleminde ise UV ışınlarına duyarlı polimerlerin kullanılması ve katmanın kimyasal yapısının UV ışınlar ile dönüşümsüz hale gelmesi, katmanın ev içi kimyasallarına olan dayanımını artırmıştır. Toplam renk değişiminde HGK ve UV baskı işlemi yapılmış örneklerde görülen bu durum, aşınma miktarı değerlerinde tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örnekler, kola ile ovalama işlemi yapılmış örneklere göre %1613 daha fazla toplam renk değişimi göstermiştir. Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrasında örneklerin toplam renk değişimleri yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi, toplam renk değişimi hesaplanmasında kullanılan ΔE formülündeki (Eşitlik 4.20) “L*” değerinin $L^*=0$ siyah - $L^*=100$ beyaz rengi temsil ettiği (Şekil 4.35b), aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrası dekoratif kaplama filmlerinin (HGK ve UV baskı) tamamen aşınması sonucunda açığa çıkan levha yüzeylerindeki koruyucu kaplamaya ait beyaz rengin toplam renk değişimi değerinin yüksek çıkmasına sebep verdiği düşünülmektedir. Literatürdeki benzer çalışmalarda da ΔE formülü hesaplamasında kullanılan “L*” değerinin hesaplamalarda kullanıldığı ve beyaz zeminlerde en yüksek değere ulaşıldığı bildirilmiştir [348]–[354]. Kola kimyasalının, ovalama işleminde kullanılan diğer kimyasallara göre sıvı renk değerinin siyaha en yakın olması (Çizelge 4.4), HGK ve UV baskı işleminde yapılan karbon fiber desenli kaplamaların da siyaha çok yakın bir renk olması sebebi ile renk değişiminde en düşük etkisi olduğu söylenebilir. Literatürde, kolanın içinde bulunan şeker ve karbonatın malzeme yüzeylerinde birikinti bıraktığı ve bu da yüzeylerin daha kirli görünmesine neden olduğu vurgulanmıştır [355] – [359].

6.1.3. Parlaklık Testi

Ölçüm yöntemi düzeyinde ovalama işlemi sonrası BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazı ile yapılan parlaklık değerleri GİTOTC'ye göre %7,97 daha yüksek çıkmıştır. Ancak her iki cihazla yapılan ölçümlerde, parlaklık değerlerinin HGK yapılmış örneklerde yüksek, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular korelasyon analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 0,71 oranında pozitif yönde çok güçlü ve anlamlı bir ilişki belirlenmiş ve her iki cihaz ile yapılan ölçümlerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçlar da, GİTOTC ile yapılan parlaklık ölçümlerin doğru olduğunu alternatif farklı endüstriyel tip cihazlara gerek olmadan kullanılabilceğini tekrar kanıtlamıştır. Yüzey parlaklık ölçümlerinde elde edilen bu farklılığın sebebinin, BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının ölçüm esnasında 60° lik ölçüm açısı kullanması, GİTOTC ile yapılan ölçümlerde ise 90° lik ölçüm açısı kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum literatürde incelendiğinde, levha yüzeyine yerleştirilen BYK - Gardner Spektro Guide 45/0 cihazının 60° lik ölçüm açısı kullandığı, görüntü işleme tekniği ile yapılan parlaklık ölçüm testlerinde ise 90° açı ile dijital kayıtları alınan görüntülerden parlaklık değeri elde ettiği vurgulanmış, literatür ile uyumluluk sağlanmıştır [360] – [373].

Levha çeşidi düzeyinde ovalama işlemi sonrası kontrol örneklerine göre poliüretan lake boyalı MDF örneklerinde %8,24 oranında parlaklık değerinde artış, selülozik lake boyalı MDF örneklerinde %15,89 oranında parlaklıkta azalma tespit edilmiştir. Poliüretan lake boyalı örnek yüzeyleri incelendiğinde kaplama yüzeylerinin ev içi kimyasallar ile ovalama işlemi sonrası neredeyse hiç tahrip olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum özellikle iki bileşenli poliüretan reçinelerin sert, esnek, sağlam, aşınmaya ve kimyasallara karşı dirençli üstün katman özelliklerine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir [104], [374] – [377]. Ayrıca poliüretan lake boyalı MDF örnek yüzeylerine uygulanan HGK ve UV baskı filmi ile güçlü bir bağ kurmasından, iki farklı film tabakası arasında yapışmanın çok iyi gerçekleşmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Literatürde, poliüretan boya reçinesinin izosiyanat, poliyol ve alifatik üretan bileşenlerinin reaksiyonu ile birleştiği, dolayısı ile bu bileşenlerin reaksiyonu boya kalitesinin üzerine uygulanan yeni tip film katmanları ile en iyi uyum sağladığı ve ovalamaya karşı parlaklık durumunun olumsuz etkilenmesini önlediği bildirilmiştir [378]–[386]. Selülozik lake boyalı örneklerde parlaklık değerinin çok düşük çıkmasının sebebi olarak katmanın dönüşümlü yapıda olması gösterilebilir. Özellikle aseton ile ovalama işlemi yapıldığında, HGK ve

UV baskı filmi ile alt tabakada bulunan selülozik lake boya film tabakası, asetonun güçlü çözücü etkisi ile tamamen çözülmüştür. Dolayısı ile açığa çıkan ham MDF levha yüzeylerinde düşük parlaklık değerleri elde edilmiştir. Literatürde, selülozik boyanın tek bileşenli selüloz türevleri olan nitroselüloz, selüloz asetat, propiyonat veya selüloz nitrat gibi maddelerden oluştuğu ve bu maddenin çözündürülmesinde aseton kimyasalının kullanıldığı, kimyasallara karşı dayanımının çok yüksek olmadığı açıklanmıştır [152], [302], [387] – [391].

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde HGK yapılmış örneklerin UV baskı işlemi yapılmış örneklerle göre daha parlak değer verdiği belirlenmiştir. Ovalama işlemi sonucunda parlaklık değerleri, HGK yapılmış örneklerde UV baskı işlemi yapılmış örneklerle göre %97,17 daha yüksek çıkmıştır. HGK yapılmış örneklerde parlaklığın daha yüksek çıkma sebebinin, kaplama film yapısını oluşturan PVAc yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, HGK'nın parlaklığa neden olan etkisi incelendiğinde, uygulandığı yüzeyin üzerine bir miktar şeffaf koruyucu PVAc kaplama tabakası bıraktığı, bu tabakanın desenli boya pigmentlerini malzeme yüzeyine yapıştırdığı, yüzeyi pürüzsüz hale getirdiği ve ışığı daha iyi yansıttığı, sonuç olarak hidrografik kaplama filminin parlak ve canlı bir görünüm sağladığı bildirilmiştir [24], [244], [392] – [394]. UV baskı işleminin ise, doğrudan levha yüzeylerine uygulanan bir baskı yöntemi olduğu, baskıda kullanılan boyanın ultraviyole ışınları (lambda) altında ani hızla kuruduğu ve bu nedenle pürüzlülüğün dokunsallık hissini verdiği, sonuç olarak UV baskı filmindeki pürüzlülüğün parlaklığı olumsuz etkilediği vurgulanmıştır [395] – [399]. Her iki kaplama işleminin parlaklığa olan etkisi, literatür ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, bulaşık deterjanı ile ovalama işlemi yapılmış örneklerle göre %178,47 daha fazla parlaklık değeri tespit edilmiştir. Aseton ile yapılan ovalama işlemi sonrası bazı dekoratif kaplama filmlerinin (HGK ve UV baskı) tamamen aşınması sonucunda açığa çıkan levha yüzeylerindeki koruyucu kaplamanın kendisine özgü yapısının parlak beyaz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ovalama işlemi sonrası yapılan ölçümlerin bu yüzeylerden ölçüm alınması sonucunda parlaklık değerlerinde artış olduğu söylenebilir. Literatürde, asetonun birçok plastik ve kimyasal madde üzerinde çözücü etkiye sahip güçlü bir kimyasal olduğu, HGK veya UV baskı filmleri genellikle polimer veya reçine bazlı malzemelerden üretildiğinden, bu malzemelerin film yapısını bozduğu, çözdüğü ve temizlik için kullanılmaması gerektiği vurgulanmıştır [400] – [407]. Bulaşık deterjanı ile

yapılan ovalama işlemi sonucunda örnek yüzeylerindeki parlaklık değerinin düşük çıkmasındaki etken maddenin fosfat olduğu söylenebilir. Literatürde bulaşık deterjanı bileşeni içerisindeki fosfatın, malzeme yüzeylerindeki kir ve yağların daha kolay temizlenmesini sağladığı, yüzeylerdeki minerallerin çözülmesine neden olduğu ve bu minerallerin yüzeylere mat bir görünüm verdiği bildirilmiştir [408] – [412].

6.1.4. Yapışma Testi

Levha çeşidi düzeyinde, diğer levha çeşitlerine göre akrilik lake boyalı MDF örneklerde yüksek yapışma değeri, PVC kaplamalı MDF örneklerde düşük yapışma değeri tespit edilmiştir. Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda akrilik lake boyalı MDF örneklerden, PVC kaplamalı MDF örneklere göre %91,42 daha iyi yapışma performansı elde edilmiştir. Akrilik lake boyalı MDF örnek yüzeylerine uygulanan HGK ve UV baskı filmi ile güçlü bir bağ kurması sebebiyle, iki farklı film tabakası arasında yapışmanın çok iyi gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Literatürde, akrilik boya reçinesini oluşturan akrilat (akrilik asit-C₃H₄O₂) ve metakrilik asidin esterleşmesi ile elde edilen metakrilatların, boyanın bağlayıcı özelliğini sağladığı, dolayısı ile bu bileşenlerin reaksiyonu boya kalitesinin üzerine uygulanan yeni tip koruyucu film katmanları ile uyum sağladığı bildirilmiştir [413] – [419]. Yapışmanın PVC kaplamalı MDF yüzeylerinde düşük olmasının PVC esaslı kaplama üzerine uygulanan HGK ve UV baskı kaplama filminin birbirlerine olan tutunma kabiliyetinin düşük olmasından kaynaklandığı belirtilebilir. Literatürde, PVC kaplamanın termoplastik yapıda olması, yapı zincirindeki polimerlerin yüksek sıcaklık ile aktif olması, yüzeyine uygulanan yeni bir kaplama ile arasındaki yapışmayı/tutunmayı olumsuz etkilediği vurgulanmaktadır. Bunlara ek olarak, PVC kaplama yüzeyine daha sonradan uygulanması planlanan boya veya kaplama türü örtücülerin daha iyi yapışmasına sağlamak için önce zımparalama ardından astar kat boyama işlemi yapılmasının gerektiği bildirilmiştir [10], [296] – [301], [337] – [341]. Yapışma testlerinde en düşük değerin tespit edildiği PVC kaplamalı MDF örneklerinde görülen bu durum, aşınma ve renk testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde, ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda UV baskı işlemi yapılmış örneklerde, HGK yapılmış örneklere göre %39,24 daha iyi yapışma direnci tespit edilmiştir. UV baskı işleminin, örnek yüzeylerinde sergilediği yüksek yapışmanın, levha yüzeyleri ile UV bazlı boya arasında kimyasal bir

bağ oluşturmaları ve UV ışınlarının bu bağı hızlı bir şekilde tamamladığı sayesinde yüksek yapışma değeri sağladığı düşünülmektedir. Literatürde, kaplama işlerinde kullanılan UV baskı teknolojilerinden faydalanılmasının en önemli sebeplerinden birinin yüksek yapışma direnci sergilemesi olduğu bildirilmiştir [67] – [423]. HGK yapılmış örneklerde yapışma değerinin düşük çıkmasının nedeni, bu kaplamanın ana yapısını oluşturan PVAc filminin çok yüksek yapışma direnci özelliğine sahip olmadığı söylenebilir. Literatürde, HGK işlemi ile yapılan kaplama filminin diğer kaplama türlerine göre düşük yapışma değerine sahip olduğu belirtilmiştir [424] – [427].

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, kontrol örnekleri (ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi uygulanmamış örnekler), aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerle göre %156,83 daha iyi yapışma sağlamıştır. Aseton ile ovalama işlemi yapılmış örneklerde düşük yapışma direnci değerleri elde edilmesinin, HGK ve UV baskı filmlerinin molekül yapısını bozmasından kaynaklandığı açıklanabilir. Literatürde, asetonun boya, vernik, kaplama türü katman film yapılarının çözündürülmesi veya seyreltilmesinde kullanıldığı bildirilmektedir [316] – [323]. Yapışma testlerinde en düşük değerin tespit edildiği aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde görülen bu durum, aşınma, renk ve parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir.

6.1.5. Çizilme Testi

Levha çeşidi düzeyinde, diğer levha çeşitlerine göre akrilik lake boyalı MDF örneklerde çizilmeye karşı yüksek direnç değeri, aralarındaki fark önemsiz olmak üzere PVC kaplamalı MDF ve MDF lam örneklerde ise düşük çizilme direnci değeri tespit edilmiştir. Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda akrilik lake boyalı MDF örneklerde, PVC kaplamalı MDF örneklerle göre %63,45, MDF lam örneklerle göre %64,71 daha iyi çizilmeye karşı daha iyi direnç elde edilmiştir. Akrilik lake boyalı MDF örneklerde kullanılan ana bağlayıcı reçinenin, dekoratif kaplamalar (HGK ve UV baskı) ile sağlam bir bağ kurması diğer levha çeşitlerine göre çizilmeye karşı direncini artırıcı etki yaptığı düşünülmektedir. PVC kaplamalı MDF örneklerde, PVC kaplamanın termoplastik yapısı, yüzeyine uygulanan yeni tip kaplamalar ile arasındaki yapışmayı/tutunmayı olumsuz etkilemesi, dolayısı ile çizilmeye karşı direncini azaltmıştır. Çizilme testlerinde en yüksek değerin tespit edildiği akrilik lake boyalı MDF örneklerinde ve en düşük değerin tespit edildiği PVC kaplamalı MDF örneklerde görülen bu durum, yapışma, aşınma ve renk testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile

benzerlik göstermiştir. MDF lam örneklerinin çizilmeye karşı direncinin düşük olmasının sebebinin MDF'nin yüzeyinde bulunan melamin reçine esaslı kağıt yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. MDF lam levhanın yüzeyindeki melamin tabaka yapısının diğer levha türlerine göre daha sert olması, yüzeyine uygulanan dekoratif kaplamalarla sağlam bir bağ kuramamasından dolayı diğer levha çeşitlerine göre çizilmeye karşı direncinin düşük çıktığı söylenebilir. Literatürde de, sert levha yüzeyine uygulanan boya veya kaplama türü katmanların, sert yüzey ile arasında bağ oluşumunun zayıf olması nedeni ile kolay bir şekilde çizildiği bildirilmiştir [339], [428] – [434]. Bu durum salınımsal sertlik testinde elde edilen en yüksek sertlik değeri ile uyumaktadır.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrasında, HGK yapılmış örneklerde UV baskı işlemi yapılmış örneklerle göre %5,59 çizilmeye karşı daha yüksek direnç değeri belirlenmiştir. HGK yapılmış örneklerde çizilme direnci değerinin daha yüksek çıkma sebebinin, kaplama film yapısını oluşturan PVAc yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, HGK'nın çizilmeye karşı direnç göstermesine neden olan etki incelendiğinde, kaplamanın uygulandığı materyal yüzeyinde desen pigmentinin üzerini örten bir miktar şeffaf koruyucu PVAc kaplama tabakası bıraktığı, bu tabakanın HGK filminin çizilmeye karşı direnç kazandırdığı bildirilmiştir [24], [347], [392] – [394], [435]. UV baskı işleminin, doğrudan levha yüzeylerine uygulanan bir baskı işlemi olduğu, baskıda kullanılan boyanın ultraviyole ışınları (lambda) altında ani hızla kurduğu, boya pigmentlerinin ani kurumması nedeni ile film tabakasının gözenekli-pürüzlü yapıda olduğu, sonuç olarak UV baskı filmindeki pürüzlülüğün çizilme direncini olumsuz etkilediği vurgulanmıştır [395] – [399]. Çizilme testlerinde, en yüksek değer tespit edildiği HGK yapılmış örneklerde ve en düşük değer tespit edildiği UV baskı işlemi yapılmış örneklerde görülen bu durum, parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, kontrol örnekleri, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerle göre %237,29 çizilmeye karşı daha yüksek direnç göstermiştir. Aseton, HGK ve UV baskı film yapısını bozmuş ve film tabakasını büyük ölçüde çözündürerek zayıflatmıştır. Çizilme testlerinde en düşük değer tespit edildiği aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde görülen bu durum, yapışma, aşınma ve parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik taşımaktadır.

6.1.6. Sertlik Testi

Levha çeşidi düzeyinde, diğer levha çeşitlerine göre MDF lam örneklerde yüksek sertlik değeri, selülozik lake boyalı MDF örneklerde düşük sertlik değeri belirlenmiştir. Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda MDF lam örnekler, selülozik lake boyalı MDF örneklere göre %109,40 daha fazla sertlik değeri göstermiştir. Sertlik değerinin MDF lam yüzeylerinde yüksek olmasının lamine malzemenin oluşumunu sağlayan melamin reçineli kaplama kağıdından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, MDF lam levhasının yüzeyindeki melamin reçineli kağıdın, levhanın dayanıklılığını, sertliğini ve genel performansını artırarak kullanım ömrünü uzattığı açıklanmaktadır [436] – [441]. Selülozik lake boyalı örneklerde sertlik değerinin çok düşük çıkmasının sebebi olarak oluşumunu tamamlamış, kimyasal reaksiyon kabiliyeti olmayan selüloz reçinesinden kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde, organik bileşenlerden oluşan selüloz reçinenin, tırnak sertliğinde sertlik değerlerine sahip olduğu, sadece çözücü buharlaşması ile kuruduğu, herhangi bir kimyasal reaksiyonun bulunmadığı, dolayısı ile diğer boya filmlerine göre daha yumuşak ve daha az dayanıklı olduğu bildirilmiştir [104] – [106], [442] – [448].

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde ev içi kimyasalları ile ovalama işlemi sonrasında sertlik değeri, HGK yapılmış örneklerde UV baskı işlemi yapılmış örneklere göre %26,67 daha yüksek çıkmıştır. Sertlik durumunun, HGK yapılmış örnek yüzeylerinde ölçülen kaplama film kalınlığının, UV baskı ile yapılan kaplama film tabakasına göre daha ince olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.5). Literatürde, boya/kaplama film yapısının kalınlaştıkça polimerleşmenin ve elastikiyet durumunun artmasına, dolayısı ile kaplama film yapısının yumuşamasına neden olduğu açıklanmıştır [449]– [454].

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, çamaşır suyu ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklere göre %210,48 daha yüksek sertlik değeri elde edilmiştir. Aseton, HGK ve UV baskı film yapısını bozmuş ve film tabakasını büyük ölçüde çözüdürerek kaplama film yapılarının sertliklerini zayıflatmıştır. Sertlik testinde en düşük değer tespit edildiği aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde görülen bu durum, çizilme, yapışma, aşınma ve parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir. Çamaşır suyunun HGK ve UV baskı filminin sertleşmesinin etki eden bileşeninin hipoklorik asit (HOCl) olduğu düşünülmektedir. Literatürde, hipoklorik asitin zayıf organik

maddeleri/malzemeleri oksitleyerek parçalayan güçlü bir oksidan olduğu, organik madde ile hipoklorik asitin birbiriyle temasında, organik malzemenin sertleşmesine ve polimerizasyonuna neden olduğu vurgulanmıştır [455] – [460].

6.1.7. Pürüzlülük Testi

Levha çeşidi düzeyinde, diğer levha çeşitlerine göre selülozik lake boyalı MDF örneklerde yüksek pürüzlülük değeri, high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerde düşük pürüzlülük değeri belirlenmiştir. Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerin, selülozik lake boyalı MDF örneklere göre %29,22 daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu tespit edilmiştir. Selülozik lake boyalı MDF yüzeylerde kullanılan ana bağlayıcı nitroselüloz reçinenin katman dönüşümlü, molekül dönüşümsüz bir yapıya sahip olması, yüzeyine uygulanan HGK ve UV baskı işlemlerinin diğer kaplamalı örneklere göre ev içi kimyasallarına karşı daha düşük dayanım göstermesine sebep olmuştur. Bu durum bozulan boya ve kaplama film yapılarının pürüzlülük değerlerini daha yüksek çıkartmıştır. Pürüzlülük değerinde en yüksek selülozik lake boyalı MDF örneklerde görülen bu durum, aşınma, parlaklık ve sertlik miktarı değerlerinde tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir. High gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerinde en düşük pürüzlülük değerinin sebebi, levha yüzeylerinin örnek grupları arasında en pürüzsüz yüzey sahip olması, yüzeyine uygulanan HGK ve UV baskı işlemindeki film yapıları ile temas yüzeyi alanında boşluksuz bağ oluşturmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Literatürde, high gloss akrilik MDF levhaların, genellikle düzgün ve homojen bir yüzeye sahip olduğu, bu sebeple pürüzsüz yüzey alanının malzeme ve reçine bağlayıcılar arasındaki tutunma bağının en yüksek seviyeye çıkardığı bildirilmiştir [461] – [464]. Pürüzlülük değerinde, en düşük high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerde görülen bu durum, aşınma, miktarı değerlerinde tartışılan literatür bilgileri ile paralellik sergilemiştir.

Dekoratif kaplama çeşidi düzeyinde HGK yapılmış örneklerin UV baskı işlemi yapılmış örneklere göre daha pürüzsüz değer verdiği belirlenmiştir. Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonucunda pürüzlülük değerleri, UV baskı işlemi yapılmış örneklerde HGK yapılmış örneklere göre %544,26 daha yüksek bulunmuştur. HGK yapılmış örneklerin, kaplama filmini oluşturan PVAc yapısının pürüzlülük değerini düşük çıkartmıştır. UV baskı işleminde kullanılan boyanın, UV lamba altında ani hızla kurumması nedeni ile boya film tabakası gözenekli-pürüzlü yapıda kurumuş (sonlanmış) ve

pürüzlülük değeri yüksek düzeyde olmuştur. Pürüzlülük testinde, en yüksek değerin tespit edildiği UV baskı işlemi yapılmış örneklerde ve en düşük değerin tespit edildiği HGK yapılmış örneklerde görülen bu durum, sertlik, çizilme ve parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir.

Ev içi kimyasal çeşidi düzeyinde, aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde, alkol ile ovalama işlemi uygulanmış örneklere göre %44,69 daha yüksek pürüzlülük değeri elde edilmiştir. Aseton, HGK ve UV baskı film yapısını bozmuş ve film tabakasını büyük ölçüde karmaşık bir yapıda çözündürerek kaplama film yapılarının pürüzlülüğünü arttırmıştır. Pürüzlülük testinde en yüksek değerin tespit edildiği aseton ile ovalama işlemi uygulanmış örneklerde görülen bu durum, sertlik, çizilme, yapışma, aşınma ve parlaklık testi değerlerinde de tartışılan literatür bilgileri ile benzerlik göstermiştir. Ovalama işleminde kullanılan etil alkolün kimyasal yapısının, boya/kaplama bileşenleriyle etkileşime geçtiği ve yüzeydeki reaksiyonları etkileyerek HGK ve UV baskı filminin yüzeyinin pürüzsüzleşmesine sebebiyet verdiği düşünülmektedir. Literatürde, zincir molekül yapısının C_2H_5OH olarak ifade edilen etil alkolün, uygulama yapılan boyalı/kaplamalı yüzeyin gerilimini azaltarak kaplama malzemesinin düzgün bir şekilde yayılmasını/doğrusallaşmasını sağladığı ve böylece yüzey pürüzlülüklerini azalttığı bildirilmiştir [465] – [473].

6.2. ÖNERİLER

Araştırma sonucunda, mobilya yüzeylerinde kullanımı sınırlı olan HGK ve UV baskı işleminin, ahşap esaslı levha yüzeylerinde kullanılabilirliği tespit edilmiştir. Türkiye Cumhuriyeti'nin 11. kalkınma planında belirtilen Sanayi Politikaları çerçevesinde, Ar-Ge ve yenilik çalışmalarının desteklenmesi ve Türkiye'nin katma değerli üretim yapabilmesi hedeflemektedir. Bu bağlamda, HGK ve UV baskı işleminin mobilya endüstrisine kazandırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, tez çalışmasının kazanımlarından biri olan GİTOTC'nin, vernikli, boyalı, kaplamalı, kaplamasız vb. ürünlerin kalite kontrolünde kullanılması, imalat sanayiinin katma değerli üretim yapabilmesi ve yenilikçi ürün geliştirme kapasitesinin artırılması yönünde Ülkemize katkı sağlayacağı da öngörülmektedir.

HGK ve UV baskı işlemi ile kaplanmış örnek levha yüzeylerine GİTOTC ile yapılan ovalama işlemi sonucunda;

- HGK ve UV baskı işleminin selülozik lake boyalı MDF, poliüretan lake boyalı MDF, akrilik lake boyalı MDF, su bazlı lake boyalı MDF, MDF lam, PVC kaplamalı MDF ve high gloss akrilik kaplamalı MDF levhalar için uygun olduğu belirlenmiştir. Bir sonraki çalışmada koruyucu katmansız ham MDF veya masif ağaç malzeme yüzeylerinde HGK ve UV baskı işleminin kullanılabilirliği araştırılabilir.
- Çalışmada kullanılan ev içi kimyasalları ile gerçekleştirilen ovalama işleminde, PVC kaplamalı MDF ve selülozik lake boyalı MDF örnek yüzeylerindeki dekoratif kaplamaların daha kolay ve hızlı bir biçimde tahribata uğradığı görülmüştür. Bu nedenle, PVC kaplamalı MDF ve selülozik lake boyalı MDF levhalar, kullanım alanlarında fiziksel ve kimyasal tahribata maruz kalacak ise yüzeylerine HGK ve UV baskı işleminin yapılmaması önerilebilir.
- Yüzeyleri HGK ve UV işlemi yapılan akrilik lake boyalı MDF, poliüretan lake boyalı MDF ve high gloss akrilik kaplamalı MDF örnekler diğer örnek gruplarına göre genel olarak tüm testlerde üstün performans göstermiştir. Özellikle yapışma testinde kullanılan uygulama ve araştırma standardına göre, UV baskı işlemi yapılan akrilik lake boyalı MDF, poliüretan lake boyalı MDF ve high gloss akrilik kaplamalı MDF örneklerin 1.sınıf kalitede (5B) olduğunu gösteren sonuçlara ulaşılmıştır. Boya/kaplama sektöründe çalışma yapan uzmanlara, hatasız ve kaliteli kaplamalı örnekler üretebilmeleri için kullanmayı planladıkları levha yüzeylerine akrilik veya poliüretan lake boya uygulamalarını, daha sonra bu yüzeylere HGK ve/veya UV baskı işlemi yapmaları önerilebilir.
- Hazır koruyucu katmanlı levhalar arasında HGK ve UV baskı işlemine en uygun levhanın high gloss akrilik kaplamalı MDF olduğu belirlenmiştir. Lake boya uygulaması yapmadan HGK ve/veya UV baskı işlemi yapmayı planlayan sektör çalışanları high gloss akrilik kaplamalı MDF levhayı tercih edebilirler.
- UV baskı işlemi yapılan örnekler, HGK yapılan örneklere göre aşınma, renk, parlaklık ve yapışma testlerinde daha iyi performans göstermiştir. Ancak, pürüzlülük ve çizilme testinde UV baskı işlemi yapılan örneklerde daha düşük sonuçlar alınmıştır. UV baskı işleminde, levha yüzeyine püskürtülen lak boyanın UV ışını etkisiyle ani kuruma gerçekleştirmesi sonucu, kaplama film tabakasının

yüzey dokusu daha pürüzlü kalmıştır. Bu pürüzlü yüzey, akustik için önemli alanlarda sesin absorbe edilmesi için tercih edilebilir.

- HGK işleminde, uygulama parametrelerinden yada şartlarından bir tanesine dahi uyulmadığı durumlarda kaplama işleminin hatalı bir biçimde sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Bu durum HGK yapan firmalar/kuruluşlar için büyük bir risk oluşturabilir. Genel olarak, uygulama kolaylığı, hata oranı azlığı, zaman, işçilik ve maliyet açısından UV baskı işleminde HGK'ya göre sorunsuz ve başarılı sonuçlar alındığı için UV baskı işleminin kullanılması önerilebilir.
- Ev içi kimyasalları ile yapılan ovalama işlemi sonrasında dekoratif kaplamalı örnek yüzeylerine en büyük tahribata aseton kimyasalının neden olduğu tespit edilmiştir. Asetonun güçlü çözücü özelliği HGK kaplamalı tüm levha türlerinin yüzeyinde bulunan kaplama filmini tamamen çözerek yüzeyden kaldırdığı görülmüştür. HGK'lı örnek yüzeylerinin aseton ile temizlenmemesi / işlem yapılmaması gerektiği söylenebilir.
- HGK ve UV baskı işlemi yapılmış selülozik lake boyalı MDF ve PVC kaplamalı MDF örneklerinin yüzeyindeki her iki kaplama film türü aseton nedeni ile tamamen çözünerek bozunmuştur. Özellikle, selülozik lake boyalı MDF örneklerin yüzeyindeki dekoratif kaplamaların (HGK ve UV baskı) yanı sıra selülozik boya tabakasının da tamamen MDF yüzeyinden aşındığı tespit edilmiştir. Bu önemli sebeplerden dolayı lake boyalı veya kaplamalı örnek yüzeylerinde aseton ile işlem yapılmaması önerilir.
- Ev içi kimyasalları içerisinde tahribata en az sebep olan kimyasalın ise bulaşık deterjanı ve limon suyu olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı ve kullanıcılar, mobilya yüzeylerinin temizliğinde bulaşık deterjanı veya limon suyu kullanılabilir.
- Daha sonraki araştırmalarda, GİTOTC ile farklı tipte kimyasallar kullanarak farklı malzeme yüzeylerinde (plastik, ahşap, metal kumaş vb) denemeler yapılabilir. GİTOTC'nin ovalama başlıkları farklı standartlara göre değiştirilip daha ağır yada hafif şartlarda ovalama işlemi uygulanabilir ve böylece farklı standart üzerinde araştırmalar gerçekleştirilebilir. Ovalama işleminde sünger yerine fırça, zımpara, bulaşık teli vb. tercih edilebilir. Özellikle hijyen koşullarının önemli olduğu sağlık, gıda, laboratuvar vb. alanlarda bakteri, virüs ve mikrop engelleyici kimyasallar kullanılarak denemeler yapılabilir.

- GİTOTC'nin bir diğ er özelliği olan YKAY ile ovalama işlemi sonucu örnek yüzeylerinde oluşan aşınma, renk ve parlaklık değişimleri ölçülmüş, elde edilen veriler ile farklı endüstriyel test cihazlarından alınan veriler karşılaştırılmış, benzer ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. GİTOTC'ye entegre bir bilgisayarda, MATLAB görüntü işleme programı içerisinde geliştirilen YKAY yazılımının, ağaç işleri, boya/vern k/kaplama, mobilya vb. endüstrilerde kullanılması ile bu alandaki yeni araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

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] M. Altınok, “Sandalye tasarımında gerilme analizine göre mukavemet elemanlarının boyutlandırılması,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1995.
- [2] R. Özen ve H. Kalaycıoğlu, Yonga levha endüstrisi, *Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 1980.
- [3] Y. Örs ve H. Keskin, *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, Gazi Yayınevi, Ankara, Türkiye, 2003.
- [4] M. Budakçı, “Ahşap verniklerinde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1997.
- [5] H. Akkiliç, “Farklı yüzey malzemeleriyle kaplanmış yonga levhalarda teknolojik özelliklerin karşılaştırılması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1998.
- [6] B. Güller, “Odun kompozitleri”, *Turkish Journal of Forestry*, c. 2, sy 1, ss. 135-160, 2001.
- [7] M. Budakçı, “Ahşap Kaplama ve Suni Reçine Plaka (Laminat) Yapıştırıcılarının Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, *Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı*, Proje No: BAP-2005-06.01, c. 227, 2008.
- [8] İ. Kılıç, “Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2006.
- [9] U. Aydın, “Yonga geometrisi ve taslak rutubet değişimlerinin yonga levha özelliklerine etkisi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2016.
- [10] K. Muğla, “Farklı yüzey kaplama malzemelerinin MDF levhaların yüzey özellikleri üzerine etkileri,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2010.

- [11] H. Eroğlu ve M. Usta, “Lif levha üretim teknolojisi, KTÜ”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi*, sy 200/30, 2000.
- [12] A. İstek, I. Ozlusoylu ve M. Gozalan, “The effects of surface coating and painting process on particleboard properties”, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 2017.
- [13] M. Budakçı, “The determination of adhesion strength of wood veneer and synthetic resin panel (laminated) adhesives”, *Wood Res*, c. 55, sy 2, ss. 125-136, 2010.
- [14] R. Özen, “Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları”, *Ontan Fakültesi*, 118 s, 1981.
- [15] A. Y. Bozkurt ve Y. Göker, *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi: Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, 1986.
- [16] G. Nemli ve G. Çolakoğlu, “The influence of lamination technique on the properties of particleboard”, *Building and Environment*, c. 40, sy 1, ss. 83-87, 2005.
- [17] G. Baysal, “UV ile kürlenebilen su bazlı poliüretan akrilat binderlerin suni deriye şablon baskı yöntemiyle uygulanması ve baskı yönteminin geliştirilmesi,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2020.
- [18] B. Gross, S. Y. Lockwood ve D. M. Spence, “Recent Advances in Analytical Chemistry by 3D Printing”, *Anal. Chem.*, c. 89, sy 1, ss. 57-70, 2017, doi: 10.1021/acs.analchem.6b04344.
- [19] Anonim, (2023, 22 Ekim). [Online]. Erişim: <http://www.olbiaprinter.com/kategori/6-sikca-sorulan-sorular.html>
- [20] Anonim, (2023, 22 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.uvbaskiankara.net/tag/ahsap-uv-baski/>
- [21] D. Panozzo, O. Diamanti, S. Paris, M. Tarini, E. Sorkine ve O. Sorkine-Hornung, “Texture mapping real-world objects with hydrographics”, *Computer Graphics Forum*, Wiley Online Library, ss. 65-75, 2015, doi: <https://doi.org/10.1111/cgf.12697>.

- [22] Anonim, (2023, 22 Ekim). [Online]. Erişim: <https://watertransferprinting.com/faq/>
- [23] Y. Zhang, C. Yin, C. Zheng ve K. Zhou, “Computational hydrographic printing”, *ACM Trans. Graph.*, c. 34, sy 4, s. 131:1-131:11, 2015, doi: 10.1145/2766932.
- [24] Q. Du, L. Zhang ve J. Y. Zhang, “The Application Profile of Water Transfer Printing in the Product Design”, *Applied Mechanics and Materials*, Trans Tech Publ, ss. 216-219, 2013, doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.274.216>.
- [25] M. Hoag, “Particleboard and medium density fibreboard: surfacetesting substrates for laminating applications”, *European Plastic Laminates Forum, Koln, Germany*, ss. 33-40, 1993.
- [26] T. Sparkes, “Substrate selection for end use applications”, *European Plastic Laminates Forum, Koln, Germany*, ss. 27-31, 1993.
- [27] F. Özdemir, D. Ramazanoğlu ve A. Tutuş, “Gök nar odunun yüzey kalitesi üzerine yaşlandırma süresi, zımparalama ve kesit yönü etkisinin araştırılması”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 20, sy 2, ss. 194-204, 2018.
- [28] A. Büşra, A. D. Çavdar ve F. Mengeloğlu, “Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler”, *Ormanlık Araştırma Dergisi*, c. 9, sy Özel Sayı, ss. 264-270, 2022.
- [29] D. K. Bayraktar ve H. İ. Kesik, “Aşındırma işlemi uygulanmış bazı ağaç malzemelerde su bazlı koruyucu katmanların doğal yaşlandırma etkisine karşı renk değişimi”, *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, c. 8, sy 2, ss. 46-52, 2022.
- [30] A. İ. Kaya, “Kompozit malzemeler ve özellikleri”, *Putech & Composite Poliüretan ve Kompozit Sanayi Dergisi*, c. 29, ss. 38-45, 2016.
- [31] A. İ. Kaya ve A. Çifci, “Kaplama Yöntemi ile Ahşap Kompozit Malzemelerin Elektromanyetik Kalkanlama Özellikleri”, *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, c. 6, sy 2, ss. 180-185, 2017.
- [32] O. Kılıç, “Kafe İç Mekan Tasarımında Ahşap Kompozit Malzemelerin Kullanımının İrdelenmesi”, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, c. 16, sy 63, ss. 1270-1281, 2017.

- [33] G. Slabejova, M. Šmídriaková ve I. Vozaf, “Quality of surface finish on furniture doors of MDF board”, *Annals of Warsaw University of Life Sciences SGGW Forestry and Wood Technology*, c. 105, ss. 102-106, 2019.
- [34] U. L. Belini, P. R. G. Hein, M. Tomazello Filho, J. C. Rodrigues ve G. Chaix, “Near infrared spectroscopy for estimating sugarcane bagasse content in medium density fiberboard”, 2011.
- [35] M. A. R. Lubis, W. Hidayat, L. H. Zaini ve B. D. Park, “Effects of Hydrolysis on the Removal of Cured Urea-Formaldehyde Adhesive in Waste Medium-Density Fiberboard”, *Jurnal Sylva Lestari*, c. 8, sy 1, ss. 1-9, 2020.
- [36] W. Xu ve P. M. Winistorfer, “Layer thickness swell and layer internal bond of medium density fiberboard and oriented strandboard”, *Forest products journal*, c. 45, sy 10, s. 67, 1995.
- [37] D. Ray ve J. Rout, “Thermoset biocomposites”, *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. Ed. CRC Press, Boca Raton, ss. 291-345, 2005.
- [38] M.-K. Hong, M. A. R. Lubis ve B.-D. Park, “Effect of panel density and resin content on properties of medium density fiberboard”, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, c. 45, sy 4, ss. 444-455, 2017.
- [39] T. Ding, J. Zhao, N. Zhu ve C. Wang, “A comparative study of morphological characteristics of medium-density fiberboard dust by sieve and image analyses”, *J Wood Sci*, c. 66, sy 1, s. 55, 2020, doi: 10.1186/s10086-020-01896-x.
- [40] P. Grammelis, E. Kakaras ve G. Skodras, “Thermal Exploitation of Wastes with Lignite for Energy Production”, *Journal of the Air & Waste Management Association*, c. 53, sy 11, ss. 1301-1311, 2003, doi: 10.1080/10473289.2003.10466304.
- [41] J. M. D. C. Neto *vd.*, “Organic bench model applied to surgical suture training”, *Research, Society and Development*, c. 9, sy 10, ss. e3939108614-e3939108614, 2020.
- [42] Anonim. (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: <https://gorgulu.com.tr/urun/16-mm-mdf-2200x2440-plaka/>

- [43] A. Thetkathuek, T. Yingratanasuk, W. Ekburanawat, W. Jaidee ve T. Sa-ngiamsak, “The risk factors for occupational contact dermatitis among workers in a medium density fiberboard furniture factory in Eastern Thailand”, *Archives of Environmental & Occupational Health*, c. 76, sy 5, ss. 255-265, 2021, doi: 10.1080/19338244.2020.1819185.
- [44] T. Akbulut ve E. Koç, “The effect of the wood species on the roughness of the surface and profiled areas of medium density fiberboard”, *Wood Res*, c. 51, sy 2, ss. 77-86, 2006.
- [45] T. Hervillard, Q. Cao ve M.-P. G. Laborie, “Improving water resistance of wheat straw-based medium density fiberboards bonded with aminoplastic and phenolic resins”, *BioResources*, c. 2, sy 2, ss. 148-156, 2007.
- [46] X. L. Li ve X. P. Chen, “Structure of Industry Chain of Circular Economy of Chongxin Ecological County, Gansu Province”, *Applied Mechanics and Materials*, c. 737, ss. 967-973, 2015.
- [47] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: https://www.yapikatalogu.com/zemin-duvar-tavan/ahsap-levha/agt-agt-mdf-lam_24691
- [48] G. Nemli, “Effects of some manufacturing factors on the properties of particleboard manufactured from alder (*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata*)”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 27, sy 2, ss. 99-104, 2003.
- [49] B. Önem, “MDF Lam Üretiminde Bazı Faktörlerin Düzlemde Sapma Değeri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2018.
- [50] A. Karaman ve M. N. Yıldırım, “Farklı Ahşap Malzemelerden Elde Edilen Kavelalar İle Birleştirilmiş ‘L’ Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerin Moment Taşıma Kapasitelerinin Belirlenmesi,” *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c. 7, sy 1, ss. 413-423, 2019.
- [51] A. Karaman, S. D. Sofuoğlu ve H. Yeşil, “L tipi demonte mobilya köşe birleştirmelerde bağlantı elemanlarının eğilme momenti üzerine etkilerinin araştırılması”, *Turkish Journal of Forestry*, c. 21, sy 2, ss. 159-165, 2020.
- [52] İ. Kesik, K. Çağatay, M. Soysal ve K. Doğan, “Kutu Mobilya Demonte Köşe Birleştirmelerde Bağlantı Elemanı Ve Birleştirme Yüzeyinin PVC İle Kaplanması İşleminin Moment Kapasitesine Etkileri”, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, c. 6, sy 3, ss. 889-898, 2017.

- [53] S. Özbay, “Konut İç Mekânlarında Ahşap Esaslı Kompozit Malzemelerin Uygulama ve Maliyet Performanslarının İncelenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, KTO Karatay Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2022.
- [54] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: https://neoryapi.com/tema/firma/uploads/urunler/katalog/Teknik_Bilgi_Kitap____-compressed_1.pdf
- [55] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.haliloz.com.tr/siteler-urun/high-gloss-panel>
- [56] M. Auffan vd., “Environmental exposure of a simulated pond ecosystem to a CuO nanoparticle-based wood stain throughout its life cycle”, *Environmental Science: Nano*, c. 5, sy 11, ss. 2579-2589, 2018.
- [57] H. Brooks, “Why Choose”, *Murray Wright High School*, s. 45, 2006.
- [58] R. M. M. Garay, “Weathering Test of Coatings for Wood Panel Boards”, *Proceedings of the 51st International Convention of Society of Wood Science and Technology*, 2008.
- [59] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.kastamonuentegre.com/uploads/2022/12/evogloss-2020-katalog.pdf>
- [60] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: <https://mrpan.com.tr/tr/pvc-sandvic-panel/>
- [61] A. İstek, K. Muğla ve S. M. Onat, “Farklı Kaplamaların MDF Panellerin Yüzey Özellikleri Üzerine Etkileri”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 18, sy 2, ss. 121-125, 2016.
- [62] Anonim, (2023, 12 Mayıs). [Online]. Erişim: <http://ordekkardesler.com.tr/faydalibilgiler/>
- [63] Anonim, (2023, 11 Ekim). [Online]. Erişim: http://zigonsehpa.com/membran_kaplama
- [64] D. O. Bondarenko ve V. V. Strokova, “Operating properties of the coating, depending on the composition during plasma-chemical modification”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, s. 012141, 2019.

- [65] J. S. Gopalakrishna, "Corrosion Protection of Advanced Surface Coatings for Decorative Applications", *Swinburne University of Technology*, School of Engineering and Science, 2008.
- [66] N. I. Bondarenko, S. A. Chuev, L. A. Dogaeva ve T. A. Jalovencko, "Chipboards with plasma protective decorative coatings", *Materials Science Forum*, Trans Tech Publ, ss. 90-95, 2020.
- [67] Y.-S. Huang, J.-H. Cheng ve A.-J. Yang, "A Study of Green Printing Technology Application for Product Value-Added Design", *Human Aspects of IT for the Aged Population. Technologies, Design and User Experience: 6th International Conference, ITAP 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, Proceedings, Part I 22*, Springer, ss. 34-44, 2020.
- [68] Mohd. R. Hasan *vd.*, "Papertronics: Marriage between Paper and Electronics Becoming a Real Scenario in Resource-Limited Settings", *ACS Appl. Bio Mater.*, c. 6, sy 4, ss. 1368-1379, 2023, doi: 10.1021/acsabm.2c01070.
- [69] M. Big. (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <https://varupats.lv/hidrografika-kas-tas-ir/>
- [70] T.-C. Chou, "Sandalye Tabanı Yüzeyini Su Transfer Baskı ve Sandalye Tabanı Yapısı ile Yazdırma Yöntemi", *ABD Patent Başvurusu No 11 / 673,576*, 2008
- [71] L. Sun, X. Jiang ve Y. Zhou, "Efficient nonfullerene organic solar cells with active layers fabricated by water transfer printing", *Journal of Energy Chemistry*, c. 37, ss. 220-224, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2019.04.001>.
- [72] C. Xie *vd.*, "Marangoni Force Assisted Spreading and Printing of Nanometer-Thick Polymer Films for Ubiquitous Optoelectronic Devices", *Adv Materials Technologies*, c. 6, sy 7, s. 2100181, 2021, doi: 10.1002/admt.202100181.
- [73] G. Saada, M. Layani, A. Chernevousky ve S. Magdassi, "Hydroprinting conductive patterns onto 3D structures", *Advanced Materials Technologies*, c. 2, sy 5, s. 1600289, 2017, doi: <https://doi.org/10.1002/admt.201600289>.
- [74] Anonim, (2023, 05 Şubat). [Online]. Erişim: <https://www.sulukaplama.com/>
- [75] S. Altunyay. (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.bilgiustam.com/hidrografik-daldirma-baski-nedir-ve-nasil-yapilir/>

- [76] Anonim, (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.byysarusta.com/tr/hizmetlerimiz/detay/Sulu%20Transfer/9>
- [77] Anonim, (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.kalyongarage.com/sulu-desen-klaplama/>
- [78] Anonim, (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <https://realgold-turkiye.com/sulu-klaplama-su-transfer-baski/su-transfer-baki-kazanlar/>
- [79] Anonim, (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <http://teknikressamm.blogspot.com/2016/05/hidrografik-baski-nedir-nasil-yapilir-su-transfer-baski-sulu-klaplama.html>
- [80] C. Parraman ve S. Adams-Foster, “Traditional approaches using new technologies: Case studies of printed wallpaper using UV inkjet printing”, *Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design*, ss. 297-306. 2011.
- [81] R. Sang, A. J. Manley, Z. Wu ve X. Feng, “Digital 3D wood texture: UV-curable inkjet printing on board surface”, *Coatings*, c. 10, sy 12, s. 1144, 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/coatings10121144>.
- [82] A. Özman, “Health and safety considerations in printing,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2008.
- [83] G. Mohanraj, C. Mao, A. Armine, R. Kasher ve C. J. Arnusch, “Ink-jet printing-assisted modification on polyethersulfone membranes using a UV-reactive antimicrobial peptide for fouling-resistant surfaces”, *ACS omega*, c. 3, sy 8, ss. 8752-8759, 2018.
- [84] H. Hu, H. Zhong, C. Chen ve Q. Chen, “Magnetically responsive photonic watermarks on banknotes”, *Journal of Materials Chemistry C*, c. 2, sy 19, ss. 3695-3702, 2014.
- [85] H. Kao, “In-Mold Decorating: A Review of Process and Technology”, *Plastics Engineering*, c. 74, sy 7, ss. 40-43, 2018, doi: 10.1002/j.1941-9635.2018.tb01980.x.
- [86] J. Liao, M. Yang, W. Liu, Y. Zhou, X. Bi ve H. Yuan, “Green full polymer flexible transparent electrodes showing versatile switching behaviors based on either counterion transport or nanoarea crystallization”, *Journal of Materials Chemistry A*, c. 7, sy 20, ss. 12825-12832, 2019.

- [87] M. Macherey *vd.*, “Curing of UV prints—Assessment of possible toxicological hazard for consumers”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, c. 124, s. 104965, 2021.
- [88] B. Neral, S. Šostar-Turk ve B. Vončina, “Properties of UV-cured pigment prints on textile fabric”, *Dyes and Pigments*, c. 68, sy 2-3, ss. 143-150, 2006.
- [89] V. Repeta, O. Tsimer ve I. Myklushka, “The Importance of Factors for UV Ink Printing Process by Digital Printers”, *2020 IEEE XVIth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)*, IEEE, ss. 160-163, 2020.
- [90] J. K. Wilt, D. Gilmer, S. Kim, B. G. Compton ve T. Saito, “Direct ink writing techniques for in situ gelation and solidification”, *MRS Communications*, c. 11, ss. 106-121, 2021.
- [91] Anonim, (2023, 27 Haziran). [Online]. Erişim: <http://www.uvizona.com/post/18203/ahsap-uv-baski>
- [92] M. Topa *vd.*, “One-component cationic photoinitiators based on coumarin scaffold iodonium salts as highly sensitive photoacid generators for 3D printing IPN photopolymers under visible LED sources”, *Polymer Chemistry*, c. 11, sy 32, ss. 5261-5278, 2020.
- [93] Y. Liu ve M. Lin, “Study on Color Gamut of UV Ink-Jet Printing Based on Different Wood Substrates”, *Advances in Graphic Communication, Printing and Packaging Technology and Materials*, P. Zhao, Z. Ye, M. Xu, L. Yang, L. Zhang, ve R. Zhu, Ed., Lecture Notes in Electrical Engineering. Singapore: Springer, ss. 138-145, 2021, doi: 10.1007/978-981-16-0503-1_22.
- [94] T. Robert, ““Green ink in all colors”—Printing ink from renewable resources”, *Progress in Organic Coatings*, c. 78, ss. 287-292, 2015.
- [95] T. Özdemir, H. Kalaycıoğlu, A. Malkoçoğlu ve G. Nemli, “Effects of surface coating materials on the physical and mechanical properties of particleboard used for kitchen cabinets and surface quality properties: Part 1. Effects of physical properties”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 23, sy 10, ss. 969-976, 1999.
- [96] G. Nemli ve S. Demirel, “Some Points to be Considered in The Usage and Machining of Coated Board Products”, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 6, sy 1, ss. 59-68, 2011.

- [97] A. Kavasogullari, "İç Mekân İçin Bisiklet Formunda Yeni Bir Kitaplık Tasarımı Öz", *Humanities*, c. 16, sy 3, ss. 168-176, 2021.
- [98] N. Cila. (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.youtube.com/@neslihanmobilyaboyalakecil2256>
- [99] Anonim, (2023, 08 Kasım). [Online]. Erişim: <https://bytechboya.com.tr/?h227/astar-boya-nedir-nasil-yapilir>
- [100] F. Özdemir ve A. Ayaz, "The effects of some flame retardant chemicals used in surface coating on the burning properties of MDF (Medium density fiberboard)", *Turkish Journal of Forestry*, c. 18, sy 3, ss. 251-257, 2017.
- [101] C. Kaya, "Su Bazlı, Akrilik Esaslı Dispersiyon Laklar," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1992.
- [102] MEB, *Bağlama Ailesi Üst Yüzey İşlemleri*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2011a.
- [103] MEB, *Boyama Yapma*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2011b.
- [104] A. Sönmez ve M. Budakçı, *Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri II*, Ankara, Türkiye: İndeks İletişim, 2004.
- [105] E. S. Erdinler, K. H. Koc, T. Dilik ve E. Hazir, "Layer thickness performances of coatings on MDF: Polyurethane and cellulosic paints", *Maderas. Ciencia y tecnología*, c. 21, sy 3, ss. 317-326, 2019.
- [106] G. Gaggero, M. Delucchi, G. Allegretta, S. Vicini ve R. Botter, "Interaction of sodium alginate thickener with components of architectural water-based coatings", *Progress in Organic Coatings*, c. 151, s. 106016, 2021.
- [107] P. A. Stewart, J. S. Lee, D. E. Marano, R. Spirtas, C. D. Forbes ve A. Blair, "Retrospective cohort mortality study of workers at an aircraft maintenance facility. II. Exposures and their assessment", *Occupational and Environmental Medicine*, c. 48, sy 8, ss. 531-537, 1991.
- [108] R. Spirtas vd., "Retrospective cohort mortality study of workers at an aircraft maintenance facility. I. Epidemiological results", *Occupational and Environmental Medicine*, c. 48, sy 8, ss. 515-530, 1991.

- [109] J. Alba, E. Conde ve F. Pérez-Guevara, “Degradation of the main components of cellulose-paint thinner by the mould *Scopulariopsis brevicaulis* cultured on rice hulls”, *Letters in applied microbiology*, c. 37, sy 1, ss. 7-11, 2003.
- [110] O. F. Obidi, “Microbial quality management and shelf life determination of water-based paints”, *PhD Thesis, University of Lagos (Nigeria)*, 2008.
- [111] E. Nagy ve K. Adamsons, “Revival of a Galvanized Steel Single Stack Sculpture with Red Nitrocellulose Paint”, *Journal of the American Institute for Conservation*, c. 46, sy 3, ss. 245-261, 2007, doi: 10.1179/019713607806112288.
- [112] C. Aydemir, “Heat-Set Web Ofset Mürekkeplerinin Buhar Basıncı Yöntemiyle İdeal Kuruma Sıcaklığının Belirlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1999.
- [113] Ö. G. H. Ünal ve E. Gökaltun. (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <http://catider.org.tr/pdf/sempozyum/Bil3.pdf>
- [114] M. Budakçı ve A. Sönmez, “Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c. 25, sy 1, 2010.
- [115] Ö. Kanbir, “Metal Malzeme Yapıştırma Bağlarında Atmosferik Basıncı Plazma Uygulaması Etkinliğinin Araştırılması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2022.
- [116] F. Cömert, “Synthesis And Characterization Of Natural Oil Based Urethane Acrylate Coatings,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2014.
- [117] G. A. Harvey, “Organic contamination of LDEF”, *LDEF-69 Months in Space, NASA Conference Publication*, s. 179, 1992.
- [118] H. L. Novak ve J. M. Klotz, “Development of a unique polyurethane primer/topcoat”, *NASA, Washington, Technology 2003: The Fourth National Technology Transfer Conference and Exposition, Volume 1*, 1994.
- [119] K. K. Pandey ve K. Srinivas, “Performance of polyurethane coatings on acetylated and benzoylated rubberwood”, *Eur. J. Wood Prod.*, c. 73, sy 1, ss. 111-120, 2015, doi: 10.1007/s00107-014-0860-2.

- [120] T. Rihayat, S. Riskina ve W. Syahputra, "Formulation of Polyurethane with bentonite-chitosan as filler applied to carbon steel as an antibacterial and environmentally friendly paint", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, s. 012093, 2019.
- [121] J.-W. Su vd., "4D printing of polyurethane paint-based composites", *International Journal of Smart and Nano Materials*, c. 10, sy 3, ss. 237-248, 2019, doi: 10.1080/19475411.2019.1618409.
- [122] Anonim, (2024, 05 Şubat). [Online]. Erişim: <https://www.galaxypaint.net/poliuretan-tiner.html>
- [123] G. Peluffo, K. P. D. Martínez ve E. Espinosa-Fuentes, "Synthesis of High Performance Polyurethane Films", *International Journal of Applied Engineering Research*, c. 13, sy 4, ss. 1874-1878, 2018.
- [124] P. A. Leggat ve U. Kedjarune, "Toxicity of methyl methacrylate in dentistry", *International dental journal*, c. 53, sy 3, ss. 126-131, 2003.
- [125] S. Park ve F. Jin, "Synthesis and characterization of UV-curable acrylic resin containing fluorine groups", *Polymer International*, c. 54, sy 4, ss. 705-709, 2005, doi: 10.1002/pi.1755.
- [126] D. Suzuki, S. Yamakawa, M. Iijima ve H. Fujie, "Function of the crocodilian anterior cruciate ligaments", *Journal of Morphology*, c. 282, sy 10, ss. 1514-1522, 2021, doi: 10.1002/jmor.21401.
- [127] N. A. Hatim, A. A. Taqa ve S. A. Yassin, "Modification of heat cured acrylic resin by using additives to make a flexible acrylic resin denture base material: A pilot study", *Edorium J Dent*, c. 3, ss. 1-11, 2016.
- [128] J. Sung ve X. S. Sun, "Cardanol modified fatty acids from camelina oils for flexible bio-based acrylates coatings", *Progress in Organic Coatings*, c. 123, ss. 242-253, 2018.
- [129] S. Spagnuolo, Z. Rinaldi, J. Donnini ve A. Nanni, "Physical, mechanical and durability properties of GFRP bars with modified acrylic resin (modar) matrix", *Composite structures*, c. 262, s. 113557, 2021.
- [130] G. Hong, H. Murata, Y. Li, S. Sadamori ve T. Hamada, "Influence of denture cleansers on the color stability of three types of denture base acrylic resin", *The Journal of prosthetic dentistry*, c. 101, sy 3, ss. 205-213, 2009.

- [131] K. Hara, A. Asahi ve H. Isobe, “Ultrasonically assisted micro drilling for acrylic resin μ -TAS”, *Key Engineering Materials*, c. 625, ss. 607-612, 2014.
- [132] R. Dong ve L. Liu, “Preparation and properties of acrylic resin coating modified by functional graphene oxide”, *Applied Surface Science*, c. 368, ss. 378-387, 2016.
- [133] H. Lei, D. He, Y. Guo, Y. Tang ve H. Huang, “Synthesis and characterization of UV-absorbing fluorine-silicone acrylic resin polymer”, *Applied Surface Science*, c. 442, ss. 71-77, 2018.
- [134] D. M. Wong, L. Y. Cheng, T. W. Chow ve R. K. Clark, “Effect of processing method on the dimensional accuracy and water sorption of acrylic resin dentures”, *The Journal of prosthetic dentistry*, c. 81, sy 3, ss. 300-304, 1999.
- [135] C. Jiao vd., “Advances in Waterborne Acrylic Resins: Synthesis Principle, Modification Strategies, and Their Applications”, *ACS Omega*, c. 6, sy 4, ss. 2443-2449, 2021, doi: 10.1021/acsomega.0c05593.
- [136] G. Edmundson, "Modelling the Sturmgeschütz III", *Bloomsbury Publishing*, 2012.
- [137] M. J. Mustafa, “Evaluation of shear bond strength of artificial teeth to heat cure acrylic and high impact heat cure acrylic using autoclave processing method”, *J Bagh Coll Dent*, c. 26, sy 4, ss. 71-77, 2014.
- [138] Anonim, (2023, 05 Şubat). [Online]. Erişim: <http://boris.com.tr/>
- [139] C. Yin, X. Li ve H. Wang, “Study of Factors on Ethanol Resistance Stability of Water-Based Acrylic Resin Emulsion”, *Advanced Graphic Communications and Media Technologies*, 2017.
- [140] X. Yan, W. Peng ve X. Qian, “Effect of water-based acrylic acid microcapsules on the properties of paint film for furniture surface”, *Applied Sciences*, c. 11, sy 16, s. 7586, 2021.
- [141] M. Bethencourt, F. J. Botana, M. J. Cano, R. M. Osuna ve M. Marcos, “Degradation mechanism of an acrylic water-based paint applied to steels”, *Progress in organic coatings*, c. 47, sy 2, ss. 164-168, 2003.
- [142] P. Pan, X. Yan ve L. Wang, “Effects of thermochromic fluorane microcapsules and self-repairing waterborne acrylic microcapsules on the properties of water-based coatings on basswood surface”, *Polymers*, c. 14, sy 12, s. 2500, 2022.

- [143] B. Joseph *vd.*, “Extraction of nanochitin from marine resources and fabrication of polymer nanocomposites: recent advances”, *Polymers*, c. 12, sy 8, s. 1664, 2020.
- [144] J. Wei, C. Ouyang, X. Shan, Q. Gao, K. Zheng ve W. Luo, “Advances in water-resistant modification of aqueous acrylic resins: modification methods, mechanism of action”, *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, s. 01024, 2022.
- [145] V. S. Saji, “Progress in rust converters”, *Progress in Organic Coatings*, c. 127, ss. 88-99, 2019.
- [146] F. J. Li, X. Y. Cao, S. H. Liu ve L. L. He, “Transition from Reflective to Energy-Storing Self-Illumination in Road Markings: A Review”, *Advanced Materials Research*, c. 1176, ss. 63-76, 2023.
- [147] O. Ozgenc ve S. Durmaz, “Comparison of resistance of some water based acrylic resin based wood coating systems against outdoor conditions”, *Proceedings of 3rd International Scientific Conference „Wood Technology & Product Design*, ss. 1-8, 2017.
- [148] Z. Li, X. Lv, Z. Che, H. Liao ve J. Zheng, “Performance test and pyrolysis kinetics of water-based acrylic acid-amino resin”, *Progress in Organic Coatings*, c. 172, s. 107101, 2022.
- [149] R. Wang ve H. Ben, “Accelerated aging process of bio-oil model compounds: A mechanism study”, *Frontiers in Energy Research*, c. 8, s. 79, 2020.
- [150] I. Panaitescu, T. Koch ve V.-M. Archodoulaki, “Accelerated aging of a glass fiber/polyurethane composite for automotive applications”, *Polymer Testing*, c. 74, ss. 245-256, 2019.
- [151] Z. Zhu *vd.*, “Accelerated aging test of hydrogenated nitrile butadiene rubber using the time–temperature–strain superposition principle”, *RSC advances*, c. 5, sy 109, ss. 90178-90183, 2015.
- [152] M. Budakçi, A. Sönmez, ve R. Esen, “Ahşap Verniklerin Su Buharı ve Islak Sıcaklığa Dayanıklılığının Araştırılması”, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye*, 2009.
- [153] M. Frigione ve A. Rodríguez-Prieto, “Can accelerated aging procedures predict the long term behavior of polymers exposed to different environments?”, *Polymers*, c. 13, sy 16, s. 2688, 2021.

- [154] M. Wahyudi, D. A. Asfani, D. Fahmi ve I. M. Y. Negara, “Accelerated ageing experiment for induction motor insulation due to humidity effect”, *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, IEEE, ss. 165-170, 2015.
- [155] A. Catelan, T. Y. U. Suzuki, F. Becker, A. L. F. Briso ve P. H. Dos Santos, “Influence of surface sealing on color stability and roughness of composite submitted to ultraviolet-accelerated aging”, *J of Invest & Clin Dent*, c. 8, sy 2, s. e12203, 2017, doi: 10.1111/jicd.12203.
- [156] N. Çakıcıer, “ThermoWood Metoduna Göre Isıl İşlem Görmüş ve Su-Bazlı Vernikler Uygulanmış Ahşap Malzemeler Üzerinde Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi”, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 8, sy 1, ss. 122-134, 2018.
- [157] A. K. Khan, B. C. Roy ve S. K. Dolui, “Effect of thermal and redox initiator on emulsion copolymerization of styrene-butyl acrylate and comparison of paint properties”, 2006.
- [158] S. Parvate ve P. Mahanwar, “Insights into the preparation of water-based acrylic interior decorative paint: tuning binder’s properties by self-crosslinking of allyl acetoacetate-hexamethylenediamine”, *Progress in Organic Coatings*, c. 126, ss. 142-149, 2019.
- [159] A. Kocherla, T. A. Kamakshi, ve K. V. Subramaniam, “In situ embedded PZT sensor for monitoring 3D concrete printing: Application in alkali-activated fly ash-slag geopolymers”, *Smart Materials and Structures*, c. 30, sy 12, s. 125024, 2021.
- [160] A. El Magri ve S. Vaudreuil, “Effects of physical and chemical ageing on 3D printed poly (ether ether ketone)/poly (ether imide) [PEEK/PEI] blend for aerospace applications”, *J Mater Sci*, c. 58, sy 3, ss. 1465-1479, 2023, doi: 10.1007/s10853-022-08068-w.
- [161] J. M. Marco, V. Bellido-González, I. Sorzabal, R. Alonso ve A. Cueva, “Effects of Ion Bombardment pretreatment on glass coating processes and post tempering”, *2015 Society of Vacuum Coaters*, sy 505/856-7188, 2015, doi: dx.doi.org/10.14332/svc15.proc.1935.
- [162] G. Smith, T. Lentz ve F. C. T. Assembly, “An Investigation into the durability of stencil coating technologies”, *APEX, S21-02, San Diego, CA*, ss. 12-16, 2017.
- [163] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.amazon.com/Abrasion-Tester-Washability-Coated-Surfaces/dp/B07GFDQ3HP>

- [164] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim adresi: <https://industrialphysics.com/product/scrub-abrasion-and-washability-tester/>
- [165] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <https://news.thomasnet.com/fullstory/wet-abrasion-scrub-tester-offers-adjustable-parameters-610689>
- [166] A. Francone *vd.*, “Impact of surface topography on the bacterial attachment to micro- and nano-patterned polymer films”, *Surfaces and Interfaces*, c. 27, s. 101494, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2021.101494>.
- [167] G. Uytterhoeven, A. Fonzé ve H. Petit, “Acid and scratch resistant coatings for melamine based OEM applications”, *Macromolecular Symposia*, Wiley Online Library, ss. 515-530, 2002.
- [168] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <http://www.bevsinfo.com/displayproduct.html?id=2907699644204480>
- [169] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.solvica.com/abrasion-heads-for-astm-d-3450-sponge-weights-total-weight-is-1-500g-bgd-1187.html>
- [170] Anonim, (2023, 16 Ekim). [Online]. Erişim: https://www.biuged.com/En_Pr_d_gci_110_id_53.html
- [171] G. Ç. Demircigil *vd.*, “Raising the awareness on chemicals in children: Developing and piloting of a teaching material”, *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, c. 46, sy 1, ss. 225-248, 2013.
- [172] B. Ş. Akkelle *vd.*, “Korozif-Kostik Madde Maruziyeti Nedeniyle Başvuran Çocuklarda Endoskopik Bulguların Değerlendirilmesi: Retrospektif Araştırma”, *Türkiye Klinikleri. Tıp Bilimleri Dergisi*, c. 43, sy 1, ss. 22-28, 2023.
- [173] M. Khalil *vd.*, “Household chemicals and their impact”, *Environmental micropollutants*, Elsevier, ss. 201-232, 2022.
- [174] Anonim, (2023, 03 Temmuz). [Online]. Erişim: <http://www.doganintakvimi.com/evimizdeki-tehlikeler/>
- [175] N. Muhammedoğlu, G. Başaranoğlu, Y. G. Gül, M. Toptaş, S. Baltalı ve B. Özütürk, “Yeni Açılan Yoğun Bakım Ünitemize Gelen Suisid ve İntoksikasyon Vakalarının Değerlendirilmesi.”, *Medical Bulletin of Haseki/Haseki Tıp Bulteni*, c. 52, sy 3, 2014.

- [176] E. Eriksson, K. Auffarth, A. M. Eilersen, M. Henze ve A. Ledin, “Household chemicals and personal care products as sources for xenobiotic organic compounds in grey wastewater”, *Water Sa*, c. 29, sy 2, ss. 135-146, 2003.
- [177] A. İnan vd., “Hastane kökenli patojenlere karşı çeşitli dezenfektan ve antiseptiklerin etkinliği”, *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, c. 39, sy 3-4, ss. 97-102, 2009.
- [178] J. Margot, L. Rossi, D. A. Barry ve C. Holliger, “A review of the fate of micropollutants in wastewater treatment plants”, *WIREs Water*, c. 2, sy 5, ss. 457-487, 2015, doi: 10.1002/wat2.1090.
- [179] Ö. Yaşar ve Ş. Akdeniz, “Kozmetikler ve kişisel bakım ürünlerinin sağlığa olumsuz etkileri ve hemşirenin rolleri: Literatür derleme”, *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, c. 1, sy 3, ss. 118-125, 2020.
- [180] I. İp, E. C. Jowett ve P. Eng, “The effect of Household Chemicals on septic tank performance”, *ASAE conference*, ss. 2-14, 2004.
- [181] P. Külahcı ve B. Kartal, “Gebelerin Evde Kullanılan Bazı Kimyasal Maddelere ve Kozmetiklere Maruz Kalma Durumları,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, Türkiye, 2018.
- [182] R. M. Fauzi, “Perbandingan Fiksasi Bnf 10% Dan Aseton Pada Jaringan Dengan Pewarnaan HE (Hematoxilin Eosin)”, *PhD Thesis, Universitas Muhammadiyah Semarang*, 2018.
- [183] E. K. Bodur, “Akrilik Emulsiyon Polimerlerinin Sentezi ve Boya Formülasyonunda Kullanımı,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [184] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Aseton&oldid=30337533>
- [185] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <http://www.askimya.com/urunler/aseton-37.html>
- [186] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: https://www.atamanchemicals.com/acetone_u28515/?lang=TR

- [187] S. Yeğenoğlu ve B. S. Sahne, “Farklı Kültürlerin Ortak Ferahlatıcısı: Kolonya”, *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, ss. 34-34, 2013.
- [188] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kolonya&oldid=29526793>
- [189] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://bogazicikolonyalari.com/>
- [190] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.avansas.com/blog/kolonyanın-alkol-orani-ne-ifade-ediyo-80-derece-kolonya-ne-demek>
- [191] Y. Nakipoğlu, “Çamaşır suyunun (sodyum hipoklorit) hastanelerde kullanımı”, *Türk Mikrobiol Cem Derg*, c. 33, ss. 304-13, 2003.
- [192] A. Şencan, “Tekstil Atık Suyunda Kimyasal Yöntemle Renk Giderimi”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, c. 5, sy 1, ss. 48-53, 2011.
- [193] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%87ama%C5%9F%C4%B1r_suyu&oldid=30289212
- [194] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.haibrag.com/camasir-suyu-nedir>
- [195] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.guleckimya.com.tr/camasir-suyu-nedir-cesitleri-ve-kullanim-alanlari-nelerdir>
- [196] Ö. Çınar. (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.veritascevre.com/camasir-suyu-nedir-nasil-kullanilir/>
- [197] H. R. Ceylan, “Çeşitli temizlik kimyasallarının mermer ve granitin yüzey özelliklerine etkisi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye, 2016.
- [198] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Bula%C5%9F%C4%B1k_deterjan%C4%B1&oldid=25899725

- [199] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.henkel.com.tr/markalar-ve-isbirimleri/pril-648868>
- [200] MEB, *Kimya Teknolojisi, Deterjan Analizleri*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2012.
- [201] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.products.pcc.eu/tr/blog/elde-bulasik-yikama-sivilari-bilmeniz-gerekenler/>
- [202] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: https://www.atamanchemicals.com/alkyl-benzene-sulfonic-acid_u25118/?lang=TR
- [203] N. Barlak, “Bursa Piyasasında Bulunan Limon Sosu ve Limon Sularında Sorbik Asit ve Benzoik Asit Miktarının HPLC İle Belirlenmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2019.
- [204] U. Filiz, E. Ağçam ve A. Akyıldız, “Doğal bulanık limon suyu üretimi üzerinde bir araştırma”, *Gıda*, c. 39, sy 1, ss. 25-32, 2014.
- [205] F. Uçan, E. Ağçam ve A. Akyıldız, “Doğal Bulanık Limon Suyu Üretimi Üzerine Bir Araştırma”, *GIDA/The Journal of FOOD*, c. 39, sy 1, 2014.
- [206] U. Filiz, A. Akyıldız, E. Ağçam ve S. Polat, “Limon ekşisi üretimi üzerine bir araştırma”, *Gıda*, c. 39, sy 5, ss. 283-290, 2014.
- [207] N. Asefi ve N. Artık, “Limon Suyu ve Limon Konsantresi Üretimi ve Bileşim Unsurları Üzerine Araştırma”, *GIDA*, c. 17, sy 5, Art. sy 5, 1992.
- [208] MEB, *Gıda Teknolojisi, Meyve- Sebze Suyu Üretimi*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2017.
- [209] A. R. Hirsch, H. H. Lu ve A. Ma, “Health Effects of Caffeine in Commercial Cola Beverages”, *Alternative and Complementary Therapies*, c. 13, sy 6, ss. 298-303, 2007, doi: 10.1089/act.2007.13605.
- [210] R. R. Griffiths ve E. M. Vernotica, “Is caffeine a flavoring agent in cola soft drinks?”, *Archives of family medicine*, c. 9, sy 8, s. 727, 2000.
- [211] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://yemek.com/kolanin-kullanim-alanlari/>

- [212] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://www.nefisyemektarifleri.com/blog/kola-neyden-yapiliyor/>
- [213] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Coca-Cola&oldid=30272859>
- [214] F. Şengül ve K. Adem, “Yüzey Çatlaklarının Tespiti İçin Görüntü İşleme Ve Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Kullanılması”, *Sivas International Conference On Scientific And Innovation Research*, 2022.
- [215] S. Turan ve T. Aydın, “Tarımsal ürün bilgilerinin bir gezgin robot yardımıyla temin edilen görüntülerin işlenmesi yoluyla analiz edilmesi”, *Sakarya University Journal of Science*, c. 22, sy 2, ss. 480-488, 2018.
- [216] Anonim, (2023, 17 Ekim). [Online]. Erişim: <https://bionluk.com/yndgr53/python-ile-goruntu-isleme-ve-nesne-tanima-uygulamasi-yaparim-481516>
- [217] A. M. Kaymak, M. N. Örnek ve H. Kahramanlı, “Görüntü İşleme Teknolojilerinin Elma Bahçelerine Yönelik Kullanım Örneği”, *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, c. 2, sy 1, Art. sy 1, 2019.
- [218] Ö. Demir, “Matlab gereçleri ile görüntü işleme uygulamaları,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [219] Anonim, (2023, 26 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.youtube.com/watch?v=htt450rMOLy>
- [220] M. Pişkin, “Opencv ile görüntü işleme”. Erişim: 11 Aralık 2023. Erişim adresi: <https://mesutpiskin.com/blog/wp-content/uploads/2017/01/OpenCV%20Kitap.pdf>
- [221] M. Cirit, K. Ferhat, N. Kılıç ve F. Kahrıman, “Mısırdaki Koçan ve Tane Ölçümlerinde Kullanılan Görüntü İşleme Yazılımlarından Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sy 33, ss. 20-25, 2022.
- [222] K. Bingöl, E. R. Aslı, H. T. Örmecioğlu ve E. R. Arzu, “Depreme dayanıklı mimari tasarımda yapay zeka uygulamaları: Derin öğrenme ve görüntü işleme yöntemi ile düzensiz taşıyıcı sistem tespiti”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c. 35, sy 4, ss. 2197-2210, 2020.
- [223] S. Van der Walt vd., “scikit-image: image processing in Python”, *PeerJ*, c. 2, s. e453, 2014.

- [224] M. Mirmozaffari, "Filtering in image processing", *ENG transactions*, 2020.
- [225] G. T. Shrivakshan ve C. Chandrasekar, "A comparison of various edge detection techniques used in image processing", *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, c. 9, sy 5, s. 269, 2012.
- [226] F. Li, X. Du, A. Liu ve L. Zhang, "Image Measurement Attribute Extraction Method under Large Error Condition", *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, s. 012006, 2023.
- [227] R. Joshi, M. Tripathi, A. Kumar ve M. S. Gaur, "Object recognition and classification system for visually impaired", *2020 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, IEEE, ss. 1568-1572, 2020.
- [228] J. Kuruvilla, D. Sukumaran, A. Sankar ve S. P. Joy, "A review on image processing and image segmentation", *2016 international conference on data mining and advanced computing (SAPIENCE)*, IEEE, ss. 198-203, 2016.
- [229] Z. Balogh, M. Magdin ve G. Molnár, "Motion detection and face recognition using raspberry pi, as a part of, the internet of things", *Acta Polytechnica Hungarica*, c. 16, sy 3, ss. 167-185, 2019.
- [230] E. Arai, K. Kamei ve Kawasaki, A., Takagi, F., Shirai, K. ve Orihara, Y., "Water transfer printing for curved surfaces", ABD Patenti No. 4,229,239, 1980.
- [231] A. Hancock ve L. Lin, "Challenges of UV curable ink-jet printing inks—a formulator's perspective", *Pigment & resin technology*, 2004, doi: <https://doi.org/10.1108/03699420410560470>.
- [232] S. Prakash, K. Palanikumar, J. Lilly Mercy ve S. Nithyalakshmi, "Evaluation of surface roughness parameters (Ra, Rz) in drilling of MDF composite panel using Box-Behnken experimental design (BBD)", *Int. J. Des. Manuf. Technol*, c. 5, ss. 52-62, 2011.
- [233] Y. Zhang vd., "Graphene water transfer printing for 3D surface", *2016 IEEE 29th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)*, IEEE, ss. 13-16, 2016, doi: 10.1109/MEMSYS.2016.7421545.
- [234] C. Yingying, W. Changzhi ve W. Shuangying, "Surface Decoration of PP, PE Wood-Plastic Composites Using Water Transfer Printing Technology", *Forest Engineering*, sy (5), 11, 2016.

- [235] E. Linney, “Maintaining the Aesthetic: exploring the process from Surface Design concept to manufactured product”, Doctoral Thesis, University of Huddersfield, 2017.
- [236] B. Le Borgne, O. De Sagazan, S. Crand, E. Jacques ve M. Harnois, “Conformal electronics wrapped around daily life objects using an original method: water transfer printing”, *ACS applied materials & interfaces*, c. 9, sy 35, ss. 29424-29429, 2017, doi: <https://doi.org/10.1021/acsami.7b07327>.
- [237] E. Saleh vd., “3D inkjet-printed UV-curable inks for multi-functional electromagnetic applications”, *Additive Manufacturing*, c. 13, ss. 143-148, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2016.10.002>.
- [238] B. Le Borgne, E. Jacques ve M. Harnois, “The use of a water soluble flexible substrate to embed electronics in additively manufactured objects: From tattoo to water transfer printed electronics”, *Micromachines*, c. 9, sy 9, s. 474, 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/mi9090474>.
- [239] B. Le Borgne vd., “Water Transfer Printing Enhanced by Water-Induced Pattern Expansion: Toward Large-Area 3D Electronics”, *Advanced Materials Technologies*, c. 4, sy 4, s. 1800600, 2019, doi: <https://doi.org/10.1002/admt.201800600>.
- [240] Ö. U. Erim, F. Y. Gezicioglu ve M. Erim, “Gelenekselden Günümüz Teknolojisine Yer Yaygılarında Kullanılan Baskı/Boyama Tekniklerine Genel Bir Bakış”, *Journal of Arts*, c. 2, sy 1, ss. 47-62, 2019, doi: <https://doi.org/10.31566/arts.2.004>.
- [241] C. Mendes-Felipe, J. Oliveira, I. Etxebarria, J. L. Vilas-Vilela ve S. Lanceros-Mendez, “State-of-the-art and future challenges of UV curable polymer-based smart materials for printing technologies”, *Advanced Materials Technologies*, c. 4, sy 3, s. 1800618, 2019, doi: <https://doi.org/10.1002/admt.201800618>.
- [242] R. Suhartono, “Optimalisasi Pengecatan Menggunakan Model Water Transfer Printing Pada Logam”, *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa*, c. 1, sy 2, 2019.
- [243] G. Chen, Z. Wu, G. Xu, Y. Peng ve C. Ye, “A reusable wet-transfer printing technique for manufacturing of flexible silver nanowire film-based electrodes”, *Nanotechnology*, c. 32, sy 50, s. 505510, 2021, doi: [10.1088/1361-6528/ac2ac3](https://doi.org/10.1088/1361-6528/ac2ac3).
- [244] J. Zheng, Y. Cai, X. Zhang, J. Wan ve H. Fan, “Eugenol-based siloxane acrylates for ultraviolet-curable coatings and 3D printing”, *ACS Applied Polymer Materials*, c. 4, sy 2, ss. 929-938, 2022, doi: <https://doi.org/10.1021/acsapm.1c01405>.

- [245] K. Sykam, S. S. Hussain, S. Sivanandan, R. Narayan ve P. Basak, “Non-halogenated UV-curable flame retardants for wood coating applications: Review”, *Progress in Organic Coatings*, c. 179, s. 107549, 2023, doi: 10.1016/j.porgcoat.2023.107549.
- [246] V. J. Tramontano ve W. J. Blank, “Crosslinking of Waterborne Polyurethane Dispersions”, *Journal of Coatings Technology*, c. 67, sy 848, 1995.
- [247] I. Redsva *vd.*, “Application of a proposed standard for testing soiling and cleanability of resilient floor coverings”, *Tenside, surfactants, detergents*, c. 40, sy 6, ss. 346-352, 2003.
- [248] P. Smith, K. Chesonis, J. Escarsega ve C. Miller, “Recent advances in ammunition coatings”, *Chem. Health Saf.*, c. 12, sy 2, ss. 14-19, 2005, doi: 10.1016/j.chs.2004.09.015.
- [249] A. C. Aznar, O. R. Pardini ve J. I. Amalvy, “Glossy topcoat exterior paint formulations using water-based polyurethane/acrylic hybrid binders”, *Progress in Organic Coatings*, c. 55, sy 1, ss. 43-49, 2006, doi: 10.1016/j.porgcoat.2005.11.001.
- [250] M. Kok ve T. M. Young, “Evaluation of insect residue resistant coatings–Correlation of a screening method with a conventional assessment technique”, *Progress in Organic Coatings*, c. 77, sy 9, ss. 1382-1390, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2014.04.020>.
- [251] B. Özdamar, “Stiren-akrilik Kopolimerlerin Sentezi ve Boyada Kullanımları,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2016.
- [252] E. Rambaldi, B. Lucchese, M. Engels ve M. C. Bignozzi, “Evaluation of durability and cleanability performances of protective treatments for lapped ceramic tiles-Part 2”, *International Journal of Applied Ceramic Technology*, c. 16, sy 2, ss. 625-637, 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/ijac.13111>.
- [253] J. P. Santos, N. F. Paula, R. A. Pagani, R. A. Caldato, R. Da Silva, ve S. B. Barrios, “Low-VOC Coalescents”, *Coating World-Technical Paper*, ss. 267-302, 2019.
- [254] Z. F. Alemdar ve S. Bilici, “Görüntü İşleme Tekniği Kullanılarak Bir Çelik Köprü Sisteminde Deformasyon Ölçümü”, *20. Ulusal Mekanik Kongresi, Bursa.*, 2017.

- [255] İ. Çetiner, A. A. Var ve H. Çetiner, “Wood surface analysis with image processing techniques”, *2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, IEEE, ss. 393-396, 2014, doi: 10.1109/SIU.2014.6830248.
- [256] B. Duman, “Görüntü İşleme Tekniklerinin Eklemeli İmalatta Kullanımı”, 4th International Congress on 3D Printing (Additive Manufacturing) Technologies and Digital Industry, Antalya, s. 14, 2019.
- [257] J.-M. Romano, M. Gulcur, A. Garcia-Giron, E. Martinez-Solanas, B. R. Whiteside ve S. S. Dimov, “Mechanical durability of hydrophobic surfaces fabricated by injection moulding of laser-induced textures”, *Applied Surface Science*, c. 476, ss. 850-860, 2019, doi: 10.1016/j.apsusc.2019.01.162.
- [258] M. Pekgöz, “Görüntü işleme yöntemiyle betonda gerilme-şekil değiştirme davranışının değerlendirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman, Türkiye, 2020.
- [259] Z. Helwani, I. Fadhillah, A. Wiranata ve J. Miharyono, “Opacity and Washability Properties of Emulsion Paint with Natural Rubber Latex/Polyvinyl Acetate Blend Binder”, *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, s. 012092, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2049/1/012092.
- [260] F. Zareanshahraki, “Development of Sustainable Polymers as a Platform for Advanced UV-Curable Coatings”, *PhD Thesis, Eastern Michigan University*, 2021.
- [261] T. Wasilewski *vd.*, “Effect of Talc Particle Size in Detergents for Fruits and Vegetables on the Ability to Remove Pesticide Residues”, *ACS omega*, c. 7, sy 29, ss. 25046-25054, 2022, doi: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c01029>.
- [262] A. O. Adejo, B. O. Elesho ve A. D. Garkida, “Stain Resistant of Building Textured Coatings Developed from Recycled Glass”, *TMS 2023 152nd Annual Meeting & Exhibition Supplemental Proceedings*, The Minerals, Metals & Materials Series. Cham: Springer Nature Switzerland, ss. 786-793, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-22524-6_72.
- [263] D. Mahajan, D. S. Srivats ve A. More, “Synthesis of vanillin-based UV curable polyurethane dispersions for wood coating applications”, *J Coat Technol Res*, 2023, doi: 10.1007/s11998-023-00780-9.
- [264] Anonim, (2023, 03 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.yildizentegre.com/tr/urunler/panel>

- [265] Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü TS EN 322, 1999.
- [266] *Standard Practice For Determination Of Resistance Of Factory-Applied Coatings On Wood Products To Stains And Reagents*, ASTM Standard D3023-98, 2017.
- [267] Anonim, (2023, 06 Haziran). [Online]. Erişim: <https://endustriyel.dyo.com.tr/sektorler/mobilya-boyalari/tds-msds-ve-sertifikalar>
- [268] S. Kaçamer ve M. Budakçı, “Application parameters of water transfer printing on wood-based panel surfaces”, *BioResources*, c. 18, sy 1, s. 1025, 2023, doi: 10.15376/biores.18.1.1025-1040.
- [269] Anonim, (2023, 07 Haziran). [Online]. Erişim: <https://www.adobe.com/tr/products/photoshop.html>
- [270] *Boyalarda ve Verniklerde Kaplamaların Yaş Oyma Direncinin ve Temizlenebilirliğinin Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü TS EN ISO 11998, 2006.
- [271] *Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Coating Systems*, ASTM Standard D1308-20, 2020.
- [272] Anonim, (2023, 18 Eylül). [Online]. Erişim: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- [273] E. H. Land ve J. J. McCann, “Lightness and retinex theory”, *Josa*, c. 61, sy 1, ss. 1-11, 1971, doi: <https://opg.optica.org/josa/abstract.cfm?URI=josa-61-1-1>.
- [274] B. Cai, X. Xu, K. Guo, K. Jia, B. Hu ve D. Tao, “A joint intrinsic-extrinsic prior model for retinex”, *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, ss. 4000-4009, 2017.
- [275] *Is There Possible Bias in ASTM E112 Planimetric Grain Size Measurements*, ASTM Standard E112-13, 2013.
- [276] *Standard Practice for Calculation of Color Tolerances and Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates*, ASTM Standard D2244-21, 2022.
- [277] *Boyalarda ve Verniklerde Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20, 60 Ve 85 Açılarda Parlaklık Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü TS EN ISO 2813, 2014.

- [278] *Standard Test Methods for Rating Adhesion by Tape Test*, ASTM Standard D3359-23, 2023.
- [279] *Mobilya-Çizilmeye Karşı Yüzey Mukavemetinin Değerlendirilmesi*, Türk Standartları Enstitüsü TS EN 15186, 2012.
- [280] *Standard Test Methods for Hardness of Organic Coatings by Pendulum Damping Tests*, ASTM Standard D4366-95, 1984.
- [281] *Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ)- Yüzey Yapısı: Profil Metodu- Temas Uçlu (İğneli) Ölçme Cihazlarının Anma Karakteristikleri*, Türk Standartları Enstitüsü TS 2495 EN ISO 3274, 2005.
- [282] C. Söğütlü, “Bazı yerli ağaç türlerinin kündekâri yapımında kullanım imkânları,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2004.
- [283] Anonim, (2023, 11 Temmuz). [Online]. Erişim: <https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-24>
- [284] Anonim, (2023, 11 Temmuz). [Online]. Erişim: <http://cohortsoftware.com/costat.html>
- [285] F. Gül ve L. Şenel, “Ferritik ve Perlitik Küresel Grafitli Dökme Demirin Üç-Gövdeli Abrasiv Aşınma Davranışı Üzerine Aşındırıcı Parçacık Boyutunun Etkisi”, *JESD*, c. 2, sy 1, Art. sy 1, 2012.
- [286] A. S. Atalay, F. Üstel, E. Altuncu ve E. Terzi, “Ark Sprey Tekniği İle Özlü Tel Kullanılarak Üretilen Farklı İki Tür Kaplamanın Aşınma Davranışının İncelenmesi”, *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, ss. 1-1, 2018, doi: 10.16984/saufenbilder.296064.
- [287] A. İ. Semerci ve E. Altuncu, “Ekstrüder Vidalar İçin Aşınmaya Dirençli Krom Oksit Esaslı Kaplamaların Üretimi Ve Karakterizasyonu”, *JESD*, c. 9, sy 4, Art. sy 4, 2021, doi: 10.21923/jesd.776921.
- [288] P. Chios *vd.*, “The Potential Use of an Autostereoscopic 3D Display in Microsurgery”, *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI’99*, ss. 998-1009, 1999, doi: 10.1007/10704282_109.

- [289] Y. S. Izmantoko, A. B. Suksmono ve T. L. Mengko, "Implementation of anaglyph method for stereo microscope image display", *Proceedings of the 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, IEEE, ss. 1-6, 2011.
- [290] T. Rusin ve M. Kopernik, "Characterization of Biocompatible Materials Using Stereo Microscope 3D Digital Image Correlation: Characterization of Biocompatible Materials...", *Adv. Eng. Mater.*, c. 18, sy 9, ss. 1651-1660, 2016, doi: 10.1002/adem.201600266.
- [291] H. Jaouani, D. Matsouka, S. Vassiliadis ve K. S. NIKAS, "Effect of weaving pattern and yarn density on the surface roughness of woven fabrics", *Tekstil ve Mühendis*, c. 26, sy 116, ss. 320-323, 2019.
- [292] D. A. Bozkurt ve A. D. Keçeci, "Revo-S ve Lightspeed-LSX Döner Sistem Eğelerinin Aşırı Eğimli Kök Kanallarındaki Etkinliğinin Araştırılması/Analysis of Preparation Performance of Revo-S vs. Lightspeed-LSX on the Cross Sections of Severe Curved Root Canals", *Selcuk Dental Journal*, c. 7, sy 2, ss. 174-179, 2020.
- [293] M. T. Rasheed, G. Guo, D. Shi, H. Khan ve X. Cheng, "An empirical study on retinex methods for low-light image enhancement", *Remote Sensing*, c. 14, sy 18, s. 4608, 2022.
- [294] E. H. Land, "The retinex theory of color vision", *Scientific american*, c. 237, sy 6, ss. 108-129, 1977.
- [295] B. Li, S. Wang ve Y. Geng, "Image enhancement based on Retinex and lightness decomposition", *2011 18th IEEE International Conference on Image Processing*, IEEE, ss. 3417-3420, 2011.
- [296] O. B. Kucherenko, C. Kohlert, E. A. Sosnov ve A. A. Malygin, "Synthesis and properties of polyvinyl chloride films with modified surface", *Russ J Appl Chem*, c. 79, sy 8, ss. 1316-1320, 2006, doi: 10.1134/S1070427206080192.
- [297] M. Kılıç, E. Burdurlu, S. Aslan, S. Altun ve Ö. Tümerdem, "The effect of surface roughness on tensile strength of the medium density fiberboard (MDF) overlaid with polyvinyl chloride (PVC)", *Materials & Design*, c. 30, sy 10, ss. 4580-4583, 2009, doi: 10.1016/j.matdes.2009.03.029.
- [298] B. Quesne, N. Reverdy-Bruas, D. Beneventi, D. Chaussy ve M. N. Belgacem, "Surface characterization of industrial flexible polyvinyl(chloride) films", *Applied Surface Science*, c. 296, ss. 147-153, 2014, doi: 10.1016/j.apsusc.2014.01.062.

- [299] Y. Yılmaz, “PVC kaplı cam elyaf takviyeli kompozit malzeme üretimi ve mekanik özelliklerinin araştırılması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2018.
- [300] I. Muratov, R. Garipov, A. Efremova ve A. Khasanov, “The Effect of Surface Treatment of PET Films on Adhesive Properties”, *Key Engineering Materials*, c. 869, ss. 394-399, 2020, doi: 10.4028/www.scientific.net/KEM.869.394.
- [301] Y. Zhao, F. Han, L. Guo, S. Singh, H. Zhang ve J. Zhang, “Flotation separation of hazardous polyvinyl chloride from waste plastics based on green plasma modification”, *Journal of Cleaner Production*, c. 318, s. 128569, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128569.
- [302] MEB, *Kimya Teknolojisi, Ahşap Yüzeyleri Boyama*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, 2011.
- [303] S. Ma, G. Song ve N. Feng, “Preparation and characterization of self-emulsified waterborne nitrocellulose”, *Carbohydrate polymers*, c. 89, sy 1, ss. 36-40, 2012.
- [304] E. B. Secor vd., “Enhanced conductivity, adhesion, and environmental stability of printed graphene inks with nitrocellulose”, *Chemistry of Materials*, c. 29, sy 5, ss. 2332-2340, 2017.
- [305] Americus, “Coatings update: new proprietary products — part 2”, *Pigment & Resin Technology*, c. 11, sy 12, ss. 10-22, 1982, doi: 10.1108/eb041858.
- [306] V. D. Athawale ve R. V. Nimbalkar, “Waterborne Coatings Based on Renewable Oil Resources: an Overview”, *J Am Oil Chem Soc*, c. 88, sy 2, ss. 159-185, 2011, doi: 10.1007/s11746-010-1668-9.
- [307] C. P. Giri, A. Jha ve O. Chandrakar, “Breaking Load Analysis of Wood Plastic Composite Materials with Surface Roughness Variation”, *J. Mech. Civil Eng.*, c. 5, sy 6, ss. 29-32, 2013.
- [308] S. Kaçamer, F. Katırcıoğlu ve M. Budakçı, "Determining Abrasion Resistance of Decorative Coated Wood-Based Panels Using Retinex Model", *BioResources*, c. 19, sy 1, 1058-1078, 2024, doi: 10.15376/biores.19.1.
- [309] D. Çelik, “Synthesis of Functional Ketonic Resins,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.

- [310] B. Türel, “Synthesis And Characterization Of Phosphine Oxide And Sulfone Containing Polyurethanes,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [311] Ö. B. Özcan, “POSS katkılı süper hidrofilik kaplamaların geliştirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye, 2017.
- [312] M. Aghajamali, I. T. Cheong ve J. G. Veinot, “Water-Assisted Transfer Patterning of Nanomaterials”, *Langmuir*, c. 34, sy 32, ss. 9418-9423, 2018.
- [313] H. S. Kim, Y. K. Lim, C. H. Jeon ve J. W. Park, “Temporary mandala tattoos as media art”, *TECHART: Journal of Arts and Imaging Science*, c. 5, sy 3, ss. 8-11, 2018.
- [314] W. Zhang, L. Zhang, Y. Liao ve H. Cheng, “Conformal manufacturing of soft deformable sensors on the curved surface”, *International Journal of Extreme Manufacturing*, c. 3, sy 4, s. 042001, 2021.
- [315] H. Wang *vd.*, “Robust Tattoo Electrode Prepared by Paper-Assisted Water Transfer Printing for Wearable Health Monitoring”, *IEEE Sensors Journal*, c. 22, sy 5, ss. 3817-3827, 2022.
- [316] Ü. Ekşioğlu, “Clinical Evaluation of Ocular Trauma”, *tjo*, c. 42, sy 1, ss. 16-22, 2012, doi: 10.4274/tjo.42.s4.
- [317] Ö. Irmak, “Effect of Different Application Methods of Total Etch Adhesives Containing Different Solvents on Bond Strength”, *Istanbul Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi*, c. 47, sy 2, ss. 1-10, 2013, doi: 10.17096/jiufd.73087.
- [318] R. L. Johnson, D. Godfrey ve E. E. Bisson, “Friction of surface films formed by decomposition of common lubricants of several types”, No. NACA-TN-2076, 1950.
- [319] E. Kırımlı, “Akrilik Emulsiyon Polimerlerinin Sentezi ve Boya Formülasyonunda Kullanımı,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [320] K. Nalawade, V. Kadam, S. Behera, K. Konde ve S. Patil, “Mechanisms and Applications of Biofuel: Acetone-Butanol-Ethanol Fermentation”, *Sustainable Butanol Biofuels*, ss. 121-145, 2023.

- [321] Sonika vd., “Nanocomposite of intrinsically conductive polymers used as the active component in acetone solvent sensors”, *Nanotechnol. Environ. Eng.*, 2023, doi: 10.1007/s41204-023-00306-z.
- [322] A. Sönmez, “Ağaçtan yapılmış mobilya üstyüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları,” Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1989.
- [323] H. J. Zwijnenberg, A. M. Krosse, K. Ebert, K. V. Peinemann ve F. P. Cuperus, “Acetone-stable nanofiltration membranes in deacidifying vegetable oil”, *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, c. 76, ss. 83-87, 1999.
- [324] B. Cemeroğlu, *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 1. cilt. 3. baskı, Ankara, Türkiye: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, 2009.
- [325] L. L. Shreir, “Corrosion for Chemical Engineers: Corrosion and Design—Part I”, *Anti-Corrosion Methods and Materials*, c. 1, sy 1, ss. 6-9, 1954.
- [326] E. Raber ve R. McGuire, “Oxidative decontamination of chemical and biological warfare agents using L-Gel”, *Journal of hazardous materials*, c. 93, sy 3, ss. 339-352, 2002.
- [327] S. A. Waheed ve Y. F. Mustafa, “Synthesis of coumarin-based derivatives from different starting materials: A review of ongoing developments”, *Iraqi Journal of Pharmacy*, c. 18, sy 2, ss. 126-138, 2022.
- [328] B. P. Baker ve J. A. Grant. (2023, 28 Eylül). [Online]. Erişim: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/56118>
- [329] O. Ö. Peker, “Tam seramik materyallerin tekrarlanan fırınlamalar sonrası renk, kırılgenlik, opasite ve mikrosertlik değışimleri,” Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [330] M. A. Ebrahimi, S. S. Mohtasebi, S. Rafiee ve S. Hosseinpour, “Using online image processing technique for measurement the browning in banana during drying (a new and automatic method)”, *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, c. 15, sy 4, ss. 220-227, 2013.
- [331] A. Rahmanov, “Monolitik lityum disilikat cam seramik bloklardan, farklı kalınlıkta üretilen indirekt restorasyonların glaze işlemleri için farklı sayıda fırınlama sonucunda renk değışikliğinin ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi,” Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye, 2018.

- [332] Z. Özomay ve L. Özdemir, “Investigation Of The Effect Of Cellophane Application On Color Change After OffsetPrinting In Cardboard Packaging Production”, *Mus Alparslan University Journal of Science*, c. 8, sy 2, 2020.
- [333] A. Polat, F. Kurtulmuş ve İ. Nazmi, “Sürekli ve Kesikli Mikrodalga Yöntemleri Kullanılarak Kurutulan Elmanın Renk Değişim Analizi”, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 34, sy 1, ss. 149-165, 2020.
- [334] M. Ş. Güney, M. Okan, E. Dumlu, A. Bor ve G. Tayfur, “Toprak Dolgu Barajın Üst Köşesindeki Sızma Nedeniyle Oluşan Borulanmanın Görüntü İşleme Yöntemi İle Analizi”, *11. Ulusal Hidroloji Kongresi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, Türkiye*, 2022.
- [335] A. S. Nateri ve L. Asadi, “Evaluation of optical properties of fluorescent nanofiber using image-processing technique”, *Pigment & Resin Technology*, sy ahead-of-print, 2022.
- [336] D. E. Sarıcı ve G. Aslantepe, “Doğal taş artıkları kullanılarak üretilen yapay mermerlerin farklı çevresel koşullara karşı duraylılıklarının araştırılması”, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2023, doi: 10.17714/gumusfenbil.1183102.
- [337] K. Çavdar ve S. Soncu, “Otomotiv endüstrisi plastiklerinde kullanılan boyama öncesi yüzey hazırlama yöntemlerinin analizi”, *Artibilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 1, sy 2, Art. sy 2, 2018.
- [338] H. Maden ve Ö. Ş. Kamber, “Fdm Yöntemle Üretilen Prototiplerin Yüzeylerine Yapılan İşlemlerin Yüzey Pürüzlülük Ve Mukavemet Üzerine Etkisinin Araştırılması”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c. 6, sy 4, ss. 916-929, 2018, doi: 10.29130/dubited.418704.
- [339] S. Soncu, “Plastik parçalarda boya öncesi yüzey hazırlık prosesinin geliştirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2019.
- [340] E. Özden, “Elektrostatik toz boya proses parametrelerinin deney tasarımı yöntemleri ile optimizasyonu ve endüstriyel uygulaması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, 2020.
- [341] H. A. Aytaş, “Poliamid Malzemenin Mekanik Yüzey Gerilimini Değiştirerek Boya Tutuculuğunun Artırılması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2021.

- [342] Ö. Akın, “Synthesis and characterization of waterborne silane coupling agent containing silicone-acrylic resin”, *Master’s Thesis, Middle East Technical University*, 2004.
- [343] H. Akkılıç, “Farklı yüzey malzemeleri ile kaplanan yonga levhaların teknolojik özellikleri”, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, c. 54, sy 2, ss. 109-129, 2004.
- [344] H. Yirikoğlu, “Melamin-Formaldehit-Tiyöüre (MFT) şelat oluşturucu reçinesi ile çözeltilerden Ag (I) iyonunun kazanılması,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2007.
- [345] U. Göksel ve O. Yeler, “Wood and wood based materials in urban furniture used in landscape design projects”, *Wood Industry and Engineering*, c. 2, sy 1, ss. 35-44, 2021.
- [346] M. Sherzad ve C. Jung, “Evaluating the emission of VOCs and HCHO from furniture based on the surface finish methods and retention periods”, *Frontiers in Built Environment*, c. 8, 1062255, 2022.
- [347] X. Zhang, J. Yu, J. Zhao ve L. Fang, “Overlaying performance and bonding mechanism of wood-based panels decorated by EVA film reinforced decorative wood veneer”, *Wood Material Science & Engineering*, c. 18, sy 4, ss. 1329-1337, 2023, doi: 10.1080/17480272.2022.2130089.
- [348] L. Bulut ve M. Kilic, “Kinetics of hydroxymethylfurfural accumulation and color change in honey during storage in relation to moisture content”, *Journal of Food Processing and Preservation*, c. 33, sy 1, ss. 22-32, 2009.
- [349] G. Pruthi, V. Jain, H. C. Kandpal, V. P. Mathur ve N. Shah, “Effect of bleaching on color change and surface topography of composite restorations”, *International journal of dentistry*, 2010.
- [350] R. Fekrazad, S. Alimazandarani, K. A. Kalhori, H. Assadian ve S.-M. Mirmohammadi, “Comparison of laser and power bleaching techniques in tooth color change”, *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, c. 9, sy 4, s. e511, 2017.
- [351] W. Hidayat vd., “Color change and consumer preferences towards color of heat-treated Korean white pine and royal paulownia woods”, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, c. 45, sy 2, ss. 213-222, 2017.

- [352] M. Fidan, “Effect of light-curing distances on the color and translucency of resin composites after accelerated aging”, *Materials Science*, 2021.
- [353] Z. Candan, O. Gonultas, H. V. Gorgun ve O. Unsal, “Examining parameters of surface quality performance of paulownia wood materials modified by thermal compression technique”, *Drvna industrija*, c. 72, sy 3, ss. 231-236, 2021.
- [354] M. Budakçı, M. Korkmaz ve İ. Karal, “Antifungal effects of staining process on wood: Hardness, gloss, and color change”, *BioResources*, c. 18, sy 1, s. 302, 2023.
- [355] M. Karadaş, S. Demirbuğa ve N. N. Çakır, “Farklı Beyazlatma Yöntemleri Uygulanmış Dişlerin Renklenmesinde Kırmızı Şarabın Etkisi”, *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, c. 27, sy 2, ss. 73-78, 2017.
- [356] A. M. El-Marakby, M. Saber, A. T. Alammary ve N. A. A. Gad, “Surface hardness assessment of tooth substrates and different esthetic restorative materials after immersion in different acidic media”, *Int J Dent & Oral Heal*, c. 4, sy 11, ss. 178-83, 2018.
- [357] D. Ergel, S. Sadry ve O. K. Ufuk, “Ortodontide kullanılan şeffaf plakların su emilimlerinin ve renklenmelerinin değerlendirmesi”, *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, sy 15, ss. 456-467, 2021.
- [358] M. Wang, Y. Zi, J. Zhu, W. Huang, Z. Zhang ve H. Zhang, “Construction of super-hydrophobic PDMS@ MOF@ Cu mesh for reduced drag, anti-fouling and self-cleaning towards marine vehicle applications”, *Chemical Engineering Journal*, c. 417, s. 129265, 2021.
- [359] M. Çağın ve E. Çetin, “Kafein ve Sportif Performans”, *Spor Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar V*, s. 85, 2023.
- [360] A. C. Reddy, “Evaluation Of Surface Roughness Using Image Processing Technique”, *JNTU College of Engineering Kukatpally, Hyderabad*, 2004.
- [361] V. Singh ve S. M. Rao, “Application of image processing and radial basis neural network techniques for ore sorting and ore classification”, *Minerals Engineering*, c. 18, sy 15, ss. 1412-1420, 2005, doi: 10.1016/j.mineng.2005.03.003.
- [362] B.-Y. Joo ve D.-H. Shin, “Simulations of pixel moirés in the liquid crystal display with image processing technique”, *Displays*, c. 30, sy 4, ss. 190-194, 2009, doi: 10.1016/j.displa.2009.08.003.

- [363] F. Leloup, P. Hanselaer, M. R. Pointer, ve P. Dutré, “Integration of multiple cues for the evaluation of surface gloss”, *Predicting Perceptions, The 3rd International Conference on Appearance, Edinburgh, 2012*.
- [364] C. Aydemir, “Kâğıdın yüzey pürüzlülüğünün, baskı renk değişimi, ışık haslığı ve baskı parlaklığına etkisi”, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, c. 26, sy 3, ss. 81-88, 2014.
- [365] F. Pieniazek ve V. Messina, “Scanning electron microscopy combined with image processing technique: Analysis of microstructure, texture and tenderness in Semitendinosus and Gluteus Medius bovine muscles”, *Scanning*, c. 38, sy 6, ss. 727-734, 2016, doi: 10.1002/sca.21321.
- [366] S. V. Seyedin, S. H. Seyedin ve A. S. Seyedin, “Designing and Programming an Efficient Software for Sizing and Counting Various Particles using Image Processing Technique”, *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, c. 10, sy 2, Art. sy 2, 2019.
- [367] P. Somwang ve E. Muangklang, “Image Processing for Quality Control in Manufacturing Process”, *2019 16th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, ss. 782-785, 2019, doi: 10.1109/ECTI-CON47248.2019.8955421.
- [368] C. F. Weber, D. Spiehl ve E. Dörsam, “Comparing measurement principles of three gloss meters and using them for measuring gloss on metallic embellishments produced by the printing industry”, *Lux junior*, c. 15, ss. 327-341, 2021.
- [369] C. Gupta, V. K. Tewari, R. Machavaram ve P. Shrivastava, “An image processing approach for measurement of chili plant height and width under field conditions”, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, c. 21, sy 3, ss. 171-179, 2022, doi: 10.1016/j.jssas.2021.07.007.
- [370] T. C. Rezende, J. C. Silvestre, P. V. Mendonça, J. Moniz, A. C. Serra ve J. F. Coelho, “Efficient dispersion of TiO₂ in water-based paint formulation using well-defined poly [oligo (ethylene oxide) methyl ether acrylate] synthesized by ICAR ATRP”, *Progress in Organic Coatings*, c. 165, s. 106734, 2022.
- [371] J. Marchesini vd., “Production and application of biochar in a UV radiation-curable epoxy paint as a substitute for graphite”, *Journal of Coatings Technology and Research*, ss. 1-15, 2023.

- [372] S. D. Sofuoğlu, "Ağaç malzemede termo-mekanik yoğunlaştırmanın parlaklık ve sertliğe etkisi", *Türk Mühendislik Araştırma ve Eğitimi Dergisi*, c. 1, sy 1, ss. 15-19, 2022.
- [373] C. Aydemir, S. Yenidoğan, A. Karademir ve E. Arman Kandirmaz, "The examination of vegetable-and mineral oil-based inks' effects on print quality: Green printing effects with different oils", *Journal of applied biomaterials & functional materials*, c. 16, sy 3, ss. 137-143, 2018.
- [374] G. A. Cox, "A Review of Corrosion Resistant Linings", *Anti-Corrosion Methods and Materials*, c. 23, sy 8, ss. 5-9, 1976.
- [375] M. Melchior, M. Sonntag, C. Kobusch ve E. Jürgens, "Recent developments in aqueous two-component polyurethane (2K-PUR) coatings", *Progress in Organic Coatings*, c. 40, sy 1-4, ss. 99-109, 2000.
- [376] L. D. Peel, J. Mejia, B. Narvaez, K. Thompson ve M. Lingala, "Development of a simple morphing wing using elastomeric composites as skins and actuators", 2009.
- [377] Y. Li vd., "A review of the electrical and mechanical properties of carbon nanofiller-reinforced polymer composites", *J Mater Sci*, c. 54, sy 2, ss. 1036-1076, 2019, doi: 10.1007/s10853-018-3006-9.
- [378] A. S. Paksoy, "Boya el kitabı", *Kimya Mühendisleri Odası*, İstanbul, 1999.
- [379] M. Boutin, J. Lesage, C. Ostiguy, J. Pauluhn ve M. J. Bertrand, "Identification of the isocyanates generated during the thermal degradation of a polyurethane car paint", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, c. 71, sy 2, ss. 791-802, 2004, doi: 10.1016/j.jaap.2003.10.007.
- [380] A. K. Paksoy, "Çelik yapıların, atmosferik korozyona karşı korunmasında epoksi bazlı boya ve kaplamaların kullanımı ve performansı," Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [381] E. Delebecq, J.-P. Pascault, B. Boutevin ve F. Ganachaud, "On the Versatility of Urethane/Urea Bonds: Reversibility, Blocked Isocyanate, and Non-isocyanate Polyurethane", *Chem. Rev.*, c. 113, sy 1, ss. 80-118, 2013, doi: 10.1021/cr300195n.
- [382] R. Teuku ve A. Suryani, "Morphology Properties of Polyurethane/Clay Nanocomposites Base on Palm Oil Polyol Paint", *Advanced Materials Research*, c. 647, ss. 701-704, 2013, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.647.701.

- [383] C. K. Reeb-Whitaker ve T. M. Schoonover, "Isocyanate Exposure Below Analytical Detection When a Paint Brush and Roller Are Used to Apply Moisture-Cure Polyurethane Paint", *The Annals of Occupational Hygiene*, c. 60, sy 4, ss. 513-518, 2016, doi: 10.1093/annhyg/mew003.
- [384] M. Metin, "Yüzey Kaplaması Uygulamalarında Kullanılan Biyo Bazlı Poliüretan Malzemelerin Sentezi ve Karakterizasyonu," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2017.
- [385] E. Yılmaz, H. Arslan, S. Subaşı, L. O. Uğur ve A. Bıdecı, "Geri Dönüştürülmüş Lastik Atık İkameli Poliüretan Dolgulu Kompozit Panellerin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi", *DUBİTED*, c. 6, sy 4, Art. sy 4, 2018, doi: 10.29130/dubited.426962.
- [386] A. E. Alhanhas, "Tabii kauçuk kökenli poliüretan sentezi," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, 2021.
- [387] T. Learner, "A review of synthetic binding media in twentieth-century paints", *The Conservator*, c. 24, sy 1, ss. 96-103, 2000, doi: 10.1080/01410096.2000.9995156.
- [388] R. Muvhiiwa, E. Mawere, L. B. Moyo ve L. Tshuma, "Utilization of cellulose in tobacco (*Nicotiana tobacum*) stalks for nitrocellulose production", *Heliyon*, c. 7, sy 7, s. e07598, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07598.
- [389] H. Özlü, "Türkiye'de Savunma Sanayi Gelişim Tarihi İçinde Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumunun Kuruluş Dönemi Faaliyetlerinin Analizi", *Savunma Bilimleri Dergisi*, c. 18, sy 1, Art. sy 1, 2019, doi: 10.17134/khosbd.561244.
- [390] Ç. Paşa, "Otomotivde boyama teknolojisi ve boya kurutma fırınının ekserji analizi," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [391] S. Tahmasebi, B. Bazayar, H. Khademi Islam ve M. Ghofrani, "Studying the effect of acetylation Beech on interfacial bonding resistance of transparent paint (nitrocellulose lacquer, asid catalyzed lacquer and Half Ppolyester)", *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, c. 31, sy SPRING 1, ss. 105-117, 2016, doi: 10.22092/ijwpr.2015.102671.
- [392] Z. Chen, X. Shao, X. He, J. Wu, X. Xu ve J. Zhang, "Noninvasive, three-dimensional full-field body sensor for surface deformation monitoring of human body in vivo", *JBO*, c. 22, sy 9, s. 095001, 2017, doi: 10.1117/1.JBO.22.9.095001.

- [393] W. Hilber, M. Knoll, C. Offenzeller, H. Enser, S. Clara ve B. Jakoby, “Sensor Decals: a Minimum Effort Approach to Sensors on Unconventional Substrates and Surfaces”, *2019 IEEE SENSORS*, 2019, ss. 1-4. doi: 10.1109/SENSORS43011.2019.8956495.
- [394] P. Giannakou, M. O. Tas, B. Le Borgne ve M. Shkunov, “Water-Transferred, Inkjet-Printed Supercapacitors toward Conformal and Epidermal Energy Storage”, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, c. 12, sy 7, ss. 8456-8465, 2020, doi: 10.1021/acscami.9b21283.
- [395] I. Majnarić, I. Bolanča Mirković ve K. Golubović, “Influence of UV curing varnish coating on surface properties of paper”, *Tehnički vjesnik*, c. 19, sy 1, ss. 51-56, 2012.
- [396] M. A. González Lazo, I. Katrantzis, S. Dalle Vacche, F. Karasu ve Y. Leterrier, “A Facile in Situ and UV Printing Process for Bioinspired Self-Cleaning Surfaces”, *Materials*, c. 9, sy 9, Art. sy 9, 2016, doi: 10.3390/ma9090738.
- [397] S. Marathe ve H. Raval, “Investigation on prediction of forming behaviour of blanks through laser and ultra violet (UV) grid marking methods during single point incremental forming (SPIF) process and Erichsen cup method”, *Int J Mod Manuf Tech*, sy 11(2), 37-43, 2019.
- [398] K. Nauka, M. Niu, E. Discekici, A. Hartman ve P. Olubummo, “Powder Bed Fusion of Polymers with Ultraviolet Light Emitting Diode Energy Sources”, 2022. doi: 10.26153/tsw/44136.
- [399] R. Sang, S. Yang ve Z. Fan, “Effects of MDF Substrate Surface Coating Process on UV Inkjet Print Quality”, *Coatings*, c. 13, sy 5, Art. sy 5, 2023, doi: 10.3390/coatings13050970.
- [400] A. D. Baynes-Cope, “An Organic Solvent for Dissolving Old Flour Paste”, c. 2, sy 1, ss. 25-28, 1978, doi: 10.1515/rest.1978.2.1.25.
- [401] J. Kenny ve G. Stratton, “An Improved Desorption Solvent for Organic Solvent Mixtures”, *American Industrial Hygiene Association Journal*, sy 50(6), 1989.
- [402] K. DeJong ve R. W. Henry, “Silicone Plastination of Biological Tissue: Cold-temperature Technique Biodur S10/S15 Technique and Products”, *The Journal of Plastination*, sy 22, 2-14, 2007.

- [403] R. J. Ritchie, “Universal chlorophyll equations for estimating chlorophylls a, b, c, and d and total chlorophylls in natural assemblages of photosynthetic organisms using acetone, methanol, or ethanol solvents”, *Photosynthetica*, c. 46, sy 1, ss. 115-126, 2008, doi: 10.1007/s11099-008-0019-7.
- [404] S. C. Novais, A. M. V. M. Soares ve M. J. B. Amorim, “Can avoidance in *Enchytraeus albidus* be used as a screening parameter for pesticides testing?”, *Chemosphere*, c. 79, sy 2, ss. 233-237, 2010, doi: 10.1016/j.chemosphere.2010.01.011.
- [405] S. R. Batten *vd.*, “Terminology of metal–organic frameworks and coordination polymers (IUPAC Recommendations 2013)”, *Pure and Applied Chemistry*, c. 85, sy 8, ss. 1715-1724, 2013, doi: 10.1351/PAC-REC-12-11-20.
- [406] C. A. M. France, J. A. Giaccai ve C. R. Doney, “The effects of Paraloid B-72 and Butvar B-98 treatment and organic solvent removal on $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, and $\delta^{18}\text{O}$ values of collagen and hydroxyapatite in a modern bone”, *American Journal of Physical Anthropology*, c. 157, sy 2, ss. 330-338, 2015, doi: 10.1002/ajpa.22697.
- [407] World Health Organization, “Standard operating procedure for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes in WHO bottle bioassays”, 2022.
- [408] J. Gambogi, S. Kennedy ve E. Ambundo, “Dishwashing with detergents”, *Handbook of detergents, Part E: applications. Taylor & Francis Group, Boca Raton*, ss. 39-65, 2009.
- [409] L. Kalay, “Seramik yüzeylerde kullanılan baskı teknikleri ve uygulamaları,” Yüksek Lisans Tezi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2009.
- [410] C. Rungyuttapakorn ve J. Wongwatcharapaiboon, “Eco-design product of alternative dishwashing detergent”, *PhD Thesis, Thammasat University*, 2019.
- [411] S. Ö. Aktar, *Ekolojik Yaşam Rehberi*, Ankara, Türkiye: Yeni İnsan Yayınevi, 2021.
- [412] Anonim, (2023, 11 Temmuz). [Online]. Erişim: <http://www.zehirsiz.com/ev/camasir-deterjanimizdaki-en-kotu-maddeler-4-fosfatlar/>
- [413] S. Ahmad, S. M. Ashraf, S. N. Hassan ve A. Hasnat, “Synthesis, characterization, and performance evaluation of hard, anticorrosive coating materials derived from diglycidyl ether of bisphenol A acrylates and methacrylates”, *Journal of applied polymer science*, c. 95, sy 3, ss. 494-501, 2005.

- [414] B. Boutevin, B. Hamoui ve J. P. Parisi, "Synthesis and polymerizations of monomers bearing phosphonated groups. I. Applications on acrylates and methacrylates", *Journal of applied polymer science*, c. 52, sy 3, ss. 449-456, 1994.
- [415] K. Bretterbauer, C. Holzmann, E. Rubatscher, C. Schwarzinger, A. Roessler ve C. Paulik, "UV-curable coatings of highly crosslinked trimethylmelamine based acrylates and methacrylates", *European polymer journal*, c. 49, sy 12, ss. 4141-4148, 2013.
- [416] S. Islam, M. Sangermano ve T. A. Klar, "STED-Inspired Cationic Photoinhibition Lithography", *The Journal of Physical Chemistry C*, 2023.
- [417] M. Jing vd., "Study on the Synthesis of Water-dispersible Acrylic Resin Containing Hydroxyl Group", *MATEC Web of Conferences*, EDP Sciences, s. 01021, 2022.
- [418] S. Karami, S. Motahari, M. Pishvaei ve N. Eskandari, "Improvement of thermal properties of pigmented acrylic resin using silica aerogel", *Journal of Applied Polymer Science*, c. 135, sy 1, s. 45640, 2018.
- [419] B. R. Nayak ve L. J. Mathias, "A novel photoinimer for the polymerization of acrylates and methacrylates", *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, c. 43, sy 22, ss. 5661-5670, 2005.
- [420] G. Baysal, G. Keleş, B. Kalav, F. S. Güner ve B. Karagüzel Kayaoğlu, "Synthesis of ultraviolet (UV)-curable water-borne polyurethane acrylate binders and comparison of their performance for pigment printing on synthetic leather", *International Journal of Clothing Science and Technology*, c. 33, sy 2, ss. 270-288, 2021.
- [421] V. Repeta, "Influence of surface energy of polymer films on spreading and adhesion of UV-flexo inks", *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije*, c. 24, sy 3-4, ss. 79-84, 2013.
- [422] D. Sajek, G. Gecevičius, G. Ginevičienė, V. Valčiukas, V. Vainoras ve E. A. Kandirmaz, "Analysis of problems using conventional and H-UV technology in the hybrid offset printing press", *International Circular of Graphic Education and Research*, 2023.
- [423] J. Xu ve W. Shi, "Progress in radiation curing marketing and technology", *J. Coatings Tech.*, c. 74, sy 5, ss. 67-72, 2002, doi: 10.1007/BF02697985.

- [424] S.-M. Kim, C.-K. Lee, S.-U. Yoon, K.-S. Kim ve Y. Hwangbo, “Residue-free suspended graphene transferred by perforated template”, *Nanotechnology*, c. 33, sy 16, s. 165301, 2022.
- [425] K. Liao ve J. Zhu, “Fabrication of superamphiphobic surface on Cu substrate via a novel and facile dip coating method”, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, c. 639, s. 128379, 2022.
- [426] M. N. K. Rahmatullah, “Pengaruh Variasi Penggunaan Film WTPF Terhadap Tingkat Kelekatatan Dan Ketahanan Panas Pada Bodi Kendaraan Berbahan ABS”, *PhD Thesis, Politeknik Negeri Jember*, 2020.
- [427] B. Sarkodie, B. Tawiah, C. Agbo ve J. Wizi, “Status and Development of Transfer Printing in Textiles—A Review”, *aatcc j res*, c. 5, sy 2, ss. 1-18, 2018, doi: 10.14504/ajr.5.2.1.
- [428] D. Mohanty, M. K. Kanny, S. Mohanty ve S. K. Nayak, “Characteristic properties of base coat of automobile paint: enhancement in scratch and abrasion resistance by nanoscale reinforcement—a review”, *Polym. Bull.*, c. 80, sy 1, ss. 185-240, 2023, doi: 10.1007/s00289-022-04081-w.
- [429] V. Türel, “Restoratif dental materyallerin yüzey mekanik özellikleri”, *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, c. 25, ss. 77-82, 2015.
- [430] H. Z. Büyükyıldız, “Gözlük camı kaplamaları ve renkli camlar”, *Türk Oftalmoloji Dergisi*, c. 42, sy 5, ss. 359-369, 2012.
- [431] A. Çamoğlu, “Sırlı porselen sofrta eşyalarında kullanılan boya ların dayanımını artırıcı sır kompozisyonlarının geliştirilmesi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye, 2022.
- [432] P. Meakin, “A simple model for elastic fracture in thin films”, *Thin Solid Films*, c. 151, sy 2, ss. 165-190, 1987.
- [433] J. Mathew, J. Joy ve S. C. George, “Potential applications of nanotechnology in transportation: A review”, *Journal of King Saud University-Science*, c. 31, sy 4, ss. 586-594, 2019.
- [434] N. S. Nosar ve M. Olsson, “Influence of tool steel surface topography on adhesion and material transfer in stainless steel/tool steel sliding contact”, *Wear*, c. 303, sy 1-2, ss. 30-39, 2013.

- [435] G. Zhang, Y. Du, H. Yu ve M. Y. Wang, “DelTact: A Vision-Based Tactile Sensor Using a Dense Color Pattern”, *IEEE Robotics and Automation Letters*, c. 7, sy 4, ss. 10778-10785, 2022, doi: 10.1109/LRA.2022.3196141.
- [436] T. D. Cahyono, H. Yanti, L. N. Anisah, M. Y. Massijaya ve A. H. Iswanto, “Linear expansion and durability of a composite boards (MDF laminated using three selected wood veneers) against drywood termites”, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, c. 48, sy 6, ss. 907-916, 2020.
- [437] N. Döngel, İ. Küreli ve C. Söğütü, “Ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinin aşınma ve çizilme direnci ile sigara ateşine dayanıklılıklarının belirlenmesi. 3”, *Ulusal Mobilya Kongresi (UMK-2015)*, c. 10, s. 12, 2015.
- [438] F. Mendes Teixeira ve A. Franco Pereira, “Perception of naturalness in materials and user’s choice: hardwood and melamine foil finished products.”, *Strategic Design Research Journal*, c. 12, sy 3, 2019.
- [439] T. Özdemir, G. Nemli ve T. Akbulut, “Yonga levhanın bazı kalite özellikleri üzerine yüzey kaplama çeşidinin etkisi”, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, c. 55, sy 2, ss. 87-95, 2014.
- [440] E.-A. Salca ve S. Hiziroglu, “Hardness and roughness of overlaid wood composites exposed to a high-humidity environment”, *Coatings*, c. 9, sy 11, s. 711, 2019.
- [441] K. Szwajka ve T. Trzepiecinski, “The influence of machining parameters and tool wear on the delamination process during milling of melamine-faced chipboard”, *Drewno. Prace Naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, c. 60, sy 199, 2017.
- [442] S. Aykaç ve S. D. Sofuoğlu, “Selülozik, sentetik, poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış bambu malzemesinde yüzey pürüzlülüğü parametrelerinin karşılaştırılması üzerine bir çalışma”, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, c. 3, sy 2, ss. 84-92, 2020.
- [443] H. Kara ve M. Atar, “Örtücü Ahşap Boyaların Ağaç Malzeme ve Levhaların Kendi Kendine Yanma Direncine Etkileri”, *City Health Journal*, c. 2, sy 2, ss. 36-42, 2021.
- [444] E. Raşit, “Emprenyeli Sarıçam Ağaç Malzemeye Uygulanan Üstyüzey İşlemlerinin Isı İletkenliğine Etkisinin Belirlenmesi”, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 21, sy 3, ss. 731-741, 2019.

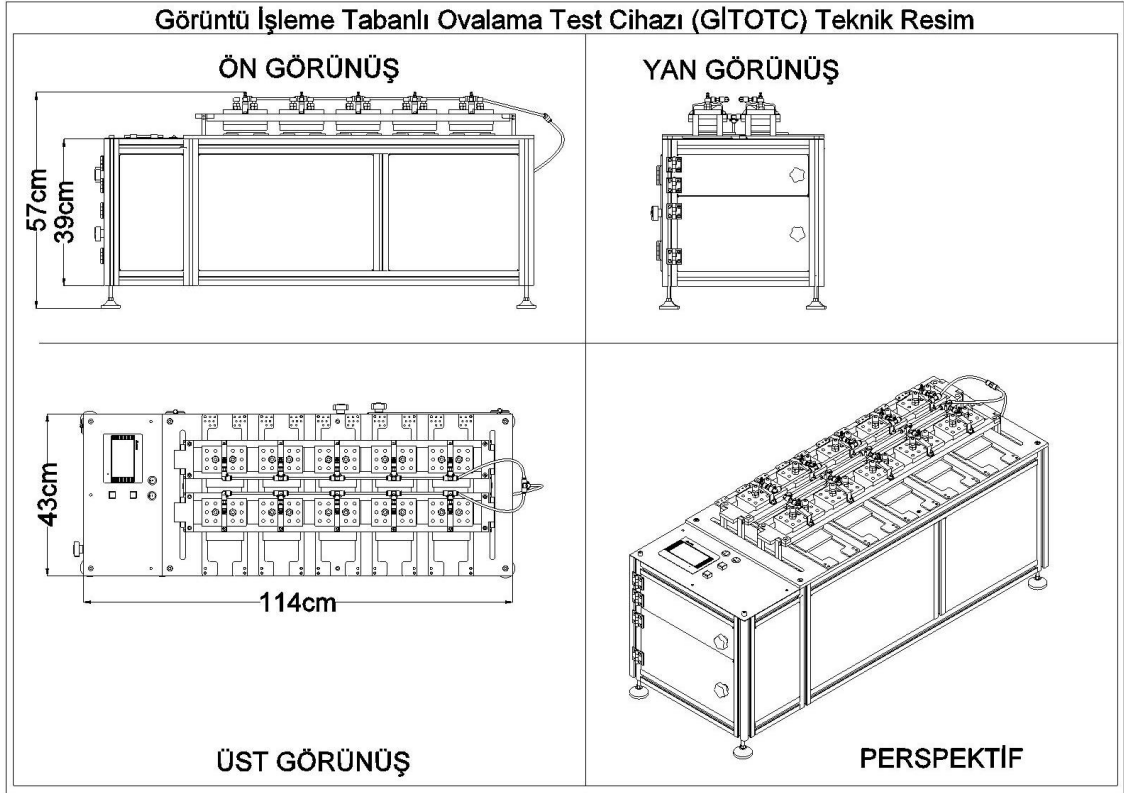
- [445] B. Uysal, F. Yapıcı, H. Ş. Kol, C. Özcan, R. Esen ve M. Korkmaz, “Emprenye yapılmış ağaç malzeme üzerine uygulanan üstyüzey işlemlerinin ısı iletkenliklerinin belirlenmesi”, *Proceedings of 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, Elazığ, 2011.
- [446] H. Demirkol, “Mağaza cephelerinde kullanılan cephe malzemelerinin detay çözümlerine yönelik analizi,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011.
- [447] T. Dilik, H. Koç, E. Hazir ve E. S. Erdinler, “Surface treatment, layer thickness and surface performance relations of wood materials”, *Proceedings of the 57th International Convention of Society of Wood Science and Technology*, Technical University in Zvolen, ss. 568-573, 2014.
- [448] S. Özsayan, Ç. S. Köksal, O. Usta, C. Çelik, N. Yılmaz ve E. Korkut, “An Experimental and Numerical Investigation of the Cavitation Effects on Propeller Performance and Erosion on DTMB-5415 Propeller”, 2022.
- [449] S. Aykaç ve S. D. Sofuoğlu, “Bambu ağaç malzemede vernik tiplerinin yüzey özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi”, *Politeknik Dergisi*, c. 24, sy 4, ss. 1353-1363, 2020.
- [450] E. Saygın ve M. Budakçı, “Reçine temizleme işleminin su bazlı verniklerin sertlik değerine etkisi”, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, c. 5, sy 1, ss. 169-183, 2017.
- [451] P. J. Burnett ve D. S. Rickerby, “The relationship between hardness and scratch adhesion”, *Thin solid films*, c. 154, sy 1-2, ss. 403-416, 1987.
- [452] A. M. Korsunsky, M. R. McGurk, S. J. Bull ve T. F. Page, “On the hardness of coated systems”, *Surface and coatings Technology*, c. 99, sy 1-2, ss. 171-183, 1998.
- [453] O. Sarikaya, “Effect of some parameters on microstructure and hardness of alumina coatings prepared by the air plasma spraying process”, *Surface and Coatings Technology*, c. 190, sy 2-3, ss. 388-393, 2005.
- [454] K.-D. Bouzakis *vd.*, “The effect of coating thickness, mechanical strength and hardness properties on the milling performance of PVD coated cemented carbides inserts”, *Surface and Coatings Technology*, c. 177, ss. 657-664, 2004.

- [455] G. D. Duncan, "Synthesis and characterization of some reactive pyrophosphate analogs: Oxidations of phosphonoalkenes and diazophosphonates", *University of Southern California*, 1995.
- [456] O. Ekren ve A. Özkömür, "Kimyasal temizleyicilerin akrilik dişlerin yüzey sertliklerine etkisi", *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, c. 25, sy 1, ss. 54-58, 2015.
- [457] M. B. Erman ve B. J. Kane, "Chemistry Around Pinene and Pinane: A Facile Synthesis of Cyclobutanes and Oxatricyclo-Derivative of Pinane from *cis* - and *trans* -Pinanols", *C&B*, c. 5, sy 6, ss. 910-919, 2008, doi: 10.1002/cbdv.200890104.
- [458] M. U. Kılıç, "Farklı sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) genotiplerine ait sürgün ucu eksplantlarında *in vitro* kültürlerin başlatılması ve mikroçoğaltım olanaklarının araştırılması," Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye, 2021.
- [459] B. Ramshaw ve S. Grant, "Biology of Prosthetics", *Management of Abdominal Hernias*, London: Springer London, ss. 151-158, 2013, doi: 10.1007/978-1-84882-877-3_8.
- [460] A. G. Tull, "Hardening Gelatin by Direct Oxidation", *The Journal of Photographic Science*, c. 18, sy 4, ss. 161-164, 1970, doi: 10.1080/00223638.1970.11737547.
- [461] A. Atılğan, H. Peker ve M. Atar, "Application of environmentally friendly organic upper surface process material on wood and its effect on some surface properties", 2022.
- [462] S. Demirci, S. Ertürk ve Ü. Uğur, "Surface Quality Comparison Between Traditional And One Step Production Cycle", *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, c. 5, sy 2, ss. 210-221, 2019.
- [463] L. Duncan, "Effect of block face shell geometry and grouting on the compressive strength of concrete block masonry", 2008.
- [464] Y. Li ve Y. Yang, "Study on Preparation and thermal reflective properties of energy saving pigments with selective solar reflection", *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, s. 012010, 2019.
- [465] M. Aksulu ve M. Palabıyık, "Poliamid 6'nın aşınmasında karşı yüzey pürüzlülüğünün etkisi", *İTÜDERGİSİ/d*, c. 8, sy 2, 2011.

- [466] A. Brunetto, G. Bono ve F. Frezzato, “Er:YAG laser cleaning of ‘San Marziale in Gloria’ by Jacopo Tintoretto in the Church of San Marziale, Venice”, *Journal of the Institute of Conservation*, c. 43, sy 1, ss. 44-58, 2020, doi: 10.1080/19455224.2019.1706596.
- [467] A. E. Farah, “Borularda akış yönünde dikdörtgen kesitli kanatçıklar açılan burulmuş şerit elemanların türbülanslı akışta ısı transferine etkileri,” Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2022.
- [468] Y. Gençer, M. Tarakçı ve S. Cengiz, “Saf Zirkonyumun Mikroark Oksidasyon Yöntemiyle Oksit Esaslı Seramik Kaplanması”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c. 26, sy 4, 2011.
- [469] K. Gültekin ve Y. Korkmaz, “AA2024-T3 alüminyum alaşımlarına uygulanan farklı yüzey hazırlama ve pürüzlülük işlemlerinin yapıştırma bağlantılarına etkisi”, *Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, c. 11, sy 4, ss. 1269-1281, 2021.
- [470] F. A. Hussein, “Advances in Soft Denture Liners: An Update”, *The Journal of Contemporary Dental Practice*, c. 16, sy 4, ss. 314-318, 2015, doi: 10.5005/jp-journals-10024-1682.
- [471] B. Karagözoğlu, M. O. Çağlayan ve F. Özyonar, “Immobilized Nanoparticles on Polymeric Carriers for Removal of Reactive Textile Dyes in Aqueous Media”, *Cumhuriyet Science Journal*, c. 38, sy 3, ss. 412-418, 2017.
- [472] N. Kayhan, R. S. Razavi ve S. Choopani, “Evaluation of two new white silicone thermal control paints under atomic oxygen”, *Progress in Organic Coatings*, c. 74, sy 3, ss. 603-607, 2012.
- [473] E. Pacifici, M. Bossù, A. Giovannetti, G. La Torre, F. Guerra ve A. Polimeni, “Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment”, *Annali di stomatologia*, c. 4, sy 3-4, s. 250, 2013.

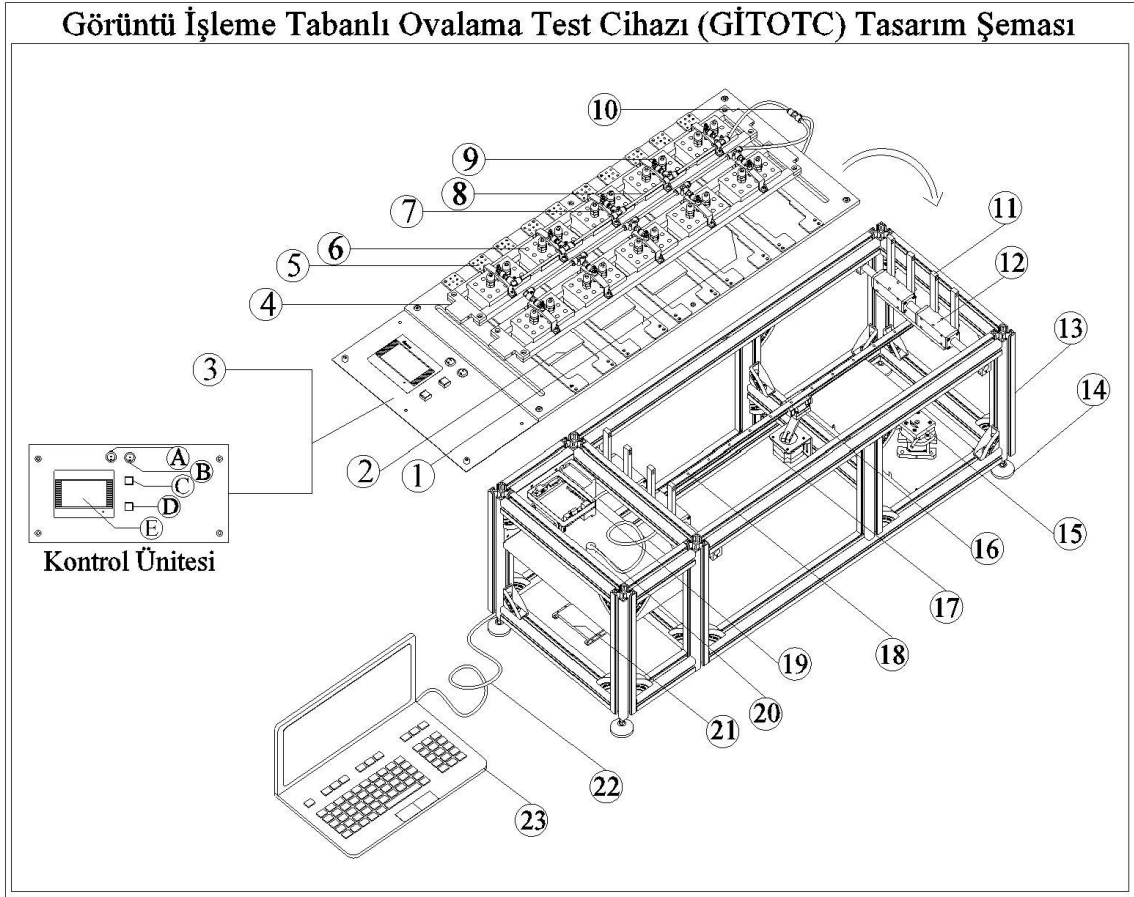
8. EKLER

8.1. EK 1: GİTOTC TEKNİK RESİMLERİ



Şekil 8.1. GİTOTC'nin ön, yan, üst ve perspektif görünüşü teknik resmi.

ÖLÇEK 1:1	KONTROL	Serdar KAÇAMER	15.07.2020	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	
	PARÇA ADI	GİTOTC TEKNİK RESİM		PARÇA NO:01



Şekil 8.2. GİTOTC tasarım ve montaj şeması.

Çizelge 8.1. GİTOTC tasarım ve montaj şemasında bulunan bölümlerin açıklaması.




1. Örnek Levha Sabitleme Plakası	6. Ovalama Başlığı Ana Gövde
2. Örnek Levha	7. Ağırlık Gereci
3. Kontrol Ünitesi	8. Sıvı Akış Hortumu ve L Dirsek Aparatı
3.A. Cihaz Elektrik Start-Stop Butonu	9. Sıvı Akış Valf
3.B. Stüdyo Kabini Işık Start-Stop Butonu	10. 6 mm Sıvı Akış Hortumu ve T Dağıtım Aparatı
3.C. Ovalama İşlemi Manuel Start Butonu	11. Dikey Hareket İletim Kolu
3.D. Ovalama İşlemi Manuel Stop Butonu	12. GHR 15 Lineer Kızaklı Ray
3.E. DOP-B03S211 Model HMI	13. 30x30 mm Alüminyum Sigma Profil
4. Robotik Kol	14. Krom Kaplı Ayak, Ölçü: M8x50 mm
5. Sıvı Akış Sistemi Gövde Aparatı	15. Nema 17 Step Motor, Peristaltik Sıvı Pompası

Çizelge. 8.1. (devam). GİTOTC tasarım ve montaj şemasında bulunan bölümlerin açıklaması.

16. Dairesel Hareketi Doğrusal Harekete Çeviren Mekanizma	20. 8 MM 3MP Endüstriyel Kamera
17. Ana Motor, NEMA 23, 2.2A Step Motor	21. Örnek Stüdyo Kabini Dijital Fotoğraf Çekim Yuvası/Plakası
18. Hareket Tahrik Kolu	22. Endüstriyel Kamera-Bilgisayar İletişim Kablosu
19. Beyin Ünitesi: Delta DVP-SS2 Model PLC Sistem İşletim Kartı ve TB6600 Step Motor Sürücüsü	23. Bilgisayar

ÖLÇEK 1:1	KONTROL	Serdar KAÇAMER	15.07.2020	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
		ÇİZEN	TARİH	
	PARÇA ADI	GİTOTC TASARIM ve MONTAJ ŞEMASI		

8.2. EK 2: GİTOTC KALİBRASYON SERTİFİKASI

 tse.org.tr	TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ Ostim Laboratuvarları Müdürlüğü Elektronik ve Mekanik Kalibrasyon Teknik Şefliği 100. Yıl Bul. Cevat Dündar Cad. No:1 Ostim Yenimahalle/Ankara	<table border="1"><tr><td>TSE</td></tr><tr><td>22M02617</td></tr><tr><td>07.22</td></tr></table>	TSE	22M02617	07.22
TSE					
22M02617					
07.22					
Kalibrasyon Sertifikası <i>Calibration Certificate</i>					
Cihazın Sahibi/Adresi <i>Customer/Address</i>	DÜZCE ÜNİVERSİTESİ, BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNATÖRLÜĞÜ/2210551'nolu TÜBİTAK PROJESİ KONURALP DÜZCE (MEHMET BUDAKÇI)				
İstek Numarası <i>Order No.</i>	1243/1				
Makine/Cihaz <i>Instrument/Device</i>	GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI OVALAMA TEST CİHAZI				
İmalatçı <i>Manufacturer</i>	MEHMET BUDAKCI, FERZAN KATIRCIOĞLU, SERDAR KAÇAMER				
Tip <i>Type</i>	GİTOTC				
Seri Numarası <i>Serial Number</i>	GİTOTC-01				
Kalibrasyon Tarihi <i>Date of Calibration</i>	19.07.2022				
Sertifikanın Sayfa Sayısı <i>Number of pages of the Certificate</i>	4				
<p>Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde (SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirliği belgeler. <i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p>TSE, bu hizmeti 132 sayılı kanunda verilen görevler çerçevesinde ve EA kuralları içerisinde yapmaktadır. <i>TSE is responsible for this calibration in accordance with Turkish Law Nr. 132 and EA regulations.</i></p> <p>Ölçüm sonuçları, genişletilmiş ölçüm belirsizlikleri ve kalibrasyon metotları bu sertifikanın tamamlayıcı kısmı olan takip eden sayfalarda verilmiştir. <i>The measurements, the uncertainties with confidence probability and calibration methods are given on the following pages which are part of this certificate.</i></p>					
Mühür/Kaşe <i>Seal</i>	Tarih <i>Date</i>	Kalibrasyonu Yapan <i>Calibrated by</i>	Onaylayan <i>Approval</i>		
	25.07.2022	Mürsel BAL	MEHMET CAN DÖŞLÜ		
<p>Bu evrak, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. <i>This document has been signed in accordance with the No. 5070 Turkish Electronic Signature Law.</i></p>					
<p>https://kalibrasyon.tse.org.tr/sfKalibrasyon/UserControls/Pages/ImzaDogrulama.aspx?UniqueUN=48c25709300549fab805c1ba9dee1e0a</p>					
<p>Bu sertifika, laboratuvarın yazılı izni olmadan kısmen kopyalanıp çoğaltılamaz. Baskısı alınmış e-imzalı sertifikalar, kontrolsüz doküman niteliğindedir. <i>This certificate shall not be reproduced other than in full except with the permission of the laboratory. Printed e-signed certificates are uncontrolled documents.</i></p>					
OSTİM LABORATUVARLARI MÜDÜRLÜĞÜ 100. Yıl Bul. Cevat Dündar Cad. No: 1 Ostim / ANKARA Tel: 0 312 592 52 27 ankskalibrasyon@tse.org.tr	BURSA LABORATUVARLARI MÜDÜRLÜĞÜ Organize Sanayi Bölgesi Kirtaz Cad. No: 6 Nilüfer / BURSA Tel: 0 224 243 80 60 burskalibrasyon@tse.org.tr	GERZE KALİBRASYON MÜDÜRLÜĞÜ Cumhuriyet Mah. 2258. Sok. No: 10 Gebze/KOCAELİ Tel: 0 262 223 15 48 gkm@tse.org.tr			

Sayfa Page 2/4

Makine/Cihaz / Object

Cihaz / object : GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI OVALAMA TEST CİHAZI
 İmalatçı / manufacturer : MEHMET BUDAKÇI, FERZAN KATIRCIOĞLU, SERDAR KAÇAMER
 Model / type : GITOTC
 Seri No. / serial no. : GITOTC-01
 Gösterge tipi / type of indicator : Dijital

Kalibrasyon Tarihi ve Cihazın Bulunduğu Yer

Date and place of calibration

Kalibrasyon Yeri / Place of calibration : Laboratuvar
 Kalibrasyon Tarihi / Date of calibration : 19.07.2022

Kalibrasyon Yöntemi ve Prosedürü

Calibration method and procedure

Kalibrasyon standardı / Calibration standardı : TS EN ISO 11998:2006 E

Ölçüm Şartları

Measurement Conditions

Ölçüm yapmadan önce, referans cihazlar en az yarım saat laboratuvar şartlarında kondisyonlanması için bekletilmiştir.
 At least half an hour was given for reference instruments to reach temperal equilibrium.

Çevre Şartları

Environmental Conditions

Ortam Sıcaklığı/ Ambient temperature	Başlangıç sıcaklığı	Bitiş sıcaklığı
	22,0 °C	22,1 °C

Ölçüm Sonuçları

Measurement Results

Müteakip sayfada/larda verilmiştir. /Given in the next page.

Kalibrasyonda Kullanılan Referans Cihazlar

Reference devices used in calibration

	Cihazın Adı device name		Üreticisi manufacturer	Tip/ Model type./model	Seri No serial no.	İzlenebilirlik traceability
1.	Yük Hüresi	A1B	HBM	U1	E28540	TSE
2.	Termometre	A06	VERTH	Dijital	100600527	TSE
3.	Gösterge Cihazı	A01	HBM	DK38	32507	TSE
4.	Kronometre	ACS	HUBER	-	-	TSE
5.	Mezür	A	ISOLAB	100 ml	T182	TSE
6.	Kumpas	ACS	MITITOYO	Dijital	4138232	TSE

**Ölçüm Sonuçları***Measurement Results***1. Döngü Ölçümleri**

Tanım	Cihazda ayarlanan Rpm	Cihazdan Ölçülen Rpm	Sapma Rpm	Tolerans Rpm	Açıklama
Bir dakikadaki döngü sayısı (örnek levha üzerindeki ileri geri hareket)	37	37	0	±2	Cihazın 1 dakikada yapması gereken döngü sayısı cihazın göstergesinden ayarlanır.
Hedef döngü (Ovalama işlemi başladıktan itibaren durmaksızın yapılan döngü sayısı)	200	200	0	-	Cihazı açıp ölçümü başlattıktan sonra cihaz 200 döngü yapıp durmaktadır.

2. Cihazın numune üzerine boşaltılan sıvı Ölçümleri

Tanım	Cihazda ayarlanan ml	Cihazdan Ölçülen ml	Sapma ml	Tolerans ml	Açıklama
Cihazda Ovalama esnasında, örnek numaneler üzerine 1 dakikada uygulanan kimyasal sıvı miktarı (10 Adet ovalama başlığı için)	10	10,5	0,5	-	Herbir aşındırma (ovalama) başlığı çalışırken 1ml ayarlandysa 10 ml (cihazda ayarlana ml miktarının 10 katı) kimyasal sıvıyı numune üzerine boşaltacak. (Bu işlem cihazın merkezindeki boru sökülerek merkez boradaki sıvıyı mezürün içine boşaltarak mezürden ölçüm yapılmıştır.)
	20	20,5	0,5		
	25	25,5	0,5		
	30	30,5	0,5		
	40	40,5	0,5		
	50	50,5	0,5		

3. Ovalama Başlığı ve Aşındırıcı Ped Ağırlık Ölçümleri

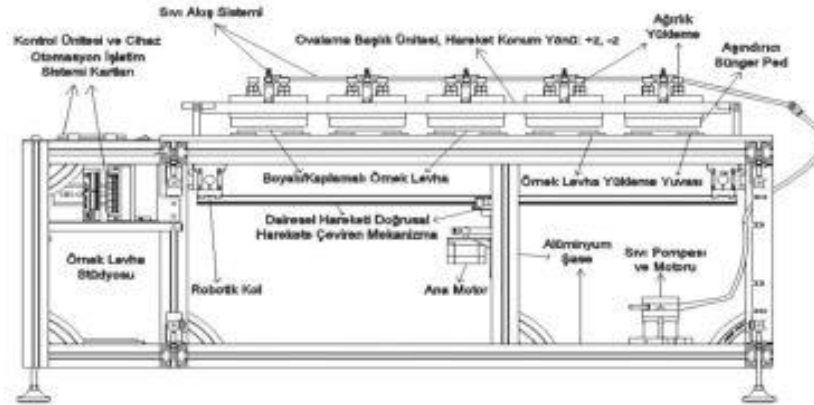
Tanım	Ovalama Başlığı No	Başlık Ağırlığı gr	Sapma ml	Tolerans ml	Açıklama
Ovalama Başlığı ve Aşındırıcı Ped Ağırlık Ölçümü (Olması gereken 135 gr)	1 Nolu Başlık	135,69	0,69	± 1 gr	Cihazda 10 adet ovalama başlığı ve 10 adet aşındırıcı ped bulunmaktadır. Ovalama başlığı altına yerleştirilen 100x100 mm ebatındaki örnek levhaların tüm yüzeyini aşındırmaktadır.
	2 Nolu Başlık	135,15	0,15		
	3 Nolu Başlık	135,02	0,02		
	4 Nolu Başlık	135,06	0,06		
	5 Nolu Başlık	135,15	0,15		
	6 Nolu Başlık	134,82	-0,18		
	7 Nolu Başlık	135,94	0,94		
	8 Nolu Başlık	135,6	0,60		
	9 Nolu Başlık	135,44	0,44		
	10 Nolu Başlık	134,82	-0,18		

4. Ovalama Başlığı ve Aşındırıcı Ped ile Cihaz Tabanı Arasındaki Mesafe Ölçümü

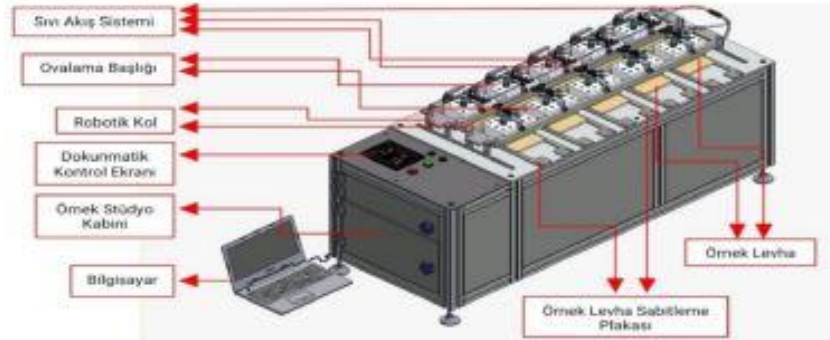
Tanım	Ölçülen mm	Açıklama
Ovalama Başlığı ve Aşındırıcı Ped ile Cihaz Tabanı Arasındaki Mesafe Ölçümü	23	Ovalama başlığı ile cihaz tabanı arası mesafe 23 mm olarak ölçüldüğü için 23 mm'ye kadar olan levhalar için aşındırma yapılabilir.

5. Görüntü İşleme Tabanlı Test Cihazına Ait Fotoğraflar

1.



2.



3.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Serdar KAÇAMER

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Disiplinlerarası Kompozit Malzeme Teknolojileri	Düzce Üniversitesi	2024
Y. Lisans	Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi	Karabük Üniversitesi	2010
Lisans	Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği	Karabük Üniversitesi	2008
Lise	Sayısal	İzmit Mimar Sinan Lisesi	2003

TEZ ÇALIŞMASINDAN ELDE EDİLEN YAYINLAR

1. S. Kaçamer ve M. Budakçı, “Application parameters of water transfer printing on wood-based panel surfaces”, *BioResources*, c. 18, sy 1, s. 1025, 2023, doi: 10.15376/biores.18.1.1025-1040.
2. S. Kaçamer, F. Katircioğlu ve M. Budakçı, "Determining Abrasion Resistance of Decorative Coated Wood-Based Panels Using Retinex Model", *BioResources*, c. 19, sy 1, 1058-1078, 2024, doi: 10.15376/biores.19.1.

