



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**AHŞAP YÜZEY İŞLEM UYGULAMALARINDA ÇERVE-
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: KENT MOBİLYALARI
ÖRNEĞİ**



Umut GENÇ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ**

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Endüstri Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2019

Bu çalışma 28.06.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Orman Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliğı Programı
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ



Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Mualla BALABAN UÇAR
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Tuncer DİLİK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU
Doğuş Üniversitesi
Sanat ve Tasarım Fakültesi



Prof. Dr. Mustafa Nafiz DURU
Aydın Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Yürütücü Sekreterliğinin 20941 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

“Ahşap Yüzey İşlem Uygulamalarında Çevre-Performans Değerlendirmesi: Kent Mobilyaları Örneği” isimli bu çalışma İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliği Programı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Doktora tezi 20941 numaralı İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi projesi kapsamında desteklenmiştir.

Doktora öğrenimim ve tez çalışmalarım boyunca, maddi ve manevi her konuda desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesini bana aktaran, önerileriyle çalışmalarımı yönlendiren danışmanım, değerli hocam Sayın Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ’a, çalışmalarım sırasında değerli bilgi ve tecrübelerini bana aktaran, önerileriyle çalışmalarımı yönlendiren değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mualla BALABAN UÇAR ve Sayın Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU’na tüm ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu süreçte yardımını esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Ender HAZİR’a şükranlarımı sunarım.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne Doktora Tezi kapsamında sağladığı maddi ve manevi desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Çalışmaların gerçekleştirilmesine katkıda bulunan, Türkiye’nin önde gelen firmalarından İSTON A.Ş.’nin değerli yöneticileri ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, varlığını hep yanımda hissettiğim sevgili eşime, vaktinden çaldığım ve ihmal ettiğim biricik oğluma, maddi ve manevi hiçbir zaman desteklerini benden esirgemeyen, benim bugünlere gelmemi sağlayan başta babam olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Haziran 2019

Umut GENÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
TABLO LİSTESİ	xxi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xxvi
ÖZET	xxviii
SUMMARY	xxx
1. GİRİŞ	1
1.1. AHŞAP MALZEME	1
1.2. KENT MOBİLYALARI	3
2. GENEL KISIMLAR	7
2.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	7
2.2. AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ	20
2.2.1. Ahşap Malzeme Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları	21
2.2.2. Ağaç Malzeme Üst Yüzey İşlem Uygulama Alanları	22
2.2.3. Ahşap Malzemenin Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlanması	23
2.2.4. Ahşap Malzeme Üst Yüzey İşlem Maddeleri	24
2.2.4.1. Türkiye Boya Endüstrisinin Durumu Hakkında Genel Bilgiler	24
2.2.4.2. Vernik Sistemleri	26
2.3. YÜZEY İŞLEM PERFORMANSINI ETKİLEYEN AHŞAP ESASLI FAKTÖRLER	28
2.3.1. Ahşap Malzemelerin Kalitesi	28
2.3.2. Ahşap Malzemelerin Anatomik Yapısı	28
2.3.3. Ahşap Malzemelerin Özgül Ağırlığı	29
2.3.4. Ahşap Malzemelerin Permaabilitesi	29
2.3.5. Ahşap Malzemelerin Rutubeti	29
2.3.6. Ahşap Malzemenin Yüzey Özellikleri	30
2.3.7. Ahşap Malzemelerin Kimyasal Yapısı	31
2.3.7.1. Selüloz	31
2.3.7.2. Lignin	31

2.3.7.3.	<i>Hemiselüloz</i>	31
2.3.7.4.	<i>Ahşap Malzemelerin İçerdiği Eksraktif Maddeler</i>	32
2.3.8.	<i>Ahşap Malzemelerin Renk Özellikleri</i>	32
2.4.	AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEM UYGULAMA METODLARI	32
2.4.1.	Yüzey Temaslı Metodlar	33
2.4.1.1.	<i>Fırçalama Metodu</i>	33
2.4.1.2.	<i>Emdirme Metodu</i>	33
2.4.1.3.	<i>Daldırma Metodu</i>	33
2.4.1.4.	<i>Basınçlı Kap Uygulamaları</i>	33
2.4.1.5.	<i>Silindir ile Boya Uygulamaları</i>	33
2.4.1.6.	<i>Renklendiricili Silindir Uygulamaları</i>	34
2.4.1.7.	<i>İki Başlıklı Silindir Sistemleri</i>	35
2.4.1.8.	<i>Dolgu Silindir Sistemleri</i>	36
2.4.1.9.	<i>Ters Yönlü Silindir Sistemleri</i>	36
2.4.2.	Atomize Sistemler	37
2.4.3.	Konvansiyonel (Havalı) Püskürtme Sistemleri	37
2.4.3.1.	<i>Yüksek Hacimli Düşük Basınçlı (HVLP) Sprey Sistemleri</i>	38
2.4.3.2.	<i>Düşük Hacimli Düşük Basınçlı (LVLP) Sprey Sistemleri</i>	38
2.4.3.3.	<i>Havasız Sprey Sistemleri</i>	39
2.5.	AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEM PERFORMANSINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ	40
2.5.1.	Yaş Boya Testleri	40
2.5.1.1.	<i>Gözle İnceleme</i>	40
2.5.1.2.	<i>Viskozite</i>	40
2.5.1.3.	<i>Yoğunluk</i>	41
2.5.1.4.	<i>Katı Madde Miktarı</i>	41
2.5.2.	Kuru Film Testleri	42
2.5.2.1.	<i>Film Kalınlığı</i>	42
2.5.2.2.	<i>Yapışma Performansı</i>	43
2.5.2.3.	<i>Yüzey Sertlik Testi</i>	44
2.5.2.4.	<i>İstiflenme Testi</i>	45
2.5.3.	Boya ve Verniklere Uygulanan Mekaniksel Testler	45
2.5.3.1.	<i>Çizilme Testi</i>	45
2.5.3.2.	<i>Aşındırma Testi</i>	45
2.5.3.3.	<i>Düşürme Testi</i>	46

2.5.4.	Yaşlandırma Test Yöntemleri.....	46
2.5.4.1.	<i>Doğal Ortam Yaşlandırma Testleri.....</i>	46
2.5.4.2.	<i>Laboratuvar Şartlarında Hızlandırılmış Yaşlandırma Testleri</i>	48
2.6.	UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB)	51
2.6.1.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Kaynakları	54
2.6.2.	Uçucu Organik Bileşikleri (UOB) Örnekleme Yöntemleri	57
2.6.2.1.	<i>Aktif Örnekleme Yöntemi.....</i>	57
2.6.2.2.	<i>Pasif Örnekleme Yöntemi</i>	58
2.6.3.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Analiz Yöntemleri	58
2.6.4.	Bacagazı Hızı Analizi Yöntemleri.....	59
2.6.5.	Bacagazı Nem Analiz Yöntemleri	60
2.6.6.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Kişisel Maruziyet Sınır Değerleri	60
2.6.7.	Cilahane Bacası Ölçüm Değerlendirme Kriterleri.....	61
2.6.8.	Organik Buhar ve Gaz Emisyonu Sınır Değerleri ve Değerlendirme Kriterleri	61
2.6.8.1.	<i>Uçucu Organik Bileşiklerin Kütlesel Debi ve Karbon Cinsinden Kütlesel Debilerinin Hesaplanması</i>	62
2.6.8.2.	<i>EK 1 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri</i>	63
2.6.8.3.	<i>EK 2 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri</i>	66
2.6.8.4.	<i>EK 3 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri</i>	67
2.6.8.5.	<i>EK 5 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri</i>	67
3.	MALZEME VE YÖNTEM.....	68
3.1.	MALZEME	68
3.1.1.	Ağaç Malzeme	68
3.1.1.1.	<i>Sapelli (Entandrophragma cylindricum)</i>	68
3.1.1.2.	<i>Dabema (Piptadeniastrum africanum)</i>	70
3.1.2.	Ahşap Malzemelerin Temini	73
3.1.3.	Kullanılan Vernikler	75
3.1.3.1.	<i>Su Bazlı Vernikler.....</i>	75
3.1.3.2.	<i>Poliüretan Vernikler.....</i>	78
3.2.	YÖNTEM	81
3.2.1.	Deney Örneklerinin Hazırlanması	81
3.2.2.	Zımparalama ve Vernik Uygulama İşlemleri	81
3.2.3.	Su Bazlı Vernik Uygulamaları	83
3.2.3.1.	<i>“R” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları.....</i>	83

3.2.3.2.	“Ü” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları.....	84
3.2.3.3.	“H” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları.....	86
3.2.3.4.	“K” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları.....	87
3.2.3.5.	“S” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları	88
3.2.4.	Poliüretan Vernik Uygulamaları.....	89
3.2.4.1.	“R” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları	89
3.2.4.2.	“Ü” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları.....	90
3.2.4.3.	“H” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları.....	92
3.2.4.4.	“K” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları.....	93
3.2.4.5.	“S” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları	94
3.2.5.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Örnekleme ve Analiz İşlemleri	96
3.2.5.1.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Örnekleme.....	96
3.2.5.2.	Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Gaz Kromatografisi Yöntemi ile Analiz Edilmesi	98
3.2.5.3.	Bacagazı Hızının Analiz Edilmesi.....	99
3.2.5.4.	Bacagazı Neminin Analiz Edilmesi	100
3.2.6.	Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Uygulaması	100
3.2.7.	Uygulanan Yüzey İşlem Performans Testleri.....	103
3.2.7.1.	Yapışma Testi	103
3.2.7.2.	Sertlik Testi.....	105
3.2.7.3.	Katman (Film) Kalınlığı Testi	105
3.2.7.4.	Parlaklık Testi	107
3.2.7.5.	Renk Testi	109
3.2.8.	İstatistiksel Analiz Yöntemleri.....	110
3.2.8.1.	Uyum Eksikliği Testi.....	110
3.2.8.2.	Düzeltilmiş Belirleme Katsayısı ($Adj-R^2$).....	111
3.2.8.3.	Varyans Analizi (ANOVA).....	112
3.2.8.4.	Tukey Testi.....	114
4.	BULGULAR.....	115
4.1.	UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN (UOB) ÖLÇÜM TESTLERİNE AİT BULGULAR	115
4.1.1.	Cilahane Bacası Ölçüm Sonuçlarına Ait Bulgular	115
4.1.2.	Tespit Edilen Uçucu Organik Bileşikler (UOB)	116
4.2.	POLİÜRETAN VERNİKLERE AİT UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB) ÖLÇÜM SONUÇLARI.....	117

4.2.1.1.	<i>“S” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları</i>	117
4.2.1.2.	<i>“R” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları.....</i>	118
4.2.1.3.	<i>“H” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları ...</i>	120
4.2.1.4.	<i>“K” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları ...</i>	122
4.2.1.5.	<i>“Ü” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları ...</i>	124
4.2.2.	Su Bazlı Verniklere Ait Uçucu Organik Bileşikler (UOB) Ölçüm Sonuçları	126
4.2.2.1.	<i>“S” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları</i>	126
4.2.2.2.	<i>“R” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları.....</i>	126
4.2.2.3.	<i>“H” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları</i>	128
4.2.2.4.	<i>“K” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları</i>	129
4.2.2.5.	<i>“Ü” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları</i>	129
4.3.	PERFORMANS TESTLERİNE AİT BULGULAR.....	131
4.3.1.	Yüzey Sertlik Performansının Değerlendirilmesi	131
4.3.1.1.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları...</i>	131
4.3.1.2.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	132
4.3.1.3.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	133
4.3.1.4.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	134
4.3.1.5.	<i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları...</i>	135
4.3.1.6.	<i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	136
4.3.1.7.	<i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	137
4.3.1.8.	<i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları</i>	138
4.3.2.	Katman (Film) Kalınlıklarının Değerlendirilmesi	138
4.3.2.1.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	139
4.3.2.2.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	140

4.3.2.3. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	141
4.3.2.4. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	142
4.3.2.5. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	143
4.3.2.6. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	144
4.3.2.7. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	145
4.3.2.8. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları</i>	146
4.3.3. <i>Parlaklık Değerlendirmesi</i>	146
4.3.3.1. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	147
4.3.3.2. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	148
4.3.3.3. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	149
4.3.3.4. <i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	150
4.3.3.5. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	151
4.3.3.6. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	152
4.3.3.7. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	153
4.3.3.8. <i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları</i>	154
4.3.4. <i>Renk Farklılıklarının Değerlendirilmesi</i>	154

4.3.4.1.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları</i>	155
4.3.4.2.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları</i>	156
4.3.4.3.	<i>Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (Entandrophragma cylindricum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları</i>	157
4.3.4.4.	<i>Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (Piptadeniastrum africanum) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları</i>	158
4.3.5.	Varyans Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	158
4.3.5.1.	<i>Yüzey Sertlik Direncinin Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>	159
4.3.5.2.	<i>Katman (film) Kalınlıklarının Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>	162
4.3.5.3.	<i>Parlaklık Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>	165
4.3.5.4.	<i>Renk Farkı Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>	167
4.3.5.5.	<i>Yapışma Direnci Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi</i>	169
4.4.	HIZLANDIRILMIŞ UV YAŞLANDIRMA TESTİNE AİT BULGULAR	173
4.4.1.	Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Sonucunda Bulunan Gri Skala Değerleri	173
4.4.1.1.	<i>“S” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	173
4.4.1.2.	<i>“R” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	175
4.4.1.3.	<i>“H” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	178
4.4.1.4.	<i>“K” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	180
4.4.1.5.	<i>“Ü” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	182
4.4.2.	Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Sonucunda Bulunan Gri Skala Değerleri	184
4.4.2.1.	<i>“S” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	184
4.4.2.2.	<i>“R” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	185
4.4.2.3.	<i>“H” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri</i>	187

4.4.2.4. “K” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri	188
4.4.2.5. “Ü” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri	190
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	192
KAYNAKLAR.....	204
EKLER	213
ÖZGEÇMİŞ	241



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Türkiye boya endüstrisi pazar durumu (BOSAD, 2015).	24
Şekil 2.2: Silindirlerin farklı yönlerdeki çalışma prensibi (Ozarska, 2003).	34
Şekil 2.3: Renklendirici silindir uygulamaları (Ozarska, 2003).	35
Şekil 2.4: İki başlıklı silindir makinası (Ozarska, 2003).	35
Şekil 2.5: Dolgu silindir sistemleri (Ozarska, 2003).	36
Şekil 2.6: Ters yönlü silindir sistemler (Ozarska, 2003).	37
Şekil 2.7: Alttan hazneli boya tabancası görünümü (Flexener, 2009).	38
Şekil 2.8: Havasız püskürtme boya uygulaması (Flexener, 2009).	39
Şekil 2.9: Film kalınlığı ölçüm metotları (Doğanay ve Kureli, 2015).	42
Şekil 2.10: Yapışma direnci için çapraz kesme yöntemi (Ali ve diğ., 1997).	43
Şekil 2.11: Ahşap üst yüzey işlem performansını ölçmek için uygulanan yaşlandırmada etkili olan faktörler (Gürleyen, 2018).	48
Şekil 2.12: Güneş ışığı ve UV-A 340 lambası ışığının dalga boyu analizi (Suits ve Hsuan, 2003).	49
Şekil 2.13: Ağaç malzeme yüzeyinde UV radyasyon ve rutubet etkisi ile meydana gelen bozulmanın şematik diyagramı (a: normal odun; b: yaşlandırmanın başlangıcında liflerin gevşemesi; c: lif kaybı; d: düşük yoğunluklu ilkbahar odununda oluklu görünüm) (Gürleyen, 2018).	50
Şekil 2.14: Uçucu organik bileşiklerin kaynakları (EPA, 2018).	54
Şekil 3.1: Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) mikroskobik yapısı özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	69
Şekil 3.2: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) mikroskobik yapısı (Erdin ve Bozkurt, 2013).	71
Şekil 3.3: Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) tomruk halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Pendik fabrikası).	73
Şekil 3.4: Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) kereste halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Pendik fabrikası).	74

Şekil 3.5: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) tomruk halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Pendik fabrikası).....	74
Şekil 3.6: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) kereste halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Pendik fabrikası).....	75
Şekil 3.7: 140*75*5 mm boyutlarına getirilmiş ahşap numunelere ait bir görünüm.....	81
Şekil 3.8: Altan hazneli boya püskürtme tabancasına ait bir görünüm.....	82
Şekil 3.9: Örnek ahşaplara vernik uygulama işlemlerine ait bir görünüm.....	82
Şekil 3.10: Gilian-gilair plus marka düşük akışlı hava çekiş pompasına ait bir görünüm.....	97
Şekil 3.11: Uçucu organik bileşiklerin Gilian-Gilair Plus cihazı yardımıyla aktif karbon sorbent tüplerine adsorbe edilmesine ait bir görünüm.	97
Şekil 3.12: Aktif karbon tüplerine ait bir görünüm.....	97
Şekil 3.13: Karbon tüplerinin şematik gösterimi (http://www.dtxcompany.com).....	98
Şekil 3.14: Gaz kromatografisi tekniği çalışma prensibi (Currell, 2000).	99
Şekil 3.15: Gaz kromatografisi (https://haliccevre.com/is-yerlerinde-voc-ucucu-organiz-bilesikler-olcumu/).....	99
Şekil 3.16: TECORA/Isostack G4 cihazına ait bir görünüm.	99
Şekil 3.17: KIMO/HD 200 nem ölçer cihazına ait bir görünüm.....	100
Şekil 3.18: ATLAS UV 2000 yaşlandırma test cihazına ait bir görünüm.	101
Şekil 3.19: TS 423-2 EN 20105-A02 “Tekstil-renk haslığının tayin metotları- kısım A02: solmanın değerlendirilmesinde gri skalanın kullanılması” (TSE Standartları).	102
Şekil 3.20: Açık renklerin gri skala değerlendirmesinde orijinaline göre solmasının görsel değerlendirmesi (EN 20105-A02).	102
Şekil 3.21: Koyu renklerin gri skala değerlendirmesinde orijinaline göre solmasının görsel değerlendirmesi (EN 20105-A02).	103
Şekil 3.22: Dolilerin ahşap numunelere yapıştırılması işlemine ait bir görünüm.....	104
Şekil 3.23: Positest-AT yapışma testi uygulamaları test cihazına ait bir görünüm.	104
Şekil 3.24: Yapışma testi sonrası elde edilen görünüm.	104
Şekil 3.25: Pendulum sertlik test cihazına ait bir görünüm.	105

Şekil 3.26: TQC PID III tahribatsız film kalınlığının belirlenmesi test cihazına ait bir görünüm.....	107
Şekil 3.27: Gloss metre yüzey parlaklık ölçüm cihazına ait bir görünüm.	107
Şekil 3.28: Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60°’de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri (Ayata ve Çakıcıer, 2017).....	108
Şekil 3.29: Hunterlab Miniscan EZ renk ölçüm test cihazına ait bir görünüm.....	109
Şekil 3.30: CIELab renk sisteminin gösterimi (Özgenç ve diğ., 2017).	109
Şekil 4.1: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	131
Şekil 4.2: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	132
Şekil 4.3: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	133
Şekil 4.4: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	134
Şekil 4.5: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	135
Şekil 4.6: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	136
Şekil 4.7: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	137
Şekil 4.8: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.....	138
Şekil 4.9: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.	139

Şekil 4.10: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.	140
Şekil 4.11: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.	141
Şekil 4.12: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.	142
Şekil 4.13: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.	143
Şekil 4.14: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.	144
Şekil 4.15: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.	145
Şekil 4.16: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.	146
Şekil 4.17: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.....	147
Şekil 4.18: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.....	148
Şekil 4.19: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.....	149
Şekil 4.20: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.....	150
Şekil 4.21: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.....	151
Şekil 4.22: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.....	152

Şekil 4.23: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.....	153
Şekil 4.24: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.....	154
Şekil 4.25: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.	155
Şekil 4.26: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma sonrası ortalama renk farkı değerleri.....	156
Şekil 4.27: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.	157
Şekil 4.28: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.	158
Şekil 4.29: Faktörlerin yüzey sertliği üzerine ana etkisi.	160
Şekil 4.30: Faktörlerin film kalınlığı üzerine ana etkisi.....	163
Şekil 4.31: Faktörlerin parlaklık üzerine ana etkisi.	166
Şekil 4.32: Faktörlerin renk farkı üzerine ana etkisi.	168
Şekil 4.33: Faktörlerin yapışma direnci üzerine ana etkisi.	171
Şekil 4.34: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	173
Şekil 4.35: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	174
Şekil 4.36: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	174
Şekil 4.37: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.....	174
Şekil 4.38: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	175
Şekil 4.39: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	175
Şekil 4.40: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	176

Şekil 4.41: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	176
Şekil 4.42: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	176
Şekil 4.43: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	177
Şekil 4.44: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	177
Şekil 4.45: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	177
Şekil 4.46: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	178
Şekil 4.47: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	178
Şekil 4.48: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	179
Şekil 4.49: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	179
Şekil 4.50: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	179
Şekil 4.51: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	179
Şekil 4.52: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	180
Şekil 4.53: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	180
Şekil 4.54: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	181
Şekil 4.55: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	181
Şekil 4.56: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	181
Şekil 4.57: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	181
Şekil 4.58: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	182
Şekil 4.59: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	182

Şekil 4.60: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	183
Şekil 4.61: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	183
Şekil 4.62: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	183
Şekil 4.63: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	183
Şekil 4.64: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	184
Şekil 4.65: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	184
Şekil 4.66: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	185
Şekil 4.67: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	185
Şekil 4.68: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	186
Şekil 4.69: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	186
Şekil 4.70: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	186
Şekil 4.71: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	186
Şekil 4.72: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	187
Şekil 4.73: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	187
Şekil 4.74: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	188
Şekil 4.75: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	188
Şekil 4.76: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	189
Şekil 4.77: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	189
Şekil 4.78: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.	189
Şekil 4.79: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	189
Şekil 4.80: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.	190

Şekil 4.81: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	190
Şekil 4.82: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.....	191
Şekil 4.83: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.	191



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Ahşap Malzeme yüzey işlemlerinin uygulama alanları (Kurtoğlu, 2000).	23
Tablo 2.2: Çeşitli kullanım yerleri için ağaç malzemelerin rutubet miktarları (Kurtoğlu, 2000).	30
Tablo 2.3: Radyasyon yoğunluklarının sınıflandırılması (Gürleyen, 2018).	47
Tablo 2.4: Normal kuru havanın doğal bileşimi (Karpuzcu, 2014).	52
Tablo 2.5: Sık rastlanan uçucu organik bileşikler ve kaynakları (Aydın, 2013).	54
Tablo 2.6: Uçucu organik bileşiklerin maruziyet sınır değerleri (1998 / 24 / EC, 2000 / 39 / EC, 1991 / 322 / EC, 2006 / 15 / EC ve 2009 / 161 / EU sayılı direktifleri).	60
Tablo 2.7: Organik buhar ve gaz emisyonları için sınır değerleri (www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).	63
Tablo 2.8: Organik buhar ve gazların sınıflandırılması (www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).	63
Tablo 2.9: Kütleli debiler (www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).	66
Tablo 2.10: Sürekli ölçüm yapılmasını gerektiren sınır değerleri (http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141220-2.htm).	67
Tablo 3.1: Sapelli, Sapele (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) ağaç türünün fiziksel özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	69
Tablo 3.2: Sapelli, Sapele (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	70
Tablo 3.3: Sapelli, Sapele (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) ağaç türünün kimyasal özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	70
Tablo 3.4: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) ağaç türünün fiziksel özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	72
Tablo 3.5: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	72
Tablo 3.6: Dabema (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).	72

Tablo 3.7: “R” marka su bazlı astar verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).....	76
Tablo 3.8: “R” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	77
Tablo 3.9: “Ü” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	77
Tablo 3.10: “H” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	77
Tablo 3.11: “K” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	77
Tablo 3.12: “S” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).....	77
Tablo 3.13: “R” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).....	78
Tablo 3.14: “R” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).....	79
Tablo 3.15: “Ü” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).	79
Tablo 3.16: “H” marka poliüretan verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	79
Tablo 3.17: “K” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).....	79
Tablo 3.18: “K” marka poliüretan verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).	79
Tablo 3.19: “S” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).	80
Tablo 3.20: “S” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).	80
Tablo 3.21: “R” marka su bazlı vernik uygulamaları.	83
Tablo 3.22: “Ü” marka su bazlı vernik uygulamaları.	85
Tablo 3.23: “H” marka su bazlı vernik uygulamaları.....	86
Tablo 3.24: “K” marka su bazlı vernik uygulamaları.	87
Tablo 3.25: “S” marka su bazlı vernik uygulamaları.	88
Tablo 3.26: “R” marka poliüretan vernik uygulamaları.	89
Tablo 3.27: “Ü” marka poliüretan vernik uygulamaları.	91
Tablo 3.28: “H” marka poliüretan vernik uygulamaları.	92
Tablo 3.29: “K” marka poliüretan vernik uygulamaları.	93
Tablo 3.30: “S” marka poliüretan vernik uygulamaları.	95
Tablo 3.31: Uçucu organik bileşiklerin ölçüm ve analiz yöntemleri.....	96
Tablo 3.32: Uçucu organik bileşiklerin ölçüm sırasındaki çevre şartları.	96

Tablo 3.33: Floresan-UV laboratuvar ışık kaynağına maruz bırakma (TS EN ISO 16474-3).	101
Tablo 3.34: Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Ayata ve Çakıcıer, 2017).	108
Tablo 4.1: Uygulama yapılan cilahane bacasına ait ölçüm sonuçları.....	115
Tablo 4.2: Uygulama yapılan verniklerde tespit edilen uçucu organik bileşikler.	116
Tablo 4.3: “S” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.	117
Tablo 4.4: “S” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.	117
Tablo 4.5: “R” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.	118
Tablo 4.6: “R” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.	119
Tablo 4.7: “H” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	120
Tablo 4.8: “H” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.....	121
Tablo 4.9: “K” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	122
Tablo 4.10: “K” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.....	123
Tablo 4.11: “Ü” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	124
Tablo 4.12: “Ü” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.....	125
Tablo 4.13: “S” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.	126
Tablo 4.14: “R” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.	126
Tablo 4.15: “R” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değerleri.....	127
Tablo 4.16: “H” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	128
Tablo 4.17: “H” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değerleri.....	128
Tablo 4.18: “K” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	129
Tablo 4.19: “Ü” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.....	129
Tablo 4.20: “Ü” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değerleri.....	129
Tablo 4.21: Yüzey sertlik direnci için varyans analiz sonuçları.....	159
Tablo 4.22: Film sertlik direnci, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	160
Tablo 4.23: Film sertlik direnci, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	161

Tablo 4.24: Film sertlik direnci, vernik türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	161
Tablo 4.25: Film sertlik direnci, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	161
Tablo 4.26: Film kalınlıkları için varyans analiz sonuçları.	162
Tablo 4.27: Film kalınlığı, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları. ...	163
Tablo 4.28: Film kalınlığı, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	164
Tablo 4.29: Film kalınlığı, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	164
Tablo 4.30: Film kalınlığı, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	164
Tablo 4.31: Parlaklık için varyans analiz sonuçları.	165
Tablo 4.32: Parlaklık, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	166
Tablo 4.33: Parlaklık, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	166
Tablo 4.34: Parlaklık, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	167
Tablo 4.35: Parlaklık, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	167
Tablo 4.36: Renk farkı için varyans analiz sonuçları.	167
Tablo 4.37: Renk farkı, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	169
Tablo 4.38: Renk farkı, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	169
Tablo 4.39: Renk farkı, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	169
Tablo 4.40: Yapışma direnci için varyans analiz sonuçları.	170
Tablo 4.41: Yapışma, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	171
Tablo 4.42: Yapışma, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	171
Tablo 4.43: Yapışma, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	172
Tablo 4.44: Yapışma, ağaç türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.	172
Tablo 4.45: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	173
Tablo 4.46: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	175

Tablo 4.47: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	178
Tablo 4.48: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	180
Tablo 4.49: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	182
Tablo 4.50: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	184
Tablo 4.51: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	185
Tablo 4.52: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	187
Tablo 4.53: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	188
Tablo 4.54: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.	190
Tablo 5.1: Uçucu organik bileşikler ve performans testleri sonuç değerleri tablosu.	200

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
----------	----------

μc	: Mikron
ΔE	: Renk Farkı
L	: Işık Stabilitesi
+a	: Kırmızı Işık
-a	: Yeşil Işık
+b	: Sarı Işık
-b	: Mavi Işık

Kisaltmalar	Açıklama
-------------	----------

AB	: Avrupa Birliği
UOB	: Uçucu Organik Bileşikler
VOC	: Volatile Organic Compound
MCQ	: Mikronize Bakır Kuat
BOSAD	: Boya Sanayicileri Derneği
UV	: Ultra Viyole
TİM	: Türkiye İhracatçılar Meclisi
EED	: Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
AR-GE	: Araştırma – Geliştirme
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ISO	: International Organization for Standardization
TS	: Türk Standartları
EN	: Europeane Norm
EPA	: ABD Çevre Koruma Ajansı
IAQ	: Indor Air Quality
PVA	: Polivinilasetat
LDN	: Lif Doygunluk Noktası
MSDS	: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
NIOSH	: The National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration

IOR	: Kartiller Arası Genişlik Değeri
MSE	: Mean Square Error
MSB	: Mean Square Between
SN	: Saniye
DK	: Dakika
PÜ	: Poliüretan
SB	: Su Bazlı
YÖ	: Yaşlandırma Öncesi
YS	: Yaşlandırma Sonrası
TVOC	: Toplam Uçucu Organik Bileşikler
SKHKKY	: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
CIELAB	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
n	: Örnek Sayısı
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
mm	: Milimetre
EC	: European Community
HKDY	: Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi
HKKY	: Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği
GC	: Gaz Kromatografisi
FID	: Alev İyonlaşma Dedektörü

ÖZET

DOKTORA TEZİ

AHŞAP YÜZEY İŞLEM UYGULAMALARINDA ÇERVE-PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: KENT MOBİLYALARI ÖRNEĞİ

Umut GENÇ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

Ahşap yüzey işlem uygulamalarında performans önemli bir faktör olmakla beraber, günümüz koşullarında artan çevresel duyarlılıklar ve beklentiler çerçevesinde, çevre-performans değerlendirmelerinin birlikte yapılması çok daha önemli bir hale gelmiştir. Özellikle kent mobilyaları, artan kent nüfusuna paralel olarak yaşam kalitesini yükseltme beklentilerinin karşılanmasındaki en temel araçlardan biridir. Bu çalışmada; ahşap esaslı kent mobilyaların (banklar, kır masaları, çocuk oyun grupları, pergolalar, kameriyeler vb.) üretim sürecinin en önemli aşamalarından birini oluşturan yüzey işlem uygulamalarının çevre-performans ilişkisinin; poliüretan ve su bazlı vernikler ile yapılan uygulamalar esnasında tespit edilen uçucu organik bileşiklerin emisyon oranlarının ölçülmesi ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaçla kent mobilyaları üretiminde yaygın olarak kullanılan sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) yapraklı ağaç türleri test materyalleri olarak belirlenmiştir. Yüzey işlem araçları olarak 5 farklı vernik firmasından poliüretan ve su bazlı vernikler seçilmiştir. Uygulama sürecinde açığa çıkan ve çevreye zarar verebilecek uçucu organik bileşikler (UOB) tespit edilerek, emisyon değerleri ölçülmüştür. Daha sonra ahşap

numuneler laboratuvar ortamında hızlandırılmış UV-yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Kontrol ve deney örneklerinin yüzeylerinde sertlik, film kalınlığı, parlaklık, renk farkı ve yapışma direnci testleri yapılarak performans değerleri belirlenmiştir. Yüzey işlem uygulamaları sırasında kullanılan verniklerin çevre-performans ilişkisi ise istatistiksel yöntemlerden; Varyans analizi (ANOVA), Tukey testi, Uyum Eksikliği testi ve Düzeltilmiş Belirleme Katsayısı ($Adj-R^2$) değerleri kullanılarak saptanmıştır. Sonuçlar performans odaklı değerlendirildiğinde; uygulanan poliüretan ve su bazlı verniklerin birbirlerine göre üstünlük sağladığı performans özellikleri tespit edilmiştir. Poliüretan verniklerin yaşlandırma sonrası sertlik ve parlaklık performansları iyi iken, su bazlı verniklerin ise film kalınlığı, renk ve yapışma performans değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Poliüretan verniklerin sertlik değeri yaşlandırma öncesi ortalama 115,9 sn., yaşlandırma sonrası 79,403 sn., su bazlı verniklerin ise yaşlandırma öncesi ortalama 114,92 sn., yaşlandırma sonrası 75,406 sn. olarak belirlenmiştir. Su bazlı verniklerin yapışma değeri yaşlandırma öncesi 2,885 MPa, yaşlandırma sonrası 1,18 MPa, poliüretan verniklerin ise yaşlandırma öncesi 3,13 MPa, yaşlandırma sonrası 1,05 MPa olarak belirlenmiştir. Ayrıca sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün su bazlı vernikler ile kullanılması durumunda parlaklık ve renk değerlerinin güzel sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yaşlandırma testi uygulamalarından sonra ise tüm performans değerlerinin azaldığı görülmüştür. Çevresel odaklı sonuçlar değerlendirildiğinde; poliüretan vernik uygulamalarında tespit edilen uçucu organik bileşiklerin (UOB) emisyon değerlerinin, su bazlı verniklerde tespit edilen UOB'lerin emisyon değerlerine oranla oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Poliüretan verniklerde tespit edilen UOB'lerin toplam emisyon oranı 53,63 mg/Nm³ bulunurken, su bazlı verniklerde ise sadece R markasında UOB değeri tespit edilmiş olup, emisyon değeri 0,0057 mg/Nm³ olarak ölçülmüştür. Diğer verniklerin ise tespit edilen UOB emisyon değerleri cihaz okuma limitinin (<0,0035 mg/Nm³) altında kaldığından ölçümü yapılamamıştır. UOB'lerin toplam emisyon oranları dikkate alındığında elde edilen değerlerin yönetmelikte yer alan sınır değerleri sağladığı belirlenmiştir. Sonuçlar çevre-performans odaklı birlikte değerlendirildiğinde; UOB emisyon değerlerinin minimum olarak gözlemlendiği, insan ve çevre sağlığı bakımından daha zararsız olan su bazlı verniklerin tercih edilmesi durumunda da elde edilen performans değerlerinin iyi derecede olduğu tespit edilmiştir.

Haziran 2019, 272 sayfa.

Anahtar kelimeler: Ahşap kent mobilyası, yüzey işlem, çevre-performans ilişkisi, vernik, uçucu organikler.

SUMMARY

Ph.D. THESIS

ENVIRONMENT-PERFORMANCE EVALUATION IN WOOD SURFACE TREATMENT APPLICATIONS: THE CASE OF URBAN FURNITURE

Umut GENÇ

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Forest Industry Engineering

Supervisor: Prof. Dr. K. Hüseyin KOÇ

Although, performance is an important factor in wood surface treatment applications, nowadays it has become more important to perform environmental-performance evaluations together with increasing environmental sensitivities and expectations. In particular, urban furniture is one of the most basic means of meeting the expectations of improving the quality of life in parallel with the increasing urban population. In this study, the environmental-performance relationship of surface treatment applications, which constitute one of the most important stages of the production process of wood based urban furniture (benches, picnic tables, kids playground groups pergolas, gazebo etc.); The aim of the present study is to determine the emission rates of volatile organic compounds detected during applications with polyurethane and water based varnishes. For this purpose, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) and dabema (*Piptadeniastrum africanum*), which are widely used in the production of urban furniture, were determined as test materials. Polyurethane and water based varnishes were selected from 5 different varnish companies as surface treatment tools. Volatile organic compounds (VOCs) that were released during the application process and could be harmful to the environment were

determined and emission values were measured. Then, the wood samples were subjected to accelerated UV-aging testing in the laboratory. Hardness, film thickness, gloss test, color difference and adhesion resistance tests were performed on the surfaces of the control and test samples and their performance values were determined. Environmental effects of varnishes used in surface treatment applications and its relationship with surface treatment performance are among the statistical methods; Variance analysis (ANOVA), Tukey test, Lack of fit test and Corrected Determination Coefficient (Adj-R²) values were determined.

When results are evaluated in terms of performance; It is determined that polyurethane and water based varnishes which are applied for wood surface treatments are superior to each other. Polyurethane varnishes have good hardness and gloss performance after aging, while water based varnishes have better film thickness, color and adhesion performance values. The hardness value of polyurethane varnish was found to be 115.9 sec. after aging, 79,403 sec. after aging and 114,92 sec. before aging, and 75,406 sec. after aging. The adhesion value of water based varnishes was 2,885 MPa before aging, 1,18 MPa after aging and 3,13 MPa before aging and 1,05 MPa after aging. In addition, the use of sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) tree species with water-based varnishes yields good results. After the aging test, all performance values decreased.

When environmental oriented results are evaluated; emission values of VOCs detected in polyurethane varnish applications were found to be significantly higher than VOCs detected in water-based varnishes. The total emission rate of the VOCs determined in the polyurethane varnishes was 53,63 mg / Nm³, whereas in the water-based varnishes only the R brand value was determined and the emission value was measured as 0.0057 mg / Nm³. In the other varnishes, the measured VOCs emission values could not be measured because the device reading limit was below (<0.0035 mg / Nm³). It has been seen that the obtained values provided the limit values in the regulation. When the results are evaluated together with environment-performance oriented; VOC emission values were observed to a minimum and the performance values obtained were also good if water-based varnishes which are more harmless to human and environmental health were preferred.

June 2019, 272 pages.

Keywords: Wood urban furniture, surface treatment, environment-performance relationship, varnish, volatile organics.

1. GİRİŞ

1.1.AHŞAP MALZEME

Ahşap malzeme insanın yaşamında ve kültürünün gelişme süreci içerisinde önemli bir yere sahip olarak binaların çeşitli kısımlarında taşıyıcı elemanlar, dış cephe kaplamaları, döşeme ve çatı malzemeleri, endüstriyel konstrüksiyonlarda köprüler, traversler, iskeleler, cadde ve parklarda kent mobilyaları olarak pek çok alanda kullanılmaktadır (Erdin, 2003).

Organik bir yapıya sahip olan ahşap malzemenin günümüzde tüketiminin ciddi boyutlara ulaştığı gözlemlenmektedir. Bu sebeple ahşap malzemenin gerek kısıtlı orman kaynakları ve gerekse de estetik değerleri göz önünde bulundurularak zararlı etkenlere karşı korunabilmesini sağlamak için üst yüzey işlem uygulamaları büyük önem arz etmektedir (Ulay ve Budakçı, 2015).

Diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, yoğunluk bakımından düşük seviyelerde olmasına rağmen, kolay taşınabilirliği ve işlenebilirliği, işleme esnasında enerji tüketiminin minimum seviyelerde olması, yüksek dirençli olması, elektrik, ses ve ısıyı az iletmesi, kimyasal maddelerden etkilenme oranının düşük seviyelerde olması, değişik renk ve desenlerde olabilmesi yanında renklendirme, vernikleme gibi üst yüzey işlemleri uygulanarak görsel ve estetik bakımdan iyi duruma getirilebilmesi gibi avantajlarıyla ahşap malzeme çok tercih edilen materyal olarak karşımıza çıkmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Ahşap malzemenin bu olumlu özelliklerinin yanında organik, anizotrop, higroskopik ve heterojen bir yapıya sahip olması nedeniyle kolay yanabilmekte, havanın rutubetine bağlı olarak boyutlarında belli ölçülerde değişimler meydana gelebilmekte, böcek ve mantar zararlıları tarafından zarar verilebilmekte ve güneş ışınlarına maruz kalması sonucunda malzemede renk değişimleri gözlemlenmektedir. Ahşap malzemenin bu tür olumsuz taraflarını en aza indirebilmek için kullanım yerlerine bağlı olarak bazı önlemler alınması gerekmektedir. Ahşap malzemenin yüzeyine koruyucu birtakım işlemler uygulanması, malzemenin korunması için alınan önlemlerden biridir (Özen ve Sönmez, 2012).

Ağaç malzeme higroskopik, anizotrop ve gözenekli bir yapıda olması fiziksel, mekaniksel ve estetik özellikleri ile gerek iç gerekse dış ortamlarda kullanılan önemli bir yapı elemanıdır. Ağaç malzemenin dış etkenlere karşı dayanımını arttırmak için korunması gerekmektedir (Budakçı, 1997). Ağaç malzeme doğrama, mobilya ve ahşap yapıların hammaddesini meydana getirmekte olup, ağaç malzeme yetiştirme yeri şartları, gövde yapısı, kesme ve diğer üretim yöntemlerine göre türler arasında olduğu gibi aynı tür içerisinde dahi farklı özellikler barındırabilmektedir. Ağaç malzemenin doğal ve üretim karakteristikleri yüzey işlem performansını etkilemektedir. Özgül ağırlık, rutubet oranı, yıllık halka yapısı, budaklar, ekstraktifler vb. doğal karakteristikler, lif yönü, tekstür, kuruma vb. ise üretim karakteristikleri arasında gösterilmektedir (Malkoçoğlu ve Özdemir, 2006).

Bahçe mobilyaları, çit direkleri, pergolalar, kameriyeler ve ahşap evler gibi dış ortamda herhangi bir koruyucu işlem uygulanmadan kullanılan ahşap esaslı ürünlerin yüzeylerinde ışık, iklim, sıcaklık gibi abiyotik faktörlerin etkisiyle 0.05-2.5 mm aralıklarında değişimler gerçekleşmektedir. İlk olarak renk değişimi ile başlayan değişimler daha sonraki safhalarda fiziksel, kimyasal ve anatomik yapıda da görülmektedir. Açık hava koşullarına bağlı olarak meydana gelen bu değişimlerin önlenmesi amacıyla yüzeyde film tabakası oluşturan boya ve vernik uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Güneş ışınlarına karşı özellikle boyalar etkin bir koruma sağlamasına rağmen, zamanla kabarmakta, çatlamakta ve soyulmaktadırlar. Bu gibi durumlarda mantarlar için uygun yaşam koşulları oluşmaması için ahşap malzemenin yüzeyi tekrardan boyanmalıdır. Üst yüzey işlemlerinde kullanılan vernik uygulamalarının boya uygulamalarına göre ömrünün daha kısa olduğu belirtilmiştir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Ağaç malzemeye uygulanan yüzey işlem sistemleri malzemeyi dış hava koşullarında bozulmalara karşı korumakta, yüzey işlem sistemlerinde bulunan renk maddeleri ve pigmentler ağaç malzemeyi katalize ederek güneşten gelen UV ışınlarına karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Banklar ve çitler gibi dış ortamlarda olumsuz hava koşullarına karşı kullanılan ağaç malzemenin kullanım ömrünün genelde çok olmadığı söylenmesinin yanında, bu durumun en önemli nedenleri olarak malzemenin doğrudan yağmur, kar, güneş gibi dış koşullara maruz kalması, zemine yakın yerleştirilmesi veya direk zemin üzerine monte edilmesi olarak gösterilmektedir (Williams ve diğ, 1990).

1.2.KENT MOBİLYALARI

Şehirlerin herhangi bir peyzaj alanında veya mekânında kullanıcıların konfor, bilgi, güzel vakit geçirme ve kontrollü dolaşım gibi ihtiyaçlarına karşılık verecek şekilde yerleştirilmiş elamanlara “Kent Mobilyaları” denir. Büyük ölçüde dış ortamlar ve açık alanlarda kullanılan kent mobilyalarının kullanım ömrünün daha uzun olması, maruz kalacağı her türlü hava koşullarına, vandalizme ve trafik etkilerine karşı dayanıklı, sağlam ve güvenilir yapıda olması gerekmektedir (Gürsoy, 2011).

Kent peyzajı, kent içerisindeki doğal ve yapay çevrenin birlikteliği ile meydana gelmektedir. İçinde yaşadığımız yapay çevrenin oluşmasını sağlayan en önemli öğelerden biri kent mobilyalarıdır. Kent mobilyaları işlevsel olmalarının yanında, kentlinin toplumsal ve bireyler arasını iletişimi kolaylaştıran, bulundukları alanlara estetik ve görsel açıdan olumlu ya da olumsuz özellikler kazandıran ve kamu alanlarında yer alan elemanlardır (Aksu, 1998).

Dış mekân kentsel donatı elemanlarında kullanılacak ahşap malzemenin dayanıklı ve uzun ömürlü olması oldukça önem arz etmektedir. İğne yapraklı ağaçlardan özellikle çam vb. ağaç türleri dış etkenler tesiri altındaki yapı kısımlarında, ladin göknar gibi ağaç türleri ise iç kısımlarda kullanılmaktadır. Yapraklı ağaç türlerinden ise meşe ve kayın türleri oldukça uygun olmasının yanında bank, pergola, kameriye gibi mukavim gerektiren ürünlerde 1. sınıf ahşap malzemenin kullanılması daha uygun olmaktadır (Aykut, 1997).

Günümüzde Kent mobilyasında ahşap malzeme kullanımı ve seçimi ile ilgili yapılan çalışmalarda; kent mobilyası üreticilerinin yaklaşık %60 oranında Marmara bölgesinde faaliyet gösterdikleri, üreticilerin birçok ürün grubunda uzman seviyede oldukları, kent mobilyası talebinin en çok belediyeler tarafından yapıldığı ve bu taleplerin hemen hemen tamamının yurt içinde üretim yapan firmalardan temin edildiği tespit edilmiştir. Ancak üreticiler hammadde ihtiyacının yaklaşık %65’lik kısmını yurt dışından karşıladıkları ve ülkemizde de ahşap türü olarak en çok sapelli, ireko, tik ve çam türlerinin kullanıldığı belirtilmiştir (Dilik ve Gürsoy, 2017).

Türkiye’de peyzaj uygulamalarında kullanılan ahşap malzemeler hakkında yapılan araştırmalarda ise ahşabın peyzaj sektörü için önemli bir donatı malzemesi olmasının kaynağında fiziksel, mekanik ve teknolojik üstünlüklerinin ön plana çıkması olduğu belirtilmiştir. Bu özelliklerin yanında ahşap malzeme; renk, doku ve form çeşitliliği, işlenme

kolaylığı, hafif olması, doğa ile ahenk içinde olması, ekonomik olması, geri dönüşümünün kolaylığı ve diğer malzemelerle uyum içinde kullanılabilmesi gibi özellikler ahşap malzemenin tercih edilme olasılığını diğer peyzaj donatılarına göre arttırdığı sonucuna varılmıştır (Karadağ ve diğ., 2017).

Kent mobilyaları üst yüzey işlemleri açısından önemli bir yere sahip ve gittikçe yaygınlaşan uygulama alanlarından birisidir. Yaşamın kentlerde hızlı bir şekilde yoğunlaşmasının da etkisiyle son yıllarda kent mobilyalarına olan ihtiyaç hızla artmaktadır. Kent mobilyaları sınıfına giren özellikle banklar, kır masaları, çocuk oyun grupları, kameriyeler ve pergolaların üretiminde büyük ölçüde ahşap malzeme kullanılmaktadır. Kent mobilyalarında meydana gelen bu artışa paralel olarak üretimde kullanılan ahşap malzemenin teknik, estetik, uzun ömürlü ve çevresel beklentilere karşılık vermesi gerekmektedir.

Tezin temel amacı; kent mobilyası üretiminde kullanılan ahşap malzemelerin özellikle üst yüzey işlemleri açısından yüzey işlem maddelerinin çevreye olan etkisi ve bu etkinin yüzey işlem performansı ile olan ilişkisinin ortaya konmasıdır.

Tezin önemi; günümüzde ahşap malzemenin kullanıldığı birçok alanda değişik tür ve yapıya sahip olan boya/vernük koruyucuları kullanılmaktadır. Kullanılan koruyucuların özellikleri geliştirilirken çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri de en düşük seviyede tutulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda yapılan ürün geliştirmeleri ile ahşap malzemenin en iyi derecede korunması sağlanmaya çalışılırken estetik ve teknolojik özellikleri de aynı zamanda dikkate alınması gerekmektedir.

Ülkemizde tüketilen vernüklerin büyük bir bölümü solvent içerikli ürünlerdir. Ancak gerek 1970 yılında ABD’de imzalanmış olan temiz hava anlaşması (clean air act), gerekse de AB uyum yasaları çerçevesinde uygulamaya konulan direktifler ile üst yüzey işlemleri sırasında uygulanan kimyasallardan ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin (UOB) azaltılması ve önümüzdeki yıllarda tahmin edilen limit değerlerinin düşük seviyelerde tutulması gibi amaçlarla alternatif vernük ve boyaların önemi artmıştır. Ahşap yüzey işlem uygulamaları malzemeye görsellik ve koruma açısından önemli bir değer kazandırırken, uygulama sürecinde istenmeyen çevresel riskler de oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde ortaya çıkan çevresel değerlerin (UOB vb.) ve bu değerlerin uygulanan yüzey işlem malzemesine göre performans etkisinin bilinmesi ile bu alandaki literatüre ve uygulamalara önemli katkılar sağlanabilecektir.

Bugün için ahşap malzemenin yapısal nitelikleri ve yüzey işlem maddelerinin temel kimyasal karakteristikleri bilinir bilgi kümeleridir. Ancak uygulanan yöntem ve koşullarına bağlı olarak bu bilgi kümelerinin bir araya getirilmesi önemli bir ihtiyaçtır. Özellikle kent mobilyaları üretiminde kullanılan ahşap malzemeler yoğun yüzey işlem gerektiren mobilya türleridir. Kent mobilyasından beklenen yüzey işlem özelliklerine göre uygun işlemlerin belirlenmesinde ve amaca uygun yüzey işlem malzemenin seçilmesinde araştırma sonuçlarının önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle dış hava koşullarına bağlı olarak yüzey işlem uygulanmış ahşap malzemenin yapısının arzu edilen süre içerisinde koruması için uygulanan yüzey işlem uygulamalarının etkinliğinin önemli olduğu, bu amaçla yaşlandırma ve diğer yüzey işlem testleri ile elde edilecek sonuçlardan sağlanacak ilişkisel değerlerin doğru uygulamalar için önemli bir altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

Tezin kapsamında kent mobilyaları üretiminde oldukça sık kullanılan, dış ortam hava koşullarına dayanıklı egzotik ağaç türlerinden sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dahoma – dabema (*Piptadenia africana*) örnekleri kullanılmıştır. Bu farklı iki ağaç türünden elde edilen ahşap malzeme örnekleri üst yüzey işlemlerine hazır hale getirilerek, uygun ortam şartlarında üzerlerine 5 farklı markanın poliüretan vernikleri ve bu verniklere alternatif çevre odaklı 5 farklı markanın su bazlı vernikleri ile uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar esnasında açığa çıkan uçucu organik bileşikler ölçülerek emisyon oranları tespit edilmiştir. Yüzey işlem performansı ise üst yüzey işlem uygulamaları tamamlanmış örneklerin yaşlandırma testi koşullarına bağlı olarak renk, parlaklık, yapışma, sertlik ve katman kalınlıklarının belirlenmesi ile tayin edilmiştir. Yüzey işlem uygulamalarının çevreye olan ilişkisi ise uçucu organik bileşiklerin (UOB) tespiti, oranlarının hesaplanması ve ahşap malzemelerin performans testlerinin belirlenip, istatistiksel yöntemler kullanılarak karşılaştırılması ile belirlenmiştir.

Çalışma giriş, genel kısımlar, malzeme ve yöntem, bulgular, tartışma ve sonuç olmak üzere 5 ana başlıktan oluşmaktadır.

Çalışmanın giriş bölümünde; ahşap malzeme ve kent mobilyaları, tezin önemi, katkısı, amacı ve tez çalışmasının kapsamından özet olarak bahsedilmiştir.

Çalışmanın genel kısımlar bölümünde; literatür özeti başlığı altında tezin yazım tarihine kadar ilgili konularda yapılmış olan çalışmalardan, ahşap malzeme üst yüzey işlemleri hakkında genel bilgilerden, ahşap malzeme yüzey işlem performansını etkileyen faktörlerden, yüzey işlem

uygulama metotlarından, yüzey işlem performansını belirleyen yöntemlerden ve uçucu organik bileşiklerden (UOB) bahsedilmiştir.

Malzeme ve yöntem kısmında; çalışmada kullanılan tüm deney elemanları, ham maddeler, kullanılan cihazlar, deneysel uygulamalar ve istatistiksel analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Bulgular bölümünde tüm bu test sonuçlarından elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Tartışma ve sonuç bölümünde; elde edilen bu istatistiksel sonuçlar değerlendirilerek sonuç ve öneriler ortaya konulmuştur.



2. GENEL KISIMLAR

2.1.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Özen ve Sönmez (1996) meşe (*Quercus petraea* L.), kestane (*Castanea sativa* M.), kayın (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus silvestris* L.) olmak üzere 4 farklı ağaç malzeme yüzeyine selülozik, sentetik, asit sertleştiricili, poliüretan vernikler ile beyaz opak sentetik boyayı sürerek yapmış oldukları çalışmada; örnekleri yüzleri 45° açıyla güneşe bakacak şekilde bırakarak 22 ay boyunca incelemişlerdir. Denemelerde sertlik farklılaşması göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma sonucunda bütün verniklerin sertliklerinde artış meydana gelirken, sentetik boyada bu durum gerçekleşmemiştir. En fazla sertlik artışı ise sentetik verniklerde olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, meşe (*Quercus petraea* L.), kestane (*Castanea sativa* M.), kayın (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ağaçlarından elde edilen örneklerle asit sertleştiricili, tek bileşenli, çift komponentli poliüretan, selülozik, sentetik türde vernikleri uygulanarak, 20 °C'deki soğuk suda 2, 24, 48, 72 ve 144 saatlik periyotlar ile bekletilmiş olup, numunelerin ağırlık, kalınlık ve genişliklerinde artışlar belirlenmiştir. Sonuç olarak meşe numunesine uygulanan çift komponentli poliüretan vernik diğer numunelere göre en iyi su geçirgenlik dayanımı ortaya koyduğu belirtilmiştir (Bulut, 1996).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus petraea* L.) ağacı örneklerine sentetik, poliüretan ve akrilik vernikler ile farklı kalınlıklarda üst yüzey işlemleri uygulanmış olup, katman kalınlığının parlaklık, sertlik ve yüzeye yapışma direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 3. kat uygulamalarında katman kalınlığının fazla olmasının sertlik üzerinde bir etkisi olmadığını, ancak parlaklık derecesinin arttığını tespit edilmiş olup, polimerik esaslı vernik uygulamalarında ise katman kalınlığının fazla olması yüzeye yapışma direncini arttırıcı etkide olduğu belirtilmiştir (Budakçı, 1997).

Peker (1997) yaptığı çalışmasında dış ortam şartlarına bırakılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* mili) ağaç türlerinden aldığı örneklere emprenye işlemi yaptıktan sonra yüzeylerine sentetik ve poliüretan vernik uygulayarak, bu uygulamaların sertlik, renk, yapışma, mikroskobik değişim ve ağırlık kayıplarına etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, en iyi sertlik performans değeri her iki ağaç türünde de poliüretan vernikte görüldüğünü, dış ortam koşullarındaki renk değişimlerine karşı ise kestane ağaç türünün tercih edilmesinin uygun olduğunu belirtmiştir.

Yakın (2001) tarafından yapılan çalışmada 3 farklı ağaç türünden elde edilen deney numuneleri üzerinde fırça, rulo ve püskürtme tabancası yöntemlerini kullanarak su bazlı vernik uygulamaları yapılmış olup sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemeti araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, su bazlı cila uygulaması yapılan örneklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin, solvent bazlı verniklerle karşılaştırıldığında daha düşük çıktığı belirlenmiştir. Ayrıca uygulama farklılıklarının da verniğin fiziksel özelliklerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Ülkemizde ticari türde önem arz eden 5 farklı ağaç türünden alınan örneklerle üst yüzey işlem maddeleri olarak akrilik, selülozik ve poliüretan bazlı olmak üzere 3 farklı vernik türü uygulanarak, örnekler üzerinde hava kurusu yoğunluk, pürüzlülük, çizilme, yapışma direnci, kuru film kalınlığı, parlaklık derecesi ve ultramikroskopik ölçümler yapılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucuna göre; akrilik verniğin direnç özellikleri diğer vernik türlerine göre daha yüksek, yüzey düzgünlüğünün artmasıyla birlikte çizilme direnci hariç diğer değerlerin oranlarında artış olduğu belirtilmiştir (Özdemir, 2003).

Budakçı (2003) yapmış olduğu çalışmasında ahşap malzeme yüzeylerine uygulanan su bazlı verniklerin yapışma direncinin poliüretan bazlı ve akrilik vernik türlerine oranla daha düşük oranda olduğunu belirlemiştir. Yapılan testlerde özellikle meşe örneklerinde gözlenen renk değişimlerinin su bazlı verniğin meşe odununun içerdiği tanen maddeleri ile kimyasal bir reaksiyon göstererek meydana geldiğini, ayrıca su bazlı verniklerin içeriğinde bulunan katı madde oranının düşük seviyede olmasından dolayı ahşap malzeme yüzeylerinde poliüretan ve akrilik vernik türlerine göre oldukça ince formda vernik katmanı verdiğini tespit etmiştir.

Sarıca (2006) yapmış olduğu çalışmasında doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam ve Uludağ göknarı olmak üzere 4 farklı ağaç türü örneklerine öncelikle borik asit, boraks ve borik asit + boraks kimyasalları ile emprenye işlemi uyguladıktan sonra su bazlı, sentetik ve asit sertleştiricisi içeren vernikler uygulayarak aşınma ve sertlik oranlarını tespit etmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda sertlik değeri en düşük sentetik vernikli sarıçam, en yüksek ise asit sertleştiricili doğu kayını örneklerinde olduğunun yanında, emprenye maddelerinin sertlik değerlerini arttırdığını belirlemiştir. Örneklerde aşınma değeri en düşük oranda borik asit ile emprenye uygulaması yapılmış sarıçamın su bazlı örneklerinde, en yüksek oran ise borik asit + boraks ile emprenye işlemi gerçekleştirilmiş doğu kayınında olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi üzerinde ağaç

malzemenin yüzeyinde meydana gelen parlaklık, sertlik ve renk değişimi özelliklerinin etkisini belirlemek için Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaç türlerine öncelikle protim WR-230 ve imersol aqua kimyasallarını emprenye etmiş olup, daha sonra bu örneklerle poliüretan ve su bazlı vernikler uygulanmıştır. Test uygulamaları sonucunda, emprenye maddelerinin ağaç malzemenin yüzey parlaklığı, sertliği ve renk değişimlerini üzerinde etkisi olduğunu, ancak vernikleme işleminden sonra bu etkinin vernik türüne bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; ağaç malzemenin üst yüzey uygulamalarının mekaniksel etkilerle karşı karşıya kalabileceği yerlerde poliüretan vernik, renk değişimlerinin olabileceği düşünülen yerlerde ise su bazlı verniklerin kullanılması önerilmiştir (Soylamış, 2007).

Çakıcıer (2007) yapmış olduğu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ireko (*Chlorophora excelsa*) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ağaç malzemelerine tek ve çift bileşenli su bazlı vernikler uyguladıktan sonra, örnekleri hızlandırılmış yaşlanma testine tabi tutarak, vernik katmanına ilişkin performans özelliklerini belirlemiştir. Çalışanın sonucunda ağaç malzeme örneklerinin sertlik değerleri ve yüzeye yapışma dirençlerinde artışlar kaydedildiği, numunelerin hızlı yaşlandırma testine tabi tutulmadan önce yapışma direnci ve sertlik değerleri düşük oranlarda iken, yaşlandırma testinden sonra vernik katmanlarındaki küreleşme etkisinin devam etmesine bağlı olarak direnç ve sertlik değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Ancak hızlandırılmış yaşlanma testine tabi tutulan deney numunelerinin parlaklık, yüzey pürüzlülük ve renk değişimi değerlerinde yaşlandırma uygulaması sonunda kayda değer düşmeler gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Rutubet değerleri %8, %10, %12 olan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ağaçlarından elde edilen örneklerle üst yüzey işlemleri olarak su bazlı vernikler uygulanmıştır. Daha sonra ağaç türleri ve rutubet oranlarının verniklerin parlaklık, sertlik ve renk değişimleri ile yüzeye yapışma direncine etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, toplam renk değişimi en çok %12 rutubet oranında su bazlı vernik uygulanmış sarıçam ağaç türünde, en az renk değişimi ise %8 rutubet oranında su bazlı vernik uygulanmış doğu kayını türlerinde tespit edilmiştir. Sertlik değeri en yüksek %8 ve %10 rutubette vernikleme yapılmış doğu kayını örneklerinde, en düşük değer ise %8 rutubette vernik işlemi uygulanmış sarıçam örneklerinde belirlenmiştir. Parlaklık derecesi değerleri bakımından en yüksek değer %8 ve %10 rutubet miktarlarında vernikleme işlemi gören sarıçam örneklerinde, en düşük değer ise

%12 rutubette işlem gören doğu kayını örneklerinde görülmüştür. Yüzeye yapışma direnci ölçümlerinde ise ağaç türü ve rutubet miktarı oranları önemsiz bulunmuştur (Pelit, 2007). Aynı şart ve uygulamalarda yapılan başka bir çalışmada ise farklı rutubet oranlarındaki ağaç malzemelere uygulanan verniklerin yüzeye yapışma direncine, ağaç türü ve rutubet oranlarının etkisi önemli bulunarak, en yüksek yapışma direncinin %8 rutubet oranıyla meşe ağacı örneklerine uygulanan poliüretan bazlı vernikte olduğu tespit edilmiştir (Bayram, 2004).

Ordu (2007) yaptığı çalışmada açık hava koşullarının ahşap malzemenin özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla emprenye maddeleri kullanmış olup, hazırlanan örnekler üzerinde mekanik deney uygulamaları yaparak, ahşabın fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Çalışma sonucunda, PVA tutkalının kullanımının lamine edilmiş sarıçam numunelerinde uygun olmadığı, PVA tutkalının yerine mekanik özelliklere olumlu etkisi olan poliüretan tutkalı kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Emprenye işlemi uygulanmayan örneklerin mekanik değerlerinde yüksek miktarlarda azalmalar meydana gelmesine rağmen emprenye işlemi uygulanmış deney numunelerinin tümünde önemli bir değişimin gerçekleşmediği, her iki emprenye maddesinin de yeterli düzeyde koruma sağladığı tespit edilmiştir.

Yalınkılıç (2008) yaptığı çalışmada su bazlı verniklerin, suda çözünen ağaç boyaları ile renklendirilen bazı ağaç malzemelerin renginde meydana getirdiği değişiklikleri araştırmıştır. Bazı ağaç malzemelerinden alınan numuneler boya, hazır karışımlar ve kimyasal boyalar ile renklendirildikten sonra tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler ile üst yüzey işlemlerine tabi tutularak numunelere uygulanan renklendirici ve üst yüzey işlem verniklerinin renk değiştirici etkisi tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, ağaç malzemedeki kahve renk tonunun istenildiği yerlerde kimyasal boya ile renklendirilmiş ve iki bileşenli su bazlı üst yüzey işlem maddesi uygulanmış kayın ağaç türünün kullanımı tavsiye edilmiştir.

Akgün (2008) yaptığı çalışmada kayın (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus robur* L.) ağaç türünden elde edilmiş ve standartlara uygun olarak hazırlanmış numunelerin üzerine “selülozik vernik, poliüretan vernik, polyester vernik, sentetik vernik ve nanolacke ultraviyole vernik” türlerini uygulayarak, oluşan katmanların ilgili standartlara göre sertlik, parlaklık, çizilme, soğuk sıvılara karşı direnç ve yüzeye yapışma direnci gibi kuru film direnç özelliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, sertlik, parlaklık, çizilme ve soğuk suya karşı direnç bakımından nanolacke ultraviyole verniğin diğer geleneksel verniklere göre değerlerinin daha

iyi olduğu, yüzeye yapışma mukavemeti değeri bakımından ise sırasıyla en yüksek nanolacke ultraviyole vernik bu verniğı takiben poliüretan vernik, selülozik vernik, sentetik vernik gelmekte, en düşük yapışma direncinin ise polyester vernik uygulamalarında elde edildiğı belirtilmiştir.

Budakçı ve diğ. (2009) yapmış oldukları çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve kestane (*Castanea sativa* L.) ağaç türlerinden hazırlanan numunelere %10, %20, %30 ve %5 olmak üzere farklı oranlarda borik asitle modifiye edilmiş su bazlı vernik uygulayarak, borik asit (H_3BO_3) çözeltisinin su bazlı verniğın katman sertlik değeri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, en fazla sertlik değeri vernik işlemi uygulanmamış kayın ağaç türünde olduğunu, borik asit modifikasyonunun sertlik değerini arttırmasına rağmen, su bazlı verniğın sertlik değerini düşürdüğü belirtmişlerdir. Doğal ve kimyasal emprenye maddeleri ile işlem gören ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından kontrol numuneleri ile kıyaslama yapıldığında daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Yaşar, 2004).

Tekin (2009) çalışmasında doğu kayını, sapsız meşe, sarıçam, karaceviz, karakavak ve ıhlamur olmak üzere 6 farklı ağaç türlerinden aldığı numunelere su bazlı, poliüretan bazlı, sentetik, asit sertleştiricili ve selülozik türde vernikleri 3 kat olacak şekilde uygulayarak, vernik katmanlarının aşınma dirençlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, aşınma direncinin ahşap türü, vernik türü ve katman kalınlığına göre farklı olduğı, bunun yanında aşınma direncinde ahşap ve vernik çeşidinin birinci derecede, katman kalınlığının ise ikinci derecede önemli olduğunu belirtmiştir.

Kesik (2009) yapmış olduğı çalışmasında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* Mill), ireko (*Clorophora excelsa*) ağaç türlerinden hazırlamış olduğı örneklere çeşitli kimyasallar ile sırasıyla lekelenendirme, lekeleri temizleme renk açma uygulamaları, emprenye işlemleri ve en son olarak su çözücülü tek bileşenli, iki bileşenli akrilik modifiyeli poliüretan ve iki bileşenli elastik poliüretan vernik sistemleri ile üst yüzey işlemi yaparak, örnekleri 240 saat süreyle hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuş olup, vernik katmanlarının yüzey parlaklığı, sertlik, toplam renk değişimi ve yüzeye yapışma direnci değişiklikleri araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, temizlik ve renk açma ön işlemleri sertlik değerini yükselttiğı, bunun yanında hızlı yaşlandırma testi vernik katmanlarının sertlik değerini arttırdığı, en fazla renk artışı sarıçam ağaç türü örneklerinde tespit etmiştir. Hızlı yaşlandırma testleri sarıçamda

parlaklığı azaltıcı etkide bulunurken, toplam renk değişiminde ise arttırıcı etki yapmış olup, vernik katmanının yüzeye yapışma direncini emprenye ve ön işlemler azaltırken, hızlı yaşlandırma testlerinde uygulanan UV ışınlarının arttırıcı etkide bulunduğunu belirtmiştir.

Doruk (2009) yaptığı çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ağaç türlerinden elde ettiği levhalara emprenye işlemi uygulandıktan sonra dış cephe vernikleriyle uygulama yaparak örneklerin dış ortamın olumsuz etkilerine karşı performansını yaşlandırma testleri yardımı ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda, vernik uygulamalarının emprenye işlemine göre daha iyi koruma sağladığını belirlemiştir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaç türü örneklerine su bazlı vernikler uygulayarak ahşap üzerindeki ısıl işlemin sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre; 100 °C’de 2 saat ısıl işlemi uygulanan tüm örneklerin parlaklık değerleri ve yapışma dirençlerinde iyileşmeler görülürken 100 °C’de 4, 6 saat 125 °C ve 150 °C’de 2, 4, 6 saat ısıl işlem uygulanan örneklerde bazı olumsuzluklar belirlenmiştir. Ayrıca 100 °C, 125 °C ve 150 °C’de 2, 4, 6 saat ısıl işlem uygulanan tüm örneklerin sertlik değerlerinin yüksek olduğunun yanında, çift komponentli su bazlı vernik kullanılan tüm ağaç türlerinde tek komponentli su bazlı verniğe göre daha üstün olduğu belirtilmiştir (Kazan, 2009), (Gezer, 2009).

Ağaç malzeme olarak yat endüstrisinde yaygın olarak kullanılan iroko (*Chlorophora excelsa*), tik (*Tectona grandis*), meşe (*Quercus petraea*) ve kestane (*Castanea sativa*) türleri üzerinde yapılan çalışmada, örneklerin yüzeylerine poliüretan ve sentetik vernik uygulamaları yapılmasından ve numunelerin yüzeyinde vernik katmanı oluşmasından sonra deniz suyu buharına maruz bırakılarak, ağaç malzemenin yüzeylerinde oluşturacağı fiziksel ve kimyasal zararlarının derecesi ve bu zararların oluşma süreleri yüzey sertliği testleri uygulanarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, ahşap malzemenin deniz suyu buharı etkisinde kalacak yerlerde ve boyutsal değişimin önemsiz olduğu durumlarda tik ağacı, yüzey pürüzlülüğün istenmediği durumlarda meşe ağacı, mukavemetin yüksek olması istenildiği durumlarda ise ireko ağacının poliüretan vernik uygulamalarından geçmesi gerektiği belirtilmiştir (Dalyan, 2010).

Budakçı ve Sönmez (2010) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) ağacı türlerinden hazırlamış oldukları örneklerle farklı katman kalınlıklarında poliüretan, akrilik, selülozik ve su bazlı vernikler uygulayarak, ağaç türü ve katman kalınlığının verniklerin yapışma direncine etkisini çekme testi (pull-off) ile araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda; ağaç malzeme yüzeyine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, kullanılan vernik ve ağaç türü etkisinin önemli olmasına rağmen katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemiş olup, araştırma sonucunda iğne yapraklı ağaç türü odunlarında düşük yapışma direnci, yapraklı ağaç odunlarında ise yüksek yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Yapışma direncinin vernik çeşidi bakımından en yüksek poliüretan ve akrilik vernikte olduğu, dolgu verniği ara kesitinde en fazla yapışma başarısızlığının olduğu, dolgu katın üzerinde oluşmuş son kat verniğin katmanlarının ise yapışma direnci üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Dişbudak, Anadolu kestanesi, limba ve iroko olmak üzere 4 farklı ağaç türünden alınan örneklerle sentetik, selülozik, poliüretan ve su bazlı olmak üzere 4 farklı vernik çeşidi uygulayarak vernik film katmanlarına ilişkin parlaklık, yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimleri gibi performans özelliklerinin belirlenmesini yönelik yapılan çalışma sonucunda, yapı ve dekorasyon elemanı olarak kullanılan ağaç malzemenin ısıtma işlem uygulamaları sonunda, yüzey pürüzlülüğünün tüm ağaç türü örneklerinde; selülozik ve sentetik verniklerde arttığı, poliüretan ve su bazlı verniklerde azaldığı, parlaklık değerlerinin ise, tüm ağaç ve vernik çeşitlerinde ısıtma işlem, sıcaklık ve süreye bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Güler,2010).

Bilgen (2010) yaptığı çalışmada kokar ardıç (*Juniperus foetidissima*) ağaç türünden alınan örneklerle hicson decor vernik ve sentetik cam cila uygulayarak dış ortam hava koşullarında 12 ay süre ile beklettikten sonra verniklerin parlaklık, renk ve yüzeye yapışma dirençlerine etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, liflere dik en yüksek parlaklık değeri cam cila örneklerinde, en düşük liflere dik parlaklık değeri ise hicson decor örneklerinde bulmuştur.

Ekinci (2011) kestane ve çam ağaç türlerinden alınan pürüzlü ve düzgün yüzeyli örneklerle koruyucu kimyasallar, paint ve stain uyguladıktan sonra 3, 6 ve 12 aylık süreler sonunda örneklerin renk, parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü testlerini yapmıştır. Çalışmanın sonucunda, çatlama ve pullanma konusunda en iyi test sonuçları stain de elde etmiş olup, yüzey pürüzlülüğü bakımından ise en iyi sonucu paint uygulanan örneklerde belirlemiştir.

Özgenç ve Yıldız (2012) yaptıkları çalışmada Avrupa kayını ve sarıçam ağaçlarından elde edilen örneklerle çürüme ve mantar zararlılarına karşı etkili yeni nesil Induline SW 900 su bazlı odun koruyucu maddesini fırça yardımı ile uygulamışlardır. Induline SW 900 su bazlı odun koruyucu maddesi uygulanan test odunu örnekleri hızlandırılmış dış hava koşulları testine maruz bırakıldığında, kontrol örneklerine oranla daha fazla oranda renk değişikliği tespit etmiş olup, kontrol odunu örneklerinde test örneklerine göre derin çatlaklar belirlemişlerdir.

Mercan (2012) yapraklı ağaç türlerinden Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) ve iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) türlerinden hazırladığı örneklerle poliüretan, selülozik ve akrilik vernik türlerini uygulayarak film kalınlığı ve yapışma dirençlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, poliüretan vernikte en yüksek film kalınlığı oranını, onu biraz daha düşük değerlerle akrilik ve selülozik vernik türlerinin izlediğini tespit etmiştir. Yapışma dirençlerinin vernik türlerine göre sırasıyla en yüksek poliüretan, akrilik ve selülozik vernikte olduğunu, bunlara ek olarak, ağaç türü bakımından ise yapışma direnci en yüksek değer doğu kayını türünde olduğunu belirlemiştir.

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kiraz (*Prunus cerasus*) ağaç türlerinden hazırlanan örnekler üzerinde yapılan çalışmada yüzey pürüzlülüğün vernik katmanı tutunma (adhezyon) direncine etkisinin belirlenmesini hedeflemiştir. Örneklerin yüzeyine 80, 120 ve 180 numaralı zımparalar ile işlem yaptıktan sonra yüzey pürüzlülük değerlerini ölçmüştür. Daha sonra bu örneklerin yüzeylerine poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanarak, pnömatik adezyon test cihazı ile katman tutunma dirençleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tutunma direncinin ağaç türü olarak en düşük sarıçam, en yüksek ise kiraz örneklerinde belirlemiş olup, vernik düzeyinde ise en düşük su bazlı, en yüksek poliüretan bazlı verniklerde olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak; Su bazlı verniklerde pürüzlülük ile tutunma direnci arasındaki etkileşimin güçlü düzeyde olduğu, akrilik verniğin değerlerinin buna yakın olduğu, poliüretan bazlı vernikte ise bu ilişkinin zayıf olduğu belirtilmiştir (Tutgun, 2013).

Özgenç ve diğ. (2013) tarafından çevre dostu olarak üretilen yeni sistem odun koruma ve üst yüzey işlem uygulama maddelerinin dış ortam koşullarına karşı dayanımının araştırıldığı çalışmada; poliüretan bazlı ve UV absorbe edebilme özelliğine sahip akrilik reçine esaslı üst yüzey işlem uygulama maddeleri ile odun korumada kullanılan kimyasallar MCQ (Mikronize Bakır Kuant) ve Celcure AC 500 (Alkaline Bakır Kuant) değişik kombinasyonlarla birlikte farklı türdeki odun örneklerine uygun şartlarda uygulandıktan sonra, QUV kabinine koyularak 500

saat boyunca hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanmıştır. Çalışmada sonucunda, en düşük renk değişimi MCQ ile emprenye edildikten sonra UV absorbe edebilme özelliğine sahip akrilik reçine esaslı üst yüzey işlem maddelerinin uygulandığı odun örneği yüzeyinde olduğu görülmüştür. Dış ortam şartlarına karşı odun yüzey kalitesinin ve pürüzlülük değerlerinin korunmasında üst yüzey işlem uygulamalarının önemli ölçüde katkısının olmasının yanında, poliüretan bazlı üst yüzey işlem maddesi kullanılan örneklerden ise en iyi kalitede korumanın elde edildiği belirlenmiştir.

Kocapınar (2014) yapmış olduğu çalışmada yapraklı ağaç türlerinden Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A.Mey.) Yalt.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden Doğu ladini (*Picea orientalis* L. (Link.)) ve Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* subsp.) elde edilen örnekler selülozik vernik uygulaması yaparak ağaç malzemelerin verniklenebilme, pürüzlülük, yoğunluk, kuru film kalınlığı ve yapışma direnci özelliklerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, en yüksek oranda yapışma direncinin Doğu kayınında, bunu sırasıyla kızılgağaç, Doğu ladini ve Doğu Karadeniz göknarının takip etmiş olduğunu, zımparalama işleminin de pürüzlülük değerlerinde etkili olduğunu, en iyi yüzey pürüzlülük değerinin ise 180 no lu zımpara kullanılarak elde edildiğini belirtmiştir.

Özdemir ve Kocapınar (2015) kayın, göknar, kızılgağaç ve ladin ağaç türünden aldıkları örnekleri 80 ve 180 nolu zımpara ile zımparaladıktan sonra üst yüzey işlem maddesi olarak selülozik vernik uygulaması yaparak yapışma dirençleri oranlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, zımpara işlemlerinin önemine binaen yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncini etkilediğini, yapışma direncinin yüzey pürüzlülüğünün artmasına paralel olarak arttığını ve 180 nolu zımpara ile işlem görmüş göknar ağacı örneklerinde en yüksek yapışma direncinin olduğunu belirtmişlerdir.

Özgenç (2015) yaptığı çalışmada, doğu ladini (*Picea orientalis* L.) örneklerine iki farklı poliüretan bazlı vernik maddelerini her biri farklı rakımlarda olan Sürmene, Hıdırnebi ve Uzungöl yaylalarında uygulayarak, örneklerin dış ortam açık hava koşullarında meydana gelen basınç dirençlerindeki azalma oranları ve renk değişim oranları baz alınarak açık hava koşullarına olan dayanımını karşılaştırmıştır. Basınç değerindeki azalma oranının ve renk değişim miktarının en az olduğu yer Hıdırnebi yaylası olarak belirtilmiştir. Çalışma sonucuna göre; dış ortam hava koşullarında üst yüzey işlem maddesi olarak poliüretan bazlı maddenin

kullanılmasıyla birlikte, doğu ladininin renk değişim miktarları ve direncinde meydana gelen azalmaya karşı korunduğunu belirtmiştir.

Söğütlü ve diğ. (2017) sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünden radyal ve teğet yönünde kesiş yapılarak elde edilen örneklerin yüzeylerine poliüretan bazlı, tek bileşenli su bazlı, çift komponentli su bazlı ve sentetik vernikler uygulayarak, uygulanan verniklerin çizilme ve aşınma direncinin belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Çalışma sonucunda, vernik türünün çizilme ve aşınma direnci oranlarının belirlenmesinde istatistiksel olarak önemli olduğu, kesiş yönlerinin etkisinin ise önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Aşınma direnci oranları en düşük yat verniğinde (194,3 devir), en yüksek poliüretan bazlı vernikte (261,8 devir), çizilme direnci oranları en düşük yat verniğinde (0,90 N), en yüksek poliüretan vernikte (1,60 N) bulmuşlardır. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda tek bileşenli su bazlı vernik ve çift bileşenli su bazlı vernik arasında aşınma ve çizilme direnci oranlarının istatistiksel olarak öneminin olmadığını tespit etmişlerdir.

Yaşar ve Atar (2017) yaptıkları çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) örneklerine ilk işlem olarak wolmanit-CB ile tanalith-E kimyasalları ile emprenye işlemi, ikinci işlem olarak sentetik ve su bazlı vernik uygulamış olup, daha sonra örnekleri kor halinde yakmışlardır. Çalışma sonucunda, doğu kayını örnekleri kor halinde yanmada açığa çıkan O₂ miktarını azalmaya, CO, CO₂ ve NO_x miktarında yükselmeye neden olmuştur. CO₂ ve NO_x miktarlarını da azaltmıştır. Sentetik vernik de yanma sırasında O₂ miktarında yükselmeye sebep olduğu belirlenmiştir.

Özgenç ve diğ. (2017) yapmış oldukları çalışmada kayın (*Fagus sylvatica*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) örneklerine ahşap yüzeyin dış ortam koşullarında korunmasında ağaç kabuk ekstraktı içeren su bazlı akrilik reçine esaslı yüzey sistemlerinin etkisini araştırmışlardır. Su bazlı akrilik reçine sarıçam ve kayın örneklerinin yüzeylerine uygulanarak, 1000 saat hızlandırılmış dış ortam yaşlandırma testine tabi tutulmuş olup, test ve kontrol grubu örnekleri yüzey pürüzlülüğu ve renk değişim parametreleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, kızılâğaç ekstraktı içeren su bazlı akrilik reçine esaslı yüzey sistemlerinin dış ortam koşullarına benzer dayanıklılık göstermesine ek olarak, göknar kabuk ekstraktı içeren su bazlı akrilik reçine esaslı vernik sistemlerinin de dış ortam koşullarında bir miktar dayanıma sahip olduğu belirtilmiştir.

Ayata ve Çakıcıer (2018) yapmış oldukları çalışmada sapsız meşe (*Quercus petraea* Liebl.) Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) odunlarından aldıkları örneklerle ısıtma işlemi görmüş ahşap malzemelere tek ve çift komponentli su bazlı vernikler uyguladıktan sonra 144, 288 ve 432 saat olmak üzere UV-A 340 nm flüoresan lambaların kullanıldığı UV yaşlandırma cihazında teste tabi tutmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, kullanılan su bazlı tek ve çift komponentli verniklerin ısıtma işlemi görmüş ağaç malzeme yüzeyinde yaşlandırma testleri sonrasında yüzeye yapışma direncinin düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gür (1990) yaptığı çalışmasında vernik ve tinerin mobilya endüstrisinde çalışan insanların burun ve paranasal sinüs mukozası üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Çalışmada erkek ve dişi olmak üzere 38 adet rat kullanılmış olup 3 gruba ayrılmıştır. 1. grup aspiratör bulunan ortamda tabanca sprey metodu ile tinerle inceltilmiş vernik uygulanan bir mobilya atölyesinde, 2. Grup laboratuvar ortamında, 3. grup ise normal yaşam ortamında 2 ay süre ile bekletilmiştir. Çalışma sonucunda, vernik ve tinerin mobilya sanayi çalışanlarının burun ve paranasal sinüs mukozası üzerinde kesinlikle iritan etki yaptığı tespit edilmiştir.

Chang ve diğ. (1992) ahşap cila ve boyama işlemleri bitmiş ürünlerin organik emisyonlarının sınıflandırılması konulu çalışmalarında, cilalanmış ahşap ürünlerden salınan uçucu organik bileşiklerin emisyonlarını ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda, uçucu organik bileşiklerin emisyon ve bozunma oranlarının ahşap cila ve boyalardan tahmin edilebildiği belirtilmiştir.

Huang ve diğ. (1997) yapmış oldukları proje kapsamında, meşe ve çam ağaç türleri üzerinde uygulanacak uçucu organik bileşiklerin emisyonu düşük ve havayı kirletmeyen yeni su bazlı sistemler hakkında test ve araştırmalar yapmışlardır. Bu iki ağaç türü örneklerine katlar arasında hafif zımpara işlemi olmak üzere eşit şartlarda sprey tabancaları ile su bazlı vernik uygulanmış olup daha sonra yapışma direnci, kuruma süresi, parlaklık, sertlik ve renk değişimi gibi performans özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, VOC değerleri sınır değerlerin altında olan bu sistemlerin tüm test değerlerinde mükemmel yakın sonuçlar elde edildiği, ancak su bazlı sistemleri uygulamalarında teknik personelin yetersizliği, cilanın kuruma sürelerinin uzunluğu, ek zımpara uygulamaları ve ek işçilik maliyetleri gibi dezavantajlarında görüldüğünü belirtmişlerdir.

Lee ve diğ. (2003) yapmış oldukları çalışmada yaş film kalınlığının son kat vernikteki uçucu organik bileşik emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. En çok rastlanan uçucu organik bileşik (UOB) türleri; 1,3,5-trimetilbenzen, ardından o-ksilen ve m, p-ksilen olarak belirlenmiş olup, vernik uygulandıktan sonra ilk 10 saat içinde yayıldıklarını tespit etmişlerdir. Vernik film kalınlığının UOB emisyonları ile yakından ilişkili olduğunu, bu durumda verniklerin çevre için önemli bir UOB kaynağı olduğunu, yüksek kaliteli verniklerin yani düşük UOB emisyonu içeren verniklerinin iç mekanlarda kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Güney (2010) yapmış olduğu çalışmasında ev, okul, ofis ve alışveriş merkezleri gibi iç ve dış ortamlardan uçucu organik bileşik (UOB) örneklemeleri yaparak ksilen, benzen, kloroform ve toluen kimyasal maddelerin ortamdaki seviyelerini belirlemiştir. Ev ortamında ölçülen UOB oranlarının diğer ortamlardan daha yüksek olduğu, özellikle kloroform oranı uluslararası ölçümlerin çok üstünde çıkmıştır. Bu sonuçlara göre ülkemizde özellikle temizlik malzemesi olarak kullanılan ürünler ve kullanım sürelerinin daha detaylı bir şekilde araştırılması kanısına varmıştır.

Onat (2010) yaptığı çalışmada okul, ev, ofis ve alışveriş merkezleri gibi farklı alanlarda bina içi ve dışında aktif örnekleme metodunu kullanarak havayı tenax tüplerine toplamıştır. Daha sonra UOB olarak benzen, kloroform, ksilen ve toluen miktarlarını SKC sampling cihazında belirleyerek dış ortam konsantrasyonuyla karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, iç ve dış (İ/D) olarak benzen değerleri $1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ - $15.8\mu\text{g}/\text{m}^3$, kloroform değerleri $6.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ - $371.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, mp-ksilen değerleri $4.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ - $311.8\mu\text{g}/\text{m}^3$, o-ksilen değerleri $1.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ - $32.9\mu\text{g}/\text{m}^3$, toluen değerleri $6.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ – $163.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında tespit edilmiş olup, literatüre göre değerlerin bazılarının paralellik gösterdiği bazılarının ise yüksek olduğu görülmüştür.

Ho ve diğ. (2011) yeni üretilen mobilyalarından salınan UOB emisyonlarını oda test yöntemiyle belirlenmesi konulu çalışmalarında UOB lerin emisyon oranları yaygın bir kullanıma sahip olan 5 tür mobilya üzerinde ölçümler yapılarak gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda kaplanmış ve kaplanmamış mobilyalar arasındaki UOB emisyonları karşılaştırıldığında, emisyon oranları bakımından çok önemli farkların olmadığını belirtmişlerdir.

Yılmaz (2011) yaptığı çalışmasında boya üretim tesisi ile çözücü dolum ve depolama tesisinde belirli zaman periyotlarında aktif ve pasif örneklendirme yöntemleriyle uçucu organik bileşikler tespit ederek, sonuçları analiz etmiştir. Çalışmada sonucunda, iş yerlerinde tespit

edilen uçucu organik bileşik maddelerinin oranı ülkemiz ve uluslararası mevzuatlara göre sınır değerlerin altında kaldığını, 2 haftalık 2 adet tüple bileşik yapılan ölçüm sonuçlarının 4 haftalık 1 adet tüple yapılan ölçümlere göre daha fazla oranlarda uçucu organik bileşik içerdiği, kısa süreli pasif ölçüm uygulamalarında ise süre arttıkça toplanan uçucu organik bileşik oranları yüksek oranda azaldığını belirtmiştir.

30 çocuk oyun alanında yapılan çalışmada yaz ve kış aylarında yol kenarı, kentsel ve kırsal olmak üzere üç grupta aktif örnekleme metodu kullanarak toplam 49 UOB türü üzerinden çalışma yürütmüştür. Çalışmanın sonucunda, insan ve çevre açısından en çok riskli toplam UOB miktarlarının yol kenarında bulunan çocuk parklarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu parkları sırasıyla kentsel ve kırsal parklar takip etmektedir (Toksöz, 2012).

Kocaeli ve Sakarya bölgelerinde seçilen oto boyacılar, restoranlar, kuru temizlemeciler ve fotokopiler yaz ve kış dönemlerinde eş zamanlı aktif örnekleme metodu kullanılarak yapılan UOB kaynaklı risk değerlendirmesi sonucunda, iç ortam UOB değerlerinin dış ortam UOB değerlerinden yüksek olduğu, en yüksek UOB değerleri oto boyacılarda tespit edilirken bu işyerinde çalışan insanların kanser hastalığına yakalanma risklerinin yüksek olduğu anlaşılmıştır. Ortalama sonuçlar ele alındığında; toplam kanser hastalığına yakalanma riski restoranlarda sınır değer 40 katı, fotokopilerde 18 katı, kuru temizlemecilerde 41 katı ve oto boyacılarda 495 katı olarak belirtilmiştir. (Aydın, 2013).

Gennaro ve diğ. (2015) ahşap örneklerin üzerine solvent ve su bazlı vernikleri uygulamış olup, her bir boya türü için VOC emisyon değerlerini ürün bazlı olarak küçük çapta bir emisyon odası kullanarak araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, benzen, toluen, etilbenzen, ksilen, stiren, alfa-pinen ve limonen VOC bileşikler tespit edilmiş olup, solvent bazlı ahşap boyasında en fazla VOC değerine ulaşıldığı ($5,7 \text{ mg/m}^3$) belirtilmiştir.

Tesarova (2015) meşe, vişne gibi masif ağaç malzemelerden elde edilen örneklerin yüzeylerine klasik üst yüzey işlem malzemeleri (gomalak cilalar, terebentin ile çözülmüş bal mumu vernikleri) ile modern üst yüzey malzemelerini (su bazlı vernikler ve yağ vernikleri) uygulayarak açığa çıkan VOC emisyon değerlerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, klasik yüzey işlem verniklerinin, ekolojik vernikler olarak adlandırılan modern verniklerle VOC emisyon değerleri göz önünde bulundurulduğunda iç ortam çalışanları ve çevre koşulları üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu belirtmiştir.

Seo ve diğ. (2015) ahşap malzemelerden üretilen iç ve dış yapı malzemeleri, sunta, mdf ve mobilya üretiminde oluşan uçucu organik bileşik (VOC) oranı üzerinde araştırma yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının düşük seviyede olduğu iç mekânda kullanılabileceği ancak üretimde kullanılan yapıştırıcı, tutkal vs. malzemenin VOC oranını arttırdığını belirtmişlerdir.

Zhu ve diğ. (2016) nanopartiküller ile modifiye edilmiş su bazlı poliüretan vernikler uygulanmış ahşap panellerin uçucu organik bileşikler (VOC) emisyon oranlarını araştırmışlardır. Nanopartiküller ile modifiye edilmiş vernik uygulanmış panellerin VOC emisyon değerleri, kontrol panellerinden 21,05 – 41,57% oranında daha düşük çıkmış olup, aldehit ve keton oranlarında azalmalar görüldüğü belirtilmiştir.

Sassoli ve diğ. (2017) yumuşak ve sert olmak üzere 13 farklı ağaç türüne ait örneklerin ortama yaydığı uçucu organik bileşik (UOB) emisyon oranlarını ve nem değişiminin emisyon oluşumuna etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, ahşap örneklerin kurumaya başlayıp, ilk nem değişiminden sonra UOB emisyon oranlarının hızla azaldığı, ortaya çıkan bu uçucu organik bileşiklerin emisyonlarının birçoğunun hücre çeperini oluşturan polimerlerin (özellikle hemiselüloz) yapısal değişiklik ve bozunma işlemlerinden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Tong ve diğ. (2018) Çin de bulunan bir mobilya üretim atölyesinde üretim süreçlerinde ortaya çıkan uçucu organik bileşiklerin kaynaklarını, seviyelerini ve risklerini bazı modellemeler uygulayarak araştırmışlardır. Çalışma sonucunda VOC emisyon değeri en yüksek son kat cilalama da rastlanmış olup, bu işlemi kaplama, astar vernikleme, kenar bantlama, vernik parlatma, kurutma ve boya karıştırma proseslerinin izlediğini belirtmişlerdir.

2.2.AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ

Ahşap malzeme yüzeylerine koruyucu, estetik ve diğer amaçlar için çeşitli yüzey işlem sistemleri uygulanmaktadır. Üst yüzey işlemlerini kısaca tanımlayacak olursak; Perdahlama adı altında rendeleme, zımparalama gibi ön hazırlık işlemleri yanında boyama, ağartma, kaplama ve vernikleme gibi uygulamalarla ahşap malzemenin işlem görmesine üst yüzey işlemleri denilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

İç ve dış ortamlarda kullanılacak ahşap malzeme elemanlarının uzun ömürlü olabilmesi ve uzun süre olumsuz koşullara dayanabilmesini sağlamak için, üretimde kullanılan ahşap malzeme türünün, rutubet oranlarının ve üst yüzey işlem maddesi olarak kullanılan vernik türünün iyi belirlenmesi gerekmektedir (Bayram, 2004). Ağaç malzeme yüzeylerinin olumsuz etkilere karşı uzun süre dayanıklı kalabilmesi, vernik katmanlarının karşılaştığı etkilere karşı göstermiş olduğu direnç ile doğrudan ilişkilidir (Sönmez, 1989).

Ahşap malzeme iç ve dış mekanlarda dekorasyon ve yapı elemanları olarak kullanılmaktadır. Dış ortam şartlarında kullanılan ahşap malzemenin doğal görüntüsünü koruma güçlüğü günümüzün en önemli sorunlardan biridir. Ahşap malzemeler yapısal özelliklerinden dolayı günümüzde hala çok çeşitli üretim alanlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Estetik olması, güzel görüntü vermesinin yanında, iç ve dış ortam şartlarına karşı da korunmak durumundadır. Özellikle ahşap malzemenin dış ortam şartlarında biyolojik zararlılar tarafından olumsuz olarak etkilenmesine ek olarak, mevsimsel değişimler, güneş ışığı, yağmur etkileri malzemede yıpranmış bir görüntüye neden olmaktadır (Peker, 1997). Ağaç malzemenin fiziki ve ekonomik ömrü uygun koruyucu malzeme kullanılmasına ve ağaç malzeme türünün doğru seçilmesi ile sınırlıdır. Ağaç malzemenin farklı kimyasal koruyucular kullanılarak niteliklerinin iyileştirilmesi ve ömrünün uzatılması önemli bir gelişme olarak görülmektedir. Ahşap malzemenin dış ortam koşullarına dayanımı en uzun şartlarda boyanın, en kısa ise transparan verniklerin kullanımında sağlandığı tespit edilmiştir (Yazıcı, 2005).

2.2.1. Ahşap Malzeme Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları

Kurtoğlu (2000)'e göre ahşap malzemenin estetik, koruyucu ve temizlik amaçları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Ahşap Malzeme Yüzey İşlemlerinin Estetik Amaçları:

- Ağaç malzemenin doğal güzelliğinin vernik, cila ve boya gibi üst yüzey işlem gereçleri ile daha belirgin hale getirilmesi,
- Renk bozulmaları ve değişmelerinin engellenmesi,
- Renklendirme vasıtasıyla kusurlu ve dengesiz renk hatalarının giderilmesi,
- Örtücü boyalar ile düşük değerli ahşap malzemenin kaplanarak değerlerinin yükseltilmesi,

- Farklı ağaç türlerinin aynı ahşap üründe kullanılması ile oluşan renk farklılıklarının giderilebilmesi,
- Dönemin trendlerine göre istenilen renk ve parlaklığın ahşap malzeme yüzeyine verilebilmesi,
- Ahşap malzeme ile iç mimari dekorasyon ve mobilya arasında uyumun sağlanabilmesi.

Ahşap Malzeme Yüzey İşlemlerinin Koruyucu Amaçları:

- Ahşap malzeme üst yüzey işlemlerinin uygulanması ile malzemenin özellikle dış ortam iklim koşullarına karşı korunması,
- Ahşap malzemenin kimyasal etkilere karşı korunması,
- Ahşap malzemede meydana gelebilecek rutubet alışverişinin büyük ölçüde önüne geçilerek ahşabın çalışmasının azaltılması,
- Ahşap malzemenin sürtünme, çarpma ve aşınmalar ile oluşabilecek mekanik etkilere karşı korunması,
- Ahşap malzemenin hayvansal, bitkisel ve odun zararlılarına karşı korunması,
- Rutubet ve ışığa karşı ahşap malzemenin doğal renginin korunması,
- Ahşap malzemenin kendine özgün doğal karakterinin olabildiğince uzun süre korunabilmesidir.

Ahşap Malzeme Yüzey İşlemlerinin Temizlik Amaçları:

- Gıda ve oyuncak malzemesi taşıyan kapların yüzey işlem malzemesi uygulanarak kirlenmesinin önüne geçilmesi ve daha sağlıklı olmasının sağlanması,
- Yüzey işlemi uygulanmış ahşap malzemenin temizlenmesinin kolay olması,
- Özellikle soğuk hava vagon ve arabalarında ısınmayı önlemesi gibi amaçlarla.

2.2.2. Ağaç Malzeme Üst Yüzey İşlem Uygulama Alanları

Ağaç malzeme üst yüzey işlemleri binaların kullanım yerlerine göre mobilya ve yapı elemanlarının iç ve dış kısımlarının olumsuz etkilere karşı korunmasının yanında, estetik açıdan da güzel bir görünüme sahip olması için uygulanmaktadır.

Ülkemizin büyük bir kısmında inşa edilecek yapılarda kullanılması planlanan ağaç malzemelere daldırma, sürme ve batırma gibi yöntemlerle yüzey işlemine tabi tutulması iç ve dış etkilere karşı malzemeyi koruyacak ve emprenye gibi pahalı işlemlere gerek

duyulmayacaktır. Fakat bu durumun toprak üstünde kullanılacak ağaç malzemeler için geçerli olması söz konusu olmayacaktır (Bozkurt ve Kurtoğlu, 1982).

Ahşap malzeme yüzey işlemlerinin uygulama alanları Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Ahşap Malzeme yüzey işlemlerinin uygulama alanları (Kurtoğlu, 2000).

AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ		
1. Bina Dışı	2. Bina İçi	3. Değişen Kullanım Yerleri
A. Korunumlu Rüzgâr, yağmur, güneş, kar etkilerine karşı korunumlu sıcaklık ve bağıl neme karşı korunumsuz. B. Kısmen Korunumlu Pencere ve dış kapılar. C. Korunumsuz Balkon, dış kaplamalar ve ağaç yapılar.	A. Mobilya, B. Parke, C. Duvar ve tavan kaplamaları.	A. Bahçe mobilyaları, B. Çeşitli araç ve gereçler.

2.2.3. Ahşap Malzemenin Üst Yüzey İşlemlerine Hazırlanması

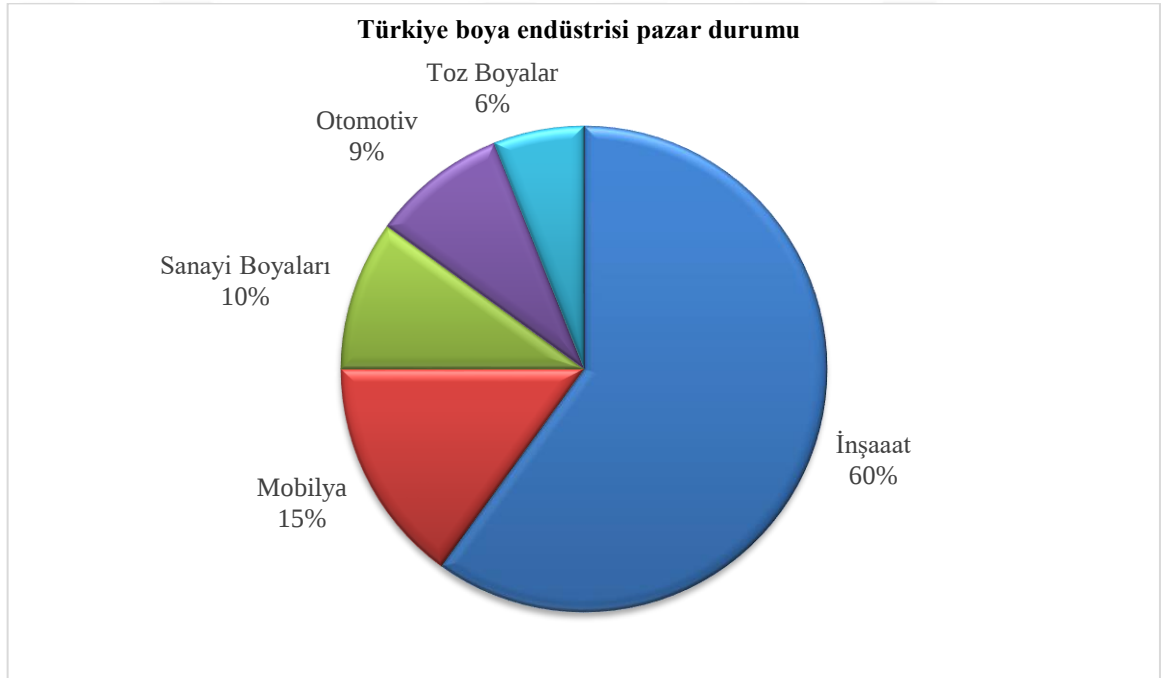
Ahşap malzeme yüzeylerinin üst yüzey işlem uygulamalarından önce hatasız bir şekilde hazırlanması, leke gibi kusurlar varsa temizlenmesi ya da yüzey düzgün değilse düzeltilmesi gibi ön hazırlık işlemlerinden geçirilerek, yüzey işlem uygulamalarına en uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Kurtoğlu (2000)’e göre ahşap malzeme üst yüzey işlem uygulamalarından önce yapılan ön hazırlık işlemleri aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır;

- İlk ve son kabartma ve ıslatma,
- Sistireleme ve rendeleme,
- Zımparalama işlemleri,
- Ahşap malzeme üzerinde onarım uygulamaları,
- Yüzeylerin leke, yağ vb. artıklardan arındırılıp temizlenmesi işlemleri,
- Ahşap malzeme yüzeyindeki tozların uzaklaştırılması işlemleri,
- Hatalı tespit edilen yüzeylerin onarılma işlemleri.

2.2.4. Ahşap Malzeme Üst Yüzey İşlem Maddeleri

2.2.4.1. Türkiye Boya Endüstrisinin Durumu Hakkında Genel Bilgiler

Türkiye boya sektörü; ileri teknolojik üretim kapasitesine sahip 20 büyük ölçekli ve yaklaşık 600 küçük ve orta büyüklükteki firma ile faaliyetlerini yürütmektedir. Türkiye boya sektörü Dünya boya pazarından %2 oranında pay sahibi olmasının yanında, Avrupa'nın da en büyük 5. boya üreticisi konumundadır. Türkiye boya üretim kapasitesinin %80-85 oranındaki kısmını büyük ve orta ölçekli firmalar gerçekleştirirken, %15-20'lik üretim hacmine sahip vernik ve tiner gibi ürünlerin üretimini ise küçük ölçekli firmalar tarafından yapılmaktadır (BOSAD, 2015).



Şekil 2.1: Türkiye boya endüstrisi pazar durumu (BOSAD, 2015).

Son zamanlarda yoğun rekabetin söz konusu olduğu boya sektöründe, gerek müşterilerden gelen çevreci ürün taleplerini karşılamak, gerekse de çevre ve insan sağlığına yönelik zararlı etkileri en aza indirmek amacıyla çevre ve insan dostu ürünlerin üretimine yönelik ciddi adımlar atılmaktadır. Bu adımlar çerçevesinde VOC (Volatile Organic Compound) oranı düşük, katı madde oranı yüksek içerikli ürünlerin üretiminde artışlar yaşanmakta ve bu durum pazardaki su bazlı sistem ürünlerin payını gözle görülür şekilde arttırmaktadır.

Mobilya, inşaat ve otomotiv sektöründe VOC kullanım oranının düşürülmesine yönelik yerli mevzuatın yakın zamanda yayınlanacak olması üreticilerin bu alandaki çalışmalarını daha da

hızlandırmaktadır. Bunların yanında AB mevzuatları doğrultusunda biyosidal ürünlere yönelik mevzuatın yürürlüğe girmesi, Haziran 2017 tarihinde REACH'in yerli karşılığı olan KKDİK'nin (Kimyasalların kaydı, değerlendirilmesi, izni ve kısıtlanması hakkında yönetmelik) yayınlanması gibi faktörlerde üretici firmaları çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri olmayan ürünlerin üretimine yönlendirmektedir (Anonim, 2017).

Su bazlı verniklerin Türkiye'de üretimi ve kullanımı hakkında vernikleri üreten ve kullanan işletmelerle yapılan anket ve röportajlar sonucunda elde edilen verilerin ışığında; ülkemizde son yıllarda su bazlı boya/verniklerinin kullanımının önemli derecede artış gözlendiği belirlenmiştir. Üretici firmalar bu kayda değer artışın nedeninin büyük ölçüde Türkiye'nin AB giriş sürecinin bir etkisi olduğunu belirtmektedirler. Bu vernik ve boyaları kullanan tüketici firmalar ise insan ve çevre sağlığının korunmasının önemini ön plana çıkararak kullanım oranlarını büyük ölçüde arttırdıkları tespit edilmiştir. Özellikle zararlı uçucu organik bileşik içeriğinin az olması, çevre ve insan dostu olması sebebiyle doğramada, dekorasyonda, bebek ve çocuk odası mobilyaları üretiminde çok tercih edilen üst yüzey işlemleri koruyucu maddesi olduğu belirlenmiştir (Budakçı ve diğ., 2011).

Türkiye'de vernik endüstrisinin aktif olarak faaliyet gösterdiği üretim dalları aşağıda belirtilmiştir:

- Dekoratif amaçlı uygulanan vernikler,
- Endüstriyel vernikler,
- Mobilya vernikleri (saydam) ve incelticiler,
- Toz halindeki yüzey işlem maddeleri,
- Baskı boyaları vb. ürünler,
- Sentetik reçineler.

Mobilya sektörü günümüzde çok hızlı bir şekilde gelişme kaydetmekte, bu gelişimle birlikte üretimde kullanılan yeni malzeme ve kimyasalların oranı da artmaktadır. Mobilya üretiminde kullanılan tutkallar, boyalar ve verniklerin büyük kısmında da toksin oranı bilinmeyen kimyasallar bulunmaktadır. Bu kimyasalların insan ve çevre sağlığına zararlı etkileri bilinmekte, fakat büyük bir kısmı henüz gösterilememektedir (Aksakal ve diğ, 2005).

Ahşap malzemelerin yalıtım özellikleri, bio kaynak oluşu ve geri dönüştürülenler yapı malzemesi oluşu gibi özellikler kullanım oranını büyük oranda arttırmaktadır. Yapılan son

çalışmalarda özellikle yeni binalarda kullanılan bu tür malzemelerin iç ortam hava kalitesi (IAQ) üzerinde uçucu organik bileşiklerin olumsuz etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Çevre ve sağlık etkileri bakımından öncelikli kirleticiler olarak; benzen, tolüen ve ksilen ve aldehytler (formaldehit ve asetaldehit) gibi (VOC) düşünölmelidir (Harb ve diğ, 2018).

Estetik ve koruyucu olarak uygulanan üst yüzey işlem maddelerinin içeriğinin bilinmesi çevre ve insan sağlığı bakımından büyük önem arz etmektedir. Üst yüzey işlem maddelerin kimyasal içeriğinde insan sağlığına, havaya, çevreye, toprak ve yer altı sularına önemli ölçüde zarar veren, uçucu organik bileşikler (UOB) olarak adlandırılan maddeler bulunmaktadır. UOB lerin kaynağı özellikle boyalarda kullanılan kimyasallar ve bazı petrol türevi ürünlerdir (Anonim, 2018).

2.2.4.2.Vernik Sistemleri

Ağaç malzeme bazı durumlarda kendini koruyacak doğal dayanıma sahip olmasına rağmen fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik etkilere karşı ekstra korunma önlemleri almadan uzun süre dayanmamaktadır. Bu durumdan dolayı tekniğine ve kullanıma yerlerine uygun koruyucu malzemeler ile modifiye edilerek daha dayanıklı hale getirilmesi gerekmektedir (Van den Bulcke ve diğ, 2006).

Kullanılacak vernik sistemleri belirlenirken; mobilyanın kullanım özellikleri ve kullanım yeri, yüzey işlem uygulamaları yapılacak ahşap malzemenin özellikleri, yüzey işlem uygulamaları için sečilten malzemenin uygulama koşulları ve özellikleri, yüzey işlem uygulamalarında kullanılan yardımcı malzemeler ve işçilik seviyesinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yüzey işlem uygulamalarında uygun olan verniğin sečilmesinin öneminin yanında, uygulama koşullarına bağlı olarak viskozitenin kontrol altında tutulmasına çalışılmalıdır. Gerekli kapasite ve kaliteye ulaşmanın ilk basamağı olarak vernik sisteminin üretim miktarının büyüklüğüne göre sečilmesi görölmektedir. Vernikleme sisteminde gerekli olan temizlik işleri için uygulama yapılan yerden bağımsız bir yer sečilmesi gerekmektedir (Kurtođlu ve Kahveci, 1989).

Ağaç malzemeye vernik uygulanmasındaki asıl amaç, ağaç malzemenin yüzeyinde sert bit film katmanı meydana getirerek, yüzeyi dış ortamlardan gelen etkilere karşı korumak ve ağaç malzemeye estetik bir değer kazandırmaktır.

Vernikler farklı özelliklerine göre aşağıdaki şekillerde sınıflara ayrılmaktadır (Kurtoğlu, 2000):

1. Hammaddelerine göre;
 - Alkit reçinesi,
 - Nitroselüloz vernik.
2. Yüzey işlemi uygulama sırasına göre;
 - Astar vernik,
 - Son kat vernik.
3. Uygulama sistemine göre;
 - Püskürtme verniği,
 - Batırma verniği.
4. Yüzey etkisine göre;
 - Parlak vernik,
 - Mat vernik.
5. Sürüldüğü yüzeylere göre;
 - Mobilya verniği,
 - Yat verniği.
6. Kuruma ve sertleşme tiplerine göre;
 - Fiziksel olarak kuruyan vernikler,
 - Gomlak (Sellak) vernik,
 - İspirtolu vernik,
 - Sentetik vernik,
 - Selülozik (Nitroselülozik) vernik,
 - Kimyasal olarak sertleşen vernikler.
 - Asitle Sertleşen (Yapay Reçine) vernik,
 - Polyester vernikler,
 - Poliüretan vernikler,
 - Fiziksel ve Kimyasal Olarak Sertleşen Vernikler
 - Su verniği,
 - Yat verniği.
7. Diğer özelliklerine göre;
 - Geçirgen vernik,
 - Bir veya iki elemanlı vernikler olarak sınıflandırılmaktadırlar.

2.3.YÜZEY İŞLEM PERFORMANSINI ETKİLEYEN AHŞAP ESASLI FAKTÖRLER

2.3.1. Ahşap Malzemelerin Kalitesi

Masif ağaç malzemenin mobilya endüstrinde kullanımı için güzel görünümüne sahip olması, homojen yapıda olması, düzgün yüzey vermesi, kolay işlenmesi, budak içermemesi, böcek ve mantar zararlılarına karşı dayanıklı ve üst yüzey işlemlerine uygun olması gibi bazı olumlu özelliklere sahip olmasına karşın lif kıvrıklığı, reaksiyon odunu ve eğri büyüme gibi olumsuz özellikleri de sahip olmamalıdır (Kurtoglu ve Sofuoğlu, 2003). Bu tür özellikler yüzey işlemi uygulandıktan sonra değişen hava koşullarına bağlı olarak yüzey işlemi üzerinde negatif etkiler yaratabilmektedir. Ağaç malzemenin boya ve verniği homojen bir şekilde bünyesine alması için uygun olmayan şartlarda bekletilmemesi gerekmektedir. Çünkü ağaç malzemenin uygun olmayan koşullarda bekletilmesi sonucu oluşan ardaklanma, lekelenme ve çürümeler üst yüzey işlemlerin ağaç malzemeye dengeli nüfuzu konusunda sorun teşkil etmektedir. Yüzey işlem öncesinde ağaç malzemede meydana gelen çürüme, renk değişimi ve yapışma direncinin düşmesi gibi kusurların olduğu bölgelere üst yüzey işlem maddesinin uygulama esnasında homojen bir dağılım sergileyemediği, bu durumun ise üst yüzey işlem kalitesini büyük oranda etkilediği gözlemlenmiştir. Yüzey işlem uygulamaları sırasında bu tür olumsuzluklar ile karşılaşmamak için kusurlar biçme sırasında müdahale edilerek ayıklanmalıdır (Kurtoglu, 2000).

2.3.2. Ahşap Malzemelerin Anatomik Yapısı

Ağaç malzemenin üst yüzey işlemi uygulanacak kesimleri radyal veya teğet yönde kesilmiş olabilmekte, bu durum da ağaç malzemenin heterojen bir yapıya sahip olmasından kaynaklı olarak yüzey kalitesi ve yüzey işlemi özelliklerinin değişmesi üzerinde etkili olmaktadır. Ağaç malzemenin yapısını yıllık halkalar, yıllık halkaları ise ilkbahar ve yaz odunu tabakaları meydana getirmektedir. Ağaç malzemenin kesiş işlemi teğet yönde yapılmış ise ilkbahar ve yaz odunu tabakaları geniş şeritler halinde, radyal yönde kesilmiş ise dar şeritler halinde olmaktadır. Ağaç malzemede yaz odunu miktarının fazla olması malzemenin dış hava koşullarına dayanımını azaltmakla beraber kalitesini de etkilemektedir. Bu durumdan dolayı ağaç malzemenin radyal yönde biçilmiş yüzeyleri yüzey işlemleri için teğet yönde biçilmiş yüzeylere göre daha uygundur. Bununla birlikte ağaç türü bakımından iğne yapraklı ağaçlar yapraklı ağaçlara göre yüzeyde daha iyi boya tutma performansı sergilemektedirler (Kurtoglu, 2000).

2.3.3. Ahşap Malzemelerin Özgöl Ağırlığı

Ağaç malzemenin rutubet alıp vermesiyle birlikte boyutlarında meydana gelen değişimler özgöl ağırlık ile ilişkilidir. Özgöl ağırlığı düşük olan ağaç malzemelerin yüzey işlem performansı, özgöl ağırlığı yüksek olan ağaç malzemelerden daha yüksektir (Kurtoğlu, 2000). Özgöl ağırlığı yüksek olan ağaç malzemeler enine, radyal ve teğet yönde özgöl ağırlığı düşük olan malzemelere göre daha fazla çalışarak boyut değiştirmektedir. Yüzey işlem uygulamaları yapılan ağaç malzemenin bu şekilde çalışması, yüzeyde boya kusurları ve çatlamların oluşmasına sebep olmaktadır. Ağaç malzemenin rutubet alıp vermesiyle meydana gelen daralma ve genişlemeler özellikle su bazlı üst yüzey uygulamalarında yüzey işlem kalitesi üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

2.3.4. Ahşap Malzemelerin Permaabilitesi

Masif ağaç malzemelerde sıvıların iç kısım ve dış taraflara doğru hareketini sağlayan özelliğe Permaabilite adı verilmektedir. Permaabilite ağaç malzemenin rutubet ile olan ilişkisinin yanında, ağaç malzemeye yüzey işlemleri uygulanması durumunda yüzey işlem maddesinin ağaç malzemeye kolay nüfuz etmesi hususunda önemli görev üstlenmektedir. Düşük viskozite değerlerine sahip yüzey işlem maddelerinin akıcılığının fazla olmasına ek olarak, ağaç malzemeye nüfuz etme hızı ve derinliği de daha fazladır (Kurtoğlu, 2000).

2.3.5. Ahşap Malzemelerin Rutubeti

Masif ağaç malzemenin rutubet değerlerinin değişmesini takiben boyutlarında meydana gelen daralma ve genişlemeler ağaç malzemede çatlaklar, renk değişimleri gibi kusurlara neden olmakta ve malzemenin kalitesinin düşmesinin yanında görünüşünü de olumsuz yönde etkilemektedir (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2003). Ağaç malzemedeki rutubet miktarının %25-30'dan fazla olması suyun hem hücre boşluğu hem de hücre çeperinde olduğunu göstermektedir. Ağaç malzemede bulunan rutubet miktarının %25-30 altında olması durumu lif doygunluk noktası (LDN) olarak adlandırılmaktadır. LDN altındaki rutubetteki ağaç malzemede daralma ve genişlemeler meydana gelmekte, bunun sonucunda da yüzey işlem uygulanmış yüzeylerde dökülmeler ve çatlamlar oluşmaktadır. Ayrıca ağaç malzemenin rutubet değerlerinin kullanılacak ortam şartlarına göre belirlenmesi önem arz etmektedir. İç ortamlarda kullanılacak ağaç malzemeler için rutubet oranları %10-12, dış ortam şartlarında

kullanılacak ağaç malzemelerin rutubet oranının ise %15-18 dolaylarında olması önerilmektedir.

Tablo 2.2: Çeşitli kullanım yerleri için ağaç malzemelerin rutubet miktarları (Kurtoğlu, 2000).

KULLANIM YERLERİ	RUTUBET MİKTARLARI (%)
Dış pencere ve kapılar	12-15
Bahçe Mobilyaları, spor aletleri	12-16
Soba ile ısıtılan yerler	10-12
Müzik aletleri	10
Kalorifer ile ısıtılan yerler	8-10
Kaplama, kontrplak, parke	5-8
Yonga levha	7-8
Kontrtabla	5-7

Ağaç malzemenin dışardan rutubet alışverişini önleyen en önemli uygulamalardan birisi de yüzey işlem uygulamalarıdır. Fakat yüzey işlem uygulamalarından önce ağaç malzemede yüksek oranlarda rutubet bulunması ve daha sonra bu malzemenin üzerine yüzey işlem maddesi uygulanması durumunda yüzeyde önemli kusurlar meydana gelebilmektedir. Ağaç malzeme dış ortamdan rutubeti hızlı bir şekilde bünyesine almasına rağmen, bünyesindeki rutubeti de yavaş bir şekilde dışarı atmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

2.3.6. Ahşap Malzemenin Yüzey Özellikleri

Ağaç malzeme yüzey işlem kalitesinin istenilen düzeyde olabilmesi için yüzeyin düzgün olması, dalgalı lifli olmaması ve planya işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Diğer taraftan ağaç malzemenin teğet yönde kesilmesi malzemede yaz odunu etkisi yapmanın yanında, yüzey işleme kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Ağaç malzemenin radyal yönde kesilmesine karşılık, teğet yönde kesilmesi ile yüzey kalitesi bakımından daha olumlu sonuçlar elde edilmektedir (Kurtoğlu, 2000). Mobilya endüstrisinde estetik bir görünüm sağlamak için ise ağaç malzemenin türüne göre kesiş şekilleri uygulanması büyük önem arz etmektedir (Kurtoğlu ve Sofuoğlu, 2003).

Yüzey işlemlerinden önce düzgün yüzeyler elde edilmesi için yüzey işlemleri bakımından önemli bir proses olan zımparalama işlemi uygulanmaktadır. Ağaç malzemeye uygulanacak yüzey işlem maddesi, malzemenin içine nüfuz etmeden önce yüzeyde homojen bir görünüm sağlanması zımparalama işlemi sayesinde gerçekleşmektedir (Bulian ve Graystone, 2009).

2.3.7. Ahşap Malzemelerin Kimyasal Yapısı

Ağaç malzeme hücre çeperini temelde selüloz, hemiseliloz ve lignin bileşenleri oluşturmaktadır. Reçine, tanen ve boyalı maddeler gibi ekstraktif maddeler ise ağaç malzemenin hücre çeperinin yan bileşenleridir. Ağaç malzemenin rengi, yoğunluğu ve çalışması üzerinde bu bileşenlerin etkisinin olduğu bilinmektedir. Bu duruma ilaveten organik yapısının değişmesinde ise kimyasal yapı bileşenlerinin, enzimlerin ve radyasyonların sebep olduğu gözlemlenmiştir (Black ve diğ., 1979). Tropik bölgelerde yetişen ağaç türlerinin yaklaşık %90'ı, ılıman bölgelerde yetişen ağaç türlerinin ise %97'si organik maddelerden oluşmaktadır. Ağaç malzemenin diğer kısımları anorganik kısımlardan meydana gelmektedir. Ağaç malzeme yaklaşık %65-75 oranında polisakkaritlerden oluşmaktadır (Fengel ve Wegener, 1984).

2.3.7.1.Selüloz

İğne yapraklı ve yapraklı ağaç malzeme odunlarının yaklaşık olarak yarısını oluşturan selüloz, ağaç malzemedeki en fazla bulunan bileşen olarak bilinmektedir. Selüloz β -D-glukoz birimlerinden oluşmuş olup, yapı bakımından doğrusal bir polimerdir (Fengel ve Wegener, 1984). Çözücü maddelerin, selüloz moleküllerinin düz yapı oluşturduğu kristal bölgelere nüfuz etmesi zor olmasına rağmen, kristal bölgelere göre daha düzensiz bir yapıya sahip olan amorf bölgelere nüfuz ederek, çözünme reaksiyonları gerçekleştirmeleri ve selülozu parçalamaları daha kolay olmaktadır (Sjostrom, 1993).

2.3.7.2.Lignin

Lignin yapı bakımından polisakkaritlerden farklı olmasının yanında, odunda önemli bir yere sahip olan makro moleküllü bileşenlerdir. Ligninin yapısında aromatik fenil propan birimleri bulunmaktadır. Yapraklı ağaç türlerinin odunları, iğne yapraklı ağaç türleri odunlarına göre daha az lignin içermesinin yanında, kimyasal bileşim olarak da aralarında farklılıklar bulunmaktadır. Lignin hücre çeperinin gelişimi ve oluşumu sırasında hücre çeperine en son yerleşen bileşen olması ile birlikte, hücre çeperinin orta lamel ve sekonder çeper kısımlarında bol miktarda gözlemlenmektedir (Fengel ve Wegener, 1984).

2.3.7.3.Hemiselüloz

Ağaç malzeme hücre çeperinde selülozdan sonra yer alan ve selüloz ile yakın bir ilişkiye sahip olan polisakkaritlerdendir. Hemiselülozların yapısında pentozlardan; ksiloz ve arabinoz, heksozlardan; mannoz, glukoz ve galaktoz, bunlara ilaveten bazı hemiselülozların içeriğinde

üronik asit bulunmaktadır. İğne yapraklı ağaç türleri odunları yapraklı ağaç türleri odunlarına göre daha az hemiselüloz içermektedir. Ayrıca bileşimleri bakımından da yapraklı ağaç türleri odunlarına göre farklılıklar göstermektedirler (Fengel ve Wegener, 1984).

2.3.7.4. Ahşap Malzemelerin İçerdiği Eksraktif Maddeler

Ahşap yüzey işlem uygulamalarında eksraktif maddeler yüzey kusurlarına sebep olan önemli faktörlerdendir. Eksraktif maddelerin ağaç malzeme yüzey işlemleri üzerindeki olumsuz etkisi azaltmak için önceden belirlenmesi ve bu duruma önlem alınması büyük önem arz etmektedir. Egzotik ağaç türlerinde eksraktif maddeler yapışma direncini düşürmekle beraber, yüzey işlem katmanının sertleşmesini engellemektedir. Yüzey işlemi uygulanacak ağaç malzemede bulunan reçine oranının düşük seviyelerde olması gerekmektedir. Eğer ağaç malzemenin reçine oranı yüksek ise üst yüzey işlemleri uygulandığında malzemede renklenme gibi kusurlar meydana gelebilmektedir. Eksraktif maddelerden olan tanen ise maun ve kestane ağaç türlerinde bulunmakta, zımparalama sürecinde metal ile temas ettiğinde ve rutubet ile etkileşim halinde olduğunda malzemenin yüzeyinde renklenmelere neden olabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için ağaç malzemedeki tanen oranının bilinmesi gerekmektedir (Kurtoğlu, 2000).

2.3.8. Ahşap Malzemelerin Renk Özellikleri

Ağaç malzeme yüzey işlem performansını renk ve yüzey parlaklığı önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle kendisine özgü desen ve renk özelliklerine sahip masif ağaç malzemelere uygulanan üst yüzey işlem maddelerinin yüzey dokusuna uygun olarak seçilmesi gerekmektedir (Bulian ve Graystone, 2009).

2.4. AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEM UYGULAMA METODLARI

Ahşap malzeme yüzey işlem uygulamalarında genel olarak sıvı yüzey işlem ve toz boya olmak üzere iki farklı uygulama metodu kullanılmaktadır. İki uygulama metodu arasında farklılıklar olmasının yanında, sektörde uygulanan en yaygın yöntem ise sıvı boya uygulama metodudur. Sıvı yüzey işlem uygulamaları; kullanılan ahşap üzerine uygulanan malzemenin yüzeye doğrudan temas etmesi ve boyanın küçük damlacıklar halinde atomize edilip püskürtme yöntemi kullanılarak yüzeye uygulanması olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmektedir.

2.4.1. Yüzey Temashı Metodlar

2.4.1.1.Fırçalama Metodu

Bu metot uygulama kolaylığı ve yatırım maliyetlerinin düşük olmasından dolayı mobilya endüstrisinde genel olarak küçük ölçekli firmalar tarafından tercih edilmektedir. Ancak seri üretim yapan firmalar tarafından düşük verimlilik yüzdesinden dolayı tercih edilen bir metot değildir (Speranza, 2003).

2.4.1.2.Emdirme Metodu

Bu yöntem kullanılan üst yüzey işlem maddesinin ahşap malzeme içine daha iyi nüfuz etmesini sağlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı yöntem sektörde daha çok dekoratif ahşap ürünlerde tercih edilmektedir. Aynı fırçalama yönteminde olduğu gibi küçük ölçekli firmalar tarafından kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Speranza, 2003).

2.4.1.3.Daldırma Metodu

Ekonomik ve kullanışlı üst yüzey işlem yöntemlerinden birisi de daldırma metodudur. Yöntemin avantajlarından bir tanesi ahşap malzemenin doğrudan boyaya daldırılarak, boyanın hava ile teması sağlanmadan işlemin gerçekleştirilmesi ve böylelikle hava ile karışan boya taneciklerinin bulunmamasıdır. Düşük viskozitede ve hızlı bir şekilde uygulanması ahşap malzemelerde özellikle de eğri ahşaplarda önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu yöntemin açık havalarda solvent bazlı boyalarda kullanılması sırasında özellikle boyanın uçma riskinden dolayı genellikle su bazlı boyalarda kullanılması daha uygundur. Böylelikle çevreye de zararlı UOB lerin yayılmasının önüne geçilmiş olmaktadır. Ancak seri üretim yapan firmalarda bu yöntem yaygın olarak tercih edilmemekte, özellikle masif ahşap kullanan firmalar tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir (Speranza, 2003).

2.4.1.4.Basınçlı Kap Uygulamaları

Bu yöntem özellikle dış ortam hava şartlarında kullanılacak ahşap malzemelerin biyolojik bozulmalara karşı daha dayanıklı olabilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde boyanın daha derine nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Speranza, 2003).

2.4.1.5.Silindir ile Boya Uygulamaları

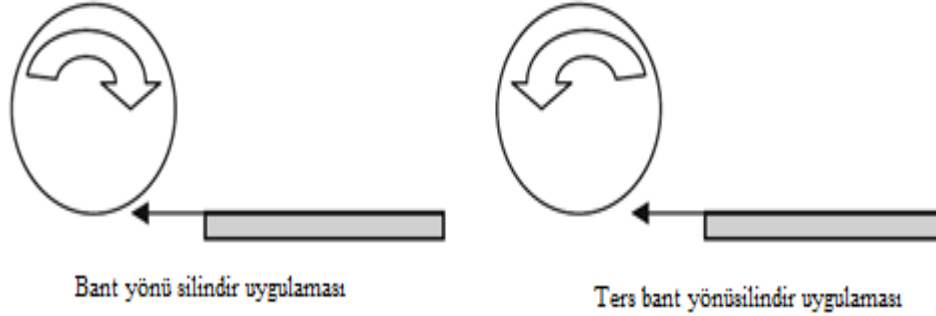
Yöntemin temel özelliği endüstriyel bir silindir yardımıyla, yüzey işlem maddesinin ahşabın yüzeyine uygun bir şekilde dağıtılmasıdır. Su, solvent ve tek komponentli boyalar ile kullanılabilen bu yöntemde, uygulama işlemi rulo yardımıyla yüzey işlem maddesinin ahşap

malzemeye temas etmesiyle gerçekleşmektedir. Ahşap malzemede bu yöntem yardımıyla homojen yüzey elde edilmesinin yanında, film kalınlığı bakımından da iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Silindir yüzey işlem uygulamalarının avantajları;

- Otomatik sistemler sayesinde verimlilik oranı yüksek olması,
- Boya kullanım oranının az olması (m^2 'ye 50 gr vs.),
- Transfer verimlilik oranları yüksek olmakla beraber %100'e yakın olması,
- Viskozite ve katı madde miktarı oranları yüksek kürlemeli üst yüzey işlem maddelerinin kullanılması ile daha kaliteli yüzeyler elde edilmesi olarak özetlenebilmektedir.

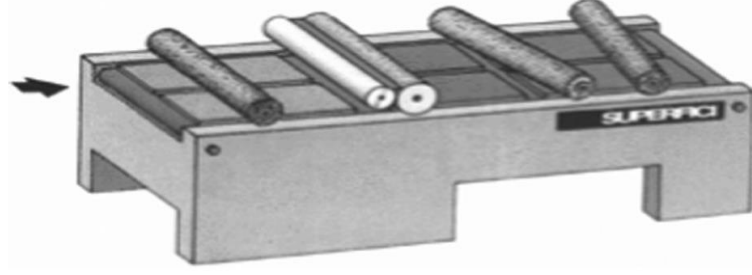
Silindir yönü ve sayısına göre farklı uygulama yöntemleri de kullanılmaktadır. Silindir ile boya uygulamalarında yüzey işlem maddesinin yüzeye sürülmesi işleminin gerçekleştirilmesi aplikatör ve hız yardımıyla sağlanmaktadır. Panel besleme yönü silindirin dönüş yönü ile aynı olmakla birlikte, iki silindir ters yönde de dönebilmektedir. Ahşap yüzeylerde renklendirme, astar ve son kat uygulamalarında silindirli yüzey işlem uygulamaları kullanılmaktadır (Ozarska, 2003).



Şekil 2.2: Silindirlerin farklı yönlerdeki çalışma prensibi (Ozarska, 2003).

2.4.1.6. Renklendiricili Silindir Uygulamaları

Düz yüzeylere astar ve dolgu uygulamalarında kullanılan oldukça basit bir yöntemdir. Bu uygulamada uygulanacak yüzey işlem maddesi miktarı, malzeme ve boya türüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Uygulama yapılırken kullanılan boya miktarı $10-50 \text{ g/m}^2$ arasında değişebilmektedir.



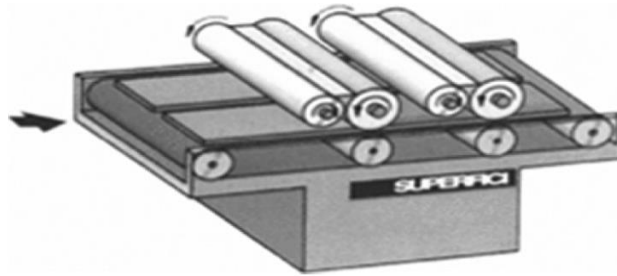
Şekil 2.3: Renklendirici silindir uygulamaları (Ozarska, 2003).

Farklı ağaç türleri içinde bu renklendirme yöntemi kullanılabilmekte, özellikle meşe gibi geniş gözenekli ağaç türlerinde renklendirici maddelerin gözeneklere nüfuzunu kolaylaştırarak, homojen bir yüzey elde edilmesi ve uygulamadan sonra yüzeyde kalan fazla boya miktarının azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Boya uygulama silindirlerinin altında bulunan baskı silindirleri yüzey işlem maddelerinin yüzeye homojen bir şekilde dağılımını gerçekleştirmektedir (Ozarska, 2003).

2.4.1.7.İki Başlıklı Silindir Sistemleri

Silindirli sistemlerden olan bir başlıklı uygulamalarda zımpara işleminin zorlaşmasıyla yüzeyde olumsuz etkiler meydana gelmektedir. Oluşan bu olumsuzlukların çözülmesi için üst yüzey işlem maddelerinin miktarının ve viskozitesinin azaltılması gerekmektedir. Bu durum da uygulamada verimin düşmesine neden olmaktadır.

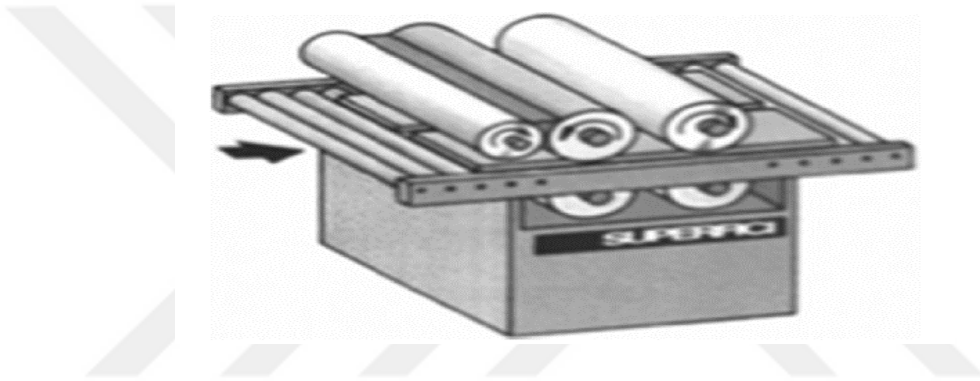
İki başlıklı silindir ile donatılmış sistemlerde ikinci silindirin ilk silindire oranla daha az miktarda üst yüzey işlem maddesi uygulamasına rağmen, iki defa uygulama yapma imkânı yüzeydeki üst yüzey işlem maddesinin homojen bir şekilde dağılmasını sağlamaktadır (Ozarska, 2003).



Şekil 2.4: İki başlıklı silindir makinası (Ozarska, 2003).

2.4.1.8. Dolgu Silindir Sistemleri

Genel çalışma prensibi olarak bir silindirli sistemlere benzemekle beraber aplikatör, dozajlama ve düzleştirici olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedirler. Şekil 2.5’de görüldüğü üzere üçüncü merdane konveyör yönünün tersine hareket etmekte ve krom kaplı çelikten meydana gelmektedir. Bu merdanenin fazla gelen ve taşan üst yüzey işlem maddesinin yüzeyden kaldırılması ve tek düze bir yüzey elde edilmesini sağlamak gibi iki önemli görevi vardır. Bu sistemin İtalyan yüzey uygulaması olarak da isimlendirilmektedir. Malzemeye farklı hız ve basınçlarda uygulanan üst yüzey işlem maddelerinin düzgün ve homojen şekilde uygulanmasını sağlamaktadır (Ozarska, 2003).

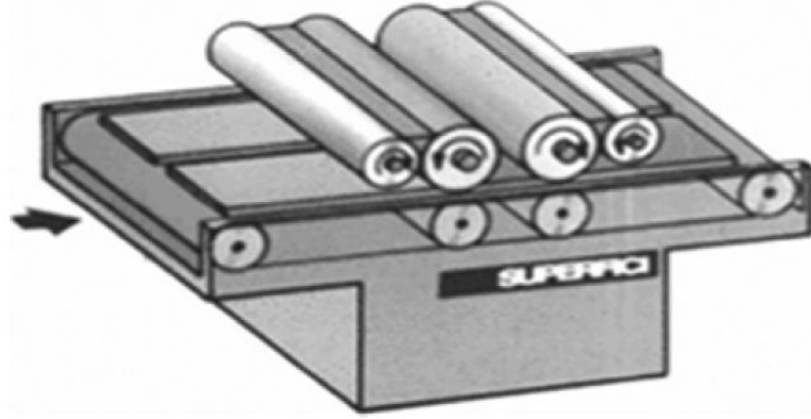


Şekil 2.5: Dolgu silindir sistemleri (Ozarska, 2003).

2.4.1.9. Ters Yönlü Silindir Sistemleri

Aplikatörlerin yönünün malzeme yönüne ters uygulanması prensibiyle çalışmaktadır. Üst yüzey işlem maddesinin bu sistemde yüzeye doğru miktarda ve homojen uygulanabilmesinin sebebi, dozajlama sistemin iyi ayarlanabilmesidir. İki ve dört aplikatörlü sistemler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. İki aplikatörlü sistemlerde yüzeye yaklaşık 30 g/m² üst yüzey işlem maddesi uygulanmasının yanında, UV son kat uygulamaları içinde uygun bir sistemdir. Şekil 2.6’da gösterilen dört aplikatörlü sistemler iki başlıklı silindirler ile kombine bir şekilde çalışmakta olup, ikinci silindirler bir başlı silindirler gibi görev yapmaktadırlar. Bu sistemlerde üst yüzey işlem maddelerinin yüzeye uygulanma oranları 10 g/m² ile 100 g/m² arasında değişmekte ve bu durum aşağıda belirtilen faktörlere göre değişiklik göstermektedir (Ozarska, 2003). Bu faktörler;

- Silindirlerin dönme hızı ve yüzeye uyguladığı basınç,
- Silindirler ve aplikatörlerin arasında kalan boşluk,
- Bant hızına bağlı olarak değişiklik göstermektedirler.



Şekil 2.6: Ters yönlü silindir sistemler (Ozarska, 2003).

2.4.2. Atomize Sistemler

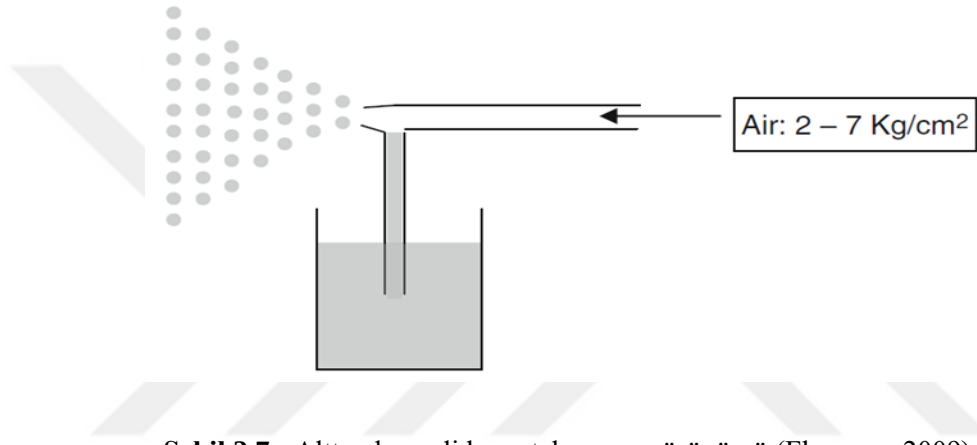
Bu sistemler boya ve boya esaslı üst yüzey işlem maddelerini atomize ederek püskürtme prensibine dayanmaktadır. Ahşap ve ahşap esaslı malzemeler üzerinde kolay kullanılması, değişik uygulamalar içermesi ve uygulama yapılan yüzeylerde homojen film kalınlığı sağlamasından dolayı mobilya endüstrinde sıklıkla uygulanmaktadır. Uygulama yapılırken sistemin püskürtme sistemleri ile çalışmasından dolayı uygulayıcı kişilerin iş ve işçi sağlığı güvenliği kurallarına uyması büyük önem arz etmektedir (Flexener, 2009).

2.4.3. Konvansiyonel (Havalı) Püskürtme Sistemleri

1980 yılında Dr. De Vilbiss tarafından bulunan ve günümüzde sıklıkla kullanılan püskürtme uygulamalarıdır. Otomatik ve manuel olmak üzere birçok üst yüzey işlem uygulamalarında kullanılan sistem; üst yüzey işlem maddelerinin havalı püskürtme tabancası ve ayarlanabilir bir memenin yardımıyla atomize biçimde malzemenin yüzeyine püskürtülmesi prensibi ile çalışmaktadır. Sistem malzeme yüzeyinde düzgün ve homojen yüzeyler oluşturabilmesi bakımından avantajlı olmasına rağmen, transfer verimlilik oranlarının düşük seviyelerde olabilmesi dezavantaj olarak görülmektedir. Bu durum uygulama farklılıklarına göre değişkenlik gösterebilmektedir.

Şekil 2.7’de gösterildiği gibi boya tabancaları hazne, başlık ve meme olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan boya tabancaları sayesinde sıvı yüzey işlem maddelerinin küçük damlacıklar halinde malzemenin üzerine yayılması sağlanmaktadır. Boya tabancası besleme yöntemleri ise basınçlı kaplı, üstten hazneli ve alttan hazneli olmak üzere üç

faklı yöntem ile gerçekleştirilmektedir. Alttan hazneli tabanca sistemlerinde tabancanın altına yerleştirilen haznedardaki üst yüzey işlem maddesinin emişi ile tabancaya ulaştırılmaktadır. Üstten hazneli tabanca sistemlerinde ise, tabancanın üstünde bir hazne konularak üst yüzey işlem maddesinin yer çekiminin etkisiyle tabancayı beslemesi ve malzeme yüzeyine püskürtülmesi yöntemidir. Bir diğer uygulama yöntemi olan basınçlı kaplı tabanca sisteminde ise malzeme yüzeyine uygulanan üst yüzey işlem maddesinin 0,1-0,5 atm. basınç ile hortumdan geçerek tabancaya gelmesi ile iyi bir püskürtme elde edilir. Ayrıca üst yüzey işlem maddesi taneciklerinin etrafa daha çok yayılmasının önüne geçilmektedir (Flexener, 2009).



Şekil 2.7: Alttan hazneli boya tabancası görünümü (Flexener, 2009).

2.4.3.1.Yüksek Hacimli Düşük Basınçlı (HVLP) Sprey Sistemleri

Konvansiyonel uygulamalarda geriye kaçan üst yüzey işlem maddesi miktarının azaltılması, transfer verimliliğinin artırılması amacıyla geliştirilen bir sistemdir. Sistemde atomize edilen üst yüzey işlem maddesi tanecikleri konvansiyonel sistemlere göre daha iri olmasından dolayı yüzey kalitesi konvansiyonel sistemlere göre daha kötü olması beklenirken, son yıllarda geliştirilen sistemler sayesinde yüzeyde oluşturduğu kalite konvansiyonel sistemlere yakın seviyelere ulaşmıştır. Bu tür sistemler uygulayıcı operatörün uygulama teknikleri ve yetenekleri ile doğrudan ilişkili olup, yüksek hacimli işler için tercih edilmektedir. Mobilya endüstrisi örneklerinin üç boyutlu parçalar içermesi ve operatör özellikleri gibi kriterler çerçevesinde sektörde tercih edilme oranlarını düşürmektedir (Flexener, 2009).

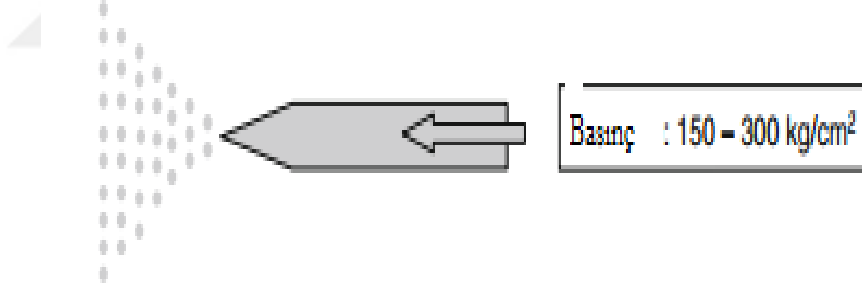
2.4.3.2.Düşük Hacimli Düşük Basınçlı (LVLP) Sprey Sistemleri

HVLP sistem uygulamalarında meydana gelen düşük basınçtan kaynaklı atomizasyon kalitesi düşük hacimli düşük basınçlı sistemler ile geliştirilmiştir. HVLP sprey uygulamalarında ihtiyaç duyulan yüksek hacimli havanın güçlü kompresörlerden elde edilme zorunluluğu ve

uygulamayı gerçekleştirecek olan operatörlerin yaşadığı sıkıntılardan dolayı düşük hacimli düşük basınçlı sistemler geliştirilmeye çalışılmıştır (Flexener, 2009).

2.4.3.3. Havasız Sprey Sistemleri

Bu sistemlerde ek hava kullanmaksın atomizasyona sebep olacak kadar hızlı oranda püskürtme sağlamak için yüksek basınç kullanılmaktadır. Geleneksel spreysel uygulamalarının kullanılamayacağı içi büyük kapalı kaplar gibi yüksek uygulama hacimlerine ihtiyaç duyulduğu alanlar için havasız püskürtme penetrasyonu geliştirilmektedir. Üst yüzey işlem maddeleri su ile taşındığından dolayı farklı nozullara ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek basınç olduğundan dolayı güvenlik önlemlerine daha fazla dikkat edilmesi gerekliliğinin yanında, ek pompalara ihtiyaç duyulacağından ekipman maliyetleri de daha yüksektir. Mobilya endüstrisinde kullanılan havasız spreysel meydana getireceği dezavantaj ise; fazla miktarda malzemenin hızlı bir şekilde uygulanması ve bu durumun kaplama kalınlığının kontrolünün kaybedilmesine neden olmasıdır (Flexener, 2009).



Şekil 2.8: Havasız püskürtme boya uygulaması (Flexener, 2009).

Havasız uygulama sistemlerinin avantajlı yönleri;

- Yüksek verimlilik,
- Su ve solvent bazlı üst yüzey işlem maddeleri için uygun olması,
- Pnömatik sistemlere göre transfer verimlilik oranları yüksek olması,
- Tek seferde yüksek kalınlıklardaki tabakalara uygulanabilir olması,
- Düz yüzeylerde yüzey işlem uygulamaları için elverişli olmasıdır.

Havasız uygulama sistemlerinin dezavantajlı yönleri;

- Pnömatik sistemlere göre püskürtme tabancalarının maliyetleri daha yüksek olması,
- Uygulama sırasında atomize edilen yüzey işlem maddelerinin damlacıklarının pnömatik sistemlere göre daha iri yapıda olmasından dolayı görünüm açısından iyi sonuçlar elde edilememesi,
- Malzeme yüzeyinde kalın bir film tabakası bırakabilmesidir.

2.5.AHŞAP MALZEME ÜST YÜZEY İŞLEM PERFORMANSINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin yüzey işlem performanslarının belirlenmesi; malzemelere üst yüzey işlem maddeleri (boya, vernik) uygulamalarından önce yapılan yaş boya testleri ve üst yüzey işlem maddesi uygulamalarından sonra, uygulanan malzemenin kurumasını takiben yapılan kuru film performans testleri olarak iki ana başlık altında toplanmaktadır (Bierwagen ve Hay, 1975).

2.5.1. Yaş Boya Testleri

2.5.1.1.Gözle İnceleme

Ahşap malzemeye üst yüzey işlem maddesi uygulanmadan önce, malzemedeki jel oluşumu, kaymaklaşma ve çökme durumları olup olmadığı gözlemlenmektedir. Üst yüzey işlem maddesindeki jel oluşumu maddenin kıvamı kontrol edilerek tespit edilmektedir. Jel oluşumu olan üst yüzey işlem maddeleri tiksotropik karıştırıcılar yardımıyla karıştırılarak bu sorun giderilmelidir. Kaymaklaşma ise üst yüzey işlem maddesinin yüzeyinde oluşan bir tabakadır. Eğer üst yüzey işlem maddesinde kaymaklaşma tespit edilmiş ise maddenin yüzeyinden bu tabaka alınarak süzme işlemi gerçekleştirilir. Ayrıca jel oluşumu da gözlemlenmelidir. Herhangi bir jel oluşumu meydana gelmiş ise bu durum tiksotropik karıştırıcılar ile giderilmelidir. Diğer bir sorun olan çökme ıspatula kullanılarak tespit edilerek, üst yüzey işlem maddesinin karıştırılıp, çökeltinin çözünmesi sağlanarak sorun giderilmelidir (Bierwagen ve Hay, 1975).

2.5.1.2.Viskozite

Üst yüzey işlem maddesinin viskozitesi, uygulama esnasında boyanın akma, yayılma, sarkma, fırça veya tabanca ile uygulanabilirliği gibi özellikler ile doğrudan ilişkili olduğundan

viskozitenin iyi ayarlanması icap etmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte viskozite ve viskozite özelliklerinin ölçümünü gerçekleştiren cihazlar üretilmiştir. Akışkan ve akışkan olmayan üst yüzey işlem maddelerin viskozitesi ölçülmek istendiğinde akışkan ürünler için; DINCUP (DIN4), FORD CUP (FORD4), akışkan olmayan ürünler için ise BROOKFIELD viskometreleri kullanılmaktadır. Bu viskometrelerden DIN CUP 4 veya FORD CUP 4 olanları kullanılıyorsa cihazlar temiz olmalı, her ölçümde temizlenmeli ve üst yüzey işlem maddesinin akmasını sağlayan deliğin temizliğine özen gösterilmelidir. Üst yüzey işlem maddesinin sıcaklığı su banyosu kullanılarak $20 \pm 0.50 \text{ C}^\circ$ ye getirilmeli, içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde karıştırılan üst yüzey işlem maddesi delik kapatma yöntemi kullanılarak DIN CUP ‘ın içine tamamen doldurulmalıdır. Daha sonra parmak delikten çekilerek kronometre çalıştırıp, kesintisiz üst yüzey işlem maddesinin akışının bitmesini takiben, maddenin damlamaya başladığı anda sıcaklık kontrolü yapılır. Kabın boşalması için geçen zaman ise saniye olarak belirlenmelidir (Bierwagen ve Hay, 1975).

2.5.1.3.Yoğunluk

Yoğunluk hacim ve ağırlık arasındaki oranı göstermektedir. Üst yüzey işlem maddesinin tüketiminin hesaplanabilmesi için yoğunluk değerinin bilinmesi gerekmektedir. Üst yüzey işlem maddesinin ambalajlanmasında, formüle edilmesinde hammadde ve bitmiş ürünün yoğunluklarının bilinmesi önem arz etmektedir. Genellikle yoğunluk piknometre adı verilen 100 ml hacime sahip kaplarda ölçülmektedir. Ölçüm işlemleri yapılırken üst yüzey işlem maddesinin sıcaklığı 20°C ve terazi hassasiyeti en az 0.01gr olması gerekmektedir. İlk işlem olarak kabın darası alındıktan sonra, üst yüzey işlem maddesi çok az üzerinden taşacak şekilde kap doldurulur ve kapağı kapatılır. İkinci kez tartım işlemi gerçekleştirilir ve ilk tartım ile arasındaki fark 100 ml üst yüzey işlem maddesinin ağırlığı olup, elde edilen değer kabın iç hacmine (100 ml) bölünmesiyle yoğunluk değeri elde edilmiş olur (Patton, 1979).

2.5.1.4.Katı Madde Miktarı

Üst yüzey işlem boyaları 4 grupta toplanmaktadır;

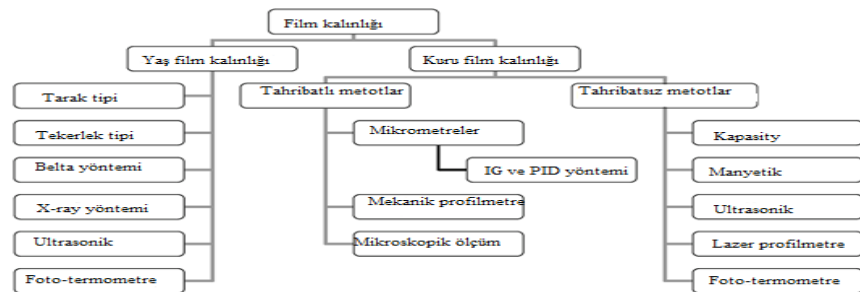
- Bağlayıcılar,
- Pigmentler ve dolgu maddeleri,
- Çözücüler,
- Katkı maddeleri.

Pigmentler, çözücü maddeler ve bağlayıcılar üst yüzey işlem boyalarının yaklaşık %95-99'luk kısmını oluşturmaktadır. Üst yüzey işlem boyasının sadece az bir kısmının katı maddelerden oluştuğunu düşünürsek, pigmentler, çözücüler ve katı madde oranlarının toplam miktarının üst yüzey işlem boyası miktarına oranı bizlere boya içindeki katı madde oranını vermektedir. Yani katı madde oranı ağırlıkça hesaplanması yaş boyanın uçucu olmayan kısım miktarının toplam yaş boya miktarına oranı ile hesaplanabilmektedir. Ortalama 2 gram yaş boyanın en az $\pm 0,01$ gr hassasiyetle ölçülmesinin ardından $\pm 1^\circ\text{C}$ 'deki fırında veya etüvde kurutularak, buharlaşmayan kısmının aynı hassasiyetle tartılması ile katı maddenin ağırlıkça testleri yapılmış olur (Orchard, 1994). Üst yüzey işlem boyalarında katı madde oranının bilinmesi, uygulanacak boya miktarının hesaplanması açısından büyük önem arz etmektedir. Üst yüzey işlem uygulamalarında daha verimli bir film tabakası elde etmek için boyanın katı madde miktarının yüksek olması gerekmektedir.

2.5.2. Kuru Film Testleri

2.5.2.1. Film Kalınlığı

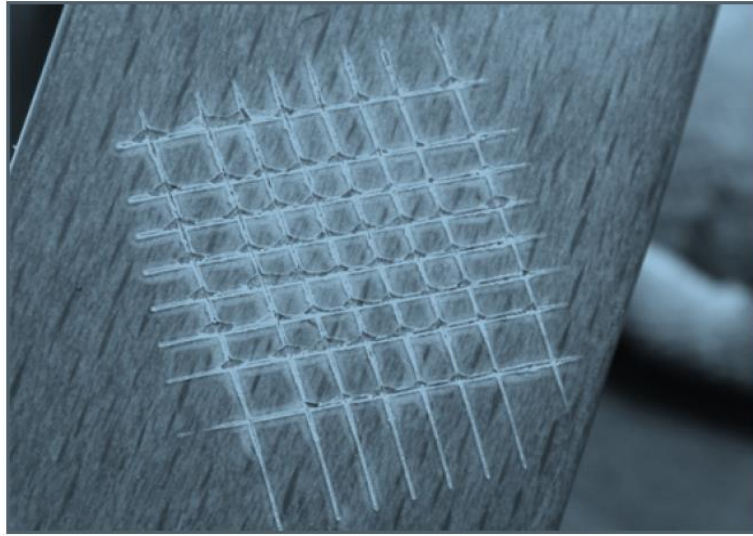
Üst yüzey işlem uygulamalarında yüzey işlem performansını etkileyen en önemli unsurlardan biriside film kalınlığıdır. Boyalar ve verniklerin film kalınlıklarının tespiti EN ISO 2808 uluslararası standardı esas alınarak yapılmaktadır. Film kalınlığını belirlemek için kullanılan diğer bir yöntemde mikroskopla ölçüm yöntemidir. Üst yüzey işlem boya muayene ölçeri (PIG) cihazı ile; boya filmi kama biçimli kesilerek, kesilen kısım mikroskopta incelendikten sonra kesit genişliği bir çubukla ölçülerek belirlenmektedir. Eğer üst yüzey işlem boya tabakası birkaç film tabakasından meydana geliyorsa, test tahribatlı olmasına rağmen her tabakanın kalınlığı tespit edilebilmektedir (Doğanay ve Kureli, 2015).



Şekil 2.9: Film kalınlığı ölçüm metotları (Doğanay ve Kureli, 2015).

2.5.2.2.Yapışma Performansı

Üst yüzey işlemlerinde iyi kaplama performansı elde etmek için yeterli derecede yapışmanın sağlanması gerekmektedir. Yeterli bir yapışma tüm direnç ve mukavemet özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yapışma, bir ara yüz boyunca etki eden atomik veya moleküler kuvvetler ile ilgili (bunların kolayca ölçümü gerçekleştirilemez) ve yüzeyleri ayırmak için gerekli olan kuvvetlerin ölçüsü ile ilgili olmak üzere iki farklı yönden meydana gelmektedir. Üst yüzey işlem boyalarında kurutma ve kürlenme sebebiyle hacim daralmasına bağlı meydana gelen filmin iç gerginliği yapışmayı etkileyen önemli faktörlerdendir. Özellikle UOB in buharlaşmasıyla meydana gelen kayıplar önemli miktarlarda küçülmeyi de beraberinde getirmektedir. Yapışmada gerilmeyi arttıran ve serbest hacim miktarını azaltan sebep kimyasal kurutucu kaplamaların çapraz bağlama mekanizmalarıdır. Üst yüzey işlem boya uygulamalarında oluşan kalın tabakaları, ince film tabakalarına oranla daha fazla gerilmelere sebep olmaktadır. Bunun yanında rutubet alıp verme işlemi ile ahşap malzemede meydana gelen boyut değişimleri de kaplamanın gerilmesine neden olan önemli faktörlerdendir. Dış ortam koşullarında kullanılan kaplamalar için yapışma değerleri genellikle azalmaktadır. Ahşap malzeme yüzeyinde pul pul görüntüler oluşması ve kabarcıkların meydana gelmesi, yapışma hatalarından kaynaklanmaktadır. Bu tür kusurlar malzemenin alt tabaka ile arasındaki yapışma direncine de olumsuz etki etmektedir (Guo ve diğ., 2015). ISO 2409 üst yüzey işlem maddeleri çapraz kesme testidir.



Şekil 2.10: Yapışma direnci için çapraz kesme yöntemi (Ali ve diğ., 1997).

2.5.2.3. Yüzey Sertlik Testi

Yüzey işlem kaplama filminin girinti oluşturmaya veya katı bir cisim tarafından kaplamaya nüfuz etmeye karşı direnme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Hwang ve diğ., 2009). Ayrıca sertlik solventlerin tutulmasına bağlı olarak kaplamanın kuru hali ve kimyasal kuru kaplamalar için çapraz bağlanma etkinliği ile ilişkilidir. Yeterli bir sertlik değeri elde etmek için kurutma sisteminin etkinliği önemli bir faktördür. Kaplanmış ürünün imalat, taşıma ve kullanım esnasındaki davranışını belirlemede, kaplanmış yüzeylerin sertliği büyük önem arz etmektedir. Ürünün kaplanmış yüzeyinin kullanım sırasında veya paketlenme işlemlerinde zarar görmesine yumuşak bir yüzey sebep olabilmektedir. Malzemenin mekanik davranışlarının da kaplama yüzeyinin sertliği üzerinde etkisi vardır. Ürünün yüzeylerine gelen darbelere, aşınmalara ve çizilme etkilerine karşı direnci gibi birçok özelliğini sertlik etkilemektedir.

Kuru filmin direncini hesaplamak için kullanılan yöntemi ISO 2815 standardı açıklamaktadır. Buchholz indentörü cihazı bu test için kullanılmaktadır.

Bir sarkacın salınım genişliğini ölçerek üst yüzey işlem maddesi vernik, boya veya herhangi bir ürünün sertliğini hesaplamak için kullanılan ISO 1522 standart yöntemidir.

Bu yöntemde kullanılan 2 tip alet vardır;

1. Konig sarkacı,
2. Persoz sarkacı.

Bu sarkaçların her ikisinde kaplamanın üzerine oturan ve dayanak noktası oluşturan küresel toplar mevcuttur. Her iki yöntemde kaplamanın daha yumuşak olması, sarkaç salınımlarının sönümlenmesine ve osilasyon genliklerinin belirli bir miktarda azaltılması için gereken süreyi kısaltmaktadır.

Bir dizi kurşun kalem kullanılarak organik kaplamaların sertliğini ölçmek için ise ISO 15184 standart yöntemi kullanılmaktadır. Yüzey sertliğini ölçmek için kullanılan test kalemlerinin sertliği 9H (çok sert) ile 6B (çok yumuşak) arasında değişmektedir. Test edilecek olan kaplamanın yüzeyinde test donanımı ile test kalemi beraber 45 °'lik açı ile ittilirken yüzey sertliği belirlenmektedir.

2.5.2.4.İstiflenme Testi

Yüzey işlem uygulamalarından sonra ürünlerin istiflenmesinden kaynaklı yüzey sertlik sorunlarının meydana gelmesidir. Ürünler nakliye aşamasında birbirine yapışarak herhangi bir hasara neden olmamalıdır. Yüksek hava sıcaklıklarında güneş ışınlarının da etkisiyle istif yüzeylerinin yapışmasından dolayı istifleme ve nakliye problemleri yaşanmaktadır. Dış ortamlarda kullanılacak ahşap malzemede kullanılan bağlayıcıların termoplastik davranışlarından dolayı istiflenme testleri daha sık uygulanmaktadır. Kullanılan üst yüzey işlemlerin formülasyonu kullanım yerine göre termoplastik özelliklilerin normalleştirilmesi gerekmektedir (Petry ve Kent, 2004).

2.5.3. Boya ve Verniklere Uygulanan Mekaniksel Testler

2.5.3.1.Çizilme Testi

Üst yüzey işlem uygulama malzemesinin çizilme direncinin tespit edilmesi tek tanımlı olmamasından dolayı güçtür. Çizilme direnci için sürtünmeye, aşınmaya, erozyona ve mekanik kusurlar için çatlamaya kadar çeşitli terminolojiler kullanılmaktadır. Üst yüzey işlem uygulama malzemesinin çizilme direnci deformasyonun büyüklüğü, deformasyona karşı direnç, parlaklığın azaltılması, renk değişikliği ve ağırlık kaybı açısından değerlendirmeye tabi tutulabilir. ISO 4586 tarafından yapılan çizilmeye karşı direnç tanımına göre; çıplak gözle görülebilen sürekli bir iz üreten tanımlanmış bir geometri iğnesine uygulanan minimum yüke çizilmeye karşı direnç denilmektedir. Diğer bir taraftan ISO 1518 vernik, boya vb. üst yüzey işlem ürünlerinin malzeme üzerinde yapmış olduğu film tabakasının bir iğne ile kazınarak penetrasyona direncini tespit etmek için kullanılmaktadır. Yatay motorlu ve üzerinde kaplamalı bir panelin montajlı olduğu donanımdan meydana gelmektedir. Elektrik devresinin bir parçasını oluşturan ağır bir iğne kaplanmış yüzeye dayanmaktadır. Yüzey işlem maddeleri ile uygulama yapılmış kaplamaya iğne nüfuz ederse ve metalik alt tabaka ile temas ederse sayaç çalıştırılmaktadır. İğne test işlemleri sırasında kaplanmış panelin altına alınarak alt katmana nüfuz edip etmediğinin anlaşılması için sayaç gözlemlenmektedir. ISO / DIS 4211-5 ise mobilya yüzeylerinde çizilmeye karşı yüzey direncinin belirlenmesi işlemlerini kapsamaktadır (Landry ve diğ., 2015).

2.5.3.2.Aşındırma Testi

Doğal veya yapay araçların yüzey üzerlerine sürtünme ya da sürtünme etkisini aşınma olarak tarif edebiliriz. Malzemenin renk ve orijinal yönünü zımpara etkisinde tutma becerisine bağlı

olarak sonuç yüzeyinin deseni değişiklik göstermektedir. Boya, vernik vb. üst yüzey işlem maddelerinin kuru film tabakasının aşınmaya karşı mukavemetinin dönen aşındırıcı lastik kullanılarak tespit edilmesi ISO 7784-2 yöntemidir. Önceden belirlenmiş koşullar altında kuru film tabakaları üzerine aşındırıcı lastik tutturulmuş taber adıyla bilinen aşınma test makinesinde, lastik tekerlerle aşındırma işlemine tabi tutulurlar. Test panelleri; belirli oranlarda ağırlıklılar ile yüklenen tekerlekler altında belirli döngü sayılarında dönme işlemi gerçekleştirilerek yüzey işlem maddesi yüzeyden aşındırılır (Tracton, 2006).

2.5.3.3. Düşürme Testi

Ürünlerin kullanımı sırasında meydana gelecek kazalar sonucunda düşen malzemenin yüzey ile teması sonucunda oluşabilecek hasarların etkileri, düşürme testleri ile tespit edilmektedir. Çoğunlukla farklı yüksekliklerden düşen nesnelerin düştüğü yüzeye etkisini doğrudan tespit edilmesi yoluyla gerçekleştirilirler. Üst yüzey işlem maddelerinden film oluşumunu tamamlanmış vernik, boya vb. ürünlerin alt tabakaları standart koşullarda düşen bir ağırlık deformasyonuna maruz bırakılarak, film tabakasında meydana gelen parçalanma veya çatlamaya karşı direncin gözlemlenebilmesi için ISO 6272-1 yöntemi kullanılmaktadır. Elde edilen test sonuçları; referans çatlak sayısı ile meydana gelen çatlak sayılarının karşılaştırılması yoluyla tespit edilmektedir. Darbe ile meydana gelebilecek alt tabaka deformasyonları sonuçların önemli derecede etkilenmesine sebep olabilmektedir. Kaplama filminin herhangi bir deformasyona karşı esnek yapıya sahip olması önem arz etmektedir. Kaplamada yüzey görünümünün haricinde meydana gelebilecek çatlaklar, kir ve nemin yüzeyin içine nüfuz etmesiyle birlikte değişik kusurlara sebep olabilmektedir (Tracton, 2006).

2.5.4. Yaşlandırma Test Yöntemleri

2.5.4.1. Doğal Ortam Yaşlandırma Testleri

Doğal ortam yaşlandırma testleri yüzey işlemi uygulanmış ahşapların dış ortamdan gelen etkilere karşı dayanımını ölçmek için kullanılan en ideal ve güvenilirliği yüksek olan test yöntemlerindendir. UV ışınlarının etkisi, sahip olduğu enerji ile çeşitli organik yapıların parçalanmasına olanak sağlayan UV mor ötesi ışınlardır. Güneş ışığı yer yüzüne 280 – 3000 nm dalga boyları arasında ulaşmakta olup, 290 – 400 nm dalga boyu arasında olanlara da UV Işınları denilmektedir.

Üç tip UV ışını bulunmaktadır;

1. UV- A 315- 400 nm ozon tabakası tarafından filtre edilememektedir,
2. UV- A 280- 315 nm ozon tabakası tarafından kısmen filtre edilebilmektedir,
3. UV-C 100- 280 nm atmosferde bulunun oksijen ve azot ile tamamen absorbe edilebilmektedir.

UV – C ışınları 280 nm’den düşük olması durumunda ozon tabakası vasıtasıyla filtre işlemine tabi tutulduğundan dünyaya ulaşmaları engellenmektedir (Gürleyen, 2018).

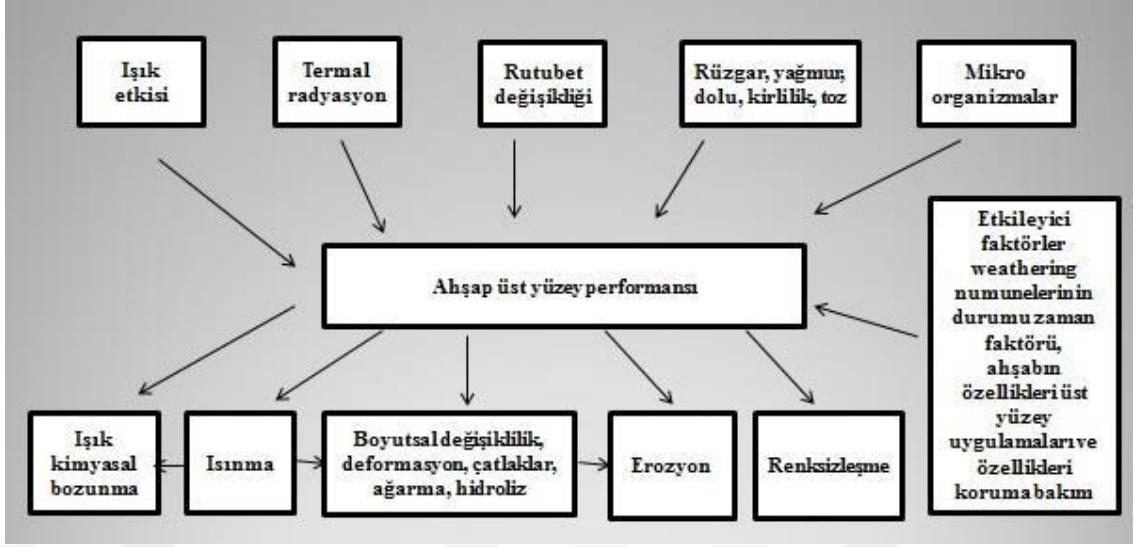
Tablo 2.3’ de UV ışınlarının yoğunluk ve cinsleri verilmiştir;

Tablo 2.3: Radyasyon yoğunluklarının sınıflandırılması (Gürleyen, 2018).

Dalgaboyu Kısmı (nm)	Radyasyon Şiddeti (W/m ²) (%)	Ortalama Foton Enerjisi (kJ/mol)
UV-A ışınları 280-320	5 0,5 6,1	400
UV-B ışınları 320-360	27 2,4 6,1	350
360-400	36 3,2 6,1	315
Görülebilir ışınlar 400-800	580 51,8	200
IR ışınları 800-3000	472 42,1	63

Yüzey işlem maddesi ile işlem görmüş ahşap malzemelerin dış ortam koşullarında kullanılması durumunda aşağıdaki etkilere maruz kalması söz konusudur;

- Organik yapıların parçalanmasına yol açan hava oksijenleri,
- Yağmur, dolu, kar vb. dış hava kaynaklı su etkenleri,
- Yüzeylerde yoğunlaşma yapan hava dan kaynaklı nem etkileri,
- Malzeme katman yüzeyinde meydana gelen nem ortamını besi ortamı olarak kullanıp üreyip, kaplamaları ve malzemenin kendi yüzeyinde tahribata yol açan mikrobiyolojik canlıların yarattığı etkiler,
- Gece gündüz sıcaklık farklılıklarının katman yapısında genleşme ve büzüşmeler meydana getirerek çatlamalara neden olması,
- Katman yüzeyini aşındırarak tahrip olmasına neden olan toz ve tanecikler,
- Özellikle denizlere yakın ortamlarda malzemeye zarar verebilecek tuzlu su ve tuz tanecikleri (Çakıcıer, 2007).



Şekil 2.11: Ahşap üst yüzey işlem performansını ölçmek için uygulanan yaşlandırma etkili olan faktörler (Gürleyen, 2018).

Ahşap malzeme yüzey işlem performansını ölçmek için kullanılan doğal ortam yaşlandırma testlerini uygulamak uzun zaman aldığından dolayı yüzey işlemi uygulanmış malzemenin dış ortam şartlarına dayanımının belirlenmesi amacıyla hızlandırılmış laboratuvar testleri uygulanmaktadır. Bu testlerde beklenti malzeme yüzeyine uygulanmış boya ve vernik üst yüzey işlem maddesinin yıllar boyu sürmesi düşünülen direncinin belirlenme işleminin kısa zamanda gerçekleştirilmesidir (Ketola ve Grossman, 1994).

Doğal test ortamlarına belli sayılarda aynalar yerleştirmek yoluyla uygulanan, malzemenin maruz kaldığı ışık etkisini arttırmak ve test sürelerini azaltmayı amaçlayan yöntemler de mevcuttur. Bu yöntemde çoklu yansımanın sağlamış olduğu sıcaklık artışı bağıl nemde azalma meydana getirmektedir. Bu sebepten ötürü paneller üzerine aralıklı su püskürtülmesi nemin tahrip edici etkisini arttırmaktadır (Jacques, 2000).

2.5.4.2. Laboratuvar Şartlarında Hızlandırılmış Yaşlandırma Testleri

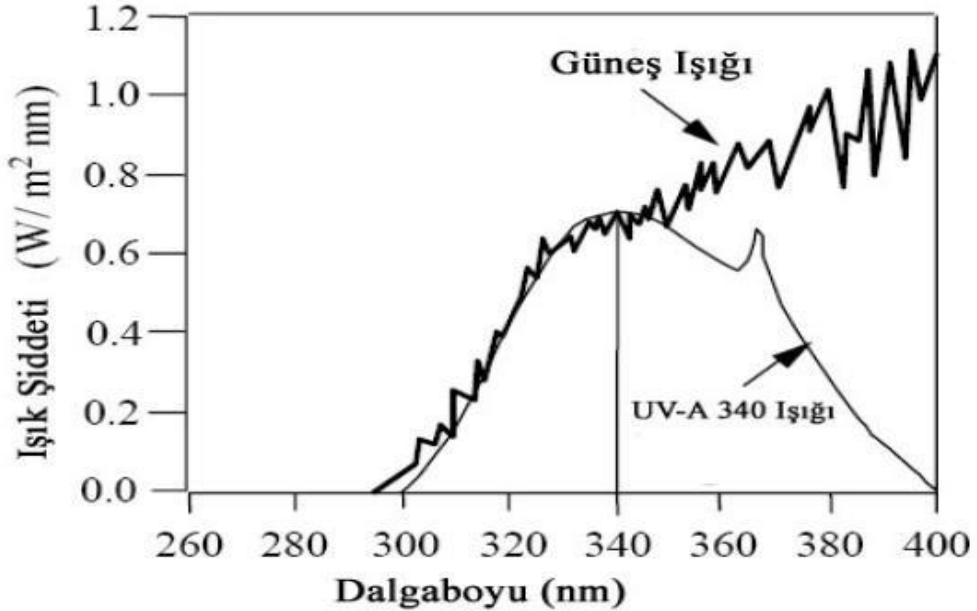
Doğal iklim şartlarında yapılan testler ile hızlandırılmış olarak laboratuvar ortamında yapılan testlerin sonuçları benzerlik göstermektedir. Hızlandırılmış test uygulamaları yapılırken yaygın olarak; floresan lambalar, xenon lambalar ve güneş ışığı karbon lambaları kullanılmaktadır. Bu tür lambaların kullanım sebebi UV ışınlarına yakın ısınma yapmaları ve katmanlarda belirleyici değişiklikler meydana getirmeleridir. Ayrıca doğal ortam şartlarının laboratuvar ortamlarında sağlanmaya çalışıldığı bu test yöntemleri; sıcaklık artışı, yağmur ve nem yoğunlaşması etkisini taklit edebilen sistemlerden meydana gelmektedir (Ketola ve Grossman, 1994). Test

yöntemlerinde ışığın iklim etkisinin arttırılması amacıyla; açık ve kapalı karbon ışık kaynakları, cıvalı ışık kaynakları, güneş ışığının yoğunlaştırılarak yansıtılması ve floresan lambaların kullanımı yaygındır (Jacques, 2000).

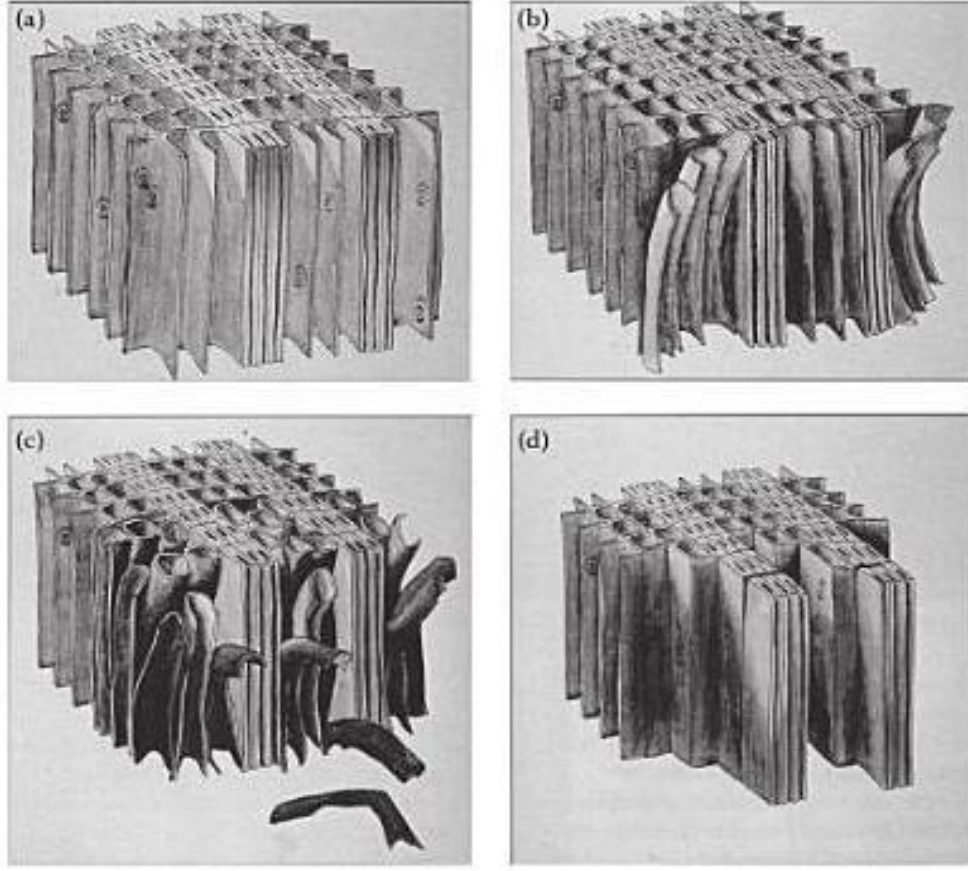
Floresan (UV) lambalar kullanılarak yapılan testler;

“UV testleri, UV ışınlarını yayan lambalar ile, yüzeyde yoğunlaşan nemin etkilerinin belli zaman dilimlerinde uygulandığı test kabinlerinde gerçekleştirilmektedir. Testlerde kullanılan floresan lambaların yaydıkları UV ışınlarının dalga boyları, güneş ışığına göre daha yüksek derecede enerji içermektedirler. Bu durumdan ötürü yapılan testlerde, doğal dış ortam testlerinde gözlenmeyecek şekilde malzemede tahribatları görülebilmektedir. Bu tür sorunlara rağmen UV testleri piyasada oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemlerdendir.” (Tunçgenç, 2004).

UV lambalar kullanılarak yapılan testlerin başlangıç maliyeti düşük olmasının yanında belli periyotlarda değiştirilen floresan lambalar sayesinde yüksek maliyetli bakım harcamalarının da önüne geçilmektedir. UV floresan lambalar tiplerine göre farklı UV ışınım aralıklarında kullanılmaktadır. Şekil 2.12’de 300-400 nm arasında kalan ışık yayılımı aralığındaki ısınımı temsil eden UV-A 340 lambaları görülmektedir (Suits ve Hsuan, 2003).



Şekil 2.12: Güneş ışığı ve UV-A 340 lambası ışığının dalga boyu analizi (Suits ve Hsuan, 2003).



Şekil 2.13: Ağaç malzeme yüzeyinde UV radyasyon ve rutubet etkisi ile meydana gelen bozulmanın şematik diyagramı (a: normal odun; b: yaşlandırmanın başlangıcında liflerin gevşemesi; c: lif kaybı; d: düşük yoğunluklu ilkbahar odununda oluklu görünüm) (Gürleyen, 2018).

Xenon lambalar kullanılarak yapılan testler;

Bu test yöntemlerinde güneş ışığı etkisi xenon-ark lambaları ile sağlanmaya çalışılmaktadır. UV yaşlandırma testlerine göre daha uzun test sürelerine sahip olmasına rağmen, güneş ışığına en yakın yaşlandırma performansı gösteren ve daha güvenilir sonuçlar elde edilebilen yöntemlerdir (Çakıcıer, 2007).

Xenon lambalar kullanılarak yapılan yaşlandırma testlerinde borosilikat dahili ve harici filtreler kullanıldığında; ısınım Sekil 2.12’de görüldüğü gibi doğal ışık kaynağını andırmaktadır. Elde edilen veriler ışığında; UV-Floresan yaşlandırma test yöntemlerindeki bozunum, xenon-ark yaşlandırma test yöntemlerindeki bozunumdan daha düşük aşınma göstermiştir (Çakıcıer, 2007).

2.6.UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB)

Organik bileşikler yapısında karbon ve hidrojen atomu bulunduran kimyasal bileşikler olarak adlandırılırlar. Organik bileşikler; uçucu organik bileşikler, yarı uçucu organik bileşikler ve uçucu olmayan organik bileşikler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır (Alyüz ve Veli, 2006). Wadden ve Scheff (1983) ise uçucu organik bileşikleri alifatikler, aromatikler, klorlu hidrokarbonlar, aldehit ve ketonlar olarak beş başlık altında toplamıştır.

Uçucu organik bileşikler İngilizce literatürde “Volatile Organic Compound” (VOC) olarak adlandırılmaktadır. VOC normal şartlar altında havaya buharlaşma yoluyla karışan uçucu organik kimyasal bileşiklerdir. Canlı organizmaların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli en önemli öğelerden biri havadır. Hava atmosferi meydana getiren gazların karışımından oluşmaktadır. Havanın önemini kısaca özetleyecek olursak; Aç kalmaya 60 gün, susuz kalmaya 6 gün dayanabilen insanoğlu havasız kalmaya sadece 6 dakika dayanabilmektedir. Uçucu organik bileşiklerin zararlı olanlarının sayısının 13 binin üzerinde olduğu düşünülmekte, fakat bu bileşikler hakkında literatürde çok az derecede bilgiye rastlanılmaktadır (Collins ve Bell, 2002).

Uçucu organik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz özellikleri arasında; akut ve kronik solunum rahatsızlıkları, akciğer kanseri, nörolojik toksisite, gözlerde ve boğazda tahriş, ayrıca baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi, mide bulantısı gibi nörolojik etkileri gözlemlenmektedir (Guo ve diğ., 2004).

Son yıllarda yapılan araştırmalara göre ozon tabakasında meydana gelen delinmeye bağlı oluşan küresel ısınma probleminin ana sebebi olarak ozon tabakasına zarar veren ve yasaklanan freon gazının yanında, petrol türevleri ve solventlerin de bu duruma büyük ölçüde sebep oldukları gözlemlenmiştir. Ülkelerin çoğunda bazı solventlerin kullanım oranları sınırlandırılmış olup, bazılarının ise tamamen kullanımı yasaklanmıştır. (Anonim, 2018).

Tehlikeli hava kirleticileri için ulusal emisyon standartları, ahşap yapı ürünleri yüzey kaplamaları artan risk ve teknoloji incelemeleri konulu tespitlerinde; Amerika da yürürlükte olan temiz hava yasasının (clean air act) çerçevesinde EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı), mevcut standartlar altında bu kaynak kategorisinden gelen hava toksisite emisyonlarının kabul edilebilir olduğunu ve standartların halk sağlığını korumak için geniş bir güvenlik payı sağladığını bildirmektedir. Bu nedenle EPA riskleri azaltmak için sayısal emisyon değerlerini

azaltmayı önermemektedir. Ayrıca EPA teknolojik gözden geçirmeler için yeni bir maliyet öngörmemektedir. Ayrıca EPA yüzey kaplamalarının izosiyonat bileşiklerini ölçmek için yeni bir test yöntemi üzerinde çalışmaktadır (EPA, 2018).

Ortam şartlarında bazı UOB'lere belirli bir oranın üzerinde maruz kalındığında çevre ve insan sağlığı bakımından risk oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Bu UOB'ler esasen aromatikler, alifatikler, ketonlar, klorlu bileşikler ve alkoller olarak sınıflara ayrılmaktadır (Gülbağ, 2006).

İç mimari kaplamaların UOB emisyonlarından dolayı iç ortamın havası kirlenebilir (Clausen, 1991). Su sızıntılarını önlemek için son kat vernikler ve yağ esaslı vernikler sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre, verniklerin iç mekân hava kirliliğini arttırdıkları anlaşılmıştır. Yağ esaslı vernikten yayılan başlıca UOB'ler izobütanol, etilbenzen, ksilen ve formaldehit olduğu görülmüştür. (Howard, 1998).

Tablo 2.4: Normal kuru havanın doğal bileşimi (Karpuzcu, 2014).

Bileşen	Konsantrasyon (Ppm)
Azot	780900
Oksijen	209400
Argon	9300
Karbondioksit	315
Neon	18
Helyum	5,2
Metan	1,2
Kripton	0,5
Hidrojen	0,5
Ksenon	0,08
Azot dioksit	0,02
Ozon	0,01 -0,04

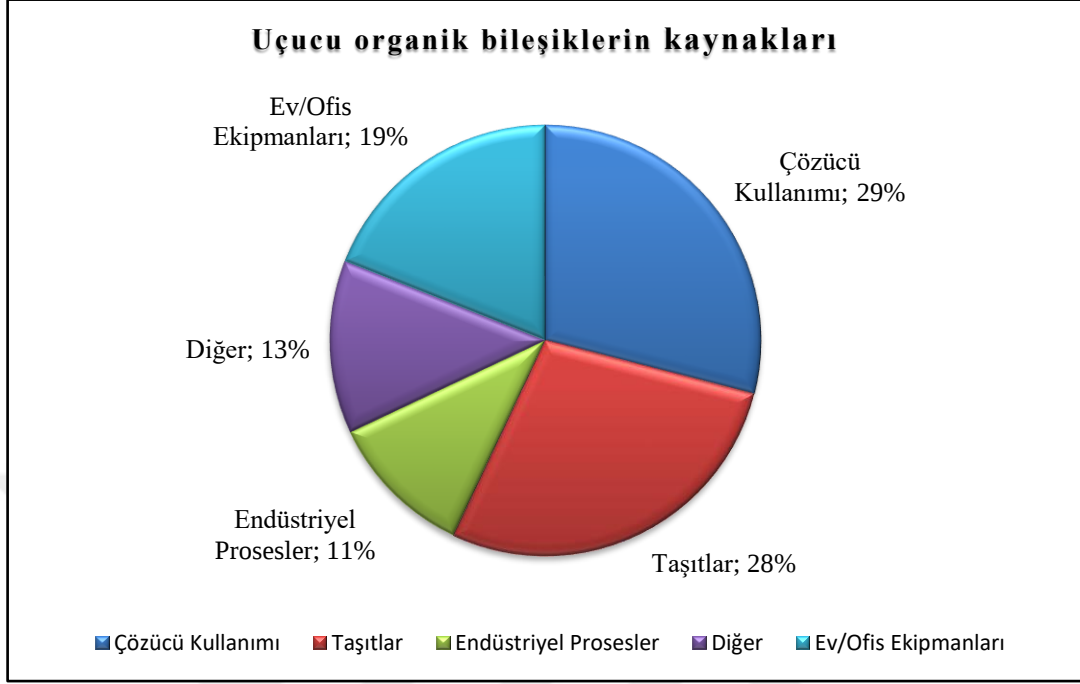
Çalışanların sağlığı bakımından mobilya endüstrisinde kullanılan bazı irriitan maddelere bağlı olarak, burun ve paranasal sinüs kanserleri yönünden belirli bir riskin varlığı bilinen bir gerçektir. Yapılan birçok araştırma ve mobilya endüstrisi çalışanlarında rastlanan, burun ve paranasal sinüs kanserlerinin artış göstermesini sebebi odun tozu ve vernikler olduğu yönünde tespitler görülmektedir (Gür, 1990). İç ortam havasında bulunan uçucu organik bileşikler ve bu bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerinde yapılan araştırmalar incelendiğinde

UOB'lerin en önemli kaynak malzemelerinin inşaat ve dekorasyon olduğu tespit edilmiştir. UOB'lerin etkisinin iç ortamdaki maruziyet süresine ve konsantrasyonuna bağlı değişkenlik gösterdiği, çevre ve insan sağlığına zararlarının en aza indirilmesi için gerekli en etkili yönteminin UOB'lerin kullanımının en aza indirilmesi olduğu belirtilmiştir (Alyüz ve Veli, 2006).

Mobilya endüstrisinde havasız tabanca ile yapılan solvent bazlı vernik/boya uygulama işlemleri çoğunlukla maliyetinin az olması ve elde edilen verimin yüksek olması nedeni su bazlı vernik/boya uygulama işlemlerine oranla daha fazla tercih edilmektedir. Bazı solvent bazlı boyalarda UOB oranı 800 gr'a yaklaşmaktadır. Boya püskürtme işlemlerinde fazla oranlarda reçine, tiner ve sertleştirici kullanılmaktadır. Chang ve diğ. (2002) yapmış oldukları çalışmada astar verniği için püskürtme tabancalarında kullanılan boyalardaki organik çözücülerin miktarı yılda 3350 ton, bunun yanında astar ve kat verniği için kullanılan çözücülerin miktarı ise yılda yaklaşık 1700 ton olduğunu tespit etmişlerdir (Aydın, 2013).

Çin de mobilya atölyesinde üretim süreçlerinde ölçülen VOC emisyon değerlerinde genel olarak; aromatik hidrokarbonlar, alkanlar, halojenlenmiş alkanlar, ketonlar ve doymuş alifatik esterler dahil olmak üzere toplam 17 adet VOC, ahşap işleme atölyesi ve boya atölyesinde 7 adet VOC çeşidi tespit edilmiştir. Atölyede çalışanlar açısından en yüksek kanserojen risk ortalamanın üzerinde tespit edilen etil benzen, diklorometan ve benzenden kaynaklı son kat cilalama ve kaplama, astarlama kısımlarında çalışan personelde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer kısımlarda çalışan personelin sağlık açısından karşılanacakları riskler nispeten daha düşük bulunmuştur (Tong ve diğ., 2018).

2.6.1. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Kaynakları



Şekil 2.14: Uçucu organik bileşiklerin kaynakları (EPA, 2018).

Uçucu organik bileşiklere bina iç ve dış ortam şartlarında karşılaşmak mümkündür. Rastlanan bu UOB'ler ve kaynakları Tablo 2.5'de özetlenmiştir;

Tablo 2.5: Sık rastlanan uçucu organik bileşikler ve kaynakları (Aydın, 2013).

Uçucu Organik Bileşikler	İç Ortam Kaynağı
Formaldehit	Asitle muamele edilmiş ahşap kaplamalar, yapıştırıcılar, laminat parke, yonga levha, boyalar, plastikler, halıfleks, kumaşla kaplanmış sandalye ve koltuklar, CaSO ₄ laminat, tutkallar, tavan kaplama ve paneller, lateks içermeyen macunlar, ahşap paneller, plastik/melamin paneller, marleyler ve parke döşemeler.
Benzen	Sigara dumanı, çözücüler, boyalar, cilalar, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar, parça birleştirici maddeler, lateks içeren macunlar, su kökenli yapıştırıcılar, ahşap paneller.
Karbon Tetraklorür	Çözücüler, soğutucular, aerosollar, yangın söndürücüler ve gres çözücüler.

Tablo 2.5 (devam):	
Trikloroetilen	Çözücüler, kuru temizlemeden çıkmış kumaş elbiseler, kumaşla kaplanmış sandalye ve koltuklar, mürekkepler, boyalar, yüzey kaplama materyalleri, cilalar, yapıştırıcılar, faks makineleri, bilgisayar terminaller ve yazıcılar, tipekler, boya gidericiler ve leke sökücüler.
Kloroform	Çözücüler, kumaş boyaları, pestisitler, faks makineleri, bilgisayar terminalleri ve yazıcılar, koltuk iç dolgu malzemesi ve klorlanmış su.
1,2-Diklorobenzen	Kuru temizleme, gres ve yağ çözücüler, insektisitler ve halıfleks yapıştırıcılar.
1,3 Diklorobenzen	İnsektisitler.
1,4-Diklorobenzen	Deodorantlar, küf ve mantar kontrol maddeleri, oda spreyleri, tuvalet ve çöp kutusu deodorantları ve naftalin.
Etilbenzen	Stiren içeren maddeler, sentetik polimerler, çözücüler, faks makineleri, bilgisayar terminalleri yazıcılar, poliüretanlar, mobilya parlaticılar, tutkallar, lateksli ve lateksiz parke yer döşemeleri.
Toluen	Çözücüler, parfümler, deterjanlar, elbise boyaları, su kökenli yapıştırıcılar, silikonlar, küf tutucu yapıştırıcılar, duvar kâğıdı, tutkallar, kalsiyum silikattan yapılmış laminatlar, vinil kaplı duvar kağıtları, macunlu maddeler, boyalar, halıfleksler, yonga levhadan yapılmış mobilyalar, marleyler, lateksli ve çözücülü boyalar, halı yapıştırıcılar ve gres çözücüler.
Ksilen	Çözücüler, elbise boyaları, insektisitler, polyester fiberler, yapıştırıcılar, tutkallar, duvar kâğıdı, macunlu maddeler, cilalar, reçine ve kalın cilalı kaplama, halıfleksler, fotokopiler, sunta mobilyalar, CaSO ₄ paneller, su kökenli yapıştırıcılar, gres çözücüler, boyalar, halı yapıştırıcılar, marleyler ve poliüretan kaplamalar.
Tetrakloroetilen	Kuru temizlemeden çıkmış kumaşlar, kumaşla kaplanmış sandalye ve koltuklar, tekstilden leke sökücüler, faks makineleri, bilgisayarlar.

Ahşap esaslı malzemeler, yonga levha, lif levha vb. tiplerde panelleri üretmek için kullanılmasının yanında, iç ve dış yapı malzemeleri ve mobilya üretimi için de kullanılabilirler. Bu nedenle ahşap esaslı malzemelerin üretimi sırasında kullanılan yapıştırıcılar iç ortam hava kirleticilerinin emisyonu ve doğal yangın riski gibi birtakım problemler sergilemektedir (Seo ve diğ., 2015).

Hava kalitesinin korunması için uyulması gereken bazı yasal yönetmelikler bulunmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde UOB 1999/13/EC sayılı direktif yürürlükte. Bu direktif ile UOB'lerin kullanıldığı işletmelere bazı yasal yükümlülükler getirmenin yanında, emisyon sınır değerlerini belirtilmektedir (TİM, 2012).

Hava kirliliğinin önlenmesi konusunda ülkemizde yayımlanan yönetmelikler;

- 1986-Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği,
- 2004-Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,
- 2006-Endüstri Tesislerinden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği,
- 2009-Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği.

Uçucu organik bileşikler hakkında ülkemizde yapılan ilk düzenleme; 1986 yılında yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği olup, bu yönetmelik ile havaya salınan organik gaz ve buhar emisyonlarına sınırlama getirilmiş ve bu yönetmelikte yer alan faaliyetleri gösteren tesisler emisyon iznine tabi tutulmuştur. Türkiye’de 2008 yılına kadar hava kalitesi ile ilgili mevzuat, 2.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği (HKKY) idi. AB mevzuatına uyum doğrultusunda, 96/62/EC Hava Kalitesi Çerçeve Direktifi ve Kardeş Direktiflerinin (99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC ve 2004/107/EC) paralelinde hazırlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi (HKDY) Yönetmeliği 06.06.2008 tarihli ve 26898 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girdi ve önceki yönetmeliğin yerini aldı. Böylece Türkiye, hava kalitesi yönetimi anlamında, AB düzenlemelerine uyum sağlamış, bu yönetmelikte, AB’nin hava kalitesi mevzuatında tanımlanan kirleticiler için kademeli uygulama takvimleri belirlenmiştir (TİM, 2012).

2.6.2. Uçucu Organik Bileşikleri (UOB) Örneklem Yöntemleri

Uçucu organik bileşiklere maruziyet değerlendirmesinin bir parçası olan hava örnekleme, çevrede bulunan kimyasal, biyolojik ve fiziksel etkenlere karşı bireyin ve grupların maruziyetinin tespit edilmesi amacıyla uygulanmaktadır (Mcdermott, 2004). UOB'lerin belirlenmesindeki en önemli ve en kritik kısım örnekleme aşamasıdır. Amaçlanan değerlerin ölçülüp, geçerli sayılabilecek sonuçların elde edilmesi için en uygun örnekleme yöntemi seçilmelidir (Küçükakçıl, 2016).

2.6.2.1. Aktif Örneklem Yöntemi

UOB'lerin örnekleme işlemi akış kontrolü, pompa ve havanın geçirildiği sorbent yatağı olmak üzere üç kısımdan meydana gelmektedir (Tuduri ve diğ., 2012). UOB'lerin örnekleme esnasında belirli oranlardaki sorbentler paslanmaz çelik veya cam tüplere doldurulduktan sonra bir miktar hava bu tüplerden geçirilerek örnekleme işlemi tamamlanmaktadır. Böylelikle hedefte olan kirleticilerin tüplerde bulunan sorbentlere tutunması sağlanmış olmaktadır (Kumar ve Viden, 2007).

EPA kaynaklarına göre aktif örnekleme yönteminin avantajlı yönleri;

- Ağırlık ve hacimlerinin küçük olmasından dolayı transfer maliyetlerinin düşük olması,
- Boyutlarının küçük olmasından dolayı az miktarda sorbent ihtiyacı,
- Polar UOB'ler için geniş oranlarda sorbent seçiminin yapılabilmesi,
- UOB'lerin analiz edilmesi sürecinde örneğin ayrılabilmesi ve tekrardan yeni bir analize olanak sağlayabilmesi olarak özetlenmektedir.

EPA kaynaklarına göre aktif örnekleme yönteminin dezavantajlı yönleri;

- UOB'lerin örnekleme için kullanılan cihaz ve pompaların yüksek hacim kaplaması,
- Ağır ve gürültülü bir şekilde çalışabilmeleri,
- Bakım maliyetlerinin yüksek olabilmesi,
- Uzun örnekleme süreleri tercih edilecekse maliyet yönünden dezavantajlı olduğundan, kısa örnekleme için daha uygun olması,
- Bu örnekleme sistemleri uzman ve yetişkin kişiler tarafından kullanılabilmesi ve sistemin çalışabilmesi için elektrik enerjisine ihtiyaç duyulması (Tuduri ve diğ., 2012).

2.6.2.2. Pasif Örneklemeye Yöntemi

UOB'lerin pasif örneklemeye yöntemi herhangi bir pompa sistemine ihtiyaç duyulmadan absorban yüzeye gazın difüzyonu prensibine dayanmaktadır. Böylelikle gaz molekülleri hava moleküllerinin arasında difüzyona uğraması ile birlikte absorban yüzeye tutunmaları sağlanmaktadır (Aydın, 2013). Pasif örneklemeye yöntemi kimyasal olarak stabil maddelerin örneklenmesi için uygun bir yöntemdir (Küçükakçıl, 2016).

Pasif örneklemeye yönteminin avantajlı yönleri;

- Herhangi bir enerji ve pompa gibi bir ekipmana ihtiyaç duyulmaması,
- Örneklemenin yetişkin bireylere ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilebilmesi,
- Oldukça hafif ve kullanımının kolay olması vb. (Tuduri ve diğ., 2012).

Pasif örneklemeye sistemi yolu ile toplanan kirleticilerin atmosferdeki oranlarının tahmin edilebilmesi için;

- Ölçülmesi amaçlanan hedef kirletici maddelerin ortam şartlarına göre kalibrasyon verilerinin uygulanabilir nitelikte olması,
- Örneklemeye geçen sürenin ortamdaki kirletici derişim oranlarında azalma meydana getirmemesi,
- Çevresel derişim oranları ile kullanılan örnekleyici derişim oranlarının birbirleri ile orantılı olması gerekmektedir.

2.6.3. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Analiz Yöntemleri

Çevresel analizler için günümüzde kromatografi, ekstraksiyon, filtrasyon, destilasyon, santrifüj gibi ayırma teknikleri mevcuttur. Bu ayırma tekniklerden kromatografik ayırma tekniklerinin kullanımı oldukça yaygındır. Kromatografi tekniğinin temelinde hedef bileşiğin ortamdaki tüm bileşenlerden ayırarak, miktarını ölçmek vardır. Nitel ve nicel analizlerde kullanılan ayırma yöntemidir. Birçok kromatografi yöntemi mevcuttur. Bunlar; (Babaarslan, 2015).

- İnce katmanlı kromatografi (TLC),
- Kolon kromatografisi,
- Gaz kromatografisi (GC),
- Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC),
- İyon kromatografisi (IC),

- Kılcal Elektroforezi (CE),
- Süper kritik akışkan kromatografisi (SFC).

Gaz kromatografisi yöntemi; İlaç sanayii, kalite kontrol hammadde analizi, organik çözücü atığı saptama, ülkemiz ihraç malları arasında yer alan gül yağı, kekik yağı vb. uçucu yağların analizleri, uçucu yağların bileşimi ve miktarının saptanması, hava kirliliği analizleri ve petrol endüstrisinde kullanılmaktadır. Tez çalışması kapsamında UOB'lerin analizi için yaygın olarak kullanılan gaz kromatografisi (GC) tekniği kullanılmıştır. UOB'lerin analizlerinin nasıl yapıldığına tez çalışmasının malzeme ve yöntem bölümünde ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

2.6.4. Bacagazı Hızı Analizi Yöntemleri

Hız; baca içerisinde bulunan gazın birim zamandaki baca boyunca aldığı yol olarak açıklanmaktadır. Gaz akışının ortalama hızı ise borunun kesitinde belirli noktalarda azami hızı (v) belirlemek amacıyla kullanılan Pitot tüpü yardımıyla tayin edilmektedir. Analiz yöntemlerinin metodu;

- Numune alma yerindeki boru boyutlarının (D) tayin edilmesi,
- Hız profilini yeterince belirleyebilmek için kesitte gerekli ölçme noktalarının sayısı ve yerinin tayin edilmesi,
- Pitot tüpü numune alma noktalarına yerleştirildiğinde Pitot tüpünün basınç deliklerinde basınç farkının ölçülmesi,
- Bu basınç farkını esas alan bağıntılardan yararlanarak, her numune alma noktasında hızın tayin edilmesi,
- Ortalama hız ve kesit alanı yardımıyla debinin hesaplanması adımlarını kapsamaktadır (ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Daire Başkanlığı). Hız ölçüm standartları;
- TS ISO 10780 S Tipi Pitot Tüp ile
- TS ISO 10780 L Tipi Pitot Tüp ile
- EPA 2 S Tipi Pitot Tüp ile
- TS 3417 Pitot Tüpü ile

Tez çalışması kapsamında baca borularındaki hız tayini, gaz akışlarının hız ve debilerinin ölçülmesi pitot tüp metodu ile belirlenmiştir.

2.6.5. Bacagazı Nem Analiz Yöntemleri

Nem ölçümü yapılırken ise bir gaz numunesi kaynaktan sabit hızla elde edilerek, örnekleme akımından nem alınma işlemi yapılır ve hacimsel ya da ağırlıksal olarak belirlenir. Bacadan gaz olarak atılan kirleticilerinin konsantrasyon ve kütleli debi değerlerinin belirlenebilmesi için baca gazı nem miktarının bilinmesi şarttır.

Nem ölçüm standartları;

- EPA 4 Gravimetrik Metot
- EN 14790 Gravimetrik Metot
- İşletme İçi Metot Dijital Sensör ile (≤ 180 C)
- İşletme İçi Metot Yaş – Kuru Termometre Metodu (≤ 100 C)
- TGN M22 FTIR Spektroskopi Metodu.

Tez çalışması kapsamında nem tayini işletme içi metot dijital sensör ile (≤ 180 C) gerçekleştirilmiştir.

2.6.6. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Kişisel Maruziyet Sınır Değerleri

Kimyasal madde kullanılan ortamlarda (vernük, boya vb.) sağlık ve güvenlik önlemleri hakkındaki yönetmeliğe göre kişisel sağlık için risk oluşturabilecek kimyasalların düzenli olarak ölçüm ve analizinin yapılması gerekmektedir. Tablo 2.6’da tez çalışması kapsamında tespit edilen UOB’lerin çalışanların çalışma süresi boyunca aşılması gereken maruziyet üst sınır değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2.6: Uçucu organik bileşiklerin maruziyet sınır değerleri (1998 / 24 / EC, 2000 / 39 / EC, 1991 / 322 / EC, 2006 / 15 / EC ve 2009 / 161 / EU sayılı direktifleri).

Uçucu Organik Bileşiklerin Adı	Sınır Değer			
	TWA		STEL	
	(8 saat)		(15 dk.)	
	mg/m ³	ppm	mg/m ³	ppm
Asetonitril	70	40	-	-
o-Ksilen	221	50	442	100
1,2,4-Trimetilbenzen	100	20	-	-
Etilbenzen	442	100	884	200
p-Ksilen	221	50	442	100

Tablo 2.6 devam				
1-Metoksipropanol-2	375	100	568	150
m-Ksilen	221	50	442	100
2-Metoksi-1-metiletilasetat	275	50	550	100
Toluen	192	50	384	100
2-(2-Metoksietoksi) etanol	50,1	10	-	-
1,3,5-Trimetilbenzen	100	20	-	-
1-Metilbutilasetat	270	50	540	100
Ksilen (karışım izomerleri, saf)	221	50	442	100
(2-Metoksimetiletoksi)-propanol	308	50	-	-
Stiren	192	50	384	100
Etil asetat	1400	400	-	-
Metil etil keton	600	200	900	300
Hekzan	72	20	-	-

- TWA: 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama
- STEL: Başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri.

2.6.7. Cilahane Bacası Ölçüm Değerlendirme Kriterleri

EK 4 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri

Yönetmelikte yer alan EK 4 kapsamında baca gazı hızları en az 4 m/s, baca yükseklikleri dağılımı engellemeyecek şekilde yerden 10 m veya çatının en yüksek noktasından itibaren 1,5 m, baca şapkaları ise baca bitiminden bir baca çapı kadar yüksekte olması, atık gazların serbest hava akımı tarafından engellenmeden taşınması gerekmektedir.

2.6.8. Organik Buhar ve Gaz Emisyonu Sınır Değerleri ve Değerlendirme Kriterleri

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 3/7/2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmî Gazete’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğini yayınlamıştır. Daha sonra bu yönetmelik bakanlık tarafından 20/12/2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmî Gazete’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik olarak güncellenmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü

Yönetmeliğin amacı; “Sanayi ve enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu atmosfere yayılan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol halindeki emisyonları kontrol altına almak; insanı ve çevresini hava alıcı ortamındaki kirlenmelerden doğacak tehlikelerden korumaya; hava kirlenmeleri sebebiyle çevrede ortaya çıkan umuma ve komşuluk münasebetlerine önemli zararlar veren olumsuz etkileri gidermeye ve bu etkilerin ortaya çıkmasını engellemeye ilişkin usul ve esasları belirlemektir.”

UOB’lerin değerlendirilmesi 20/12/2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmî Gazete’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 5 maddeleri kapsamında yapılacaktır. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için tespit edilen UOB’lerin kütleli debi değeri (kg/saat) ve karbon cinsinden kütleli debi değeri (kg/saat) hesaplanması gerekmektedir.

2.6.8.1. Uçucu Organik Bileşiklerin Kütleli Debi ve Karbon Cinsinden Kütleli Debilerinin Hesaplanması

Kütleli debinin hesaplanması;

Standart Şartlarda Kuru Baca Gazı Debisi (Nm^3/saat) x Uçucu Organik Bileşik Konsantrasyonu (mg/Nm^3) / 1000000 = kg/saat

Örnek hesaplama;

Standart şartlarda kuru baca gazı debisi = 11668,312 Nm^3/saat

n-butil asetat konsantrasyonu = 13,4085 mg/Nm^3

11668,312 x 13,4085 / 1000000 = 0,1565 kg/saat

Karbon cinsinden Kütleli debinin hesaplanması;

Karbon cinsinden kütleli debi = Kütleli debi değeri (kg/saat) x Molekül içindeki karbon kütlesi / Molekül ağırlığı

Örnek hesaplama;

n-butil asetat kütleli debi değeri = 0,1565 kg/saat

n-butil asetatın molekül ağırlığı ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$) = 116,16 g/mol

Karbonun molekül ağırlığı = 72 g/mol (6x12)

0,1565 x (6x12/116,16) = 0,970 kg/saat

2.6.8.2.EK 1 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri

Yönetmelikte yer alan EK1 Tablo 1.2.2 kapsamında UOB'lerin değerlendirilmesi Tablo 2.7'de gösterilen organik buhar ve gaz emisyonları için sınır değerleri ve Tablo 2.8'de gösterilen organik buhar ve gazların sınıflandırılması kriterlerine göre yapılacaktır

Tablo 2.7: Organik buhar ve gaz emisyonları için sınır değerleri
(www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).

I'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (0,1 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	20 mg/Nm ³
II'inci sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (2 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	100 mg/Nm ³
III'üncü sınıfa giren organik bileşiklerin emisyonu (3 kg/saat veya üzerindeki emisyon debileri için)	150 mg/Nm ³

Tablo 2.8: Organik buhar ve gazların sınıflandırılması
(www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).

I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
-Asenaften -Asenaftilen -Akrilikasit -Akrilikasit etilesteri -Akrilikasit metilesteri -Akrolein (propenal) -Alkillendirilmiş kurşun bileşikleri -Amino benzen -Amino etan (etil amin) -Amino metan (metil amin) -sec- amil asetat -Anilin - Asetaldehit -Asetik anhidrit -Aziridin (etilen imin) -Benzal klorür -Benzilbütillftalat -Benzilklörür -Benzo(g,h,i)perilen -Benzotriklorür -Bisfenol A -2,2 bis(4-hidroksifenil) propan -Bromdiklormetan -Bütillakrilat -1,2 diaminmetan -2,4-dibromfenol - Dietilamin -Di-izobütillftalat -1,2 diklorbenzen	-Asetik asit -Asetik metil esteri (Metil asetat) -Asetik vinil esteri (Vinil asetat) -Asetonitril -Alkoletilen-oksit-fosfat esteri (c12/c14 monomerleri, dimerleri ve trimerlerinin karışımı) -6-Aminoheksanoik asit (dimer) -6-Aminoheksanoik asit (monomer) -6-Aminoheksanoik asit (trimer) -i- Amilasetat -n- Amilasetat -Anisol -Benzaldehit -Benzilalkol -Bisiklo (4,4,0)dekan -Bütanal -n- bütanol -i- bütanol -2- bütanol -sec- bütanol -bütildiglikol -bütillglikol	-Aseton - Asetikasit etilesteri -Asetikasit n-butil esteri -Asetik ester -Asetilen -Alkilalkoller -1-Brombütan -Bromklormetan -1-Brompropan -Ter-bütanol -2-Bütanon -iso-Bütillasetat -n-Bütillasetat -Bütillstearat -Dekametilsiklopentasiloksan (d5) -Diasetonalkol -Dibütill eter -2,2-diklor-1,1,1-trifloreten -1,2-diklor-1,1,2-trifloreten -1,2-Dikloretilen -Diklormetan -Dodesilmaleat -Dietileter -Diizobüten -Diizopropileter -2,3-dimetilbütan -Dimetileter -1,2-Etandiol

Tablo 2.8 devam:

-1,1 dikloretilen - Diklorofenoller - Dimetilamin -N, N dimetilanolin -Dimetilizopropilamin -Dimetilmerkaptan -Di(2-metilpropil) ftalat -1,4-dioksan -Dinonilftalat -Distearildimetil-amonyum bisülfat -Distearildimetil- amonyum metasülfat - Etanal -Etilakrilat -Etilamin -Etilenimin -Etilpropenoat - Fenol -Fenantren - Formaldehit - Formik Asit - Furaldehit - Furfurol -Glioksal -Heksafloropropen -1,6 Hekzandiizosiyanat - Hekzametileendiizosiyanat -İzopropil-3-klorfenilkarbomat -İzopropilfenilkarbamat -Kaprolaktam -Karbontetraklorür -Ketilpridinyumklorür -Klorasetaldehit -Klorasetikasit -2-kloretanal -Kloroform -Klormetan (metil klorür) -klor toluen -Krezoller =hidroksi toluen -Merkaptanlar -Metil metakrilat -Metanal -Metil-(2-metil)-propinoat -Metilakrilat -Metilamin -2-Metilanilin -2-metilbromür -Metilklorür -Metiletilketonperoksit -Metilmetakrilat -Metilfenoller -Metilpropenoat -2-Metoksietilasetat - Nitrobenzen -Organostannic bileşikler -Organik kalay bileşikleri -Perasetik asit	-bütülglikolasetat -bütülglikolat -3-bütoksi-1-propanol -1-bütoksi-2-etilasetat -1-bütoksi-2-propanol -2-bütoksietanol -2-(2-bütoksi-etoksi)-etanol -2-(2-bütoksi-etoksi)-etilasetat -Bütül laktat -n-bütülmetakrilat -Bütül alkol -n-bütülaldehit -Dekahidronaftalin -Dekalin -Di(2-etilhekzil) ftalat -1,4- Diklorbenzen -1, 1- Dikloreten -1,2- diklorpropan - Dietanolamin -Dietilbenzen (1,2-;1,3-;1,4- izomerleri) -Dietilkarbonat -Dietilenglikol bütileter -Dietilenglikol monoetileter -Dietiloksalat -1,1- difLoreten -1,3- dihidroksi benzen -Diizobütiketon -Diizopropilbenzen -N, N- dimetilasetamit -Dimetilaminoetanol -N, N- dimetilformamit -2,6- dimetil-heptan-4-on -Dioktilftalat -Dipropilenglikol monometileter -DOP -2-Etoksietanol -2-Etoksietilasetat -Etoksipropilasetat -Etil laktat -Etilsilikat -Etil-hidroksipropionat -Etilbenzen -Etildiglikol -Etilenglikol monoetileter -Etilenglikol monometileter -Fenoksietanol -Fenoksipropanol -Formik asit metilesteri -Furfurilalkol -2-Hidroksimetilfuran -2,2'-İmindiethanol -İsokumol -İzoforon	-Etanol -Etanolamin -Etilasetat -Etilklorür -Etilen -Etilenglikol -Etilformiat -Etilmetilketon -Etin -Gliseroil -Glikol -Hekzafloraetan -Hekzametilsiklo-trisiloksan (d3) -Hidrokarbonlar, olefinik -Hidrokarbonlar, parafinik -4-Hidroksi-4-metil-2-pentanon -İzobütanol-2-amin -İzobüten -İzobütülen -İzobütülmeketon -İzobütülsülfat -İzo-dekanol -İzo-propanol -2-İzopropoksipropan -İzopropil asetat -Karbonditetraflorür -Kloroetan -Sıvı parafin -MEK (2-bütanon) -Metanol -3-Metil-2-bütanon -4-metil-2-pentanon -2-metil-2-propanol -Metilsikloheksan -Metilenklorür -Metiletilketon -Metilizobütiketon -Metilizopropilketon -2-metilpropen -Metilpropilketon -n-Metilprolidon -MIBK (4-metil-2-pentanon) -Alifatik hidrokarbonların karışımı -Oktaflorpropan -Oktametilsiklo- tetrasiloksan(d4) -Penta-eritrol ve c9-c10 uçucu asit esterleri -Pentan -2-Pentanon -3-Pentanon - Petrol (benzin) -Mineral Petrol yağları -Pinenler
---	---	--

Tablo 2.8 devam:

-Piperazin -Piridin -Propenal -Propenoik asit -n-propilamin -Tehylheksilkrilat -Terfenil -1,1-dimetiletihidroperoksit -1,2,3,4-tetrabrommetan -1,1,2,2-tetrakloreten -Tetraklormetan -Tiyoalkoller -Tiyobismetan - Tiyoeterler	-İzo-oktil/nonil-fenil- poliglolikol eter (5 etilen oksit kısımları ile) -İzopropenilbenzen -İzopropilbenzen -Limonen -Karbon disülfür - hintyağı etoksilat (15 etilen oksit kısımları ile) -2-Klor-1,3-bütadien -Klorbenzenler -2-klorpren -2-klorpropan - Ksilen -2,4-Ksenol (2,4- dimetilfenol) -Kümen -1-metoksi-2-propanol -1-metoksi-2-propilasetat -2-metoksietanol -3-metoksietoksietanol -2-metoksipropanol -2-metoksipropilasetat -Metoksipropilasetatlar -5-metil-2-hekzanon -1-metil-3-etilbenzen -N-metilasetamit -Metilasetat -Metilbenzen -Metilkloroform -Metilsikloheksanon -Metilformat -Metilglolikol -Metilzoamilketon -□-metilstiren -Metil-tartar-bütileter (MTBE) -Aromatik hidrokarbon karışımları -Monoetileter asetat -1,2- pentadiol -Perkloretilen -Propanal -1,2- propandiol -Propanoik asit -Propanaldehit -Propionik asit -n-propilasetat -n-propilbenzen -Propilenglikol -Resorkinol -Sikloheksanol -Sikloheksanon -Sorbitalhekzaoleat,etoksilat -Stiren -Tetrakloretilen -Tetraetil ortasilikat	-Potasyum oleat -2-Propanol -Propanon -n-propenol -i-Propilasetat -Silikon yağı -Sikloheksan -□□-Terpinol -Tetraflormetan -Tridekanol (izomerlerin karışımı) -Tridesil alkol -Triflormetan -2,4,4-Trimetil-1-penten -Trimetilbromat -Beyaz alkol
---	---	---

Tablo 2.8 devam:

-Tetrahidrofuran -1,2,3,4-Tetrahidronaftalin -Tetralin -1,2,3,4-Tetrametilbenzen -1,2,3,5-Tetrametilbenzen -1,2,4,5-Tetrametilbenzen -Toluen -1,1,1-Trikloreten -Trikloretillen TRI -Trietanolamin -Trietilen tetramin -Trimetil benzen -Bitkisel yağ, sülfatı -Vinil asetat -Vinil benzen -Viniliden florür	
---	--

2.6.8.3.EK 2 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında toplam UOB'ler (TVOC) için kütleli debi sınır değerleri Tablo 2.9 da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında olup olmadığı değerlendirilmektedir.

Tablo 2.9: Kütleli debiler (www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc).

Emisyonlar	Normal işletme şartlarında ve haftalık iş günlerindeki işletme saatleri için kütleli debiler (kg/saat)	
	Bacadan	Baca Dışındaki Yerlerden
Toz	10	1
Kurşun	0.5	0.05
Kadmiyum	0.01	0.001
Talyum	0.01	0.001
Klor	20	2
Hidrojen klorür ve gaz halde inorganik klorür bileşikler	20	2
Hidrojen florür ve gaz halde inorganik florür bileşikler	2	0.2
Hidrojen sülfür	4	0.4
Karbon monoksit	500	50
Kükürt dioksit	60	6
Azot dioksit [NO _x (NO ₂ cinsinden)]	40	4
Toplam organik bileşikler	30	3
Not: Tablodaki emisyonlar İşletmenin tamamından (bacaların toplamı) yayılan saatlik kütleli debilerdir.		

2.6.8.4.EK 3 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri

Yönetmelikte yer alan EK 3 kapsamında toplam UOB'lerin (TVOC) kütleli debi sınır değerleri (karbon cinsinden) Tablo 2.10'da belirtilen 10 kg/saat sınır değerini baz alarak sürekli ölçüme gerek olup olmadığı değerlendirilmektedir

Tablo 2.10: Sürekli ölçüm yapılmasını gerektiren sınır değerleri
(<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/12/20141220-2.htm>).

Kükürt dioksit	60 kg/saat
Klor	1 kg/saat
Organik bileşikler (Karbon olarak verilmiştir.)	10 kg/saat
Azot oksit (NO olarak verilmiştir.)	20 kg/saat
İnorganik gaz biçimindeki klorür bileşikler (Cl ⁻ olarak verilmiştir.)	2 kg/saat
Hidrojen sülfür	1 kg/saat
İnorganik gaz biçiminde florür bileşikler (F ⁻ olarak verilmiştir.)	2 kg/saat
Karbon monoksit (Yakma Tesisleri İçin)	5 kg/saat
Karbon monoksit (Diğer Tesisler İçin)	50 kg/saat

2.6.8.5.EK 5 Kapsamında Değerlendirme Kriterleri

Yönetmelikte yer alan EK 5 kapsamında “Beyaz Eşyaların, Metal Yüzeylerin ve Ahşap Malzemelerin Boyandığı Tesisler” için tesisteki boyama, kurutma, diğer proses işlemlerinin gerçekleştiği ünitelerden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonları, Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olup olmadığı değerlendirilmektedir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1.MALZEME

3.1.1. Ağaç Malzeme

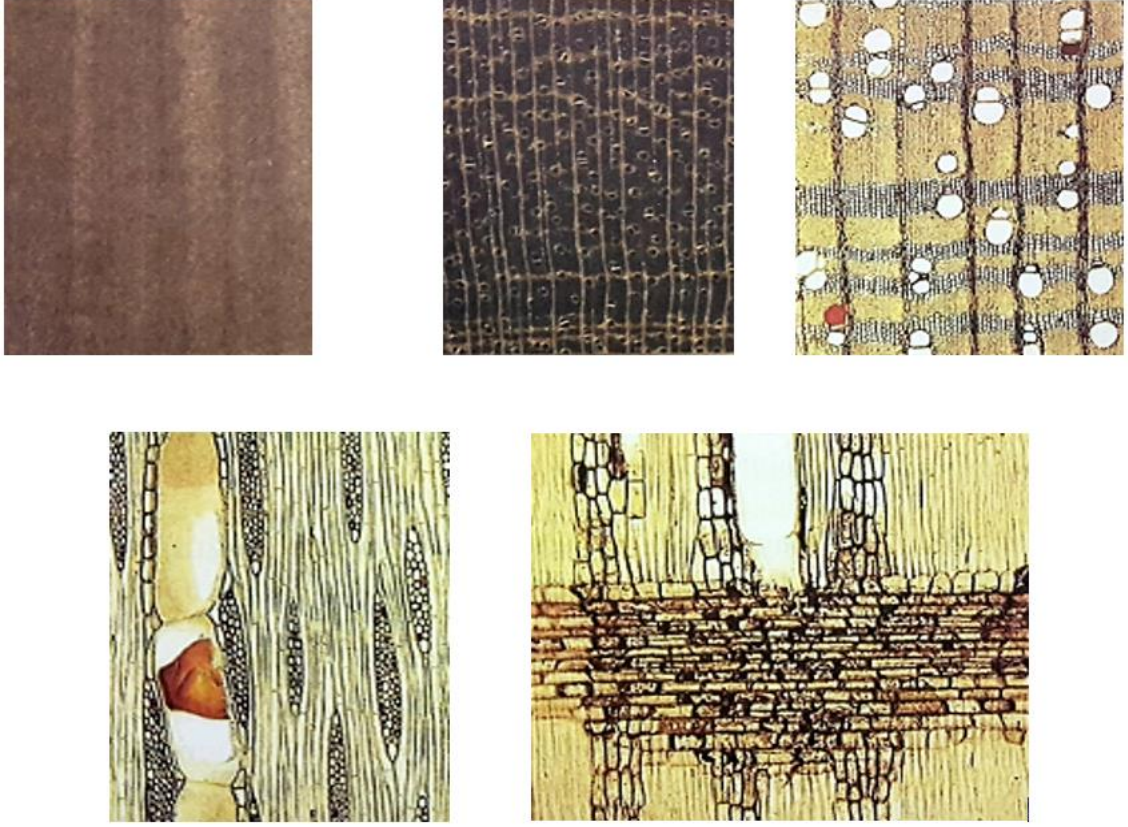
Tez çalışması kapsamında kent mobilyaları yapımında yaygın olarak kullanılan Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) egzotik ağaç türleri kullanılmıştır.

3.1.1.1.Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*)

Ağacın genel özellikleri; Batı, Orta ve Doğu Afrika bölgelerinde yetişmektedir. Boyları yaklaşık 45 m kadar uzayabilen bu ağaç türlerinin ticarete kullanılabilir gövde uzunluğu 15-25 m arasındadır. Gövde orta çapı 0.7-1,7 m olup, gövde şekli silindirik kısa ve kök çıkıntılıdır. Ağacın ticarete kullanılan adları; Sapele (Nij., İng., ABD., Tr.), Sapelli (Kam., Fr., Alm.), Lifaki (Zai.), Penkwa (Gan.), Aboudikro (FdS.) şeklindedir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ticarete 4-15 m boylarda, 0,6-1,6 m orta çapta yuvarlak halde, kereste ve kaplama levha olarak satılmaktadır. Ağaç türü özellikle üst yüzeylerde kesme kaplama levha, lambri, mobilya, parke, kapı, bina iç ve dış kısımlarında, uçak, vagon, yat, keman yapımında, tornacılık ve oymacılığın yanında bahçe ve kent mobilyalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Ağacın mikroskobik yapısı; diri odunu 3-8 cm genişlikte, beyazımsı ile sarımsı renkte, öz odunu ise oldukça kırmızımsı kahverengi ve morumsu kahverengi arasında değişmektedir. Tekstür ince ve orta, lif yapısı grift ve bazen dalgalı, iğne çizikli, radyal yüzeylerde yeknasak dar şeritli öz ışını aynacıkları küçük, belirgin, parlak ve çok dekoratif bir görüntüye sahiptir. Yıllık halka sınırları, traheler ve boyuna parانشimler çıplak gözle, öz ışınları ise lup altında görülebilir. Traheleri dağınık şekilde, tek tek, ikisi bir arada, nadiren gruplar halinde, trahe çapları 65-230 µm, mm²'de 4-36 adet, bazı trahelerde koyu renkli öz odun maddeleri bulunur. Trahelerin oranı %20 civarındadır. Boyuna parانشimleri apotraheal dağınık, teğet sıralı ve paratraheal kümeli, halkalı, bileşik şeritli diziliştir. Boyuna parانشimlerin oranı %16 civarındadır. Öz ışınları kısmen homojen, kısmen heterojen ve ekseriyetle tabakalı yapıda olup oranları %16 civarındadır. Lifleri ise libriform liflerden oluşmaktadır. Liflerin uzunlukları 690-2005 µm civarında olup oranları %50 civarındadır (Erdin ve Bozkurt, 2013).



Şekil 3.1: Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) mikroskobik yapısı özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

İşlenme özellikleri bakımından el aletleri ve makineler ile güçlük çıkarmadan işlenmesine rağmen, grift liflilik bazı durumlarda makine ile yapılan işlemlerde sorun çıkartabilmektedir. Bu nedenle kesim işlemi yapılırken kesiş açısı 15° olarak ayarlanmalıdır. Yapışma, vidalama ve çivileme özellikleri iyidir. Demir bağlantıları korozyona uğratır. Sapelli ağaç türleri çok iyi cila kabul etmektedirler. Diri odunu orta derecede güç, öz odunu güç emprenye edilmektedir. Bunların yanında sağlık etkileri bakımından deride tahrişe neden olabilmektedirler.

Tablo 3.1: Sapelli, Sapele (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün fiziksel özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Tam Kuru Yoğunluk	0,62 g/cm ³
Hava Kuru Yoğunluk	0,65 g/cm ³
Taze Ağırlık	690-1065 kg/m ³
Radyal Daralma	%4,6
Teğet Daralma	%7,4
Hacmen Daralma	%14,0

Tablo 3.2: Sapelli, Sapele (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Basınç	56 N/mm ²
Eğilme	114 N/mm ²
Elastikiyet Modülü	10000 N/mm ²
Liflere Paralel Çekme Direnci	88 N/mm ²
Makaslama	8,6 N/mm ²
Dinamik Eğilme	0,68 KN/cm
Liflere Paralel Brinell Sertlik	44 N/mm ²
Liflere Dik Brinell Sertlik	23 N/mm ²

Tablo 3.3: Sapelli, Sapele (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün kimyasal özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Selüloz	%45,0
Lignin	%28,0
Pentozan	%15,0
Sıcak Suda Çözülmüş Eksraktif Madde	%2,4-5,2
pH	5,2-5,3

Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) kurutma özellikleri olarak; çarpılma özelliğine dikkat edilerek oldukça hızlı kurutulabilmektedir. Bu nedenle uygulanacak kurutma düşük sıcaklık ve düşük bağıl rutubet şartlarında yapılmalıdır. Kullanım yerlerinde orta derecede stabildir. Ağaç türü dayanıklılık özellikleri bakımından; çürümeye karşı orta derecede dayanıklı, öz odunu böceklerle karşı orta derecede dayanıklı olmasına rağmen, diri odunu böcek zararlılarına karşı hassastır. Ayrıca deniz hayvanlarına karşı dayanıklı değildir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

3.1.1.2.Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)

Ağacın genel özellikleri; Batı ve Doğu Afrika bölgelerinde yetişmektedir. Boyları yaklaşık 30-40 m kadar uzayabilen bu ağaç türlerinin ticarete kullanılabilir gövde uzunluğu 10-15 m arasındadır. Gövde orta çapı 0.6-1,2 m olup, gövde şekli silindirik yüksek kök çıkıntılıdır. Ağacın ticarete kullanılan adları; Dabema (FdS., Alm., Tr.), Dahoma (Gan., İng., ABD.), Bokungu (Zai.), Toum (Gab.), Erundi (Kam.) şeklindedir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

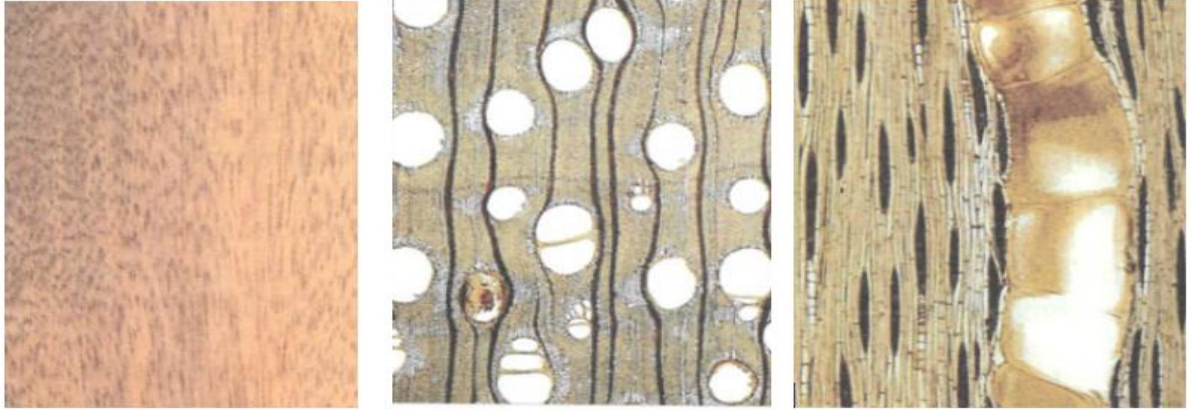
Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ticarete 4-8 m boylarda, 0,6-0,9 m orta çapta yuvarlak halde, kereste ve parke taslakları olarak satılmaktadır. Ağaç türü özellikle üst yüzeylerde kesme kaplama levha, liman ve demiryolu inşaatlarında, tatlı su tahkimat direkleri olarak, yatlarda, mobilya, parke, kapı-pencere doğramalarda, tornacılıkta ve kent mobilyaları üretiminde yaygın

bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca piyasada ireko ve meşe yerine kullanılmakta olup “Afrika meşesi” olarak da bilinmektedir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Ağacın mikroskobik yapısı; diri odunu 3-5 cm genişlikte, beyazımsı gri ile açık kahverenginde ve öz odunundan belirgin olarak ayırt edilebilmektedir. Öz odunu açık sarımsı kahverengi ve şeritlidir. Tekstür kaba, lif yapısı geniş grift lifli, güzel görünümlü şeritlere sahip, kaba iğne çizikli, dekoratif ve teze halde iken amonyağa benzeyen bir kokuya sahiptir.

Traheler ve boyuna parانشimler çıplak gözle, öz ışınları ise lup altında görülebilir. Traheleri dağınık şekilde, tek tek, ikisi bir arada, kısa radyal sıralı, trahe çapları 150-250-330 μm , mm^2 'de 1-5 adet, bazı trahelerde kahverengi öz odun maddeleri bulunur. Trahelerin oranı %17 civarındadır. Boyuna parانشimleri paratraheal halkalı, kanatlı, birleşik kanatlı apotraheal dağınık dizilişte, içlerinde kristaller mevcuttur.

Boyuna parانشimlerin oranı %23 civarındadır. Öz ışınları homojen yapıda olup, oranları %16 civarındadır. Lifleri ise bölmeli libriform liflerden oluşmaktadır. Liflerin uzunlukları 835-2275 μm civarında olup oranları %48 civarındadır (Erdin ve Bozkurt, 2013).



Şekil 3.2: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) mikroskobik yapısı (Erdin ve Bozkurt, 2013).

İşlenme özellikleri bakımından iyi işlenebilme özelliğine sahiptir. Kesim işlemi yapılırken kesiş açısı 15° olarak ayarlanmalıdır. Kesilebilir ve soyulabilir özelliktedir. Vidalama ve çivileme için ön delme işlemi yapmak gerekmektedir. Yüzeyler düzgün bir şekilde doldurulduktan sonra iyi cila kabul etmektedir. Diri odunu orta derecede güç, öz odunu güç emprenye edilmektedir. Bunların yanında sağlık etkileri bakımından odun tozları mukozanın tahrişine neden olabilmektedir.

Tablo 3.4: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünün fiziksel özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Tam Kuru Yoğunluk	0.65 g/cm ³
Hava Kuru Yoğunluk	0.65- 0.75 g/cm ³
Taze Ağırlık	900-960 kg/m ³
Radyal Daralma	%3,9
Teğet Daralma	%8,7
Hacmen Daralma	%12,5

Tablo 3.5: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Basınç	57 N/mm ²
Eğilme	100 N/mm ²
Elastikiyet Modülü	9500-15900 N/mm ²
Makaslama	8.2 N/mm ²
Dinamik Eğilme	0.60 KN/cm
Yarılma	1.5 N/mm ²
Liflere Paralel Brinell Sertlik	68 N/mm ²
Liflere Dik Brinell Sertlik	57 N/mm ²

Tablo 3.6: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünün mekanik özellikleri (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Selüloz	%48,0
Lignin	%28,0
Pentozan	%14,0
Alkol-Benzolde Çözülmüş Eksraktif Madde	%6,9
pH	5.1-5.6

Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) kurutma özellikleri olarak; yavaş olarak kurutulmaktadır. Fırında kurutma işlemi yapılmadan önce açık hava kurutulmalıdır. Kollaps ve çarpılmaya eğilimli yapıdadırlar. Kullanım yeri stabilitesi oldukça iyidir.

Ağaç türü dayanıklılık özellikleri bakımından; öz odunu çürümeye ve böceklere karşı dayanıklı, termitlere karşı dirençli olmasına rağmen, diri odun kısmı böceklere karşı hassas bir yapıya sahiptir. (Erdin ve Bozkurt, 2013).

3.1.2. Ahşap Malzemelerin Temini

Tez çalışması kapsamında kullanılan ağaç türleri; Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Pendik fabrikasından TS 2470, TS 53 ve ASTM D-358’de belirtilen esaslara göre temin edilmiştir. Temin edilen ağaç malzemenin mümkün olduğunca budaksız, ardaklanma olmamış, düzgü lifli, öz ve diri odun kısımları karışık olan, büyüme kusurları bulunmayan tomruklardan ve kurutma kusurları ortaya çıkmamış kerestelerden seçim yapılmasına dikkat edilmiştir.

Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türlerinin fabrikadaki tomruk ve kereste halindeki fotoğrafları Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) tomruk halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Pendik fabrikası).



Şekil 3.4: Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) kereste halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Pendik fabrikası).



Şekil 3.5: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) tomruk halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Pendik fabrikası).



Şekil 3.6: Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) kereste halinde (Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. Pendik fabrikası).

3.1.3. Kullanılan Vernikler

3.1.3.1. Su Bazlı Vernikler

Türkiye’de boya/vernik üretiminde çözücü olarak genellikle solventler kullanılmaktadır. Günümüzde çevre ve insan sağlığına verilen önem arttıkça endüstride su bazlı sistemlerin kullanımı da artmıştır (Çakıcıer, 2007). Sadece ağaç işleri endüstrisinde kullanılan solvent bazlı ürünlerden kaynaklı atmosferse salınan uçucu organik bileşiklerin (UOB) oranları göz önünde bulundurulursa, su bazlı sistemlerin önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Gürleyen, 2018).

Globalleşen dünyada boya talebinin gün geçtikçe mekanlara özgü, daha karmaşık ve daha özel projelere yöneldiği, bu yüzden de Ar-Ge çalışmalarında aşırı su bazlı ve yüksek katkılı boya türlerinde öncelik verildiği belirtilmektedir (Koltka ve Sabah, 2012). Son zamanlarda su bazlı vernik üretim ve tüketiminin artması, insan ve çevre sağlığı açısından getirilen yasal zorunlulukların yanında, geliştirilen bağlayıcı reçineler sayesinde su bazlı sistemlerin formüle edilebilmesi olarak da gösterilmektedir. Aslında halihazırda inşaat sektöründe uzun zamandır kullanılan bu sistemlerin, ahşap endüstrisinde kullanımının geç başlaması ve yaygınlaşmasının geç olmasının altında, sistemin ilk kullanılmaya başlandığında suyun ahşaplar ve metaller ile uyumsuzluğu, ahşap malzemelerde doku ve lif kabarmaları, bakım zorlukları gibi sebeplerden kaynaklanmıştır (Budakçı ve diğ, 2011).

Su bazlı sistemler solvent bazlı vernik sistemlerine göre, yüzey gerilimini azaltma, emülsiyon yapıcı maddeleri kontrol altında tutma ve köpüklenmeyi azaltıcı etki yapmak gibi bazı problemler içermektedirler. Bu problemlere rağmen su bazlı sistemler çok fazla reçinenin karıştırılarak birlikte kullanılabilmesi, solvent bazlı sistemlerde mümkün olmayan üretim esneklikleri ve imkanları gibi avantajlara da sahiptir (Gürleyen, 2018).

Su bazlı sistemlerde çözücü maddesi sudur. Katman yapıcı olarak ise reçineler kullanılmaktadır. Fakat reçineler su ile tam çözünemediğinden yardımcı solventlere ihtiyaç duyulmaktadır. Sistemin kuruma prensibi suyun buharlaşma esasına dayanmakta olup, yardımcı solventlerden önce su ayrılmaktadır. Kuruma prosesinde katmanlardan en son solvent ayrıldığından, meydana gelebilecek birçok katman kusurunun bu son ayrılan solventlerin özelliklerine göre giderilmesi mümkündür. Su bazlı sistemlerin başlangıçtaki kuruması da yardımcı solventler tarafından belirlenmektedir. Genellikle kurutma işlemini yavaşlatmak için glikol eter, dietilen glikol, monobutil eter, diaseton alkol ve butoksi etanol gibi solventler kullanılmaktadır (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Yapılan tez çalışması kapsamında ülkemizde halihazırda faaliyet gösteren beş farklı firmaya ait markalar, özellikle kent mobilyaları üretiminde tercih edilen ve dış ortam şartlarına dayanıklı su bazlı vernikler kullanılmıştır. Test çalışması kapsamında yapılan testlerde bu firmalara ait markalara R, H, K, Ü ve S harfleri ile kodlama yapılmıştır. Kullanılan su bazlı verniklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.7: “R” marka su bazlı astar verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
12 sn. 4 mm viskozite kabı 20°C’de	1,02 g/cm ³ 20°C’de	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Ürün için AB tarafından belirlenmiş sınır değer (Kat A/e): 130 g/l (2010). Bu ürün en fazla 50 g/l VOC içerir.

Tablo 3.8: “R” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
12 sn. 4 mm viskozite kabı 20°C’de	1,04 g/cm ³ 20°C’de	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Ürün için AB tarafından belirlenmiş sınır değeri (Kat A/e): 130 g/l (2010). Bu ürün en fazla 50 g/l VOC içerir.

Tablo 3.9: “Ü” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
(D4/20°C): 11-13	1,02-1,04 g/cm ³ 20°C’de	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Belirtilmemiş

Tablo 3.10: “H” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
53 Sn. (DIN4 20°C)	1,03 g/cm ³ 20°C’de	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	<1%

Tablo 3.11: “K” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
160- 185 s D4, 20°C	1,01±0,005 g/cm ³ , 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Ürün 0 g/ l bir maksimum VOC içerir.

Tablo 3.12: “S” marka su bazlı verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Katı madde miktarı	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
20°C’de DIN 4 kabıyla 45-55 sn.	%43 ± 2	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Belirtilmemiş

3.1.3.2. Poliüretan Vernikler

Kimyasal tepkimeli vernikler sınıfında yer almaktadırlar. Poliüretan vernikler kuruma sistemlerine göre; nem kürlemeli, yağ modifiyeli, bloke sistemli, ön polimer + katalizörlü ve iki komponentli olmak üzere beş farklı türde üretilmektedir. Poliüretan vernikler mekanik etkilere, su, nem, asit ve bazlara dayanıklı olmasının yanında, ahşap malzemelerin çalışmasına uyum sağlayabilecek oranda esnek katmanlar meydana getirebilmektedir. Kuvvetli asitlere maruz kaldığında yüzeyden kalkmasına rağmen, çözücü etkilere karşı dayanıklıdır. Ahşap taban ile uyumları iyi derecededir. UV ışınlarına maruz kaldığında sararma yapabilmektedir (Sönmez, 1989).

Poliüretan verniklerinin ürün yüzeyinde yapmış olduğu film tabakasının sert ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı olması gibi avantajlı özelliklerinden dolayı, masa üstü, hastane mobilyaları, parkeler, oturma ve kent mobilyalarında kullanımı olumlu sonuçlar verebilmektedir (Tekin, 2009).

Poliüretan vernikler polimerleşme reaksiyonlarını uygulandığı yüzeylerde tamamlama özelliğine sahiptirler. Bu özelliğin diğer vernik türlerine göre en avantajlı yönü ahşap yüzeyde bağlantı gücünü artırıcı etki yapmasıdır. Özellikle iç mekanlarda banyo hariç kullanılmasında sakınca yoktur. Duvar, taban ve tavan döşemelerinde kullanılabilir. Su ile temas edilen yüzeylerde kullanılması halinde, ahşabın tüm yüzeyleri kaplanmalıdır (Budakçı, 1997).

Yapılan tez çalışması kapsamında ülkemizde halihazırda faaliyet gösteren beş farklı firmaya ait markalar, özellikle kent mobilyaları üretiminde tercih edilebilen poliüretan vernikler kullanılmıştır. Test çalışması kapsamında yapılan testlerde bu firmalara ait markalara, R, Ü, H, K ve S harfleri ile kodlama yapılmıştır. Kullanılan poliüretan verniklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıda tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.13: “R” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
Belirtilmemiş	1,026 g/cm ³ +/- 0,05 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Belirtilmemiş

Tablo 3.14: “R” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
25-30 sn. 4 mm viskozite kabı	0,941 g/cm ³ +/- 0,05 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Belirtilmemiş

Tablo 3.15: “Ü” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
150- 160 s 20°C	1,0-1,04 kg/l, 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 10-30°C	Belirtilmemiş

Tablo 3.16: “H” marka poliüretan verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
Kinematik (oda sıcaklığı): <0.205 cm ² /s Kinematik (40°C) :>0.205 cm ² /s	1 g/cm ³ 20°C’de	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	2010/75/EU: 60.9 w/w 612 g/l

Tablo 3.17: “K” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
Belirtilmemiş	1 ± 0,02 g/cm ³ , 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Ürün 560 g/l bir maksimum VOC içerir.

Tablo 3.18: “K” marka poliüretan verniğin özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
95- 100 s D4 20°C	0,99±0,05 g/cm ³ , 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	Ürün 500 g/l bir maksimum VOC içerir.

Tablo 3.19: “S” marka poliüretan sertleştirici özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Katı madde miktarı	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
30%	0,93 g/cm ³ 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	2010/75/AT Yönetmeliği: 60 %-651 g/l

Tablo 3.20: “S” marka poliüretan vernik özellikleri (Ürün MSDS Formu).

Viskozite	Katı madde miktarı	Yoğunluk	Yöntem	Uygulama şartları	VOC içeriği
120 +/- 2 s TF4	45%	0,94 g/cm ³ 20°C	Kapalı alanlarda boya tabancası kullanımı uygun	Uygulama sıcaklığı 15-30°C	2010/75/AT Yönetmeliği: 55%- 517 g/l

3.2.YÖNTEM

3.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Tez çalışması kapsamında Akdeniz Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş Pendik fabrikasından TS 2470, TS 53 ve ASTM D-358’de belirtilen esaslara göre seçilen Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türleri kurutma fırınlarında yeteri kadar kurutulmuş, %12-15 rutubet değerlerine getirilmiş, yüzeylerine planya işlemi uygulandıktan sonra kalibre zımpara makinesinden geçirilmiş ve 140*75*5 mm boyutlarına getirilmiştir. Bu ahşaplar su bazlı ve poliüretan bazlı vernik uygulamaları, yaşlandırma test uygulamaları, yapışma, sertlik, katman kalınlığı, parlaklık ve renk performans testleri için uygun olan, toplam 160 adet test ve kontrol örneklerinden oluşmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: 140*75*5 mm boyutlarına getirilmiş ahşap numunelere ait bir görünüm.

3.2.2. Zımparalama ve Vernik Uygulama İşlemleri

Zımparalama, vernik atma ve kurutma işlemleri İSTON A.Ş Kent Mobilyaları Üretim Tesisleri Cila Atölyelerinde gerçekleştirilmiştir. Vernik uygulama işlemi ASTM-D 3023 esasları ve firmalardan alınan uygulama talimatları çerçevesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar aralıklarında olan boya püskürtme tabancası ile yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Alttan hazneli boya püskürtme tabancasına ait bir görünüm.



Şekil 3.9: Örnek ahşaplara vernik uygulama işlemlerine ait bir görünüm.

3.2.3. Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Tez çalışması kapsamında yapılan testlerde sektörde faaliyet gösteren firmalardan alınan ve piyasada güncel olarak kullanılan su bazlı verniklere ait markalara R, Ü, H, K ve S harfleri ile kodlama yapılmıştır. Kullanılan su bazlı verniklerin uygulanma şekilleri aşağıda ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

3.2.3.1. “R” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Astar, dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere üç ayrı aşamada uygulanmaktadır. Astar işlemi için bir ürün, dolgu ve son kat işlemi için ise farklı bir ürün olmak üzere toplamda iki üründen meydana gelmektedir. Dolgu ve son kat vernik işlemi için ise aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir.

Tablo 3.21: “R” marka su bazlı vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Astar Uygulaması	150 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	80-120 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)
Dolgu Uygulaması	220 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	100-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	220 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	100-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat, Tam kuruma 24 saat. (20°C ve %65 bağıl nem)

Astar uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine astar uygulamasından önce 150 numara zımpara ile işlem uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-30°C olan cila atölyelerinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m²'ye 80-120 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde astar malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan,

ön yüz uygulamalarından sonra 2 saat süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Dolgu verniği uygulaması;

Astar uygulama işlemi tamamlanmış, 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde 4 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 220 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² 'ye 100-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 2 saat süre ile 20°C ve %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde 4 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 220 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² 'ye 100-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 2 saat süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.3.2. “Ü” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir.

Tablo 3.22: “Ü” marka su bazlı vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150 kum	10-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 3-4 saat (20°C ve %65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	400-600 kum	15-30°C	meme ucu 1.5-1.7 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150 numara zımpara ile işlem uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra uygulama ortam sıcaklığı 10-30°C olan cila atölyelerinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² ‘ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 3-4 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 3-4 saat süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde kurutma kabinlerinde 3 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 400-600 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 10-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.5-1.7 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² ‘ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 3-4 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 3-4 saat süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.3.3. “H” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir.

Tablo 3.23: “H” marka su bazlı vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	120 kum	15-25°C	meme ucu 2.5-3 mm, hava basıncı 3 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (15-25°C ve %40-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	280 kum	15-25°C	meme ucu 2.5-3 mm, hava basıncı 3 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (15-25°C ve %40-65 bağıl nem)

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 120 numara zımpara ile işlem uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 2.5-3 mm, hava basıncı 3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² ‘ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 1.5-2 saat süre ile 15-25°C ve ortalama %40-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve ortalama %40-65 bağıl nemde 4 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 280 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 2.5-3 mm, hava basıncı 3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² ‘ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu

1.5-2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 2 saat süre ile 15-25°C ve ortalama %40-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.3.4. “K” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir.

Tablo 3.24: “K” marka su bazlı vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (15-30°C ve %65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	220 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120-150 ml (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150 numara zımpara ile işlem uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-30°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² ‘ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 1.5-2 saat süre ile 15-30°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 20°C ve %65 bağıl nemde 3-4 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 220 numara zımpara ile işlem uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama

sıcaklığı 15-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² 'ye 120-150 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 2 saat süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.3.5. “S” Marka Su Bazlı Vernik Uygulamaları

Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir. İnceltme işlemi gerekli ise su kullanılabilir.

Tablo 3.25: “S” marka su bazlı vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120 ± 10 gr (1m ²)	toz kuruluğu 20 dk., dokunma kuruluğu 40 dk. (15-30°C ve %65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	240 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar	120 ± 10 gr (1m ²)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-30°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² 'ye 120 ± 10 gr üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 20 dk., dokunma kuruluğu 40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40 dk. süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde 3-4 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 240 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-30°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-2.5 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² 'ye 120 ± 10 gr üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır Ürünün toz kuruluğu 20 dk., dokunma kuruluğu 40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40 dk. süre ile 20°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.4. Poliüretan Vernik Uygulamaları

Test çalışması kapsamında yapılan testlerde sektörde faaliyet gösteren firmalardan alınan poliüretan verniklere ait markalara R, Ü, H, K ve S harfleri ile kodlama yapılmıştır. Kullanılan poliüretan verniklerin uygulanma şekilleri aşağıda ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

3.2.4.1. “R” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları

İki komponentli bir üründür. Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi için aynı ürün kullanılmaktadır. Ayrıca ürünlerin daha çabuk film tabakası oluşturmaları ve hızlı kuruma sağlanması için tüm ürüne 1/10 ölçek olacak şekilde sertleştirici ilavesi yapılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise tiner kullanılabilir.

Tablo 3.26: “R” marka poliüretan vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150-180 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	80-120 ml (1m ²)	toz kuruluğu 20-30dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	240 kum	15-30°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	80-120 ml (1m ²)	toz kuruluğu 20-30 dk, dokunma kuruluğu 40-50 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
**1/10 Ölçek sertleştirici ilave edilmiştir. **Tam kuruma süresi 24 saat.					

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150-180 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. 1/10 ölçek sertleştirici ilave edilmiş vernik iyice karıştırıldıktan sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² 'ye 80-120 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 20-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-50 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde 3 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 240-320 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-25°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 1m² 'ye 80-120 ml üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 20-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-50 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.4.2. "Ü" Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları

İki komponentli bir üründür. Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi için aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise tiner kullanılabilir.

Tablo 3.27: “Ü” marka poliüretan vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150-180 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	45-50 µ (Tek katta)	toz kuruluğu 10-15 dk., dokunma kuruluğu 35-40 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	220-400 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	45-50 µ (Tek katta)	toz kuruluğu 1 saat, dokunma kuruluğu 2 saat (20°C ve %65 bağıl nem)
**Tam kuruma süresi 24 saat.					

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150-180 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Sonra ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak tek katta 45-50 µ kuru film kalınlığı bırakacak şekilde üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 10-15 dk., dokunma kuruluğu 35-40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 35-40 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve %50-65 bağıl nemde 2-3 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 220-400 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-25°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile tek katta 45-50 µ kuru film kalınlığı bırakacak şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 10-15 dk.,

dokunma kuruluğu 35-40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 35-40 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

3.2.4.3. “H” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları

Tek komponentli bir üründür. Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi için aynı ürün kullanılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise tiner kullanılabilir.

Tablo 3.28: “H” marka poliüretan vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2.2mm, hava basıncı 2-3 bar	1,6 m ² (Tek katta)	toz kuruluğu 25-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	240 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2.2mm, hava basıncı 2-3 bar	1,6 m ² (Tek katta)	toz kuruluğu 25-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
** Tam kuruma 24 saat.					

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. Sonra ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1lt malzeme ile tek katta 1,6 m² yüzey cilalanacak şekilde üst yüzey işlem maddesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 25-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-50 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve ortalama %65 bağıl nemde 2-3 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 240 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-25°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile tek katta 1,6 m² yüzey cilalanacak şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 25-30 dk., dokunma kuruluğu 40-50 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-50 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır. Ürünün tam kuruma süresi 24 saattir.

3.2.4.4. “K” Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları

İki komponentli bir üründür. Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi için aynı ürün kullanılmaktadır. Ayrıca ürünlerin daha çabuk film tabakası oluşturması ve hızlı kuruma sağlanması için tüm ürüne 1/10 ölçek olacak şekilde sertleştirici ilavesi yapılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise tiner kullanılabilir.

Tablo 3.29: “K” marka poliüretan vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150-180 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	120 gr (1m ²)	toz kuruluğu 15-20 dk., dokunma kuruluğu 40-45 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	220 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2mm, hava basıncı 2-3 bar	120 gr (1m ²)	toz kuruluğu 15-20 dk., dokunma kuruluğu 40-45 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
**1/10 Ölçek sertleştirici ilave edilmiştir. **Tam kuruma süresi 24 saat.					

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150-180 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. 1/10 ölçek sertleştirici ilave edilmiş vernik iyice karıştırıldıktan sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² 'ye 120 gr üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 15-20 dk., dokunma kuruluğu 40-45 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-45 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde kurutma kabinlerinde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde 2-3 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 220 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-25°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile tek katta 1m² 'ye 120 gr üst yüzey işlem maddesi şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 15-20 dk., dokunma kuruluğu 40-45 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40-45 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır. Ürünün tam kuruma süresi 24 saattir.

3.2.4.5. "S" Marka Poliüretan Vernik Uygulamaları

Tek komponentli bir üründür. Dolgu ve son kat verniği uygulamaları olmak üzere iki ayrı aşamada uygulanmaktadır. Dolgu ve son kat işlemi için aynı ürün kullanılmaktadır. Ayrıca ürünlerin daha çabuk film tabakası oluşturmaları ve hızlı kuruma sağlanması için tüm ürüne 1/10 ölçek olacak şekilde sertleştirici ilavesi yapılmaktadır. İnceltme işlemi gerekli ise tiner kullanılabilir.

Tablo 3.30: “S” marka poliüretan vernik uygulamaları.

Vernik Uygulama Aşamaları	Zımpara Numaraları	Uygulama Sıcaklığı	Sprey Tabancası Özellikleri	Uygulanan Vernik Miktarı	Kuruma Şartları ve Süreleri
Dolgu Uygulaması	150-180 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2.2mm, hava basıncı 2-3 bar	120 ± 10 gr (1m ²)	toz kuruluğu 20 dk, dokunma kuruluğu 40 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
Son kat Uygulaması	240 kum	15-25°C	meme ucu 1.8-2.2mm, hava basıncı 2-3 bar	120 ± 10 gr (1m ²)	toz kuruluğu 20 dk, dokunma kuruluğu 40 dk. (15-25°C ve %50-65 bağıl nem)
**1/10 Ölçek sertleştirici ilave edilmiştir. **Tam kuruma süresi 24 saat.					

Dolgu verniği uygulaması;

Kaba zımparalama işlemi 80 numara zımpara ile yapılmış olan 140*75*5 mm boyutlarındaki örneklerin ön ve arka yüzlerine dolgu verniği uygulamasından önce 150-180 numara zımpara ile zımparalama işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırılmıştır. 1/10 ölçek sertleştirici ilave edilmiş vernik iyice karıştırıldıktan sonra uygulama ortam sıcaklığı 15-25°C olan cila atölyesinde alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile 20-30 cm uzaklıktan ve tabanca yüzeye dik tutularak 1m² 'ye 120 ± 10 gr üst yüzey işlem maddesi gelecek şekilde dolgu verniği malzemesi uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 20 dk., dokunma kuruluğu 40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluğuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır.

Son kat vernik uygulaması;

Dolgu verniği uygulama işlemi tamamlanmış, 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde 2 saat kurumaya bırakılmış ahşapların ön ve arka yüzlerine 240 numara zımpara ile ara zımpara işlemi uygulanmıştır. Oluşan zımpara tozları hava tabancası ile ahşap yüzeylerinden uzaklaştırıldıktan sonra uygulama sıcaklığı 15-25°C olan ortamda alttan hazneli meme ucu 1.8-2.2 mm, hava basıncı 2-3 bar olan boya püskürtme tabancası ile tek katta 1m² 'ye 120 ± 10 gr üst yüzey işlem maddesi şekilde son kat verniği uygulanmıştır. Ürünün toz kuruluğu 20 dk., dokunma kuruluğu

40 dk. olduğundan, ön yüz uygulamalarından sonra 40 dk. süre ile 15-25°C ve ortalama %50-65 bağıl nemde bekletilip, ahşaplar dokunma kuruluşuna ulaştığında ters çevrilerek arka yüzleri içinde aynı işlemler tekrarlanarak uygulanmıştır. Ürünün istiflenme kuruluşu 6 saat, tam kuruma süresi 24 saattir.

3.2.5. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Örneklemeye ve Analiz İşlemleri

Tez çalışması kapsamında kullanılan sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü örneklerine su bazlı ve poliüretan vernik uygulaması sırasında açığa çıkan uçucu organik bileşiklerin (UOB) ölçüm ve örneklemeye işlemleri cilahane bacasından aktif karbona numune alma yöntemi, kimyasal analizleri ise gaz kromatografisi yöntemi ile her bir vernik türü ve markası için ayrı ayrı yapılmıştır.

Tablo 3.31: Uçucu organik bileşiklerin ölçüm ve analiz yöntemleri.

Ölçüm Parametreleri	Kullanılan Cihazlar	Deney Adı	Deney Metodu
Bacada Uçucu Organik Bileşikler Tayini	Gilian-Gilair Plus	Gaz kromatografisi FID dedektörle Uçucu organik bileşiklerin aktif karbon sorbent tüplerine aktif karbona örneklemeye metodu ile tayini	TE EN 13649
Bacada Hız Analizi	TECORA/Isostack G4	Pitot tüp metodu ile hız tayini baca borularındaki gaz akışlarının hız ve debisinin ölçülmesi	TS ISO 10780
Bacada Nem Analizi	KIMO/HD 200	Dijital Sensör (≤ 180 °C)	İşletme İçi Metot

Tablo 3.32: Uçucu organik bileşiklerin ölçüm sırasındaki çevre şartları.

Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Basınç (kpa)
10,5	62	102

3.2.5.1. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Örneklenmesi

UOB'lerin örneklemeye ve analiz aşamalarına aşağıda ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir;

Tez çalışması kapsamında uçucu organik bileşiklerin (UOB) örneklenmeye işlemleri için aktif karbona numune alma yöntemi kullanılmış olup, TS ISO 16200-1 ve 2 standardında yer alan esaslar uygulanmıştır. Cilahane ortamında 140*75*5 mm boyutlarındaki ahşap malzeme örneklerine püskürtmeli tabanca ile vernik atma işlemleri yapılırken düşük akışlı hava çekiş pompalı Gilian-Gilair Plus marka cihaz yardımıyla gaz numuneleri bacadan aktif karbon

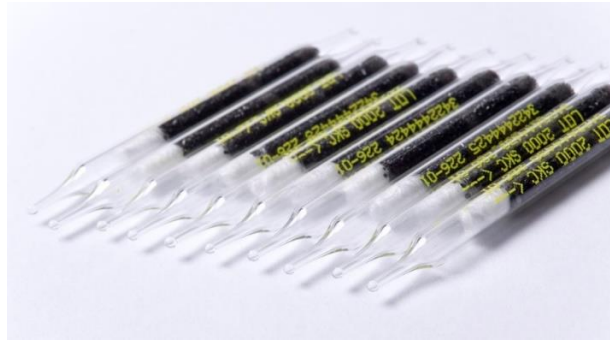
sorbent tüplerine adsorbe edilmiştir. Şekil 3.10’da Gilian-Gilair Plus cihazı, Şekil 3.11’de UOB’lerin cilahene bacasından Gilian-Gilair Plus cihazı yardımıyla aktif karbon sorbent tüplerine adsorbe edilmesi, Şekil 3.12’de ise aktif karbon sorbent tüpleri gösterilmiştir.



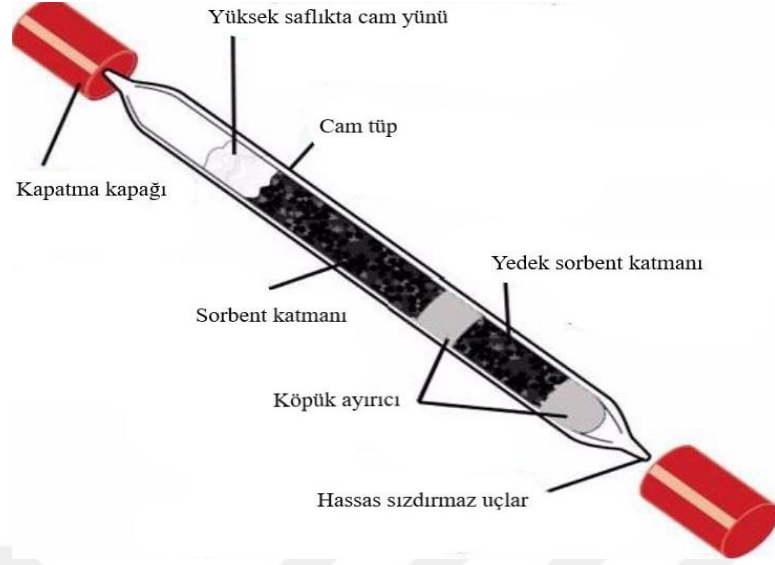
Şekil 3.10: Gilian-gilair plus marka düşük akışlı hava çekiş pompasına ait bir görünüm.



Şekil 3.11: Uçucu organik bileşiklerin Gilian-Gilair Plus cihazı yardımıyla aktif karbon sorbent tüplerine adsorbe edilmesine ait bir görünüm.



Şekil 3.12: Aktif karbon tüplerine ait bir görünüm.

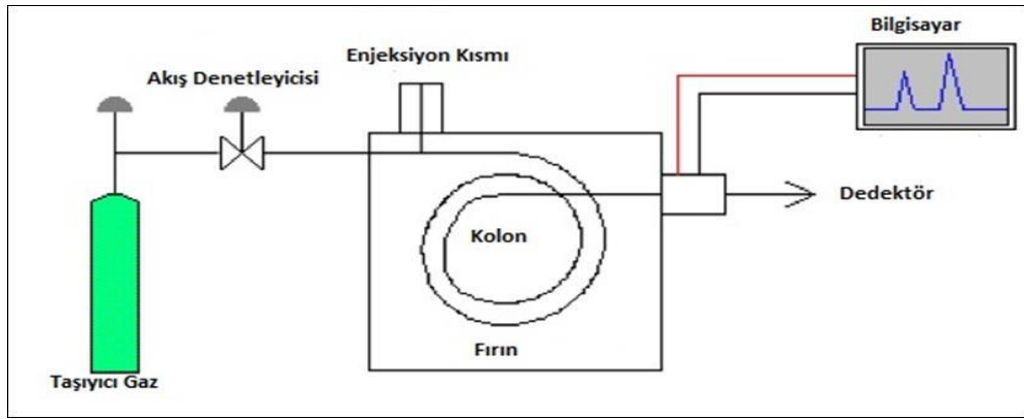


Şekil 3.13: Karbon tüplerinin şematik gösterimi (<http://www.dtxcompany.com>).

3.2.5.2. Uçucu Organik Bileşiklerin (UOB) Gaz Kromatografisi Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Gaz kromatografisi; gaz halindeki karışımda bulunan ve kolayca buharlaştırılabilen bileşenlerin birbirinden ayrılması için kullanılan cihazdır. Gaz kromatografi cihazı taşıyıcı gaz-akış kontrolü, örnek enjeksiyon ünitesi, kolon, dedektör, kaydedici kısımlar ve içinde yer aldığı fırından meydana gelmektedir (Currell, 2000). Aktif karbona numune alma yöntemi ile alınan UOB numuneleri TS ISO 16200-1 ve 2 standardında yer alan esaslara göre analiz edilmektedir;

- Karbon tüplerinin içerisindeki iki farklı kısımda bulunan aktif karbon iki farklı viyale boşaltma işlemi gerçekleştirilir,
- Desorpsiyon işlemi için viallere uygun miktarda karbondisülfid eklenir,
- Desorpsiyon işlemini tamamlamak için 30 dk. boyunca sürekli çalkalama işlemi yapılır,
- GC-FID cihazı uygun değerlere ayarlanarak eldeki vial bir şırınga yardımıyla kolona enjekte edilir,
- Kolon, sıcaklığı ayarlanabilen veya programlanabilen bir fırına yerleştirilir,
- Kolon çıkışına konulan FID dedektör yardımıyla sinyaller elde edilir,
- Bu sinyaller bir yazılım vasıtasıyla anlamlı hale getirilerek analiz işlemleri tamamlanmış olmaktadır. Kromatogramda görülen her pik ayrı bir bileşenin varlığını işaret etmektedir.



Şekil 3.14: Gaz kromatografisi tekniği çalışma prensibi (Currell, 2000).



Şekil 3.15: Gaz kromatografisi (<https://haliccevre.com/is-yerlerinde-voc-ucucu-organiz-bilesikler-olcumu/>).

3.2.5.3. Baca gazı Hızının Analiz Edilmesi

Tez çalışması kapsamında baca gazı hız tayini ve borulardaki gaz akışlarının hız ve debisinin ölçülmesi işlemi nokta kaynak emisyonlar-borulardaki gaz akışlarının hız ve debisinin ölçülmesi (TS ISO 10780) standardı çerçevesinde Şekil 3.16'da gösterilen Tcrtecora / Isostack Basic/G4 cihazı ile ölçülerek analiz edilmiştir.



Şekil 3.16: TECORA/Isostack G4 cihazına ait bir görünüm.

3.2.5.4. Bacagazı Neminin Analiz Edilmesi

Tez çalışması kapsamında baca gazı nem tayini Şekil 3.17’de gösterilen KIMO/HD 200 nem ölçer cihazı yardımıyla işletme içi dijital sensör (≤ 180 C) metodu çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.17: KIMO/HD 200 nem ölçer cihazına ait bir görünüm.

3.2.6. Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Uygulaması

Tez çalışması kapsamında UV yaşlandırma test cihazlarına uygun, su bazlı ve poliüretan vernik üst yüzey işlemleri uygulanmış 140*75*5 mm boyutlarındaki 40 adet sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), 40 adet dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü örnekleri hazırlanmıştır.

Hazırlanan bu deney örnekleri TS EN ISO 16474-3 standardı esaslarına göre, TSE Deney ve Kalibrasyon Merkezi Başkanlığı bünyesindeki yapı ve malzeme laboratuvarlarında aşağıda belirtilen şart ve süreler sonunda, su bazlı örnekler ve poliüretan örnekler ayrı ayrı zamanlarda olmak üzere hızlandırılmış UV yaşlandırma testine tabi tutulmuştur (Şekil 3.18). Test uygulama ve kontrol periyodu aşağıdaki şekildedir;

- 1 cycle : 6 saat
- Ara kontrol : 500 saat
- Test süresi : 727 saat

Tablo 3.33: Floresan-UV laboratuvar ışık kaynağına maruz bırakma (TS EN ISO 16474-3).

Uygulama periyodu	Lamba tipi	Işınım	Black panel sıcaklığı °C
5 saat kuru	UVA-340	0.83 W / m ² / nm 340 nm 'de	60±3
1 saat su spreyi		lamba kapalı	25±3

Hızlandırılmış UV yaşlandırma test işlemleri için kullanılan makinenin özellikleri;

- Marka : ATLAS UV 2000
- Işık kaynağı : 8 adet 340 UV-A lambaları
- Black panel sıcaklık aralığı : BPT 40-110 °C (104-230 °F)
BST 40-120 °C (104-248 °F)
- Numune rafı : Tek katlı

**Şekil 3.18:** ATLAS UV 2000 yaşlandırma test cihazına ait bir görünüm.

Daha sonra bu örneklerde meydana gelen değişiklikler TS 423-2 (EN 20105-A02) standardı baz alınarak; koyu ve açık renklerin gri skalada orijinaline göre solması ve renk değiştirmesi durumunun görsel değerlendirmesi yapılarak, analiz edilmiştir.

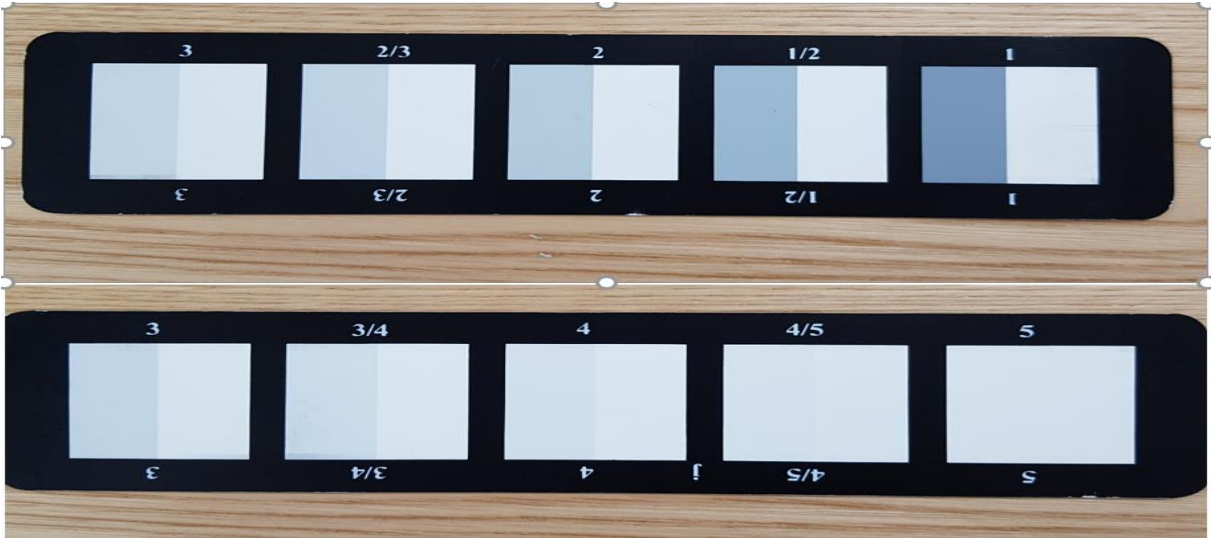
Şekil 3.19’da gri skala değerinin orijinal değerine göre solma farklılıkları (ΔE) verilmiştir;

Haslık Derecesi	CIELAB farkı	Tolerans
5	0	0,2
(4-5)	0,8	$\pm 0,2$
4	1,7	$\pm 0,3$
(3-4)	2,5	$\pm 0,35$
3	3,4	$\pm 0,4$
(2-3)	4,8	$\pm 0,5$
2	6,8	$\pm 0,6$
(1-2)	9,6	$\pm 0,7$
1	13,6	$\pm 1,0$

Şekil 3.19: TS 423-2 EN 20105-A02 “Tekstil-renk haslığının tayin metotları- kısım A02: solmanın değerlendirilmesinde gri skalanın kullanılması” (TSE Standartları).

Gri skala değerlendirilmesi 1-1/2- 2- 2/3- 3- 3/4- 4- 4/5- 5 olarak dokuz değerden oluşmaktadır.

- 1 değeri : En kötü sonuç yani renk değişimi en fazla,
- 5 değeri : En iyi sonuç yani renk değişimi en az veya yok olan değer yani sonuç olarak değerlendirilmektedir.
- 1/2- 2/3- 3/4- 4/5 değerleri ise renk farklılıklarının tam olarak tanımlanamadığı zamanlarda kullanılmaktadır.



Şekil 3.20: Açık renklerin gri skala değerlendirmesinde orijinaline göre solmasının görsel değerlendirilmesi (EN 20105-A02).



Şekil 3.21: Koyu renklerin gri skala değerlendirilmesinde orijinaline göre solmasının görsel değerlendirilmesi (EN 20105-A02).

3.2.7. Uygulanan Yüzey İşlem Performans Testleri

3.2.7.1. Yapışma Testi

Tez çalışması kapsamında, ahşap numunelere uygulanan yüzey işlem maddelerinin yapışma dirençleri pnömatik test cihazı ile ölçülmüştür. 140*75*5 mm boyutlarındaki test numunelerinden hızlandırılmış yaşlandırma testi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin her birinin yüzeyinden ölçümler yapılarak, ASTM D 4541 standardının esaslarına göre direnç değerleri elde edilmiştir.

Oda koşullarında yapılan test uygulamalarında, üst yüzey işlem maddesi uygulanmış ahşap numunelerin yüzeylerine çift bileşenli epoksi tutkal kullanılarak 20 mm çapında dolilerin yapıştırılması işlemi yapılmıştır. Üç gün süre ile ahşap numunelerin üzerinde bekletilen doliler kuruma sürecini tamamladıklarında, dolilerin etrafındaki yüzey işlem maddeleri keskin ve silindirik yapıya sahip bir bıçak vasıtasıyla temizlenmiştir. Bu aşamadan sonra doliler Positest-AT test cihazı yardımıyla ahşap yüzeylerden koparılmış olup, kopma esnasında elde edilen değerler kayıt edilmiştir.



Şekil 3.22: Dolilerin ahşap numunelere yapıştırılması işlemine ait bir görünüm.



Şekil 3.23: Positest-AT yapışma testi uygulamaları test cihazına ait bir görünüm.



Şekil 3.24: Yapışma testi sonrası elde edilen görünüm.

3.2.7.2.Sertlik Testi

Tez çalışması kapsamında verniğin kuru filminin sertliğinin belirlenebilmesi için pendulum sertlik test cihazı kullanılmıştır. Test uygulaması sırasında sarkacın salınım genliği ölçülerek, verniğin kuru film sertliğinin değerlendirilmesi için sönümlleme tekniğine başvurulmuştur. Uygulamalar ISO 1522 standardının esaslarına göre gerçekleştirilmiştir. ISO 1522 standardı çerçevesinde; üst yüzey işlem malzemesi uygulanmış ahşaplarda daha iyi sonuçlara ulaşılması ve yüzeyde kayma meydana getirmemesi sebebiyle koning sarkacı kullanılmıştır.



Şekil 3.25: Pendulum sertlik test cihazına ait bir görünüm.

Sertlik testi uygulamaları üst yüzey işlem malzemesi uygulanmış, yaşlandırma testine tabi tutulmuş ve tutulmamış örneklerin üzerlerinde çalışılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın kalibrasyonu 40 sn. de 100 salınım verecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örnekler cihaza yerleştirilerek test işlemlerine başlanılmış olup, gerçekleşen salınım sayıları kaydedilmiştir. Uygulamada her bir parçadan 30 örnek alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Şekil 3.25’de sertlik testine ait bir uygulama gösterilmiştir.

3.2.7.3.Katman (Film) Kalınlığı Testi

Tez çalışması kapsamında üst yüzey işlem maddesi olarak kullanılan verniklerin oluşturmuş oldukları film kalınlıklarının belirlenmesinde ultrasonik ve mikroskopik ölçüm yöntemleri olmak üzere iki farklı yöntem birlikte uygulanmıştır. Bu yöntemlerden ultrasonik yöntem tahribatsız bir metot olmakla beraber, yüzey işlem maddesi olarak uygulanmış vernik üzerinde

herhangi bir tahribata neden olmamaktadır. Bu özelliklerinin yanında aynı yüzeyden birden fazla ölçüm yapılabilmesi nedeniyle daha doğru sonuçlar elde edilebilmektedir. Fakat yöntemin çalışmasının temelinde parçaya gönderilen sesin belirli bir yol kat ettikten sonra geri dönmesi prensibi yatmaktadır. Bu durum ahşap malzeme gibi heterojen ve pürüzlü yüzeylerde yanlış sonuçlar elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu dezavantajın önüne geçebilmek için ultrasonik ve mikroskobik ölçüm yöntemleri beraber kullanılması yoluna gidilmiştir.

Ahşap malzemenin yüzeylerindeki pürüzlülük değerlerinin tespit edilerek, ultrasonik cihaz üzerindeki dalga boylarının değiştirilmesi metodu birinci yöntem olarak uygulanmış olup, ikinci yöntem olarak, tahribatlı bir yöntem olan mikroskobik kesme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde film kalınlıklarının yaklaşık olarak değerleri tespit edildikten sonra, ultrasonik cihaz üzerindeki dalga boyu parametrelerin değiştirilmesiyle doğru sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların doğruluğunu teyit etmek amaçlı mikroskobik yöntem ile tekrardan ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Katman kalınlığı testi çalışmaları çerçevesinde ultrasonik cihaz ile ölçümlerin gerçekleştirilmesi sırasında DeFelsko kuru film kalınlık ölçer cihazından yararlanılmış olup, katman kalınlıklarının belirlenmesinde EN ISO 4624 standartlarının esasları uygulanmıştır. Ölçümler yüzey işlem malzemesi uygulanmış ahşapların yüzeyleri temizlendikten ve cihazdaki dalga boyu parametrelerinde gerekli ayarlar yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Yapılan test uygulamaları malzeme yüzeylerinin farklı noktalarından en az 30 ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

Katman kalınlığı testi çalışmaları çerçevesinde mikroskobik cihaz ile ölçümlerin gerçekleştirilmesinde ise EN ISO 2808 boyalar ve verniklerin film kalınlığı tayini standardının esasları baz alınmıştır. Kullanılan üst yüzey işlem malzemenin oluşturduğu film kalınlığının belirlenmesinde TQC PID III test cihazı kullanılmıştır. Vernik filminden kama biçiminde bir kesit alındıktan sonra mikroskop altında incelemesi yapılmıştır.

Aletin bıçağı vasıtasıyla kesme açısı belirlendiği için kesitin görünen genişliğini, trigonometrik işlevler yardımıyla film kalınlığına dönüştürmek mümkün olmaktadır. Uygulama yapılan verniğin katmanı birkaç film tabakasından meydana geliyorsa, uygulanan test yöntemi tahribatlı bir yöntem olmasına rağmen, her katmanın kalınlığı tespit edilmiştir. Şekil 3.26'da ultrasonik test cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.26: TQC PID III tahribatsız film kalınlığının belirlenmesi test cihazına ait bir görünüm.

3.2.7.4.Parlaklık Testi

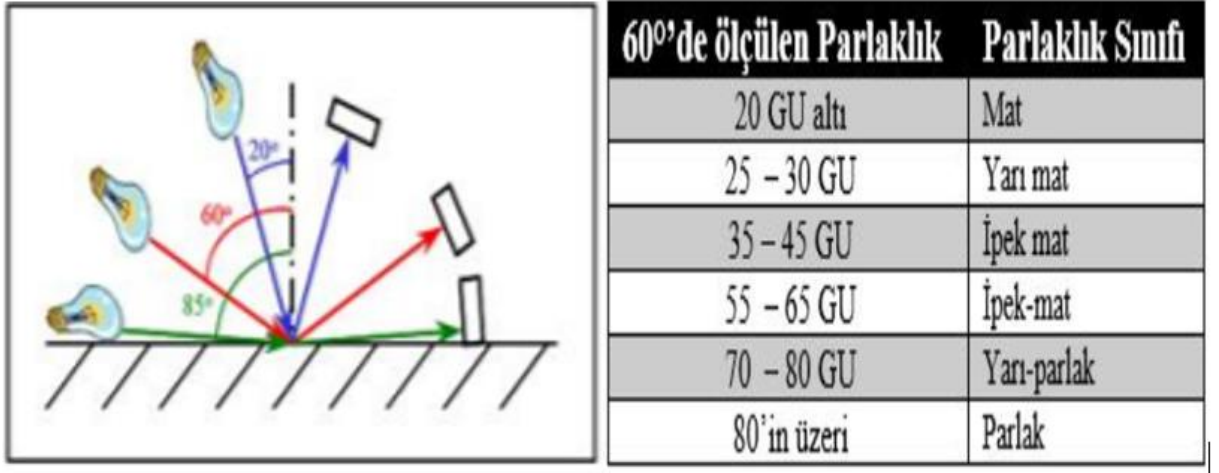
Üst yüzey işlem malzemesi uygulanmış ahşap malzeme yüzeylerinin parlaklık ölçümleri gloss-metre cihazı ile liflere dik ve paralel olmak üzere UV yaşlandırma öncesi ve sonlarında ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonunda elde edilen verilerin aritmetik ortalaması alınarak analiz edilmiştir. Ölçümler yapılırken ISO 2813 standardının esaslarından yararlanılmıştır.



Şekil 3.27: Gloss metre yüzey parlaklık ölçüm cihazına ait bir görünüm.

Gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana

gelmektedir. Vernik katmanlarının parlaklığı belirlenirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını tespit etmektedir. Üst yüzey işlem vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan ahşap malzemeler ISO 2813 standardında belirtilen esaslar çerçevesinde $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%50\pm 5$ bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle bekletilerek ölçümler için uygun şartlar sağlanmıştır. Örnekler $60^{\circ}\pm 2$ parlaklık seviyesinde test edilerek elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre elde edilmiştir.



Şekil 3.28: Üç farklı açıda parlaklık ölçümünün şematik gösterimi ve 60°'de yapılan ön ölçümün ardından, asıl ölçüm açısının belirlenme kriterleri (Ayata ve Çakıcıer, 2017).

Tablo 3.34: Parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Ayata ve Çakıcıer, 2017).

60°'de Ölçülen Parlaklık	Parlaklık Sınıf
20'nin altı	Mat
25-30	Yarı mat
35-45	İpek mat
55-65	Yarı parlak
70-80	Parlak
80 ve zeri	Çok parlak

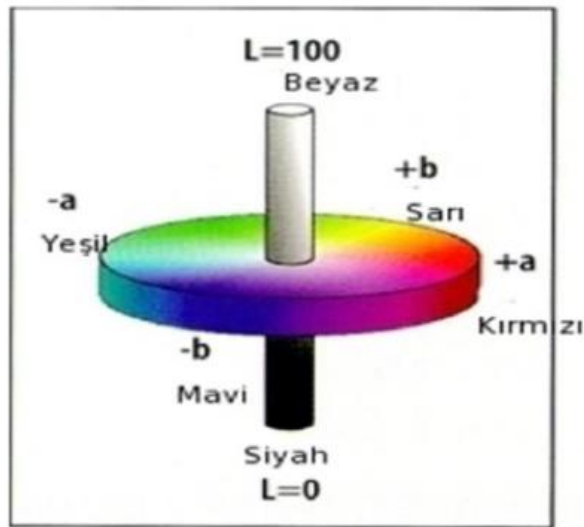
3.2.7.5. Renk Testi

Hunterlab Miniscan EZ marka renk ölçüm cihazı ile ISO 7724 standardının esaslarına göre UV hızlandırılmış yaşlandırma işlemi uygulanmış ve uygulanmamış ahşap örnekler üzerinde test işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ahşap örneklerin 30 farklı noktasından ölçümler alınarak elde edilen değerlerin aritmetik ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3.29: Hunterlab Miniscan EZ renk ölçüm test cihazına ait bir görünüm.

Renk sistemi CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724). L^* : Işık stabilitesi, a^* ve b^* kromotografik koordinatları ifade etmektedir ($+a^*$ kırmızı için, $-a^*$ yeşil için, $+b^*$ sarı için, $-b^*$ mavi için kullanılmaktadır) (Özgenç ve diğ., 2017).



Şekil 3.30: CIELab renk sisteminin gösterimi (Özgenç ve diğ., 2017).

L^* , a^* ve b^* değerleri, farklı sürelerde dış ortam testine tutulan örneklerde belirlenerek meydana gelen renk değişiklikleri (ΔE^*) aşağıdaki formüle göre belirlenmektedir

$$\Delta L^* = L_f^* - L_i^* \quad (3.1)$$

$$\Delta a^* = a_f^* - a_i^* \quad (3.2)$$

$$\Delta b^* = b_f^* - b_i^* \quad (3.3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.4)$$

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* başlangıç (i) ve değişik zaman aralıklarında (f) meydana gelen renk değişikliklerini (ΔE^*) belirtmektedir. Düşük ΔE^* değeri renk değişikliğini veya renk stabilizesini göstermektedir (Özgenç ve diğ., 2017).

3.2.8. İstatiksel Analiz Yöntemleri

3.2.8.1. Uyum Eksikliği Testi

Uyum eksikliği testi, bağımsızlık, normallik ve sabit varyans varsayımlarının karşılandığı durumlarda, bağımsız değişken ve yanıt değişkeni arasındaki ilişkinin bir doğru ile açıklanacağı konusunda şüphe duyulduğunu varsaymaktadır.

x_i ($i=1, 2, \dots, m$), bağımsız değişkenin i . düzeydeki yanıtı ait n_i gözleme sahip olduğunu varsayarsak y_{ij} , $i=1, 2, \dots, m$ ve $j=1, 2, \dots, n$ iken x_i ye karşılık gelen yanıtı ait j . gözlemi tanımlanırsa $n = \sum_{i=1}^m n_i$ gözlem sayısı hesaplanmış olur.

Artık karelerin toplamı:

$$SS_{Res} = SS_{Pe} + SS_{LOF} \quad (3.5)$$

Denklemleri ile hesaplanmaktadır.

SS_{Pe} : Yalın hatan kaynaklı kareler toplamını

SS_{LOF} : Uyum eksikliğinden kaynaklı kareler toplamını göstermektedir.

$$SS_{PE} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2 \quad (3.6)$$

Yalın hata kareler toplamına ait serbestlik derecesinin toplamı;

$$\sum_{i=1}^m (n_i - 1) = n - m \quad (3.7)$$

Uyum eksikliği için kareler toplamı;

$$SS_{LOF} = \sum_{i=1}^m n_i (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.8)$$

Uyum eksikliği için test istatistiği;

$$F_0 = \frac{SS_{LOF} / (m - 2)}{SS_{PE} / (n - m)} = \frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}} \quad \text{olarak hesaplanmaktadır.} \quad (3.9)$$

3.2.8.2. Düzeltilmiş Belirleme Katsayısı ($Adj-R^2$)

Düzeltilmiş belirleme katsayısı aşağıda verilen denklem yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$R_{Adj}^2 = 1 - \frac{SS_{Res} / (n - p)}{SS_T / (n - 1)} \quad (3.10)$$

$SS_T / (n - 1)$ modeldeki değişken sayısını göz önünde bulundurulmayan bir sabit olduğundan

R_{Adj}^2 , bu değer modele eklenen değişkenin artık kareler ortalaması azaldığında artacaktır.

Matematiksel modellerin değerlendirilmesi işlemlerinde hem düzeltilmiş belirleme katsayısı hem de belirleme katsayısı beraber değerlendirilmelidir. Bunun sebebi bazı durumlarda belirleme katsayısı modeli açıklamakta yetersiz kalmakta, bazı durumlarda ise yanıltabilmektedir. Modele eklenen değişkenin anlamlı olmadığı ortaya çıkar ise düzeltilmiş belirleme katsayısı, modelin anlamlı olup olmaması konusunda yol gösterici olmaktadır.

3.2.8.3. Varyans Analizi (ANOVA)

Bağımsız değişkende çok sayıda grup olduğu durumlarda ANOVA kullanılmaktadır. ANOVA bağımsız değişkenlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır.

İki ya da daha fazla ortalama arasındaki fark olup olmadığı ile ilgili hipotezlerin testleri için varyans analizi kullanılmaktadır. Bunun için T testleri de kullanılabilirdi, fakat T testleri yapılırken ikiden fazla ortalamanın karşılaştırılması sırasında sorunlar meydana gelebilmektedir.

Analizler yapılırken ikiden fazla ortalamanın karşılaştırılması ikili gruplar halinde yapılsa bile, bu I. Tip hata oranının yükselmesine sebep olmaktadır. Ne kadar fazla test yapılırsa yapılsın I. Tip hata o kadar yükselmeye devam edecektir. Varyans analizi I. Tip hata oranını yükseltmeden ikiden fazla ortalamanın karşılaştırılması için kullanılmaktadır. Varyans analizinde H_0 hipotezi bütün popülasyonların oranlarının eşit olduğu şeklindedir.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

H_a : Ortalamaların en az ikisi arasında anlamlı bir fark vardır.

H_0 hipotezi iki varyans tahminini karşılaştırma yoluyla test etmektedir. Bu varyanslardan ilki grupların içerisindekilerin varyanslarının ortalaması (Mean Square Error – MSE). MSE, H_0 hipotezi doğru olsa da olmasa da varyansın tahminidir.

İkinci tahmin grupların ortalamalarının varyansları üzerine temellenmiştir. (Mean Square Between MSB). MSB sadece H_0 hipotezi doğru ise bir varyans (σ^2) tahminidir. Eğer H_0 hipotezi yanlış ise MSB σ^2 'den daha büyük bir rakam tahmin eder. Bu bilgiler ışığında hipotez tezi;

MSE ile MSB yaklaşık eşit ise : H_0 hipotezi doğru

MSB, MSE' den büyük ise : H_0 hipotezi yanlış

Varyans analizinde hipotezi test etmek için F değeri kullanılır.

$$F = MSB/MSE$$

İstenilen anlamlılık düzeyinde F değeri tablo değerinden küçük ise H_0 hipotezi ret edilmemekte, yani ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Fakat F değeri, tablo değerinden büyükse H_0 hipotezi ret edilmektedir. Bu durumda ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olduğu sonucuna varılmaktadır (Kalaycı, 2006).

Tek yönlü varyans analizi;

İki ya da daha fazla ortalamanın eşitliğini, varyansları kullanarak test etmek için kullanılan bir yöntemdir.

Varsayımları:

- İncelenen değişken (Y) her bir toplumda normal dağılım göstermelidir,
- Toplum etkileri toplanabilir olmalı ve etkilerin toplamı sıfır olmalıdır,
- Grup ortalamaları ve standart sapmaları arasında bir doğrusallık olmamalıdır.

İki faktörlü varyans analizi;

Bağımsız örneklemeler için tek-faktörlü varyans analizinde tek bir bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken söz konusu iken iki faktörlü varyans analizinde ise iki bağımsız değişken ve bir bağımlı bir değişken söz konusudur.

İki faktörlü varyans analizi bağımsız örneklemeler için ile bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki ortak etkileri tespit edilirken, aynı zamanda ayrı ayrı her iki değişkene ilişkin grupların bağımlı değişkene göre ortalamalarının karşılaştırılarak, ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde (%95, %99 gibi) anlamlı olup olmadığı belirlenmektedir. İki faktörlü varyans analizinde temel amaç, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki ortak etkisini ölçmek üzerinedir (İkiz ve diğ., 1996).

Çok faktörlü varyans analizi (MANOVA)

Bir ya da daha fazla bağımsız değişkene ait grupların, iki ya da daha fazla bağımlı değişkene ilişkin ortalamaları karşılaştırılır ve ortalamalar arasındaki farkın belirli bir güven düzeyinde (%95, %99 gibi) anlamlı (önemli) olup olmadığı belirlenmektedir. Bu test ile her bir bağımsız değişkene ait gruplar kendi arasında, her bir bağımlı değişkene ilişkin ölçümlere göre ayrı ayrı karşılaştırılmaktadır (İkiz ve diğ., 1996).

3.2.8.4. Tukey Testi

Her bir gruptaki gözlem sayısının eşit olduğu durumlarda kullanılan, ortalama karşılaştırmalarından kaynaklanan hataların sabit olduğu hallerde deneme hatalarını kontrol eden testler arasında yer almaktadır. Bu testin en önemli özelliklerinden bir tanesi denemelerdeki grup sayısı arttıkça oluşan deneme hatalarının artışı kontrol edilebilmesi ve deneme hatalarının gözlem sayıları eşit olmasa bile gerçek değere en yakın değeri göstermesidir. Ayrıca bu test ortalamalar arasındaki en küçük farklılıkları bile ortaya koymasından dolayı oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Mason ve ark., 2003).

$$HSD = q_{\alpha}(a, df_{Hata}) \frac{\sqrt{MS_{Hata}}}{\min(\sqrt{n_i}, \sqrt{n_j})}$$

4. BULGULAR

4.1.UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN (UOB) ÖLÇÜM TESTLERİNE AİT BULGULAR

4.1.1. Cilahane Bacası Ölçüm Sonuçlarına Ait Bulgular

Tablo 4.1: Uygulama yapılan cilahane bacasına ait ölçüm sonuçları.

Kaynak Adı					Cilahane- Baca
Çatı Tipi					Eğik
Baca Boyutları (m)					0,60 x 0,60
Hidrolik Çap (m)					0,6
Baca Şapkası Ayak Mesafesi (m)					0,65
Baca Yüksekliği (m) Yerden					6
Baca Yüksekliği (m) Çatıdan					1,6
Parametreler	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SKHKKY Sınır Değerleri
Gaz sıcaklığı (°C)	11,73	11,77	12,97	12,157	≥4
% O ₂	20,95	20,95	20,95	20,950	
Basınç	101,811	101,826	101,818	101,818	
Nem %	0,58	0,60	0,60	0,594	
Baca Gazı Hızı (m/sn)	9,47	9,19	9,58	9,413	
Baca Gazı Debisi (m ³ /saat)	12273,120	11910,240	12415,680	12199,680	
N.Ş larda Baca Gazı Debisi (Nm ³ /saat)	11826,865	11477,258	11913,066	11739,063	
N.Ş larda Kuru Bazda Baca Gazı Debisi (Nm ³ /saat)	11758,129	11408,796	11838,310	11668,412	

EK 4 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 4 kapsamında baca gazı hızları en az 4 m/s, baca yükseklikleri dağılımı engellemeyecek şekilde yerden 10 m veya çatının en yüksek noktasından itibaren 1,5 m, baca şapkaları ise baca bitiminden bir baca çapı kadar yüksekte olması gerekmektedir. Tablo 4.1’de görüldüğü gibi cila uygulaması yapılan cilahane yönetmelikte belirtilen sınır değerleri sağlamaktadır.

4.1.2. Tespit Edilen Uçucu Organik Bileşikler (UOB)

Uygulama sırasında açığa çıkan uçucu organik bileşiklerin türleri, sanayi kaynaklı hava kirliliği yönetmeliğine göre UOB'lerin sınıf ve sınır değerleri, bileşiklerin kütleli debileri ve karbon cinsinden kütleli debilerinin hesaplanabilmesi için gerekli molekül ağırlıkları ve molekül içerisindeki karbon kütleleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Uygulama yapılan verniklerde tespit edilen uçucu organik bileşikler.

Uçucu organik bileşiklerin adı	Emisyon sınıfı	Sınır değeri (mg/Nm ³)	Molekül ağırlığı (g/mol)	Molekül içindeki karbon kütlesi
n-butil asetat	3	150	116,16	6
metil etil keton	3	150	72,11	4
toluen	2	100	92,14	7
1-metil 2-metoksietil asetat	2	100	74,08	3
etil benzen	2	100	106,17	8
etil asetat	3	150	88,105	4
ksilol-ksilen	2	100	106,16	6
2-metoksi 1-metil asetat	2	100	132,16	6
asetonitril	2	100	41,05	2
propilbenzen	2	100	120,20	9
1-3-5 trimetilbenzen -Mesitilen	2	100	120,20	9
stiren	2	100	104,15	8
1-2-4 trimetilbenzen	2	100	120,19	9
etanol	3	150	46,06	2
2-klorotoluen	1	20	126,59	7
1-metoksi 2-propilasetat	2	100	132,159	6
1-metoksi 2-propanol	2	100	90,12	4
hekzan	2	100	86,18	6
klorobenzen	2	100	112,56	6

4.2.POLİÜRETAN VERNİKLERE AİT UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (UOB) ÖLÇÜM SONUÇLARI

4.2.1.1.“S” Marka Poliüretan Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.3: “S” marka poliüretan verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Sınır Değeri	Sınıf
n-butil asetat	mg/Nm ³	13,4229	13,38	13,4227	13,4085	150	3
metil etil keton	mg/Nm ³	5,7222	5,94	5,5392	5,7352	150	3
toluen	mg/Nm ³	0,6319	0,62	0,6066	0,6202	100	2
1-metil 2-metoksietil asetat	mg/Nm ³	2,4288	2,40	2,4119	2,4151	100	2
ksilen	mg/Nm ³	0,4589	0,46	0,4643	0,4626	100	2
etil benzen	mg/Nm ³	0,4213	0,40	0,3969	0,4076	100	2
TVOC	mg/Nm ³	23,086	23,2204	22,8416	23,04933333	-	-

Tablo 4.4: “S” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değerleri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
n-butil asetat	0,1565	0,0970	3	3 kg/saat	-
metil etil keton	0,0669	0,0446	3	3 kg/saat	-
toluen	0,0072	0,0066	2	2 kg/saat	-
1-metil 2-metoksietil asetat	0,0282	0,0137	2	2 kg/saat	-
ksilen	0,0054	0,0037	2	2 kg/saat	-
etil benzen	0,0048	0,0044	2	2 kg/saat	-
TVOC	0,2689	0,1700	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; Cilahane bacasından alınan “S” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda, n-butil asetat, metil etil keton, toluen, 1-metil 2-metoksietil asetat, ksilen ve etil benzen bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden toluen, 1-metil 2-metoksietil asetat, ksilen ve etil benzen bileşenleri yapısı gereği 2.sınıfa, n-butil asetat ve metil etil ketonun ise yapısı 3. Sınıfa dahil olduğu görülmektedir. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³, 3.sınıf bileşikler için 3 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 150 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.4) kütleli debiler sınır değerlerin altında kaldığından yönetmelik gereği değerlendirme yapılmamıştır.

Uçucu Organik Bileşikler		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Sınır Değeri	Sınıf
n-butil asetat	mg/Nm ³	14,4229	14,38	14,4227	14,4085	150	3
etil asetat	mg/Nm ³	1,7191	1,79	1,6703	1,7255	150	3
mg/Nm ³	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
ksilol	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
2-metoksi 1-metil asetat	mg/Nm ³	10,0631	10,09	10,043	10,0640	100	2
asetonitril	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
propilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-3-5 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
TVOC	mg/Nm ³	26,2051	26,2528	26,136	26,19796667	-	-
L.A.: Sonuçlar tayin limitinin altındır. Tayin limiti 0,003mg'dır.							

Tablo 4.6: “R” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değeri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
n-butil asetat	0,1681	0,1043	3	3 kg/saat	-
etil asetat	0,0201	0,0110	3	3 kg/saat	-
2-klor 1-metiletil	0	0	2	2 kg/saat	-
ksilol	0	0	2	2 kg/saat	-
2-metoksi 1-metil asetat	0,1174	0,0640	2	2 kg/saat	-
asetonitril	0	0	2	2 kg/saat	-
propilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-3-5 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
TVOC	0,3057	0,1793	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değeriendirmeler;

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değerişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “R” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda n-butil asetat, etil asetat, 2-klor 1-metiletil, ksilol, 2-metoksi 1-metil asetat, asetonitril, propilbenzen ve 1-3-5 trimetil benzen bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 2-klor 1-metiletil, ksilol, 2-metoksi 1-metil asetat, asetonitril, propilbenzen, 1-3-5 trimetil benzen bileşenleri yapısı gereği 2.sınıfa, n-butil asetat ve etil asetatın ise 3.sınıfa dahil olduğu görülmektedir. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³, 3.sınıf bileşikler için 3 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 150 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.6) kütleli debiler sınır değeri altıda kaldığından yönetmelik gereği değeriendirme yapılmamıştır. Bileşiklerden 2-klor 1-metiletil, ksilol, asetonitril, propilbenzen, 1-3-5 trimetil benzen sonuçları tayin limitinin altıda olduğundan değeri cihaz tarafından okunamamıştır.

EK 2 kapsamında yapılan değeriendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında yapılan değeriendirmede, “R” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam

Uçucu Organik Bileşikler		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Sınır Değeri	Sınıf
n-butil asetat	mg/Nm ³	23,5724	23,69	23,525	23,5960	150	3
toluen	mg/Nm ³	10,26	10,30	10,21	10,2567	100	2
2-metoksi 1-metil asetat	mg/Nm ³	14,7355	14,9233	14,8129	14,8239	100	2
ksilen	mg/Nm ³	1,5891	1,6164	1,5875	1,5977	100	2
etilbenzen	mg/Nm ³	3,3625	3,37	3,354	3,3616	100	2
stiren	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
propilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-3-5 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-2-4 trimetilbenzen	mg/Nm ³	0,4532	0,466	0,4595	0,4596	100	2
asetonitril	mg/Nm ³	1,1253	1,0749	1,0394	1,0799	100	2
etilasetat	mg/Nm ³	0,3323	0,3232	0,3314	0,3290	150	3
etanol	mg/Nm ³	0,3852	0,3608	0,3465	0,3642	150	3
TVOC	mg/Nm ³	53,5195	53,8986	53,4894	53,6358	-	-

L.A.: Sonuçlar tayin limitinin altındır. Tayin limiti 0,003mg'dır.

Tablo 4.8: “H” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değeri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
n-butil asetat	0,2753	0,1700	3	3 kg/saat	-
toluen	0,1197	0,1092	2	2 kg/saat	-
2-metoksi 1-metil asetat	0,1730	0,0943	2	2 kg/saat	-
ksilen	0,0186	0,0127	2	2 kg/saat	-
etilbenzen	0,0392	0,0355	2	2 kg/saat	-
stiren	0	0	2	2 kg/saat	-
propilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-3-5 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-2-4 trimetilbenzen	0,0054	0,0049	2	2 kg/saat	-
asetonitril	0,0126	0,0074	2	2 kg/saat	-
etilasetat	0,0038	0,0021	3	3 kg/saat	-
etanol	0,0042	0,0023	3	3 kg/saat	-
TVOC	0,6519	0,4361	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değeriendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değerişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “H” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda n-butil asetat, tolue, 2-metoksi 1-metil asetat, ksilen, etilbenzen, stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, asetonitril, etilasetat ve etanol bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden tolue, 2-metoksi 1-metil asetat, ksilen, etilbenzen, stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen ve asetonitril bileşenleri yapısı gereği 2.sınıfa, n-butil asetat, etilasetat ve etanolun 3.sınıfa dahil olduğu görülmektedir. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³, 3.sınıf bileşikler için 3 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 150 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.8) kütleli debiler sınır değeriinin altında kaldığından yönetmelik gereği değeriendirme yapılmamıştır. Bileşiklerden stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen sonuçları tayin limitinin altında olduğundan değerieleri cihaz tarafından okunamamıştır.

Uçucu Organik Bileşikler		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Sınır Değeri	Sınıf
2-klorotoluen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	20	1
toluen	mg/Nm ³	1,25	1,49	1,30	1,3467	100	2
n-butil asetat	mg/Nm ³	9,57	9,69	9,52	9,5933	100	2
stiren	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
propilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-3-5 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-2-4 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
etilbenzen	mg/Nm ³	0,4530	0,4660	0,4590	0,4593	100	2
1-metoksi 2-propilasetat	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
etilasetat	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	150	3
etanol	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	150	3
TVOC	mg/Nm ³	10,8200	11,1800	10,8200	10,9400	-	-

L.A.: Sonuçlar tavin limitinin altındır. Tavin limiti 0.003mg'dır.

Tablo 4.10: “K” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değeri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
2-klorotoluen	0	0	1	0,1 kg/saat	-
toluen	0,0157	0,0144	2	2 kg/saat	-
n-butil asetat	0,1119	0,0694	2	2 kg/saat	-
stiren	0	0	2	2 kg/saat	-
propilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-3-5 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-2-4 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
etilbenzen	0,0054	0,0048	2	2 kg/saat	-
1-metoksi 2-propilasetat	0	0	2	2 kg/saat	-
etilasetat	0	0	3	3 kg/saat	-
etanol	0	0	3	3 kg/saat	-
TVOC	0,1330	0,0886	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değeriendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değerişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “K” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda 2-klorotoluen, tolue, n-butil asetat, stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, etilbenzen, 1-metoksi 2-propilasetat, etilasetat ve etanol bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden 2-klorotoluen yapısı gereği 1.sınıfa, tolue, n-butil asetat, stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, etilbenzen ve 1-metoksi 2-propilasetat 2.sınıfa, etilasetat ve etanolun ise 3.sınıfa dahil olduğu görülmektedir. Yönetmelikte 1.sınıf bileşikler için sınır değeri 0,1 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde 20 mg/Nm³, 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³ ve 3.sınıf bileşikler için 3 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 150 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.10) kütleli debiler sınır değeriinin altında kaldığından yönetmelik gereği değeriendirme yapılmamıştır. Bileşiklerden 2-klorotoluen, stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, 1-metoksi 2-propilasetat, etilasetat ve etanolun sonuçları tayin limitinin altında olduğundan değeriileri cihaz tarafından okunamamıştır.

Uçucu Organik Bileşikler		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Sınır Değeri	Sınıf
toluen	mg/Nm ³	1,2600	1,3000	1,2100	-	100	2
2-metoksi 1-metil asetat	mg/Nm ³	24,10	24,50	24,30	24,30	100	2
p, m-ksilen	mg/Nm ³	0,5891	0,6164	0,5875	0,5977	100	2
propilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-3-5 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
1-2-4 trimetilbenzen	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	100	2
n-butilasetat	mg/Nm ³	16,25	16,30	16,20	16,25	150	3
asetonitril	mg/Nm ³	1,12	1,07	1,03	1,07	100	2
1-metoksi 2-propanol	mg/Nm ³	0,70	0,68	0,67	0,68	100	2
etilbenzen	mg/Nm ³	1,36	1,37	1,35	1,36	100	2
1-metoksi 2-propilasetat	mg/Nm ³	4,7355	4,9233	4,8129	4,82	100	2
etilasetat	mg/Nm ³	0,3323	0,3232	0,3314	0,33	150	3
etanol	mg/Nm ³	L.A.	L.A.	L.A.	-	150	3
TVOC	mg/Nm ³	50,4469	51,0829	50,4918	50,6739	-	-
L.A.: Sonuçlar tavin limitinin altındır. Tavin limiti 0.003mg'dır.							

Tablo 4.12: “Ü” marka poliüretan verniğe ait kütleli debi değeri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
toluen	0,0147	0,0134	2	2 kg/saat	-
2-metoksi 1-metil asetat	0,2835	0,1545	2	2 kg/saat	-
p, m-ksilen	0,0070	0,0048	2	2 kg/saat	-
propilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-3-5 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
1-2-4 trimetilbenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
n-butilasetat	0,1896	0,1176	3	3 kg/saat	-
asetonitril	0,0125	0,0073	2	2 kg/saat	-
1-metoksi 2-propanol	0,0079	0,0043	2	2 kg/saat	-
etilbenzen	0,0159	0,0144	2	2 kg/saat	-
1-metoksi 2-propilasetat	0,0562	0,0307	2	2 kg/saat	-
etilasetat	0,0039	0,0021	3	3 kg/saat	-
etanol	0	0	3	3 kg/saat	-
TVOC	0,5912	0,3491	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değerlendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “Ü” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tolue, 2-metoksi, 1-metil asetat, p, m-ksilen, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, n-butilasetat, asetonitril, 1-metoksi 2-propanol, etilbenzen, 1-metoksi 2-propilasetat, etilasetat ve etanol bileşenleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden tolue, 2-metoksi, 1-metil asetat, p, m-ksilen, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen, asetonitril, 1-metoksi 2-propanol, etilbenzen, 1-metoksi 2-propilasetat, bileşenleri yapısı gereği 2.sınıfa, n-butil asetat, etilasetat ve etanolun 3.sınıfa dahil olduğu görülmektedir. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³, 3.sınıf bileşikler için 3 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 150 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.12) kütleli debiler sınır değeri altında kaldığından yönetmelik gereği değerlendirme yapılmamıştır. Bileşiklerden stiren, propilbenzen, 1-3-5 trimetilbenzen, 1-2-4 trimetilbenzen ve etanolun sonuçları tayin limitinin altında olduğundan değeri cihaz tarafından okunamamıştır.

EK 2 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında yapılan değerlendirmede “Ü” marka poliüretan verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerleri Tablo 2.9’da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında kalarak, sınır değeri sağladığı tespit edilmiştir.

EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmede toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değerlerinin, Tablo 2.10’da belirtilen 10 kg/saat sınır değerinin altında kaldığı görülmüş olup, tesiste yazıcı ölçüm aletleri ile sürekli ölçüme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmede tesisteki cila işlemlerinin gerçekleştiği cilahaneden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonları, Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Su Bazlı Verniklere Ait Uçucu Organik Bileşikler (UOB) Ölçüm Sonuçları

4.2.2.1. “S” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.13: “S” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler	Ölçüm	Sınır Değeri	Sınıf
*Sistemde kayıtlı herhangi bir uçucu organik bileşiğe rastlanmamıştır.			

“S” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda herhangi bir uçucu organik bileşiğe rastlanmadığından dolayı değerlendirme yapılamamıştır. Verniğin yönetmelikteki tüm sınır değerleri sağladığı görülmüştür.

4.2.2.2. “R” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.14: “R” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler	Ölçüm	Sınır Değeri	Sınıf
hekzan	mg/Nm ³	0,0057	2
toluen	mg/Nm ³	<0,0035**	2
klorobenzen	mg/Nm ³	<0,0035**	2

Tablo 4.15: “R” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değeri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değeri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
hekzan	0,000066	0,000055	2	2 kg/saat	-
toluen	0	0	2	2 kg/saat	-
klorobenzen	0	0	2	2 kg/saat	-
TVOC	0,000066	0,000055	-	-	10 kg/saat

EK 1 kapsamında yapılan değeriendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değerişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “R” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda hekzan, tolue ve klorobenzen bileşikleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden hekzan, tolue ve klorobenzen bileşiklerin yapısı gereği 2.sınıfta yer aldığı görülmüştür. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.15) kütleli debiler sınır değeriilerin altında kaldığından, yönetmelik gereği değeriendirme yapılmamıştır. Bileşiklerden tolue ve klorobenzen sonuçları cihazın okuma limit değeriinin (<0,0035** mg/Nm³) altında kaldığından herhangi bir değeri tespit edilememiştir.

EK 2 kapsamında yapılan değeriendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında yapılan değeriendirmede “R” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerieri Tablo 2.9’da gösterilen 30 kg/saat değeriinin altında kalarak, sınır değeri sağladığı tespit edilmiştir.

EK 3 kapsamında yapılan değeriendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 3 kapsamında yapılan değeriendirmede toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değeriierinin, Tablo 2.10’da belirtilen 10 kg/saat sınır değeriinin altında kaldığı görülmüş olup, tesiste yazıcıllı ölçüm aletleri ile sürekli ölçüme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmede tesisteki cila işlemlerinin gerçekleştiği cilahaneden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonları, Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2.3. “H” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.16: “H” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler		Ölçüm	Sınır Değeri	Sınıf
toluen	mg/Nm ³	<0,0035**	100	2

Tablo 4.17: “H” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değerleri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
toluen	0	0	2	2 kg/saat	10 kg/saat
*Sistemde tespit edilen uçucu organik bileşik değeri cihaz okuma limit değerinin altında olduğundan kütleli debi değerleri hesaplanamamıştır.					

EK 1 kapsamında yapılan değerlendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “H” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda toluen bileşiği tespit edilmiştir. Toluen bileşiği yapısı gereği 2.sınıfta yer aldığı görülmüştür. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.17) kütleli debiler sınır değerlerin altında kaldığından yönetmelik gereği değerlendirme yapılmamıştır. Toluen bileşiğinin sonuç değeri cihazın okuma limit değerinin (<0,0035** mg/Nm³) altında kaldığından herhangi bir değer tespit edilememiştir.

EK 2 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında yapılan değerlendirmede “H” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerleri Tablo 2.9’da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında kalarak, sınır değeri sağladığı tespit edilmiştir.

EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmede toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değerlerinin, Tablo 2.10’da belirtilen 10 kg/saat sınır değerinin altında kaldığı görülmüş olup, tesiste yazıcılı ölçüm aletleri ile sürekli ölçüme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmede tesisteki cila işlemlerinin gerçekleştiği cilahaneden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonları, Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2.4. “K” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.18: “K” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler	Ölçüm	Sınır Değeri	Sınıf
*Sistemde kayıtlı herhangi bir uçucu organik bileşiğe rastlanmamıştır.			

“K” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda herhangi bir uçucu organik bileşiğe rastlanmadığından dolayı değerlendirme yapılamamıştır. Verniğin yönetmelikteki tüm sınır değerleri sağladığı görülmüştür.

4.2.2.5. “Ü” Marka Su Bazlı Verniğe Ait UOB Ölçüm ve Analiz Sonuçları

Tablo 4.19: “Ü” marka su bazlı verniğe ait UOB ölçüm ve analiz sonuçları.

Uçucu Organik Bileşikler	Ölçüm	Sınır Değeri	Sınıf
klorobenzen	mg/Nm ³	<0,0035**	100
			2

Tablo 4.20: “Ü” marka su bazlı verniğe ait kütleli debi değerleri.

Uçucu Organik Bileşikler	Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Karbon Cinsinden Kütleli Debi Değerleri (kg/saat)	Sınıf	Emisyon Debileri	Karbon olarak organik bileşiklerin debisi
Klorobenzen	0	0	2	2 kg/saat	10 kg/saat
*Sistemde tespit edilen uçucu organik bileşik değeri cihaz okuma limit değerinin altında olduğundan kütleli debi değerleri hesaplanamamıştır.					

EK 1 kapsamında yapılan değerlendirmeler

“Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelikte” yer alan EK 1 Tablo 1.2.2’ye göre; cilahane bacasından alınan “Ü” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda klorobenzen bileşiği tespit edilmiştir. Klorobenzen bileşiği yapısı gereği 2.sınıfta yer aldığı görülmüştür. Yönetmelikte 2.sınıf bileşikler için 2 kg/saat ve üzeri emisyon debilerinde sınır değeri 100 mg/Nm³ olarak verilmiştir. Yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.20) kütleli debiler sınır değerlerin altında kaldığından yönetmelik gereği değerlendirme yapılmamıştır. Klorobenzen bileşiğinin sonucu cihazın okuma limit değerinin (<0,0035** mg/Nm³) altında kaldığından herhangi bir değer tespit edilememiştir.

EK 2 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 2 Tablo 2.1 kapsamında yapılan değerlendirmede “Ü” marka su bazlı verniğe ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerleri Tablo 2.9’da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında kalarak, sınır değeri sağladığı tespit edilmiştir.

EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 3 kapsamında yapılan değerlendirmede toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değerlerinin, Tablo 2.10’da belirtilen 10 kg/saat sınır değerinin altında kaldığı görülmüş olup, tesiste yazıcı ölçüm aletleri ile sürekli ölçüme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmeler;

Yönetmelikte yer alan EK 5 kapsamında yapılan değerlendirmede tesisteki cila işlemlerinin gerçekleştiği cilahaneden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonları, Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

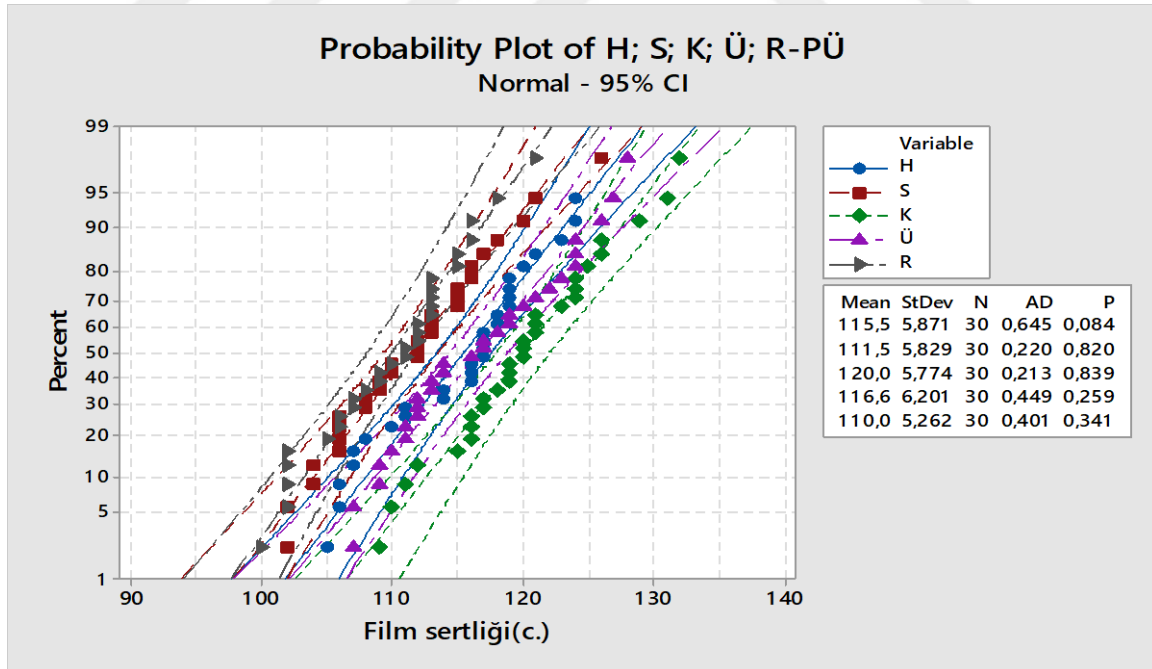
4.3.PERFORMANS TESTLERİNE AİT BULGULAR

4.3.1. Yüzey Sertlik Performansının Değerlendirilmesi

Örneklerin yüzey sertlik performans değerlerinin belirlenmesinde pendulum sertlik cihazından yararlanılmıştır. Yöntem olarak persöz yöntemi kullanılmış olup, denemeler standartlara uygun olarak yapılmıştır. Örnekler üzerinde normal dağılımı desteklemek için 30'ar ölçüm yapılarak yüzey sertlik değerleri tespit edilmiştir. Numunelerin sertlik dirençlerinin belirlenmesi işlemi hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü örneklerine uygulanan H, S, K, Ü ve R marka poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış yüzeyler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin yüzeylerinde anlamlı bir farkın olup oluşmadığını araştırmak amacıyla; Yüzeylerin sertlik değerleri dağılımlarının normallik varsayımı sınanmış olup, elde edilen sertlik değerlerinin normallik testleri ise Anderson-Darling testi ile araştırılmıştır.

4.3.1.1.Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları

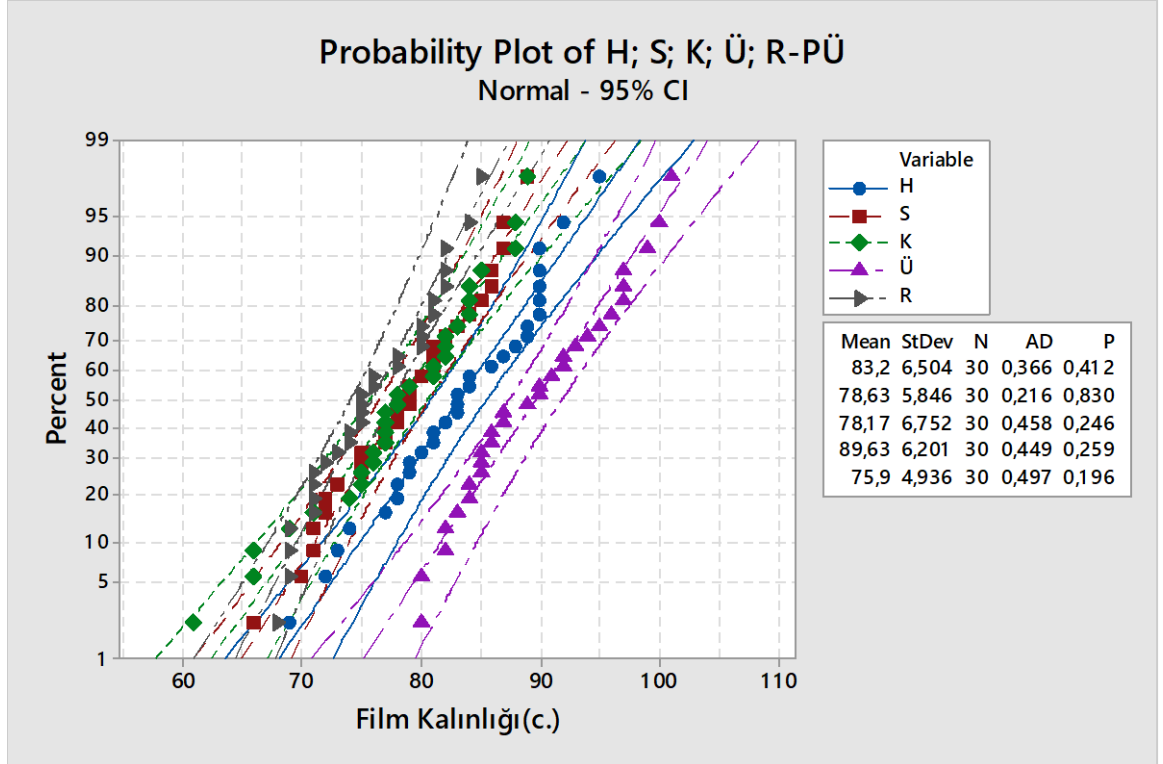


Şekil 4.1: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 115,5 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 111,5 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 120 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 116,6 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 110 değeri tespit edilmiştir.

4.3.1.2. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları



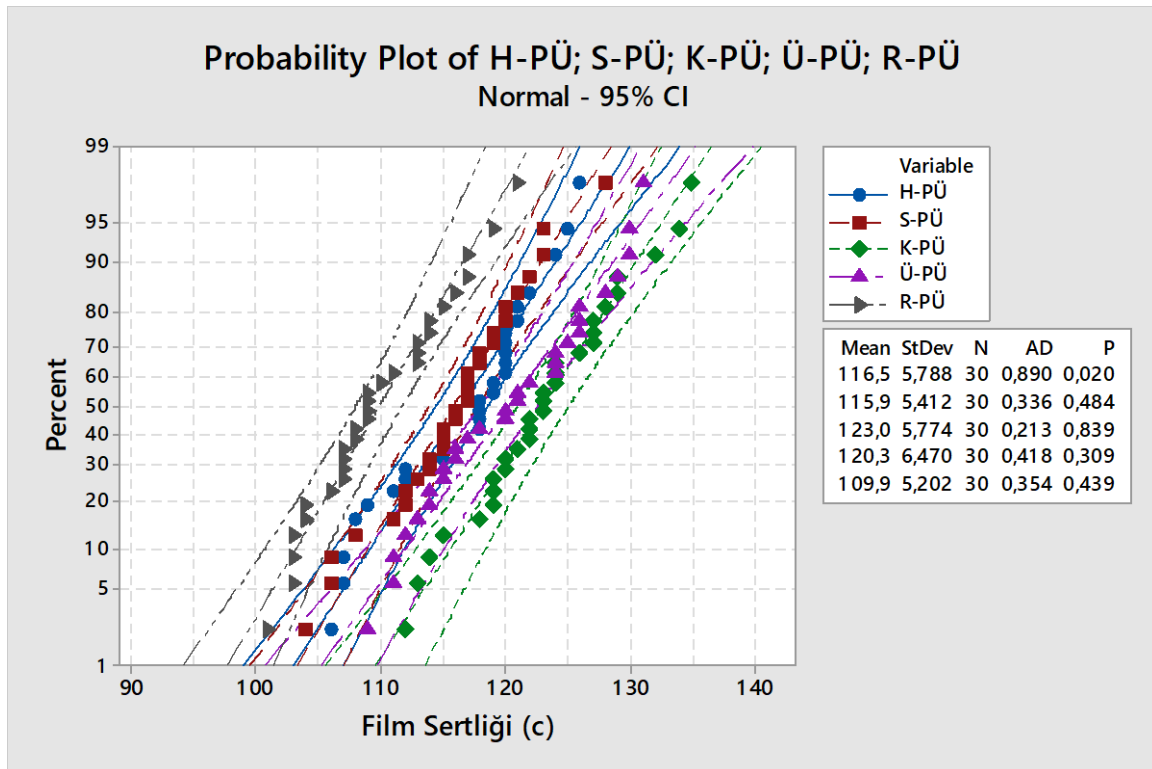
Şekil 4.2: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için

ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 83,2 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 78,63 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 78,17 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 89,63 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 75,9 değeri tespit edilmiştir.

4.3.1.3. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları

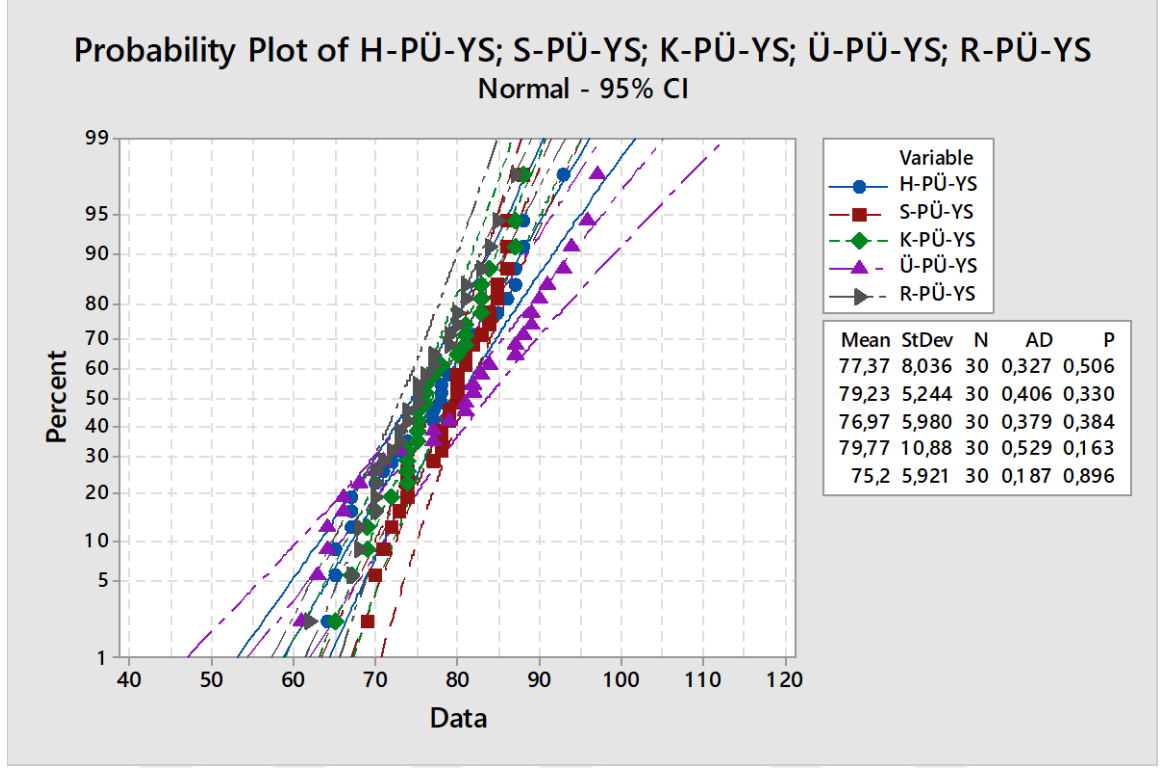


Şekil 4.3: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 116,5 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 115,9 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 123 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 120,3 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 109,9 değeri tespit edilmiştir.

**4.3.1.4. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)
Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları**

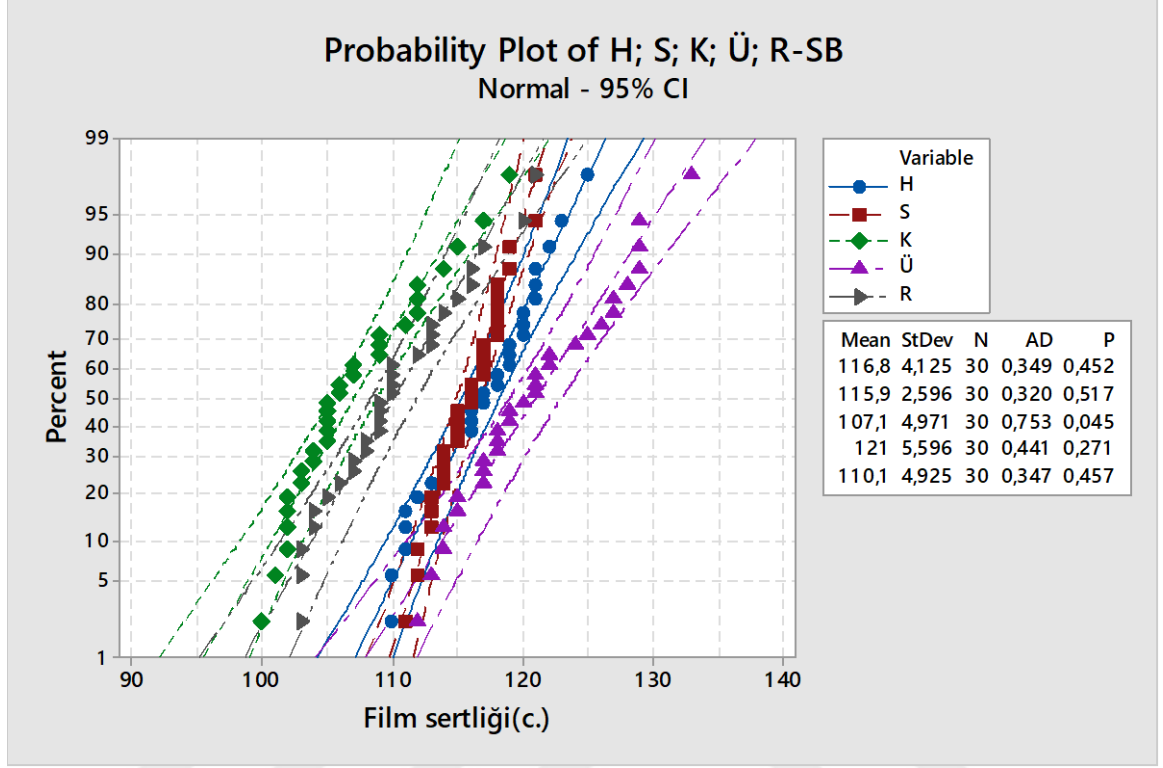


Şekil 4.4: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.4’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 77,37 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 79,23 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 76,97 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 79,77 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 75,2 değeri tespit edilmiştir.

4.3.1.5. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları

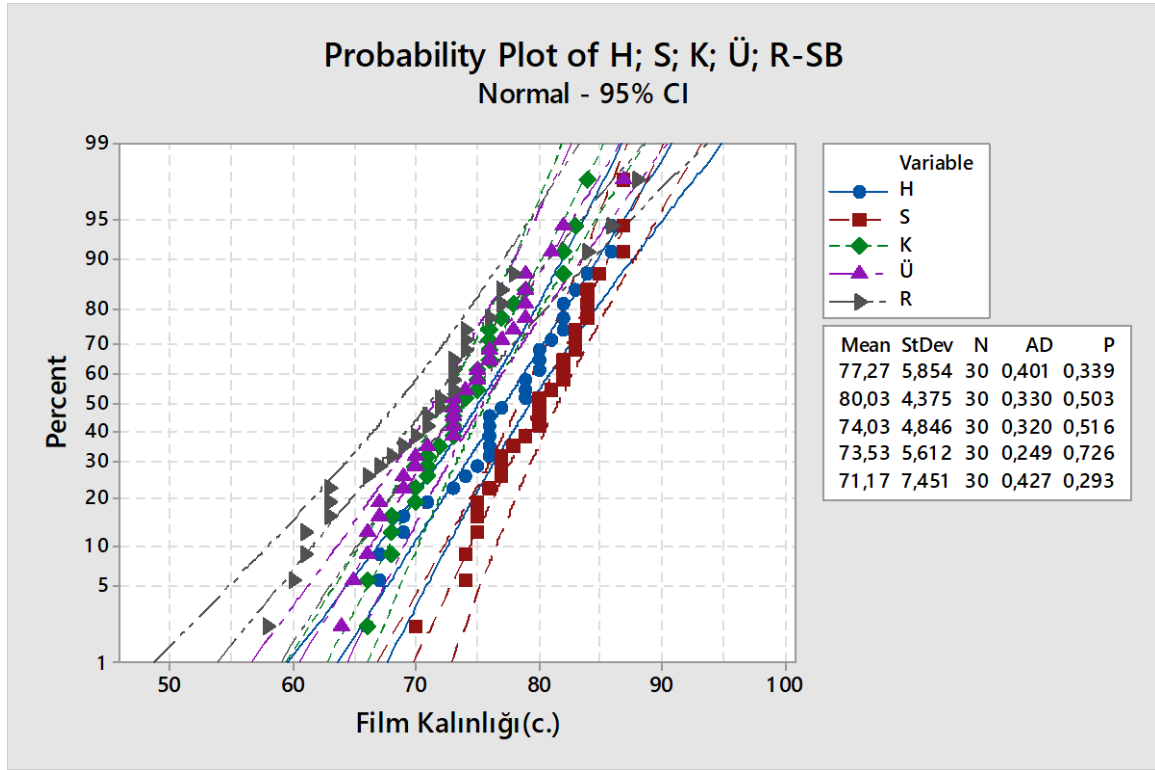


Şekil 4.5: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.5’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 116,8 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 115,9 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 107,1 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 121 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 110,1 değeri tespit edilmiştir.

4.3.1.6. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları

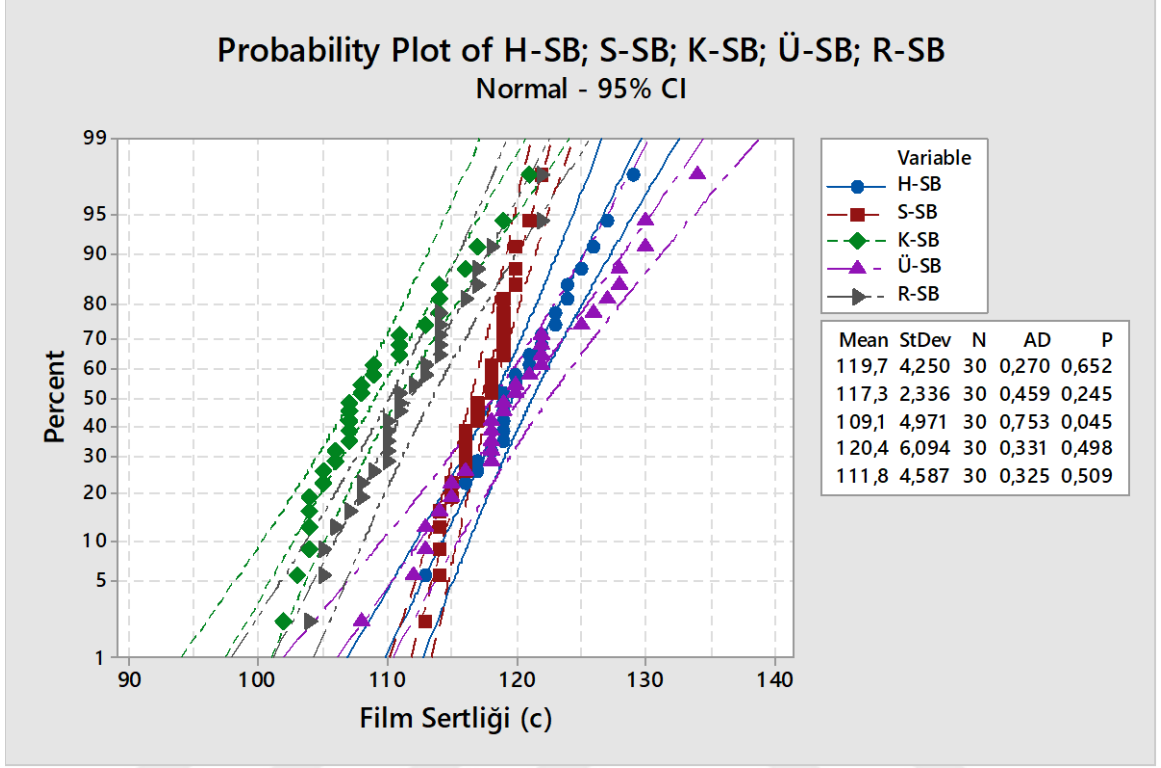


Şekil 4.6: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.6’da görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 77,27 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 80,03 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 74,03 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 73,53 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 71,17 değeri tespit edilmiştir.

**4.3.1.7. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)
Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Yüzey Sertlik Sonuçları**

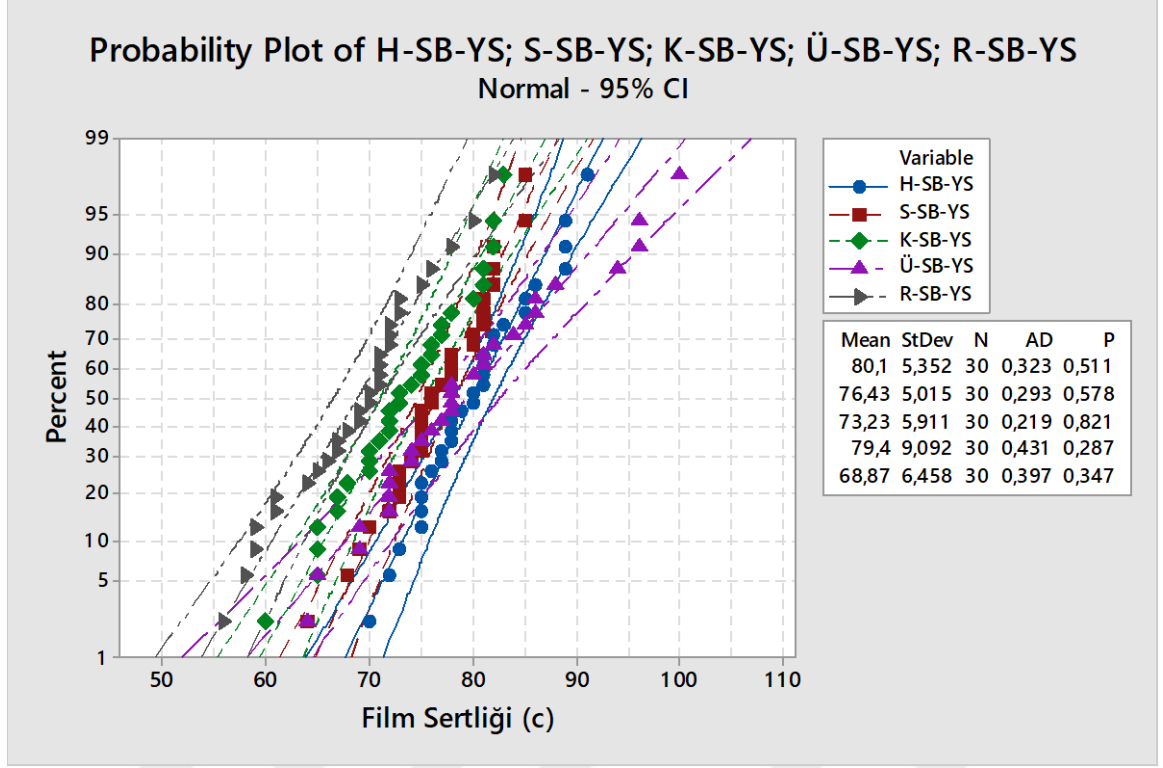


Şekil 4.7: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 119,7 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 117,3 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 109,1 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 120,4 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 111,8 değeri tespit edilmiştir.

4.3.1.8. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Yüzey Sertlik Sonuçları



Şekil 4.8: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.8’de görüldüğü üzere sertlik direnci sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası sertlik dirençleri için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 80,1 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 76,43 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 73,23 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 79,4 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 68,87 değeri tespit edilmiştir.

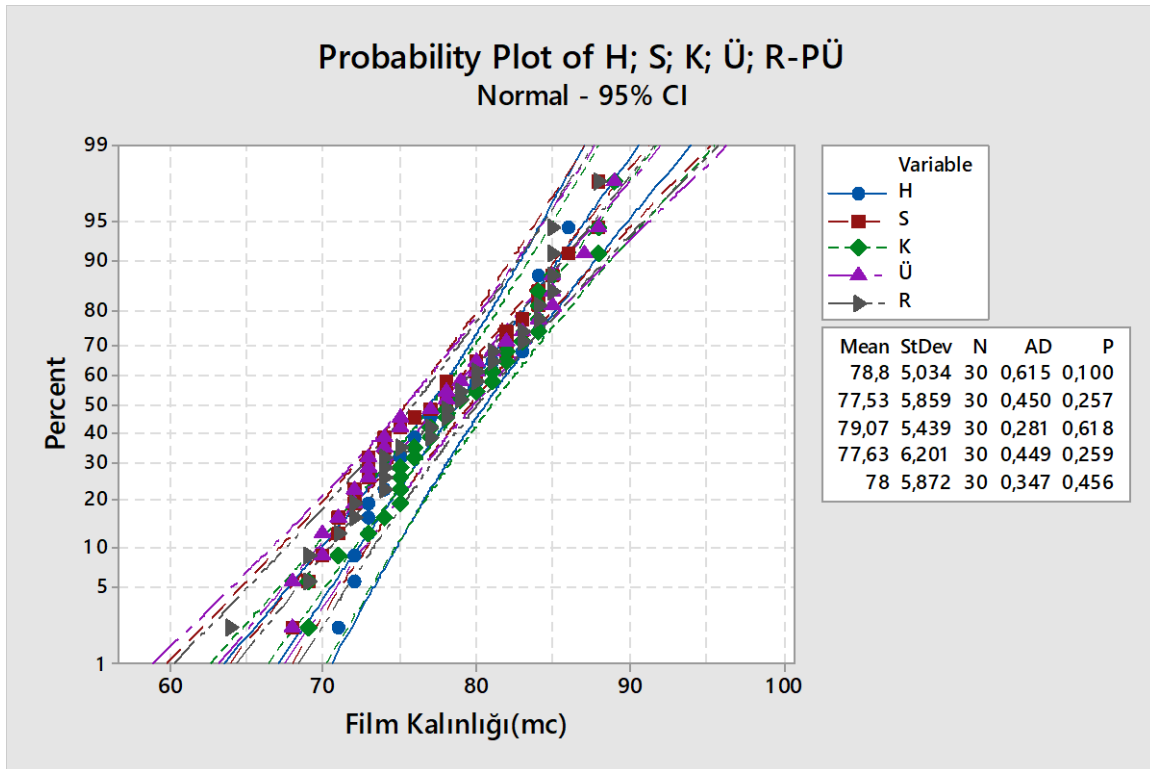
4.3.2. Katman (Film) Kalınlıklarının Değerlendirilmesi

Örneklerin yüzey film kalınlık değerlerinin belirlenmesi sürecinde normal dağılımı desteklemek için örnekler üzerinde 30’ar ölçüm yapılarak film kalınlık değerleri tespit edilmiştir. Numunelerin film kalınlık değerlerinin belirlenmesi işlemi hızlandırılmış

yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü ahşaplarına uygulanan H, S, K, Ü ve R marka poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış yüzeyler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin yüzeylerinde anlamlı bir farkın oluşup oluşmadığını araştırmak amacıyla; Yüzeylerin film kalınlık dağılımlarının normallik varsayımı sınanmış olup, elde edilen film kalınlığı değerlerinin normallik testleri ise Anderson-Darling testi ile araştırılmıştır.

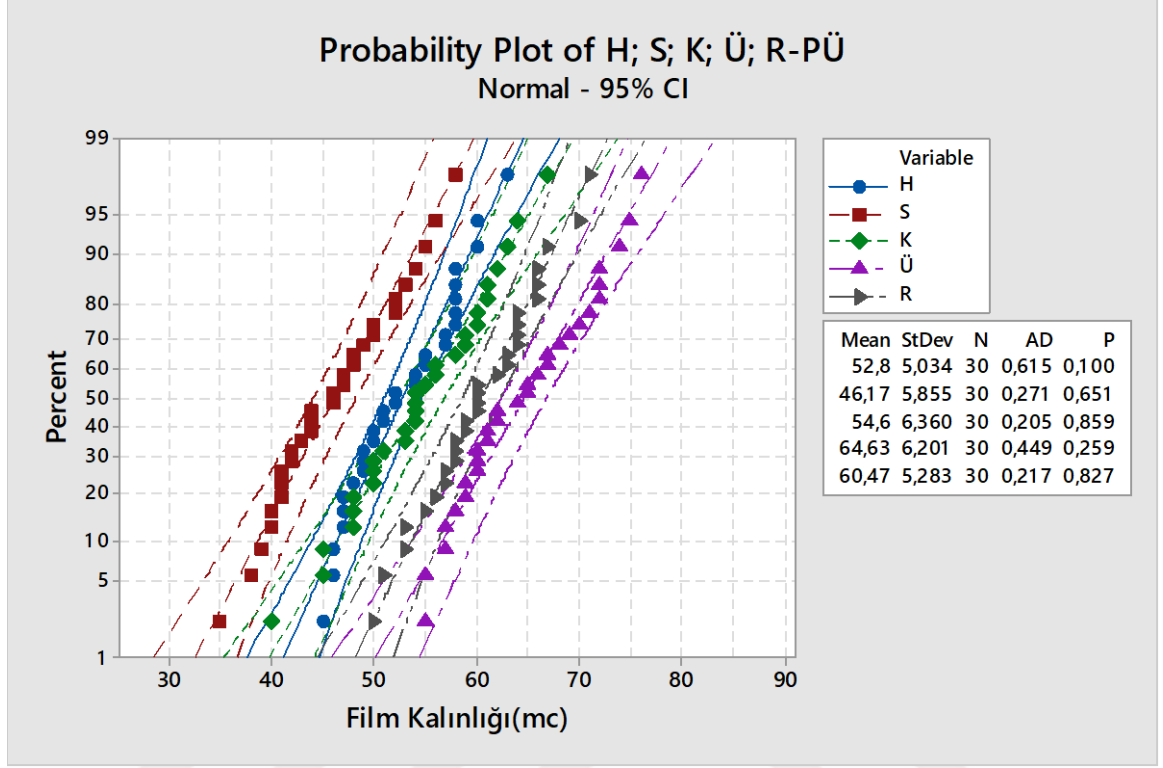
4.3.2.1. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları



Şekil 4.9: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre; Şekil 4.9’da görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 78,8 µm değeri, S marka poliüretan vernik türü için 77,53 µm değeri, K marka poliüretan vernik türü için 79,07 µm değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 77,63 µm değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 78 µm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.2. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları

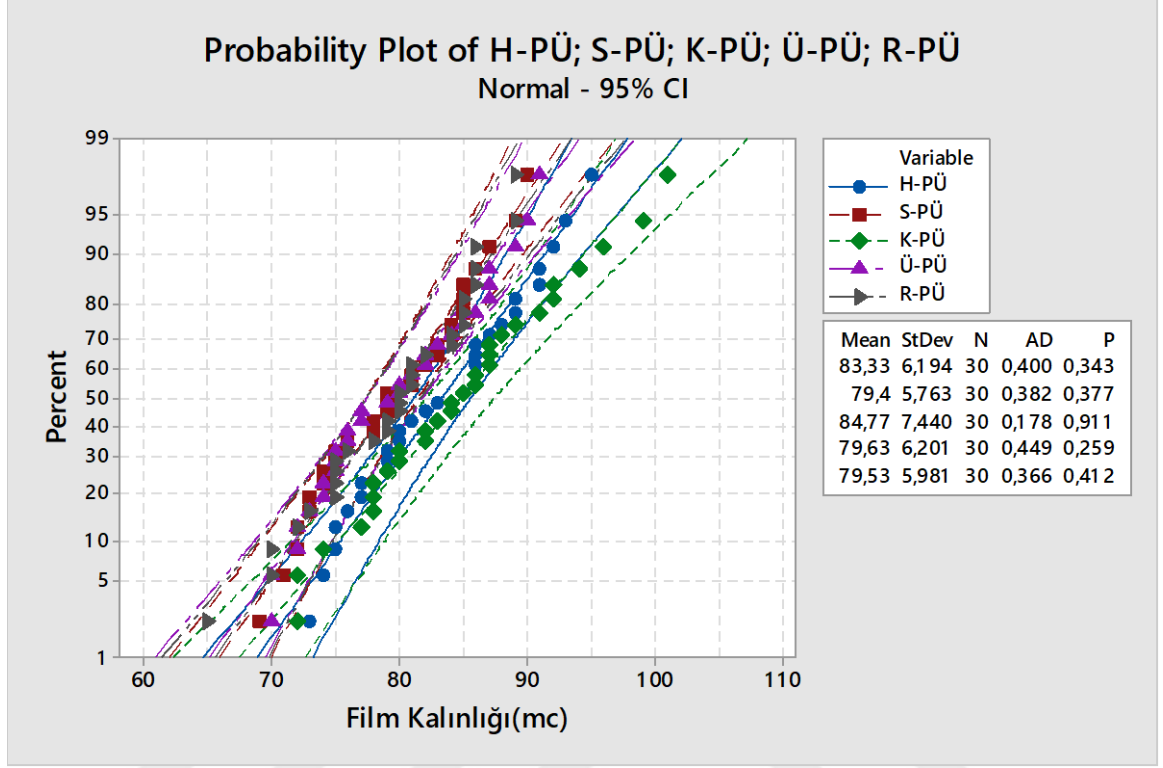


Şekil 4.10: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.10'da görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 52,8 µm değeri, S marka poliüretan vernik türü için 46,17 µm değeri, K marka poliüretan vernik türü için 54,6 µm değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 64,63 µm değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 60,47 µm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.3. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları

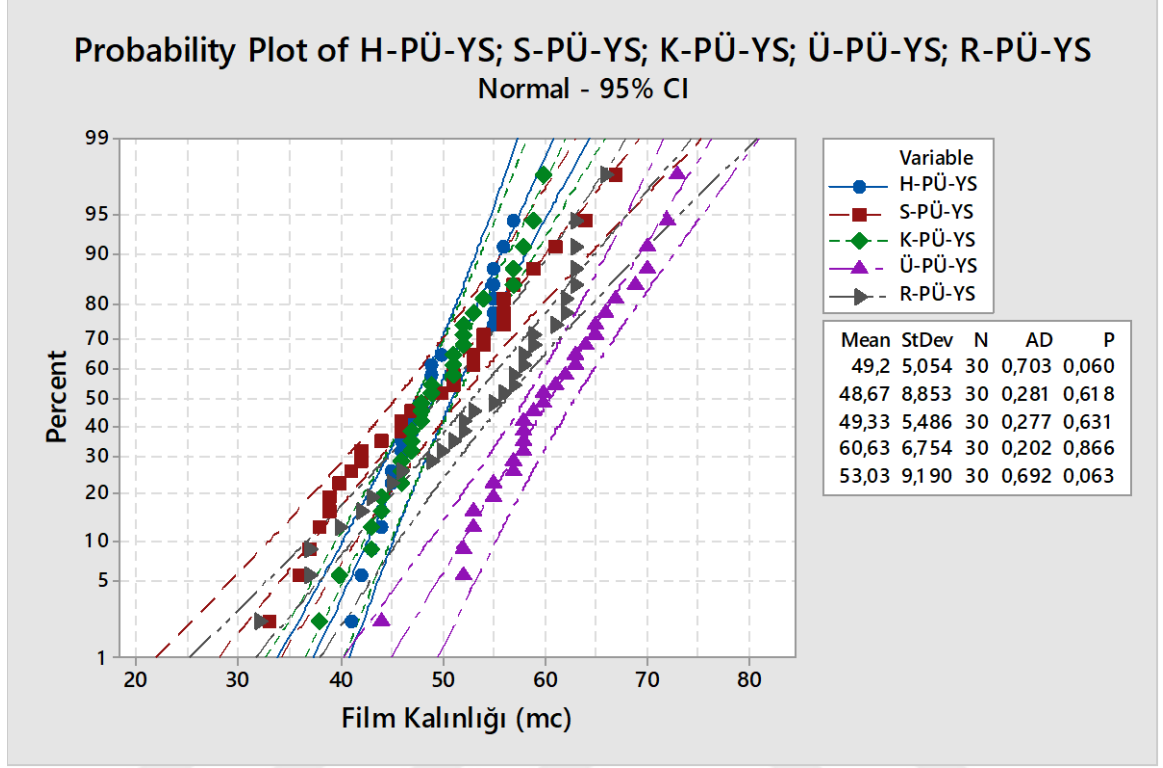


Şekil 4.11: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.11’de görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 83,33 µm değeri, S marka poliüretan vernik türü için 79,4 µm değeri, K marka poliüretan vernik türü için 84,77 µm değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 79,63 µm değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 79,53 µm değeri tespit edilmiştir.

**4.3.2.4. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)
Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları**

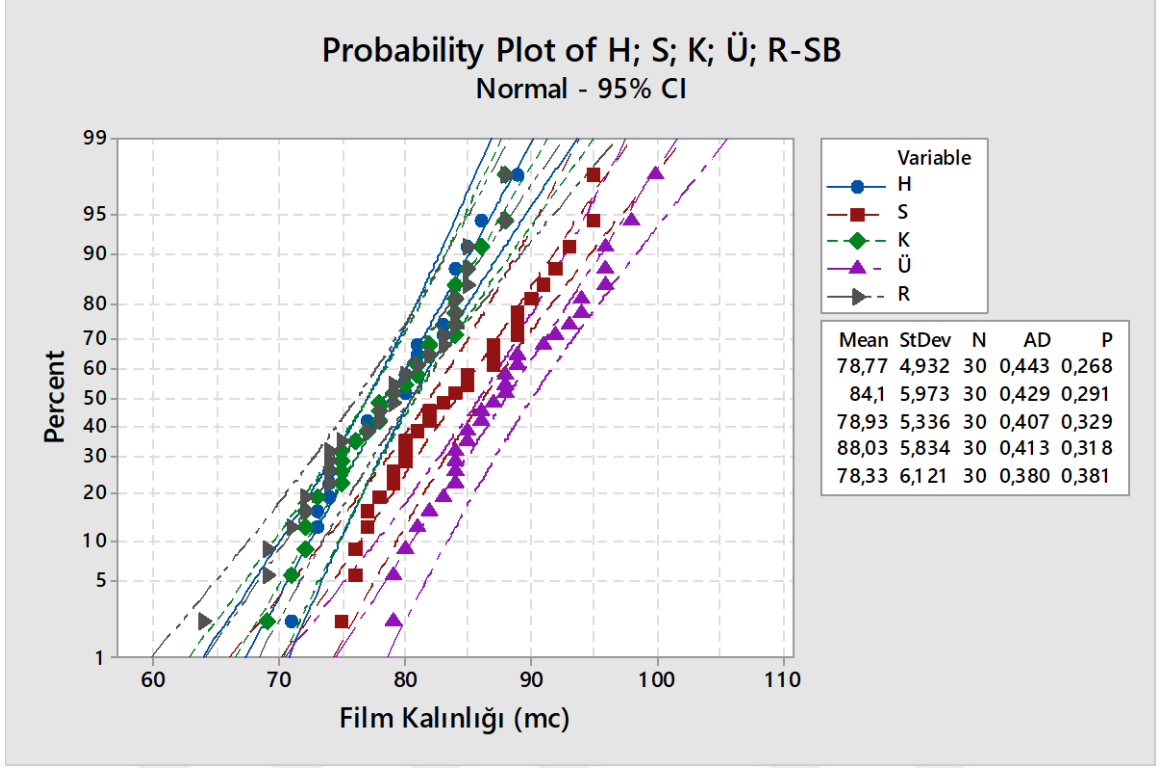


Şekil 4.12: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.12’de görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 49,2 µm değeri, S marka poliüretan vernik türü için 48,67 µm değeri, K marka poliüretan vernik türü için 49,33 µm değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 60,63 µm değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 53,03 µm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.5. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları

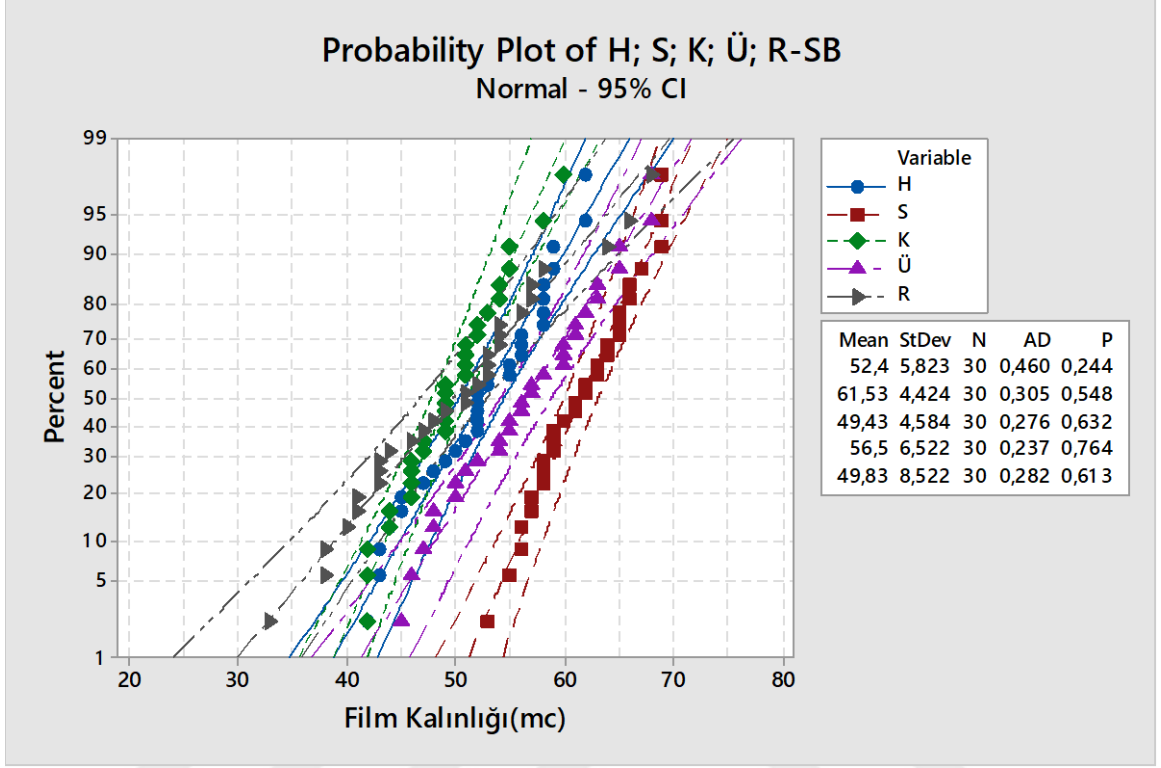


Şekil 4.13: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.13’de görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 78,77 μm değeri, S marka su bazlı vernik türü için 84,1 μm değeri, K marka su bazlı vernik türü için 78,93 μm değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 88,03 μm değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 78,33 μm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.6.Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları

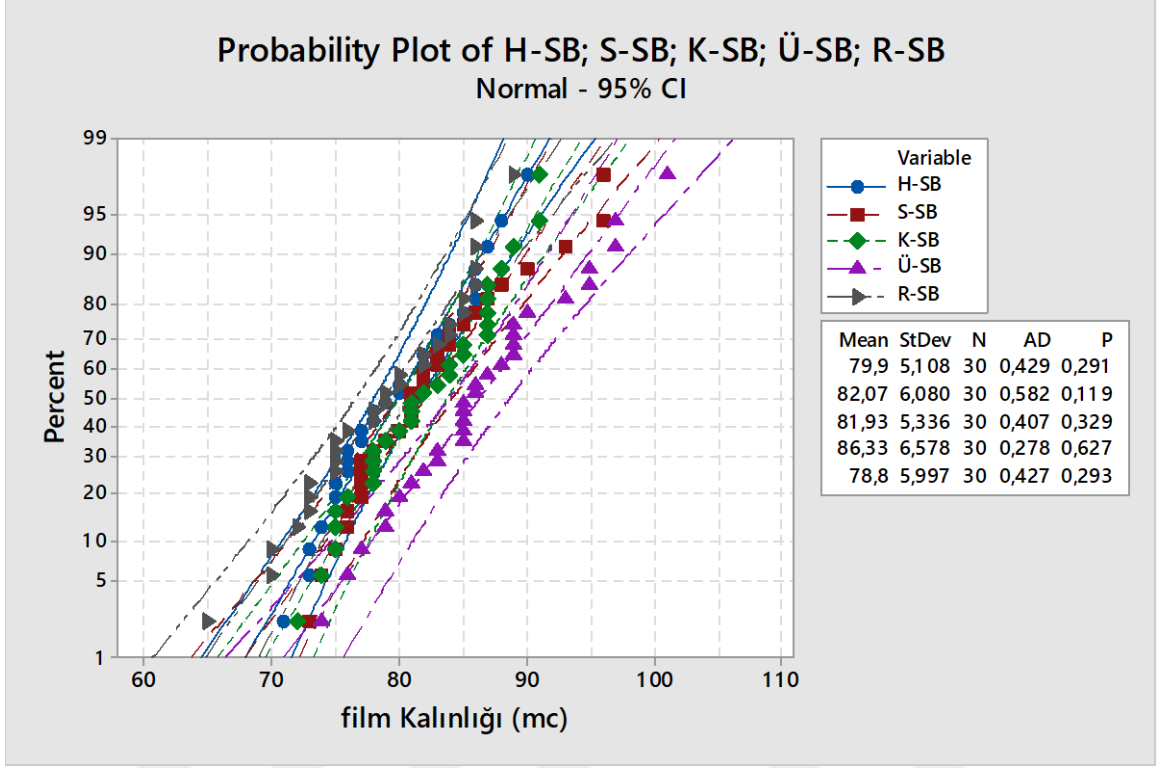


Şekil 4.14: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.14’de görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 52,4 μm değeri, S marka su bazlı vernik türü için 61,53 μm değeri, K marka su bazlı vernik türü için 49,43 μm değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 56,5 μm değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 49,83 μm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.7. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Film Kalınlıkları Sonuçları

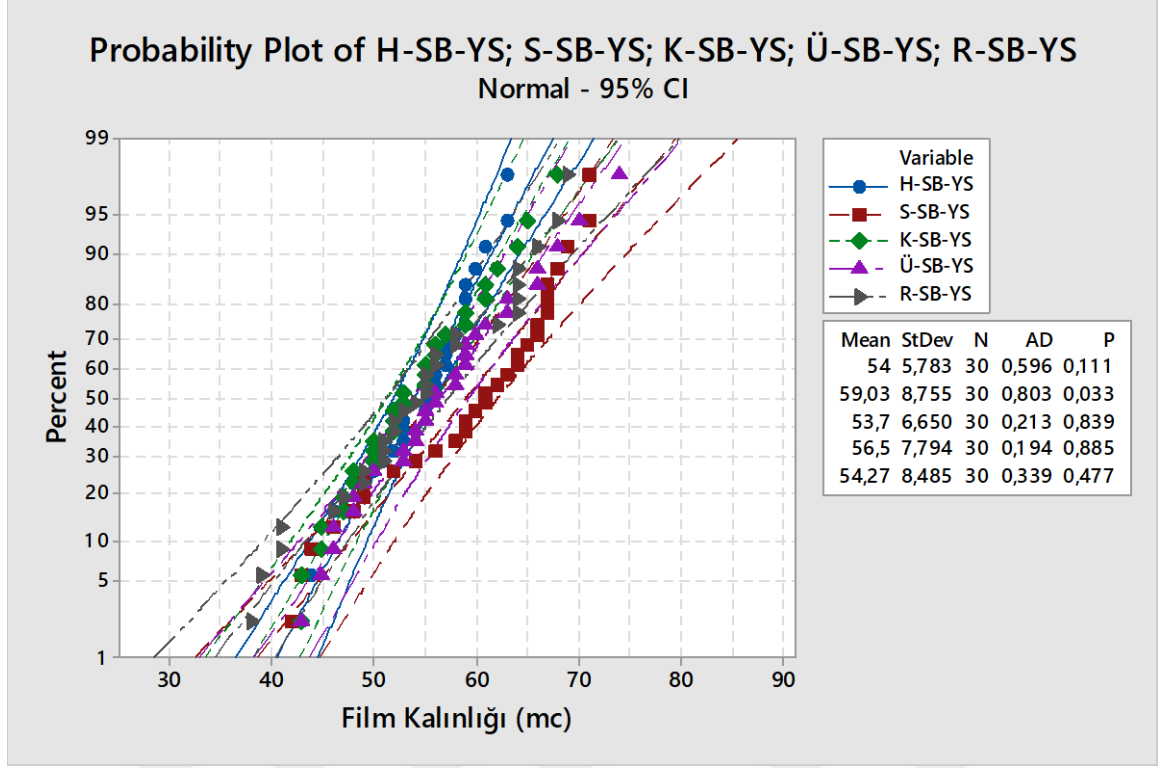


Şekil 4.15: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.15’de görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 79,9 µm değeri, S marka su bazlı vernik türü için 82,07 µm değeri, K marka su bazlı vernik türü için 81,93 µm değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 86,33 µm değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 78,8 µm değeri tespit edilmiştir.

4.3.2.8. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Film Kalınlıkları Sonuçları



Şekil 4.16: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.16'da görüldüğü üzere film kalınlıkları sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası film kalınlıkları için ortalama değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 54 µm değeri, S marka su bazlı vernik türü için 59,03 µm değeri, K marka su bazlı vernik türü için 53,07 µm değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 56,5 µm değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 54,27 µm değeri tespit edilmiştir.

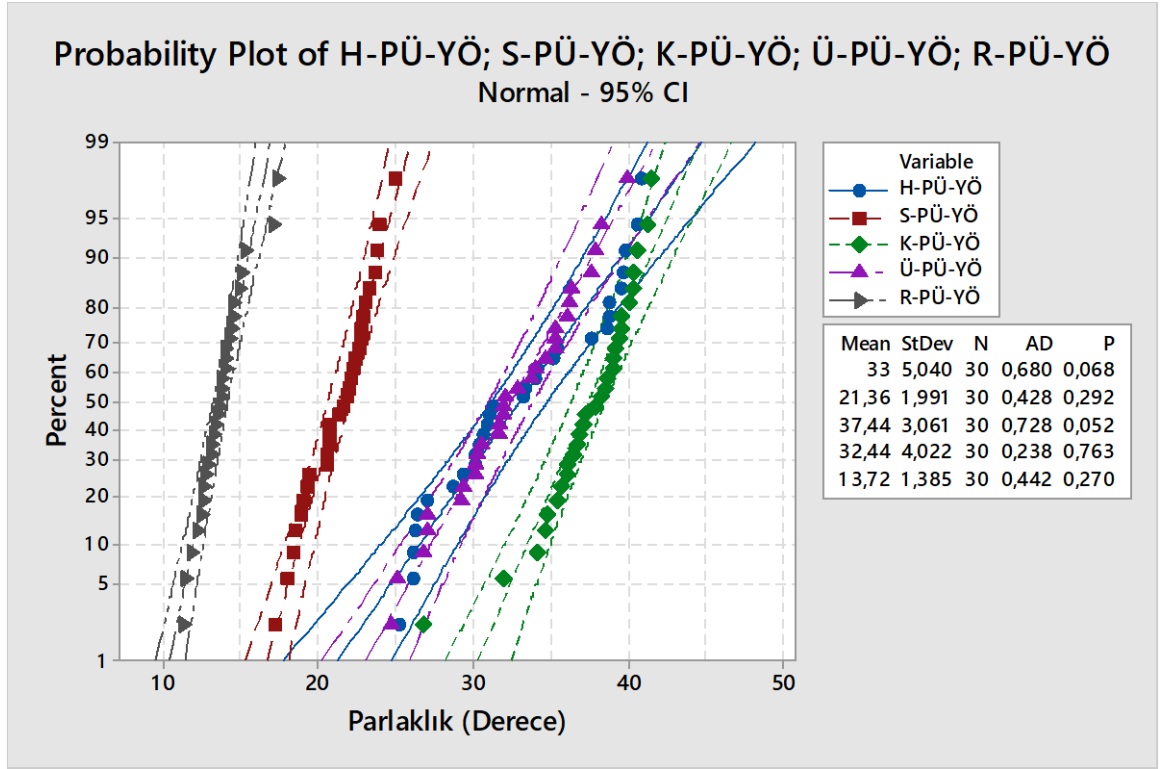
4.3.3. Parlaklık Değerlendirmesi

Örneklerin yüzey parlaklık değerlerinin belirlenmesi sürecinde normal dağılımı desteklemek için örnekler üzerinde 30'ar ölçüm yapılarak parlaklık değerleri tespit edilmiştir. Numunelerin parlaklık değerlerinin belirlenmesi işlemi hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında

sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü ahşaplarına H, S, K, Ü ve R marka poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış yüzeyler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin yüzeylerinde anlamlı bir farkın oluşup oluşmadığını araştırmak amacıyla; Yüzeylerin parlaklık dağılımlarının normallik varsayımı sınanmış olup, elde edilen parlaklık değerlerinin normallik testleri Anderson-Darling testi ile araştırılmıştır.

4.3.3.1. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları

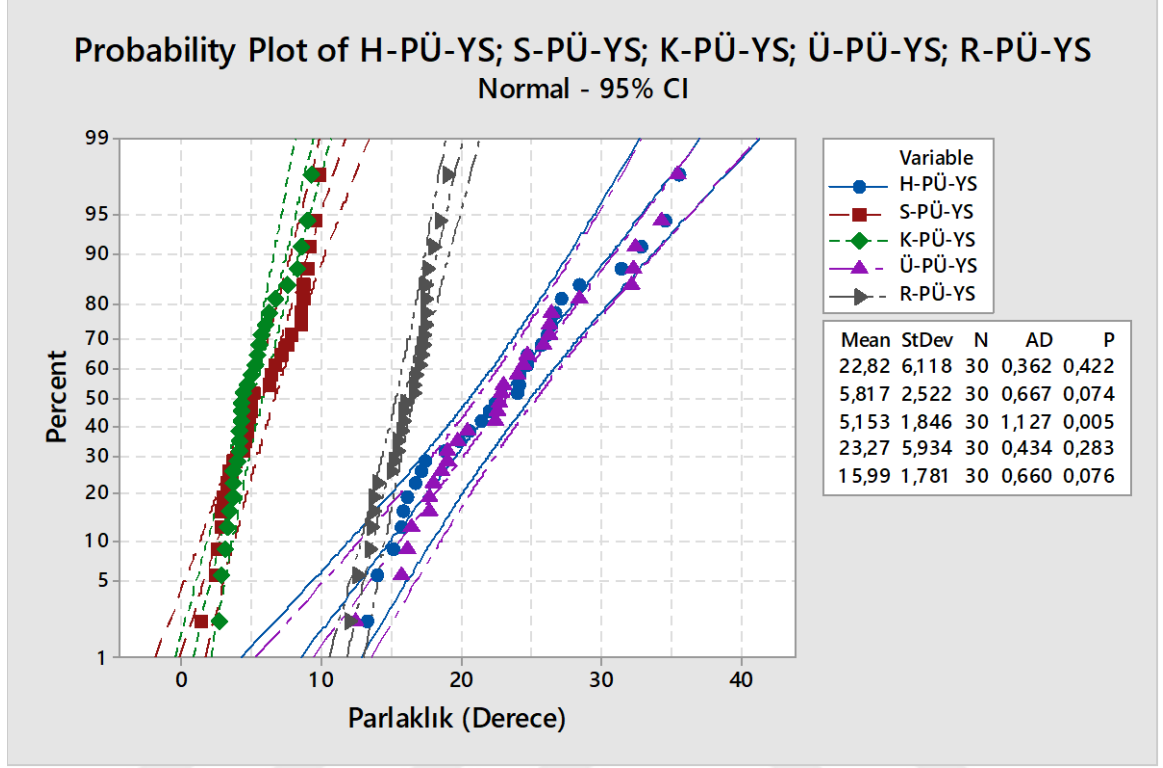


Şekil 4.17: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre; Şekil 4.17’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 33 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 21,36 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 37,44 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 32,44 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 13,72 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.2. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*)

Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları



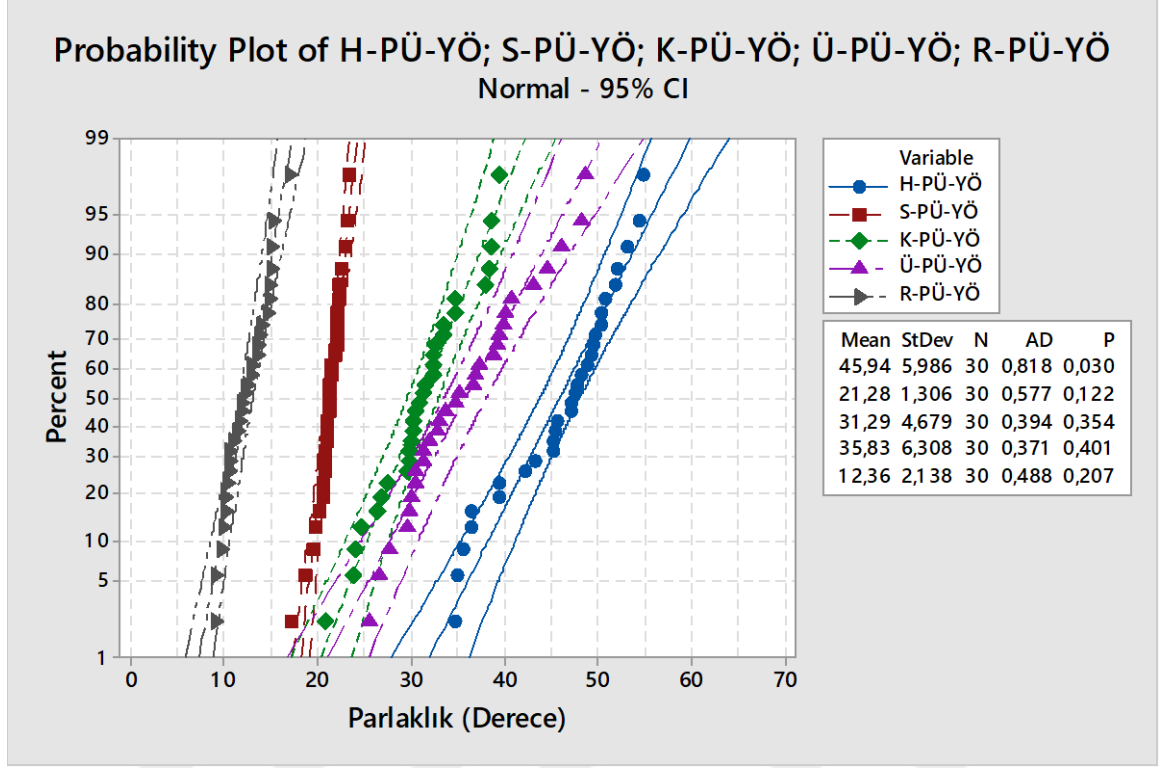
Şekil 4.18: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.18’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 22,82 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 5,81 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 5,15 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 23,27 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 15,99 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.3. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)

Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları



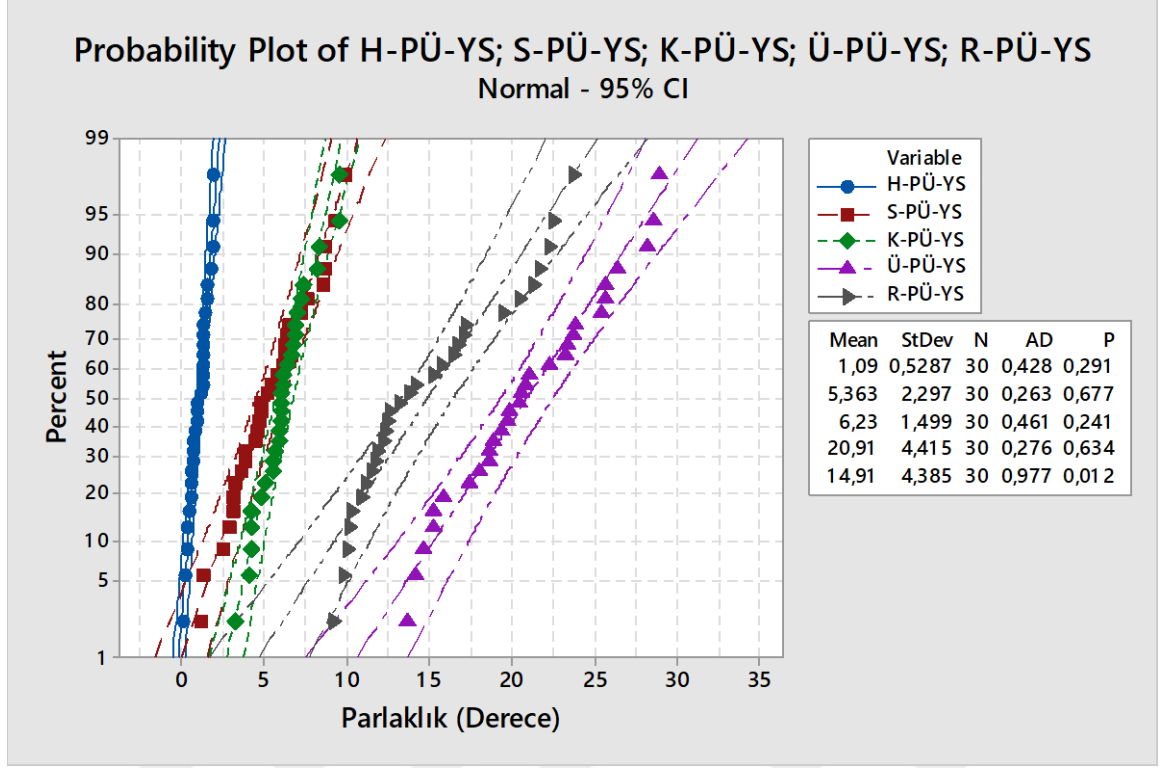
Şekil 4.19: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.19'da görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 45,94 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 21,28 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 31,29 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 35,83 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 12,36 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.4. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)

Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları

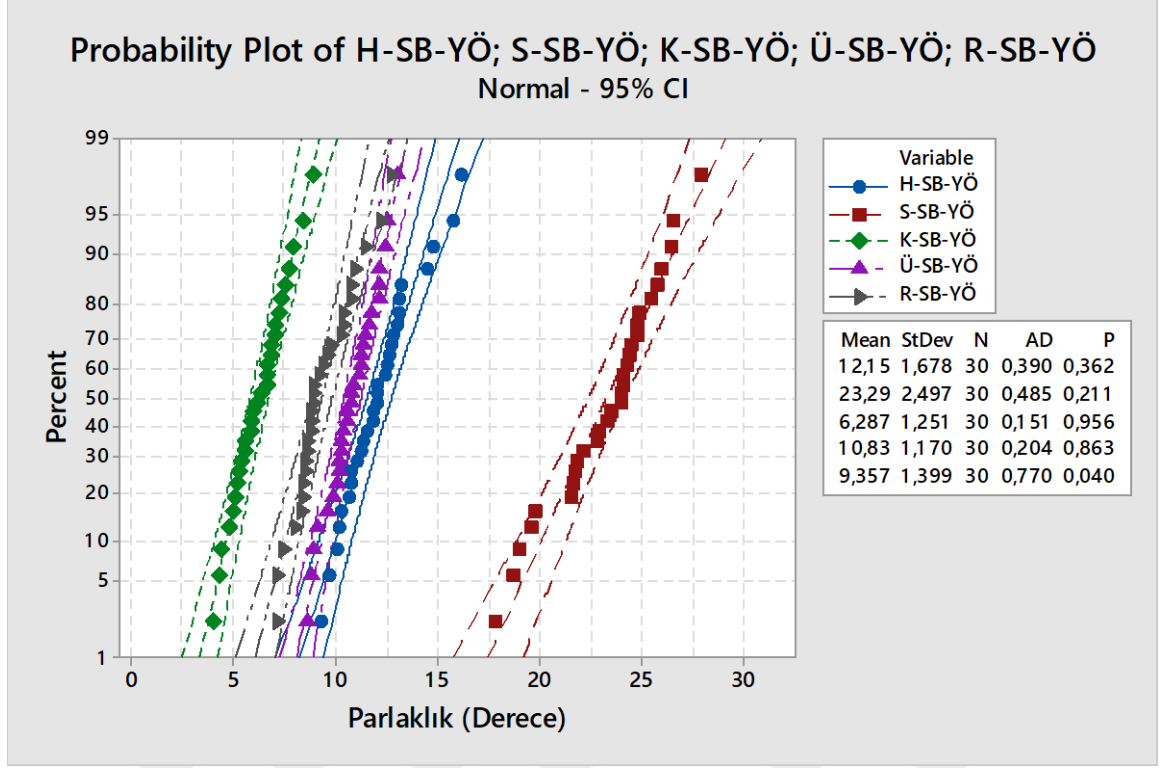


Şekil 4.20: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.20’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 1,09 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 5,36 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 6,23 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 20,91 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 14,91 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.5. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*)
Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları

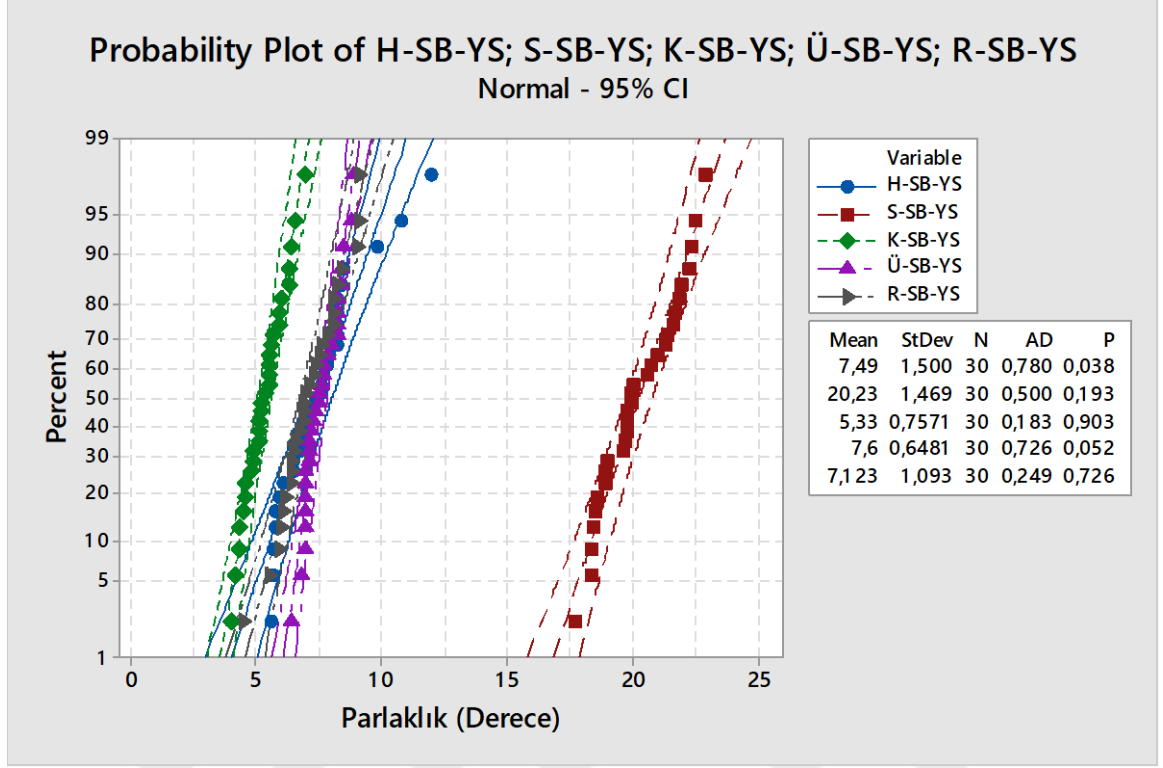


Şekil 4.21: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.21’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 12,15 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 23,29 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 6,28 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 10,83 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 9,35 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.6.Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları

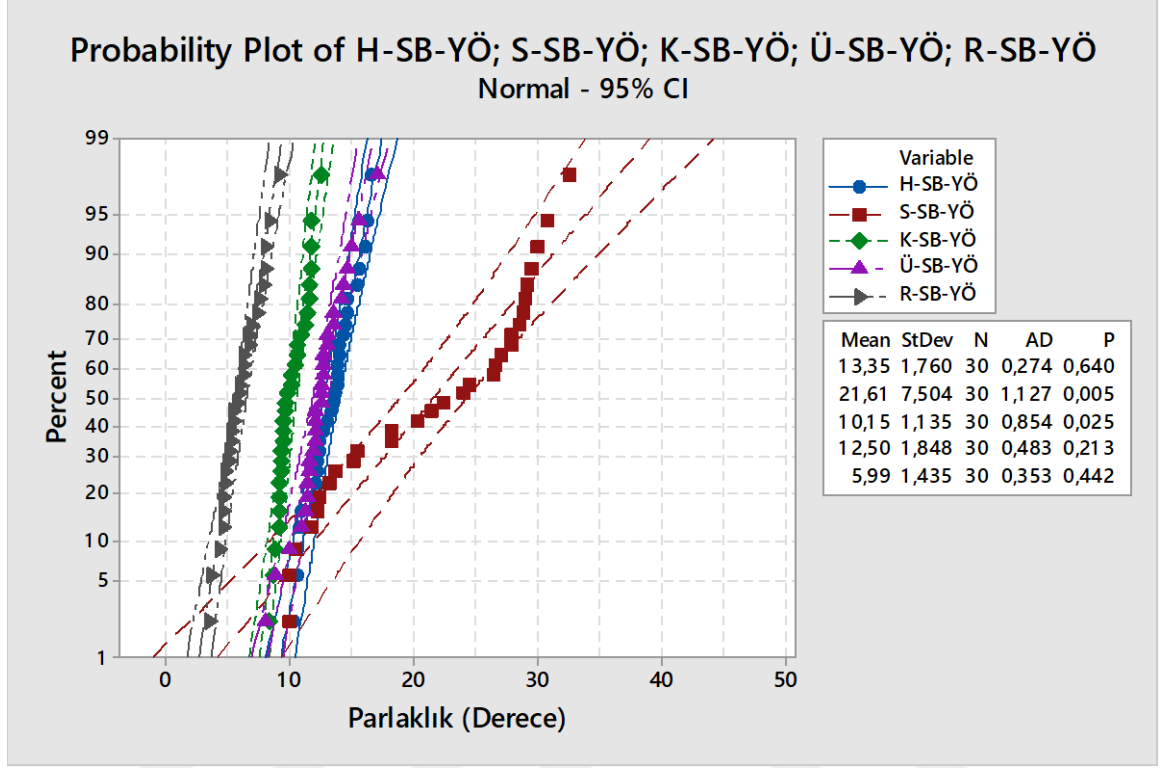


Şekil 4.22: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.22’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 7,49 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 20,23 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 5,33 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 7,6 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 7,12 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.7. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*)
Örneklerinin Yaşlandırma Testi Öncesi Parlaklık Değerleri Sonuçları

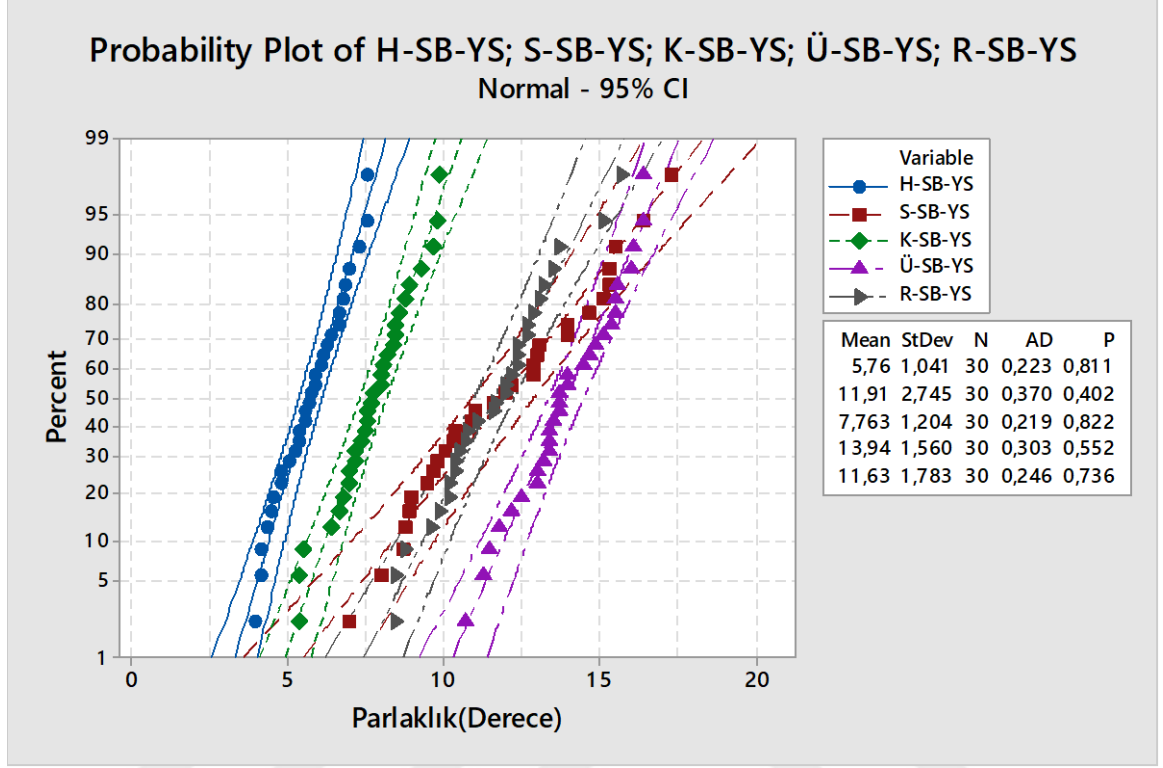


Şekil 4.23: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.23’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi öncesi ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 13,35 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 21,61 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 10,15 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 12,50 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 5,99 değeri tespit edilmiştir.

4.3.3.8. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Parlaklık Değerleri Sonuçları



Şekil 4.24: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.24’de görüldüğü üzere parlaklık sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama parlaklık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 5,76 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 11,91 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 7,76 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 13,94 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 11,63 değeri tespit edilmiştir.

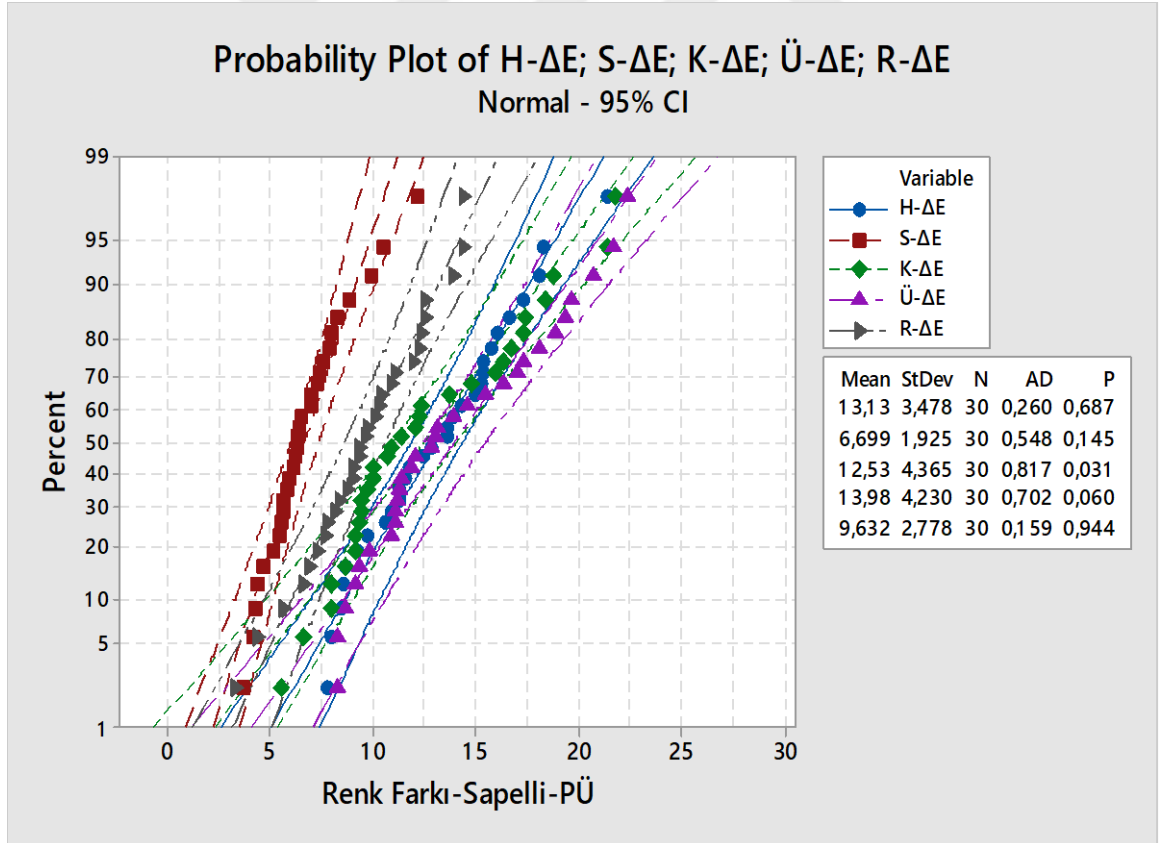
4.3.4. Renk Farklılıklarının Değerlendirilmesi

Örneklerin renk farklılık değerlerinin belirlenmesi sürecinde normal dağılımı desteklemek için örnekler üzerinde 30’ar ölçüm yapılarak kahverengi rengin parlaklık değeri (L^*), kırmızı renk tonu değeri (a^*) ve sarı renk tonu değeri (b^*)’nin değişken nicelikleri ΔL^* , Δa^* ve Δb^* hesaplanarak, toplam renk değişimi ortalama değerleri (ΔE^*) tespit edilmiştir.

Numunelerin renk değişimi ortalama değerlerinin (ΔE^*) belirlenmesi işlemi hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü ahşaplarına H, S, K, Ü ve R marka poliüretan ve su bazlı vernik uygulanmış yüzeyler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin yüzeylerinde anlamlı bir farkın oluşup oluşmadığını araştırmak amacıyla; Yüzeylerin renk değişimi ortalama değerlerinin (ΔE^*) dağılımlarının normallik varsayımı sınanmış olup, elde edilen renk değişimi değerlerinin normallik testleri Anderson-Darling testi ile araştırılmıştır. ΔE^* değerlerinin düşük değerlere sahip olması, rengin değişmediğini ya da çok az değişim gösterdiğini ifade etmektedir.

4.3.4.1. Poliüretan Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları

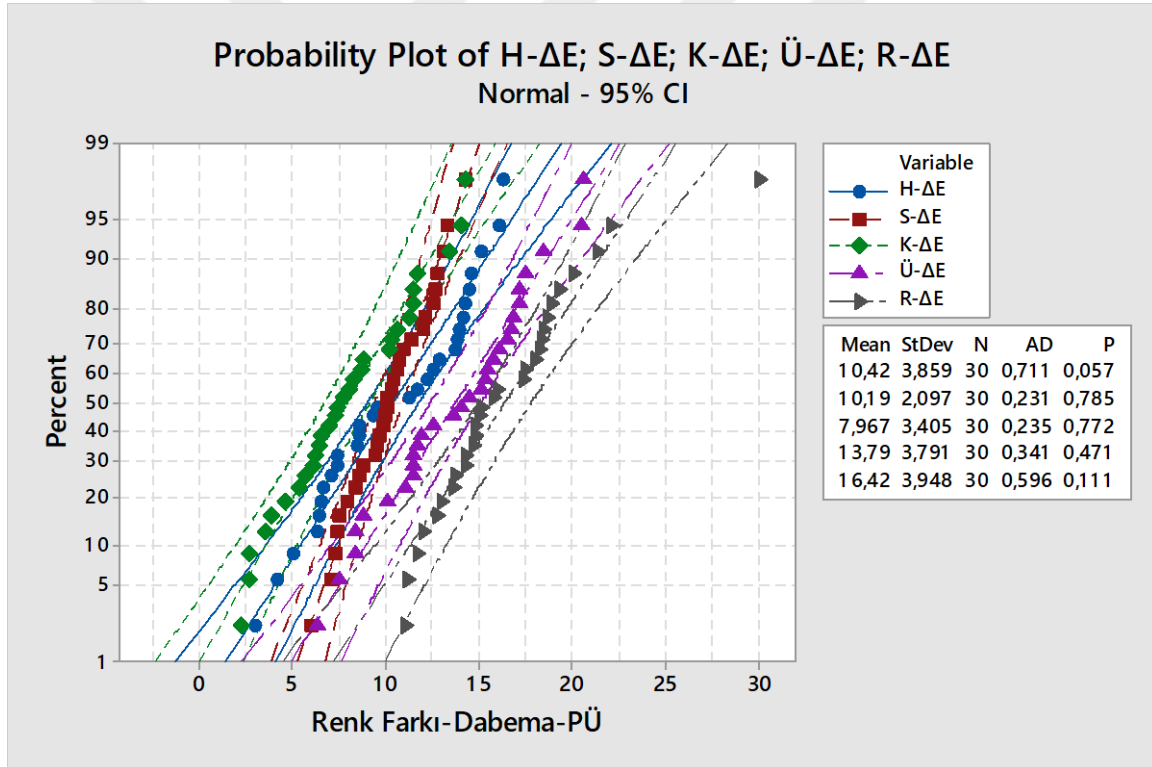


Şekil 4.25: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.25’de görüldüğü üzere renk farkı ortalama sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farklılık değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 13,13 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 6,69 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 12,53 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 13,98 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 9,63 değeri tespit edilmiştir.

4.3.4.2. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları



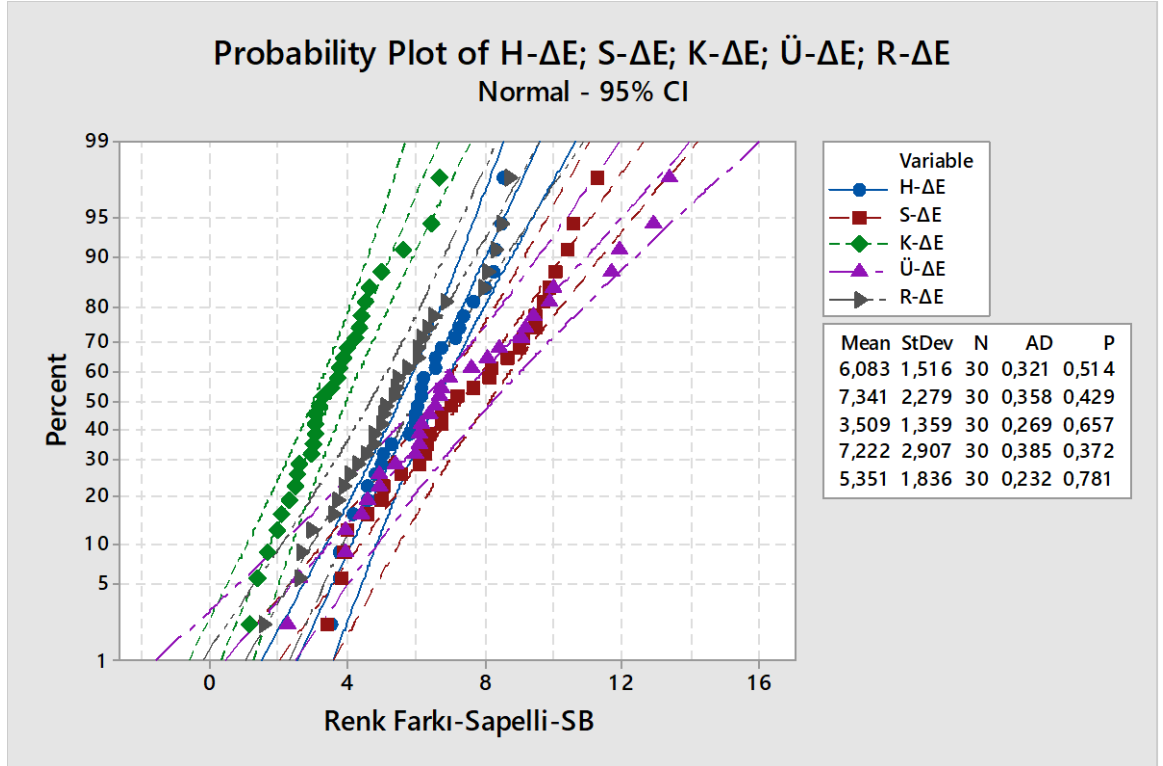
Şekil 4.26: H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma sonrası ortalama renk farkı değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.26’da görüldüğü üzere renk farkı ortalama sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma sonrası ortalama renk farklılık

değerleri karşılaştırıldığında; H marka poliüretan vernik türü için 10,42 değeri, S marka poliüretan vernik türü için 10,19 değeri, K marka poliüretan vernik türü için 7,96 değeri, Ü marka poliüretan vernik türü için 13,79 değeri ve R marka poliüretan vernik türü için 16,42 değeri tespit edilmiştir.

4.3.4.3. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları

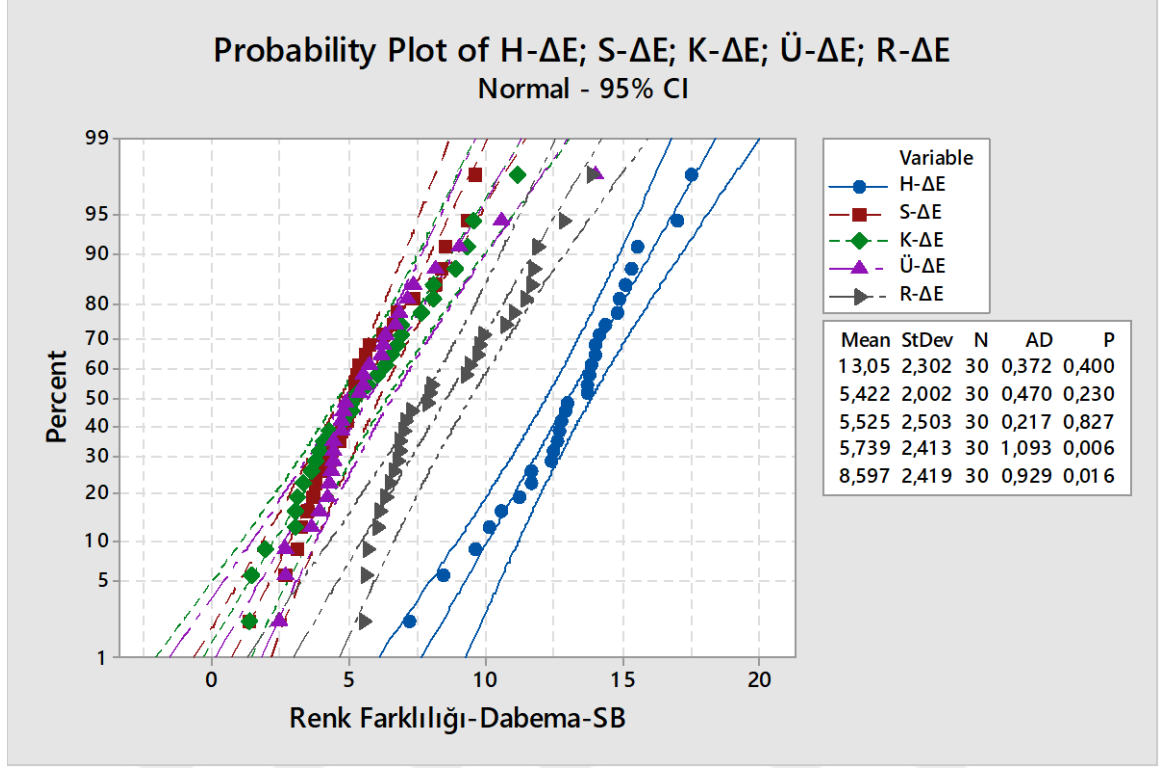


Şekil 4.27: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.27’de görüldüğü üzere renk farkı ortalama sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farklılık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 6,08 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 7,34 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 3,50 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 7,22 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 5,35 değeri tespit edilmiştir.

4.3.4.4. Poliüretan Vernik Uygulanmış Dabema (*Piptadeniastrum africanum*) Örneklerinin Yaşlandırma Testi Sonrası Renk Değişimi Sonuçları



Şekil 4.28: H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma testi sonrası ortalama renk farkı değerleri.

Elde edilen sonuç verilerine göre;

Şekil 4.28’de görüldüğü üzere renk farkı ortalama sonuç değerleri normal dağılım göstermektedir. %95 güven düzeyinde H, S, K, Ü ve R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) örneklerinin yaşlandırma sonrası ortalama renk farklılık değerleri karşılaştırıldığında; H marka su bazlı vernik türü için 13,05 değeri, S marka su bazlı vernik türü için 5,42 değeri, K marka su bazlı vernik türü için 5,52 değeri, Ü marka su bazlı vernik türü için 5,73 değeri ve R marka su bazlı vernik türü için 8,59 değeri tespit edilmiştir.

4.3.5. Varyans Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Varyans analizi değerlendirme faktörleri ağaç türü (A), vernik türü (B), vernik markaları (C) ve yaşlandırma (D) olarak belirlenmiştir. Çıktı parametreleri ise sertlik, film kalınlığı, parlaklık, renk ve yapışma direncinden oluşmaktadır. Her bir parametre için analiz sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir.

4.3.5.1. Yüzey Sertlik Direncinin Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

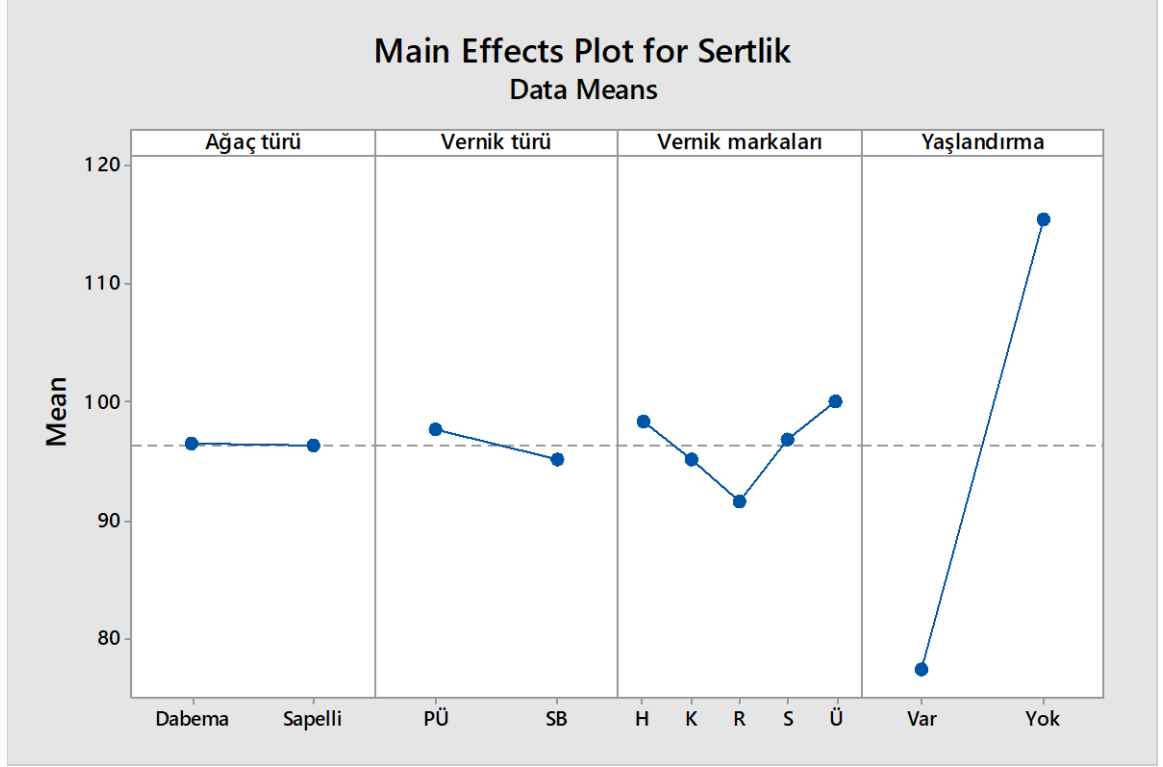
Yüzey sertlik direncinin varyans analizi sonuçları Tablo 4.21’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; vernik markaları (C) ve yaşlandırma (D) $\alpha=0.05$ ’e göre yüzey sertlik direnci üzerinde önemli parametreler olarak bulunmuştur. Ayrıca sertlik için performans değerleri; R^2 değeri 99,71 ve adj- R^2 değeri 97,20 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda modelin yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.21: Yüzey sertlik direnci için varyans analiz sonuçları.

Kaynak	DF	SS	MS	F-Değeri	P-Değeri
A	1	0,5	0,5	0,04	0,843
B	1	62,5	62,5	5,71	0,075
C	4	333,5	83,4	7,61	0,037
D	1	14450,3	14450,3	1319,05	0,000
A*B	1	5,2	5,2	0,47	0,530
A*C	4	2,1	0,5	0,05	0,994
A*D	1	29,6	29,6	2;70	0,176
B*C	4	118,6	29,7	2,71	0,179
B*D	1	22,5	22,5	2,06	0,225
C*D	4	9,4	2,4	0,22	0,917
A*B*C	4	31,6	7,9	0,72	0,620
A*B*D	1	13,9	13,9	1,27	0,323
A*C*D	4	1,1	0,3	0,03	0,998
B*C*D	4	112,4	28,1	2,57	0,192
Hata	4	43,8	11		
Toplam	39	15237			

Faktörlerin yüzey sertliği üzerindeki ana etkisi Şekil 4.29’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türünün film sertliği üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür. Vernik türleri bakımından poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre film sertliği bakımından daha iyi değerlere sahip olduğu ve su bazlı verniklerin sertlik performansı değerleri ortalamanın altında kaldığı tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise Ü ve H marka verniklerin birbirlerine yakın sertlik değerleri gösterdiği ve ortalama değerlerin üzerinde

olduğu, S marka verniğin ortalama değere yakın performans gösterdiği, K ve R marka verniklerin ise ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük sertlik değerinin ise R marka verniklerde olduğu görülmüştür. Yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise film sertliğinin büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.29: Faktörlerin yüzey sertliği üzerine ana etkisi.

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; yaşlandırmanın yüzey sertliği üzerindeki etkisi Tablo 4.22’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; yaşlandırmanın film sertlik direnci üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 4.22: Film sertlik direnci, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Yaşlandırma	N	Ortalama	Gruplandırma
Yok	20	115,420	A
Var	20	77,406	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik markalarının yüzey sertliği üzerindeki etkisi Tablo 4.23’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; Ü ve R marka verniklerin film sertlik direnci üzerinde etkisinin olmadığı, H, S ve K marka verniklerin ise film sertlik direnci üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.23: Film sertlik direnci, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Markaları	N	Ortalama	Gruplandırma
Ü	8	100,079	A
H	8	98,305	A B
S	8	96,865	A B
K	8	95,2	A B
R	8	91,618	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik türlerinin yüzey sertliği üzerindeki etkisi Tablo 4.24’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; vernik türünün film sertlik direnci üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.24: Film sertlik direnci, vernik türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
PÜ	20	97,663	A
SB	20	95,163	A

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; ağaç türünün yüzey sertliği üzerindeki etkisi Tablo 4.25’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; ağaç türünün film sertlik direnci üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.25: Film sertlik direnci, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Ağaç Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
Dabema	20	96,523	A
Sapelli	20	96,303	A

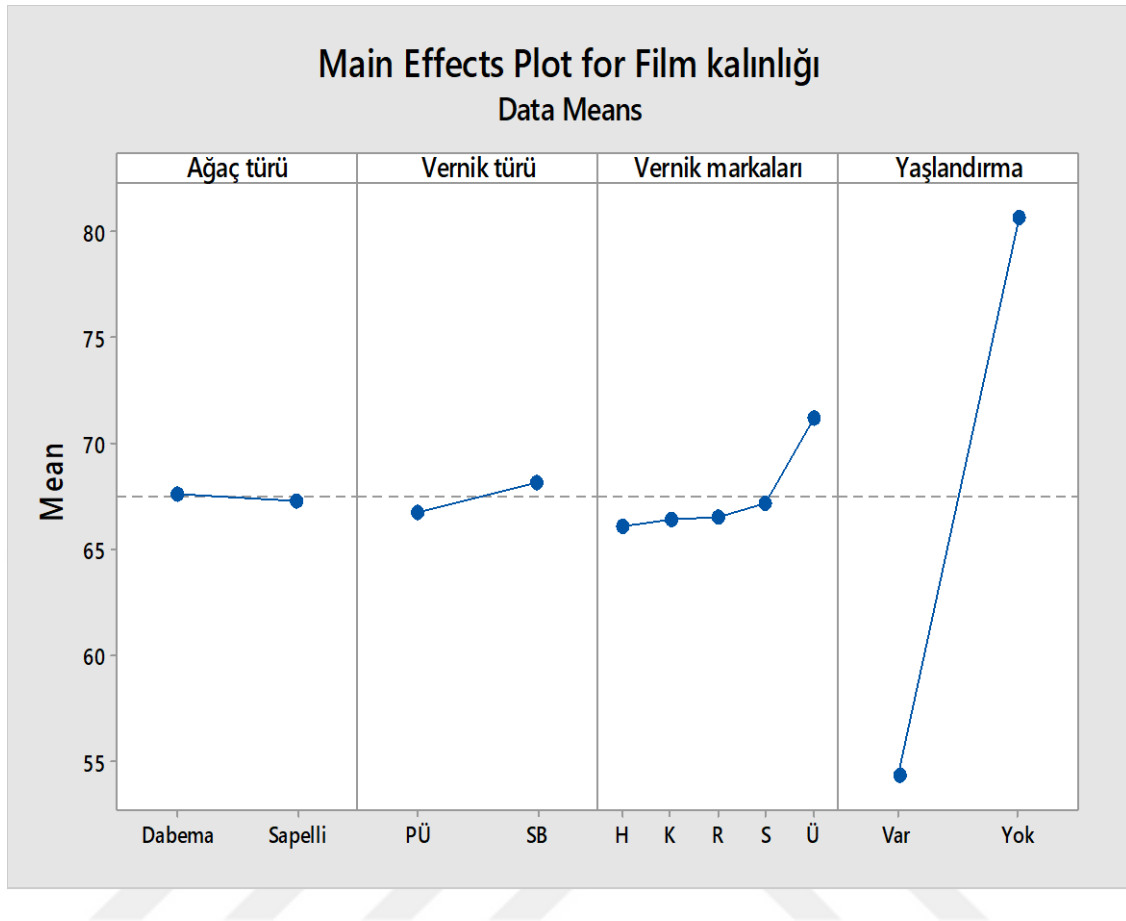
4.3.5.2. Katman (film) Kalınlıklarının Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Film kalınlıklarının varyans analizi sonuçları Tablo 4.26’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; vernik türü (B), vernik markaları (C) ve yaşlandırma (D) $\alpha=0.05$ ’e göre film kalınlıkları üzerinde önemli parametreler olarak bulunmuştur. Bunun yanında B*C, A*B*D ve B*C*D etkileşimleri önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Ayrıca film kalınlıkları için performans değerleri; R^2 değeri 99,78 ve adj- R^2 değeri 97,88 olarak bulunmuştur. Bu durumda modelin yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.26: Film kalınlıkları için varyans analiz sonuçları.

Kaynak	DF	SS	MS	F-Değeri	P-Değeri
A	1	0,94	0,94	0,23	0,658
B	1	18,93	18,93	4,58	0,039
C	4	142,55	35,64	8,62	0,030
D	1	6964,32	6964,32	1684,2	0,000
A*B	1	3,15	3,15	0,76	0,432
A*C	4	10,01	2,5	0,61	0,681
A*D	1	17,08	17,08	4,13	0,112
B*C	4	153,83	38,46	9,3	0,026
B*D	1	3,72	3,72	0,9	0,397
C*D	4	52,12	13,03	3,15	0,146
A*B*C	4	26,87	6,72	1,62	0,325
A*B*D	1	40,04	40,04	9,68	0,036
A*C*D	4	7,48	1,87	0,45	0,769
B*C*D	4	154,95	38,74	9,37	0,026
Hata	4	16,54	4,14		
Toplam	39	7612,55			

Faktörlerin film kalınlığı üzerindeki ana etkisi Şekil 4.30’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türünün film kalınlığı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür. Vernik türleri bakımından su bazlı verniklerin (SB), poliüretan verniklere (PÜ) göre film kalınlığı bakımından daha iyi olduğu ve poliüretan verniklerin film kalınlığı değerlerinin ortalamanın altında kaldığı tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise Ü marka verniğin film kalınlık değerleri ortalamanın üzerinde olduğu ve en iyi sonuç verdiği, S marka verniğin ortalamaya yakın, H, K ve R markalarının ise birbirlerine yakın değerler göstererek, ortalama değerinin altında kaldığı görülmüştür. Yaşlandırma uygulanmış örneklerde ise film kalınlığının büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.30: Faktörlerin film kalınlığı üzerine ana etkisi.

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; yaşlandırmanın film kalınlığı üzerindeki etkisi Tablo 4.27’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; yaşlandırmanın film kalınlığı üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 4.27: Film kalınlığı, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Yaşlandırma	N	Ortalama	Gruplandırma
Yok	20	80,726	A
Var	20	54,336	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik markalarının film kalınlığı üzerindeki etkisi Tablo 4.28’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; Ü, S, K ve R marka verniklerin film kalınlıkları üzerinde etkisinin olmadığı, H marka verniklerin ise film kalınlığı üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.28: Film kalınlığı, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Markaları	N	Ortalama	Gruplandırma
Ü	8	71,235	A
H	8	67,267	A B
S	8	66,532	B
K	8	66,47	B
R	8	66,15	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik türlerinin film kalınlığı üzerindeki etkisi Tablo 4.29’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; vernik türünün film kalınlığı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.29: Film kalınlığı, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
PÜ	20	68,219	A
SB	20	66,843	A

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; ağaç türünün film kalınlığı üzerindeki etkisi Tablo 4.30’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; ağaç türünün film kalınlığı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.30: Film kalınlığı, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Ağaç Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
Dabema	20	67,684	A
Sapelli	20	67,377	A

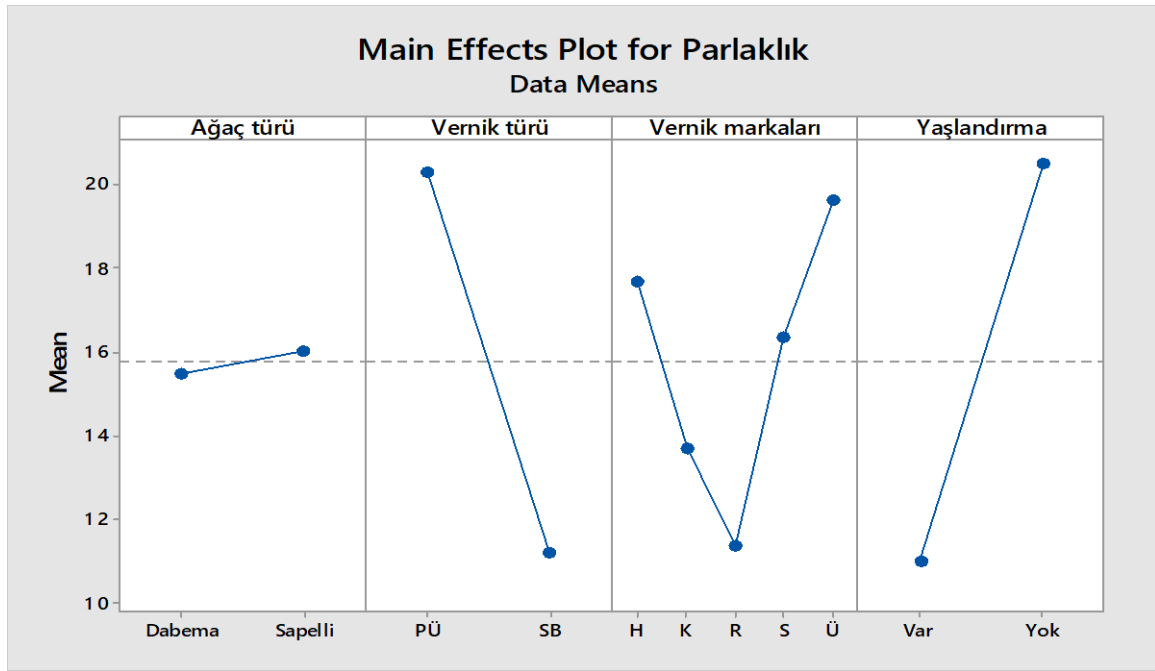
4.3.5.3. Parlaklık Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Parlaklık varyans analizi sonuçları Tablo 4.31’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; vernik türü (B) ve yaşlandırma (D) $\alpha=0.05$ ’e göre parlaklık üzerinde önemli parametreler olarak bulunmuştur. Bunun yanında B*C ve B*D etkileşimleri önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Ayrıca parlaklık için performans değerleri; R^2 değeri 97,01, adj- R^2 değeri 70,88 olarak bulunmuştur. Bu durumda modelin yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.31: Parlaklık için varyans analiz sonuçları.

Kaynak	DF	SS	MS	F-Değeri	P-Değeri
A	1	2,95	2,954	0,09	0,779
B	1	827,46	827,463	25,32	0,007
C	4	341,98	85,496	2,62	0,187
D	1	901,08	901,076	27,57	0,006
A*B	1	10,74	10,743	0,33	0,597
A*C	4	32,38	8,094	0,25	0,897
A*D	1	25,2	25,202	0,77	0,429
B*C	4	709,89	177,472	5,43	0,045
B*D	1	465,06	465,06	14,23	0,020
C*D	4	461,88	115,471	3,53	0,125
A*B*C	4	32,86	8,214	0,25	0,895
A*B*D	1	30,29	30,293	0,93	0,090
A*C*D	4	170,3	42,575	1,30	0,402
B*C*D	4	234,51	58,628	1,79	0,293
Hata	4	130,72	32,68		
Toplam	39	4377,3			

Faktörlerin yüzey parlaklığı üzerindeki ana etkisi Şekil 4.31’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türünün yüzey parlaklığı üzerinde etkisinin olduğu, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün ortalamanın üzerinde parlaklık değerine sahip olduğu görülmüştür. Vernik türleri bakımından poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre parlaklık bakımından daha iyi olduğu ve su bazlı verniklerin parlaklık değerlerinin ortalamanın altında kaldığı tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise Ü marka verniğin parlaklık değerleri bakımından en iyi sonuçları verdiği, Ü marka verniğini sırasıyla H ve S marka verniklerin takip ettiği ve bu verniklerin parlaklık değerlerinin ortalama değerin üzerinde kaldığı görülmüştür. K ve R markalarının ise ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük parlaklık değerinin R markasında olduğu belirlenmiştir. Yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise parlaklık değerinin büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.31: Faktörlerin parlaklık üzerine ana etkisi.

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; yaşlandırmanın yüzey parlaklığı üzerindeki etkisi Tablo 4.32’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; yaşlandırmanın yüzey parlaklığı üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 4.32: Parlaklık, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Yaşlandırma	N	Ortalama	Gruplandırma
Yok	20	20,508	A
Var	20	11,015	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik markalarının yüzey parlaklığı üzerindeki etkisi Tablo 4.33’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; Ü, H, S, K ve R marka verniklerin yüzey parlaklığı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.33: Parlaklık, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Markaları	N	Ortalama	Gruplandırma
Ü	8	19,665	A
H	8	17,700	A
S	8	16,356	A
K	8	13,703	A
R	8	11,383	A

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik türlerinin yüzey parlaklığı üzerindeki etkisi Tablo 4.34’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; vernik türünün yüzey parlaklığı üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.34: Parlaklık, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
PÜ	20	20,310	A
SB	20	11,213	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; ağaç türünün yüzey parlaklığı üzerindeki etkisi Tablo 4.35’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre ağaç türünün yüzey parlaklığı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.35: Parlaklık, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Ağaç Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
Sapelli	20	16,033	A
Dabema	20	15,49	A

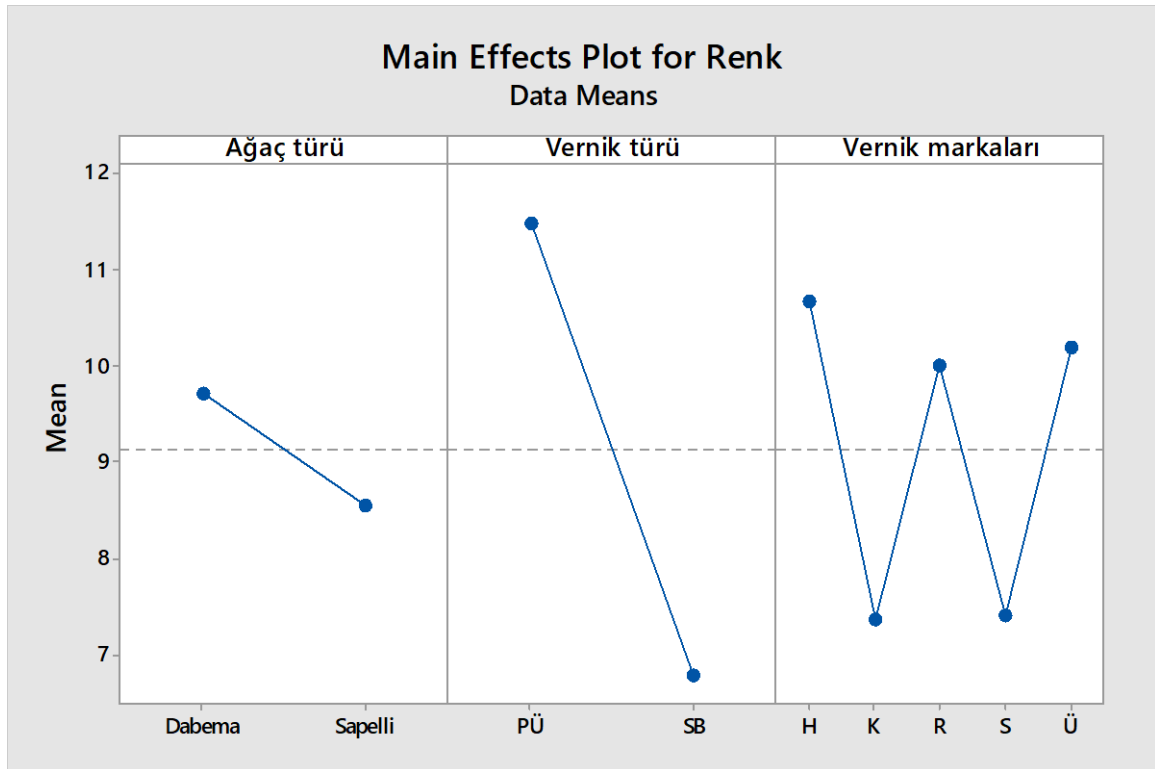
4.3.5.4. Renk Farkı Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Renk farkı varyans analizi sonuçları Tablo 4.36’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; vernik türü (B) $\alpha=0.05$ ’e göre renk farkı üzerinde önemli parametre olarak bulunmuştur. Ayrıca renk farkı için performans değerleri; R^2 değeri 72,57 ve adj- R^2 değeri 45,30 tespit edilmiştir. Bu durumda modelin yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.36: Renk farkı için varyans analiz sonuçları.

Kaynak	DF	SS	MS	F-Değeri	P-Değeri
A	1	6,774	6,774	0,93	0,352
B	1	110,168	110,168	15,16	0,002
C	4	41,025	10,256	1,41	0,285
Hata	13	94,489	7,268		
Toplam	19	252,456			

Faktörlerin renk farklılığı üzerindeki ana etkisi Şekil 4.32’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türünün renk değişimi üzerinde etkisinin olduğu, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünde meydana gelen renk değişiminin, dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünden daha az olduğu görülmüştür. Vernik türleri bakımından poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre daha fazla renk değiştirdiği tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise K ve S marka verniklerin renk farklılık değerleri bakımından birbirine yakın ve ortalama değerlerin altında kalarak en iyi sonuçları verdiği, H, R ve Ü markalarının ise ortalama değerlerin üstünde renk değişimine uğradığı ve en fazla renk değişimin H marka vernikte olduğu görülmüştür.



Şekil 4.32: Faktörlerin renk farkı üzerine ana etkisi.

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik markalarının renk farkı üzerindeki etkisi Tablo 4.37’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre Ü, H, S, K ve R marka verniklerin renk farkı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.37: Renk farkı, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Markaları	N	Ortalama	Gruplandırma
Ü	4	10,670	A
H	4	10,180	A
S	4	9,997	A
K	4	7,410	A
R	4	7,377	A

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik türlerinin renk farkı üzerindeki etkisi Tablo 4.38’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; vernik türünün renk farkı üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.38: Renk farkı, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
PÜ	10	11,474	A
SB	10	6,780	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; ağaç türünün renk farkı üzerindeki etkisi Tablo 4.39’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerine göre; ağaç türünün renk farkı üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.39: Renk farkı, ağaç türü Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Ağaç Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
Dabema	20	9,709	A
Sapelli	20	8,545	A

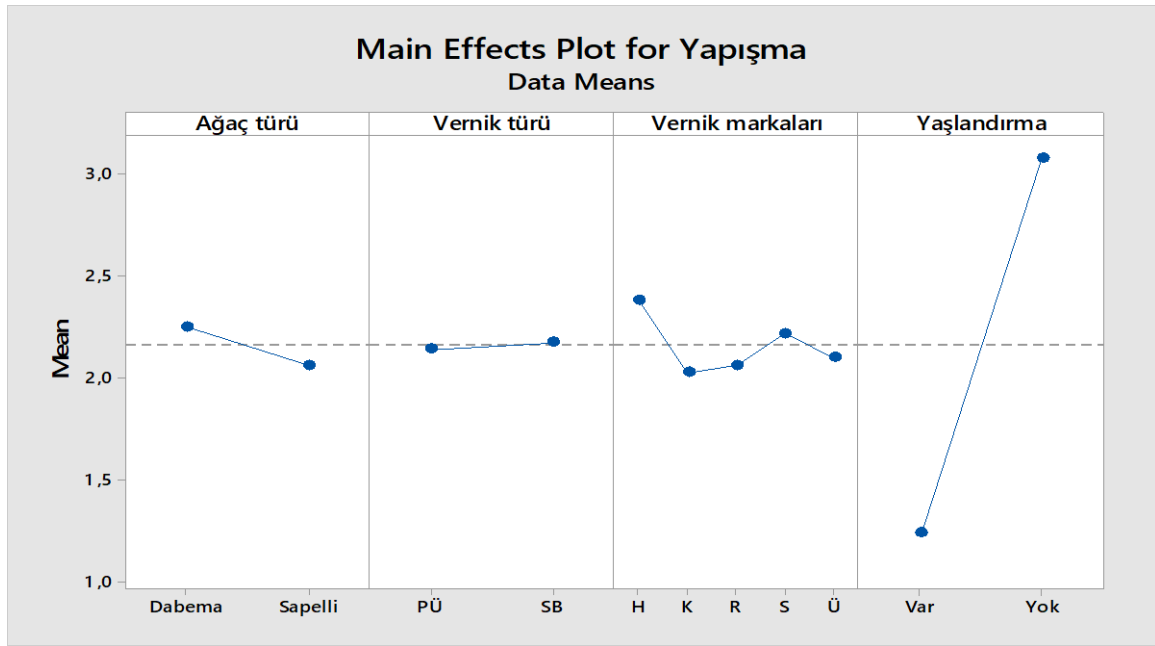
4.3.5.5.Yapışma Direnci Varyans Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapışma direnci varyans analizi sonuçları Tablo 4.40’da gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türü (B) ve yaşlandırma (D) $\alpha=0.05$ ’e göre yapışma direnci üzerinde önemli parametreler olarak bulunmuştur. Bunun yanında B*D ve A*C*D etkileşimleri önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Ayrıca yapışma direnci için performans değerleri; R2 değeri 95,55, adj-R2 değeri 54,32 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda modelin yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Tablo 4.40: Yapışma direnci için varyans analiz sonuçları.

Kaynak	DF	SS	MS	F-Değeri	P-Değeri
A	1	0,3642	0,3642	8,23	0,046
B	1	0,0126	0,0126	0,28	0,622
C	4	0,6652	0,1663	3,76	0,114
D	1	34,0095	34,0095	768,83	0,000
A*B	1	0,1937	0,1937	4,38	0,105
A*C	4	0,4221	0,1055	2,39	0,210
A*D	1	0,0035	0,0035	0,08	0,791
B*C	4	0,6806	0,1702	3,85	0,110
B*D	1	0,5267	0,5267	11,91	0,026
C*D	4	0,0771	0,0193	0,44	0,779
A*B*C	4	0,6102	0,1526	3,45	0,129
A*B*D	1	0,0412	0,0412	0,93	0,389
A*C*D	4	0,5857	0,1464	3,31	0,037
B*C*D	4	0,3642	0,091	2,06	0,251
Hata	4	0,1769	0,0442		
Toplam	39	38,7335			

Faktörlerin yapışma direnci üzerindeki ana etkisi Şekil 4.33’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türünün yapışma üzerinde etkisinin olduğu, dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünün ortalamanın üzerinde yapışma direnci değerine sahip olduğu görülmüştür. Vernik türleri bakımından su bazlı verniklerin (SB) poliüretan verniklere (PÜ) göre yapışma direnci bakımından az da olsa daha iyi olduğu ve poliüretan verniklerin yapışma direnci değerlerinin ortalamanın az da olsa altında kaldığı tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise H ve S marka verniğin yapışma direnci değerlerinin ortalama değerin üzerinde olduğu, en iyi yapışma direnci performansını H marka verniğin gösterdiği görülmüştür. Ü, R ve K markalarının ise ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük yapışma direnci değerinin K markasında olduğu belirlenmiştir. Yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise yapışma direnci değerlerinin büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir.



Şekil 4.33: Faktörlerin yapışma direnci üzerine ana etkisi.

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; yaşlandırmanın yapışma direnci üzerindeki etkisi Tablo 4.41’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerinde yaşlandırmanın yapışma direnci üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

Tablo 4.41: Yapışma, yaşlandırma Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Yaşlandırma	N	Ortalama	Gruplandırma
Yok	20	2,256	A
Var	20	2,065	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik markalarının yapışma direnci üzerindeki etkisi Tablo 4.42’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerinde Ü, H, S, K ve R marka verniklerin yapışma direnci üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4.42: Yapışma, vernik markaları Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Markaları	N	Ortalama	Gruplandırma
Ü	8	2,383	A
H	8	2,223	A
S	8	2,103	A
K	8	2,064	A
R	8	2,030	A

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; vernik türlerinin yapışma direnci üzerindeki etkisi Tablo 4.43’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerinde vernik türünün renk farkı üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.43: Yapışma, vernik türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Vernik Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
PÜ	20	3,083	A
SB	20	1,239	B

%95 güven düzeyinde, Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçlarına göre; ağaç türlerinin yapışma direnci üzerindeki etkisi Tablo 4.44’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuç verilerinin ağaç türünün yapışma direnci üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür.

Tablo 4.44: Yapışma, ağaç türleri Tukey testi ikili karşılaştırma analiz sonuçları.

Ağaç Türü	N	Ortalama	Gruplandırma
Dabema	20	2,256	A
Sapelli	20	2,065	B

4.4.HIZLANDIRILMIŞ UV YAŞLANDIRMA TESTİNE AİT BULGULAR

4.4.1. Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Sonucunda Bulunan Gri Skala Değerleri

4.4.1.1.“S” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.45: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
S1	Sapelli	1/2	1/2
S2	Sapelli	2/3	2
S3	Sapelli	2	2
S4	Sapelli	2/3	2
S5	Dabema	2	2
S6	Dabema	1/2	1/2
S7	Dabema	2	2
S8	Dabema	2	2



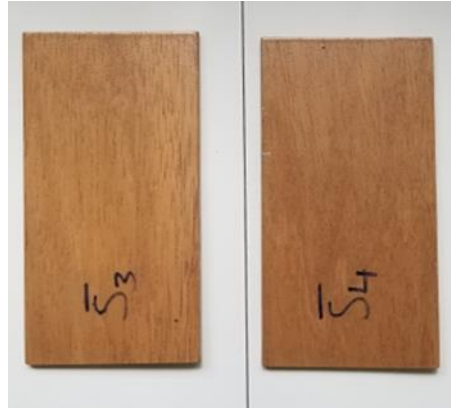
Şekil 4.34: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.35: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.36: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.37: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.38: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.39: “S” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.1.2. “R” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.46: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
R1	Sapelli	1/2	1/2
R2	Sapelli	1	1
R3	Sapelli	1	1
R4	Sapelli	2/3	2
R5	Dabema	1/2	1
R6	Dabema	1/2	1
R7	Dabema	2	1
R8	Dabema	1/2	1



Şekil 4.40: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.41: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.42: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.43: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.44: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.45: “R” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.1.3. “H” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.47: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
H1	Sapelli	1	1
H2	Sapelli	1/2	1/2
H3	Sapelli	2	2
H4	Sapelli	1/2	1/2
H5	Dabema	2	1/2
H6	Dabema	1/2	1/2
H7	Dabema	2/3	2/3
H8	Dabema	2	1/2



Şekil 4.46: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.47: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.48: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.49: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.50: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.51: “H” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.1.4. “K” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.48: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
K1	Sapelli	2/3	2/3
K2	Sapelli	1	1
K3	Sapelli	1/2	1/2
K4	Sapelli	1/2	1/2
K5	Dabema	1/2	1/2
K6	Dabema	1/2	1/2
K7	Dabema	1/2	1/2
K8	Dabema	2	2



Şekil 4.52: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.53: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.54: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.55: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.56: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.57: “K” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.1.5. “Ü” Marka Poliüretan Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.49: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
Ü1	Sapelli	1	1
Ü2	Sapelli	1	1
Ü3	Sapelli	1	1
Ü4	Sapelli	1	1
Ü5	Dabema	2	2
Ü6	Dabema	1/2	1/2
Ü7	Dabema	2	2
Ü8	Dabema	1/2	1



Şekil 4.58: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.59: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.60: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.61: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.62: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 500 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.63: “Ü” marka poliüretan vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.2. Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Sonucunda Bulunan Gri Skala Değerleri

4.4.2.1. “S” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.50: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç Türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
S1	Sapelli	2	2
S2	Sapelli	2	2
S4	Dabema	4/5	4
S5	Dabema	4	4
S6	Dabema	4/5	4



Şekil 4.64: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.65: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.66: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.67: “S” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.2.2. “R” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.51: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç Türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
R1	Sapelli	3	3
R2	Sapelli	3	3
R5	Dabema	4	4
R6	Dabema	4	4



Şekil 4.68: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.69: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.70: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.71: “R” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.2.3. “H” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.52: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç Türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
H1	Sapelli	3	2/3
H2	Sapelli	3	2
H4	Dabema	2/3	2/3
H5	Dabema	3	2/3
H6	Dabema	3	3



Şekil 4.72: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.73: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.74: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.75: “H” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.2.4. “K” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.53: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç Türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
K1	Sapelli	4/5	4/5
K2	Sapelli	4/5	3/4
K4	Dabema	3/4	3/4
K5	Dabema	3/4	3/4
K6	Dabema	3/4	3/4



Şekil 4.76: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.77: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.78: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.79: “K” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

4.4.2.5. “Ü” Marka Su Bazlı Vernik Uygulanmış Ahşapların 727 Saatlik Yaşlandırma Testi Gri Skala Değerleri

Tablo 4.54: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış ahşapların 727 saat yaşlandırma testi sonunda elde edilen gri skala değerleri.

Numuneler	Ağaç Türü	Gri Skala (500 saat değerlendirme)	Gri Skala (727 saat değerlendirme)
Ü1	Sapelli	2	2
Ü2	Sapelli	2/3	2
Ü5	Dabema	4	4
Ü6	Dabema	4/5	4



Şekil 4.80: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.81: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.



Şekil 4.82: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının görüntüsü.



Şekil 4.83: “Ü” marka su bazlı vernik uygulanmış dabema ahşaplarının 727 saat yaşlandırma testi sonundaki görüntüsü.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

“Ahşap Yüzey İşlem Uygulamalarında Çevre-Performans Değerlendirmesi: Kent Mobilyaları Örneği” adı altında yapılan bu çalışmada; özellikle dış ortam koşullarında büyük oranda tercih edilen ve kent mobilyaları ahşap ürün sınıfına dahil olan banklar, kır masaları, çocuk oyun grupları, pergolalar, kameriyeler vb. ahşap ürünlerin yapılmasında yaygın olarak kullanılan sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ve dabema (*Piptadeniastrum africanum*) yapraklı ağaç türleri test materyalleri olarak seçilmiştir.

Çalışmada, son zamanlarda ülkemizde, özellikle de kent mobilyaları üretim endüstrinde üst yüzey işlem uygulamaları bakımından piyasada en çok tercih edilen ürünlerden olan beş farklı firmanın poliüretan ve su bazlı verniklerinin, seçilen ağaç türü örnekleri üzerine, firmalardan alınan talimatlar doğrultusunda uygun ortam şartlarında uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar esnasında açığa çıkan ve çevreye zarar verebilecek uçucu organik bileşikler (UOB) tespit edilerek, bu bileşiklerin emisyon oranları ölçülmüştür. Yüzey işlem performansları ise üst yüzey işlem uygulamaları tamamlanmış ve 727 saat laboratuvar ortamında hızlandırılmış UV-yaşlandırma testine tabi tutulmuş örneklerin sertlik, film kalınlığı, parlaklık, renk farkı ve yapışma direnci değerlerindeki değişimler gözlemlenerek belirlenmiştir. Daha sonra yüzey işlem uygulamalarının çevreye olan etkisi ve bu etkinin yüzey işlem performansı ile ilişkisi hakkında Varyans analizi (ANOVA), Tukey testi, Uyum Eksikliği testi ve Düzeltilmiş Belirleme Katsayısı ($Adj-R^2$) gibi istatistiksel yöntemler kullanılarak saptamalar yapılmıştır.

Performans özelliklerinden yüzey sertlik direnci değerlendirildiğinde; sertlik direnci üzerinde vernik markalarının ve uygulanan hızlandırılmış UV-yaşlandırma testinin önemli parametreler olduğu görülmüştür (Tablo 4.21). Ağaç türünün ise yüzey sertlik performansı üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Vernik türleri bakımından; uygulanan poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre daha iyi film sertliği performansı gösterdiği, marka bazında yapılan karşılaştırmalara göre ise Ü ve H marka verniklerin birbirlerine yakın sertlik değerleri gösterdiği ve ortalama değerlerin üzerinde olduğu, S marka verniğin ortalama değere yakın performans gösterdiği, K ve R marka verniklerin ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük sertlik değerinin ise R marka verniklerde olduğu görülmüştür. Hızlandırılmış UV-yaşlandırma

testi uygulanmış örneklerde ise film sertliğinin büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.29).

Yakın (2001) yaptığı çalışmada farklı ağaç türlerinden elde ettiği deney numunelerine solvent ve su bazlı vernik uygulayarak sertlik mukavemetini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, solvent bazlı vernik uygulaması yapılan örneklerin sertlik direncinin su bazlı verniklere göre daha yüksek değerlere sahip olduğunu belirlemiştir. Sönmez ve diğ. (2004) yapmış oldukları çalışmada ise yoğunluğu düşük ahşaplarda uygulanan üst yüzey işlem maddesinin odunda daha derinlere nüfuz etmesi ve üst üste olacak şekilde ince vernik filmleri oluşturmamasından dolayı sertlik performansını azaltıcı etki yaptığını tespit etmişlerdir.

Literatürde yer alan yüzey sertlik çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen yüzey sertliği sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Literatürde yüzey sertliği üzerine araştırmalar genel olarak; farklı ağaç türü numuneleri üzerinde farklı türde vernik uygulamalarından sonra, örneklerin doğal yaşlandırma veya laboratuvar ortamında hızlandırılmış yaşlandırma testlerine maruz bırakılarak sertlik performansları ve bu performanslara etki eden faktörlerin geleneksel deney tasarımları ve istatistiksel yöntemler uygulanarak belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.
- Literatürde yapılan çalışmalarda, poliüretan verniklerin su bazlı verniklere göre yüzey sertliği performansının daha iyi olduğu, özellikle yoğunluğu düşük ağaç türlerinde sertlik performansının azaldığı görülmüştür. Yapılan tez çalışmasında; sertlik performans testi sonuçlarının literatürde yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, sertlik performansı üzerinde vernik markaları ve yaşlandırmanın etkili olduğu tespit edilmiştir. Buna rağmen ağaç türünün önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumun sebeplerinden birinin kullanılan ağaç türü örneklerinin yoğunluklarının birbirlerine yakın olması olarak düşünülmektedir.

Performans özelliklerinden film (katman) kalınlığı değerlendirildiğinde; film kalınlığı üzerinde vernik türünün, vernik markalarının ve uygulanan hızlandırılmış UV-yaşlandırma testinin önemli faktörler olduğu, ayrıca vernik türü*vernik markaları etkileşimi, ağaç türü*vernik türü*yaşlandırma etkileşimi ve vernik türü*vernik markaları*yaşlandırma etkileşimlerinin önemli parametreler olduğu görülmüştür (Tablo 4.26).

Bu sonuçlara göre; ağaç türünün tek başına film kalınlığı üzerinde etkisinin olmamasına rağmen, etkileşimler üzerinde önemli bir parametre olduğu tespit edilmiştir. Vernik türleri bakımından; uygulanan su bazlı verniklerin (SB) poliüretan verniklere (PÜ) göre film kalınlığı bakımından daha iyi performans gösterdiği, Ü marka verniğin film kalınlık değerleri ortalamanın üzerinde olduğu ve en iyi sonucu verdiği, S marka verniğin ortalamaya yakın, H, K ve R markalarının ise birbirlerine yakın değerler göstererek ortalama değerin altında kaldığı görülmüştür. Hızlandırılmış UV-yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise film kalınlığının büyük oranda düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.30).

Literatürde yer alan film kalınlığı çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen film kalınlığı sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Yapılan tez çalışmasında su bazlı verniklerin poliüretan verniklere göre film kalınlığı performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Film kalınlığı performans testi sonuçlarının literatürde yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, film kalınlığı performansı üzerinde vernik türleri, vernik markaları, yaşlandırma ve bunların birbiri ile olan etkileşimlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Film kalınlık performanslarının uygulanan vernik markalarının katı madde oranları ve uygulama talimatlarından kaynaklı farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Performans özelliklerinden yüzey parlaklığı değerlendirildiğinde; parlaklık üzerinde vernik türü (B) ve uygulanan hızlandırılmış UV-yaşlandırma testinin önemli faktörler olduğu, ayrıca vernik türü*vernik markaları etkileşimi, vernik türü*yaşlandırma etkileşimlerinin önemli parametreler olduğu görülmüştür (Tablo 4.31).

Bu sonuçlara göre; ağaç türleri karşılaştırıldığında sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün ortalamanın üzerinde parlaklık performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Vernik türleri bakımından; uygulanan poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre parlaklık bakımından daha iyi sonuçlar verdiği ve su bazlı verniklerin parlaklık değerlerinin ortalamanın altında kaldığı tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise Ü marka verniğin parlaklık değerleri bakımından en iyi sonuçları verdiği, Ü marka verniği sırasıyla H ve S marka verniklerin takip ettiği ve bu verniklerin parlaklık değerlerinin ortalama değerin üzerinde olduğu görülmüştür. K ve R markalarının ise ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük

parlaklık değerin R markasında olduğu belirlenmiştir. Hızlandırılmış UV-yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise parlaklığın büyük oranda azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.31).

Yakın (2001) yaptığı çalışmada farklı ağaç türlerinden elde ettiği deney numunelerine solvent ve su bazlı vernik uygulayarak parlaklık performansını araştırmıştır. Çalışma sonucunda, su bazlı cila uygulaması yapılan örneklerin parlaklık değerlerinin solvent bazlı verniklere göre daha düşük değerlere sahip olduğunu belirtmiştir. Çakıcıer (2007) yapmış olduğu çalışmada ise ireko (*Chlophara excelsa*) örneklerine su bazlı vernikler uyguladıktan sonra, örnekleri hızlandırılmış yaşlanma testine tabi tutarak, vernik katmanına ilişkin performans özelliklerini belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda, ağaç malzeme örneklerinin yaşlandırma uygulaması sonunda parlaklık değerlerinde kayda değer düşmeler gözlemlendiğini tespit etmiştir.

Literatürde yer alan yüzey parlaklık çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen yüzey parlaklığı sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Literatürde yüzey parlaklığı üzerine yapılan araştırmalar genel olarak; farklı ağaç türü numuneleri üzerinde farklı türde vernik uygulamalarından sonra, örneklerin doğal yaşlandırma veya laboratuvar ortamında hızlandırılmış yaşlandırma testlerine maruz bırakılarak parlaklık performansları ve bu performanslara etki eden faktörlerin geleneksel deney tasarımları ve istatistiksel yöntemler uygulanarak belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.
- Literatürde yapılan çalışmalarda; poliüretan verniklerin su bazlı verniklere göre yüzey parlaklığı performansının daha iyi olduğu, özellikle yaşlandırma testlerinden sonra parlaklık performansının büyük oranda azaldığı görülmüştür. Yapılan tez çalışmasında; parlaklık performans testi sonuçlarının literatürde yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, parlaklık performansı üzerinde vernik türleri ve yaşlandırmanın etkili olduğu tespit edilmiştir.

Performans özelliklerinden renk değerlendirildiğinde; renk farkı üzerinde vernik türü (B) önemli parametre olarak bulunmuştur (Tablo 4.36).

Bu sonuçlara göre; ağaç türünün renk değişimi üzerinde etkisinin olduğu, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünde meydana gelen renk değişiminin, dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünden daha az olduğu görülmüştür. Vernik türleri

bakımından poliüretan verniklerin (PÜ) su bazlı verniklere (SB) göre daha fazla renk değiştirdiği tespit edilmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise K ve S marka verniklerin renk farklılık değerleri bakımından birbirine yakın ve ortalama değerlerin altında kalarak en iyi sonuçları verdiği, H, R ve Ü markalarının ise ortalama değerlerin üstünde renk değişimine uğradığı ve en fazla renk değişimin H marka vernikte olduğu görülmüştür (Şekil 4.32).

Çakıcıer (2007) yapmış olduğu çalışmada ise ireko (*Chlophara excelsa*) örneklerine su bazlı vernikler uyguladıktan sonra, örnekleri hızlandırılmış yaşlanma testine tabi tutarak, vernik katmanına ilişkin performans özelliklerini belirlemiştir. Çalışmanın sonucunda, ağaç malzeme örneklerinin yaşlandırma uygulaması sonunda renk farkı değerlerinde kayda değer düşmeler gözlemlendiği tespit etmiştir. Budakçı (2003) yaptığı çalışmada su bazlı verniğin, özellikle meşe yüzeylerinde gözle görünür bir renk değişimine neden olduğunu, bunun en önemli sebebi olarak alkali yapıda olan su bazlı verniğin meşe odunu örneklerindeki tanen maddesi ile etkileşime girerek tek aşamalı bir kimyasal renklendirmeye sebep verebileceğini belirtmiştir. Ayrıca dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türü piyasada ireko ve meşe yerine kullanılmakta olup “Afrika meşesi” olarak da bilinmektedir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Literatürde yer alan renk farkı çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen renk farkı sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Literatürde renk farkı üzerine yapılan araştırmalar genel olarak; farklı ağaç türü numuneleri üzerinde farklı türde vernik uygulamalarından sonra, örneklerin doğal yaşlandırma veya laboratuvar ortamında hızlandırılmış yaşlandırma testlerine maruz bırakılarak renk farkı performansları ve bu performanslara etki eden faktörlerin geleneksel deney tasarımları ve istatistiksel yöntemler uygulanarak belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.
- Literatürde yapılan çalışmalarda; özellikle yaşlandırma testlerinden sonra renk değerlerinin büyük oranda azaldığı, ağaç türüne bağlı olarak vernik kimyasal etkileşimlerin olduğu, bu durumun da renklenmeye sebep olduğu görülmüştür. Yapılan tez çalışmasında; renk testi sonuçlarının literatürde yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, poliüretan verniklerde su bazlı verniklere göre renk değişimin daha yüksek olduğu, renk performansı üzerinde vernik türü, ağaç türü (sapelli renk

performansı dabema renk performansına göre daha iyi) ve yaşlandırmanın etkili olduğu tespit edilmiştir.

Performans özelliklerinden yapışma direnci değerlendirildiğinde; yapışma üzerinde ağaç türü (B) ve uygulanan hızlandırılmış UV-yaşlandırma testinin önemli faktörler olduğu, ayrıca vernik türü*yaşlandırma etkileşimi, ağaç türü*vern timer markaları*yaşlandırma etkileşimlerinin önemli parametreler olduğu görülmüştür (Tablo 4.40).

Bu sonuçlara göre; ağaç türleri karşılaştırıldığında dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ağaç türünün ortalamanın üzerinde yapışma direnci performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Vernik türleri bakımından; uygulanan su bazlı verniklerin (SB) poliüretan verniklere (PÜ) göre yapışma direnci bakımından az da olsa daha iyi olduğu ve poliüretan verniklerin yapışma direnci değerlerinin ortalamanın az da olsa altında kaldığı belirlenmiştir. Vernik markaları karşılaştırıldığında ise H ve S marka verniğin yapışma direnci değerlerinin ortalama değerin üzerinde olduğu, en iyi yapışma direnci performansını H marka verniğin gösterdiği görülmüştür. Ü, R ve K markalarının ise ortalama değerlerin altında kaldığı, en düşük yapışma direnci değerinin K markasında olduğu belirlenmiştir. Hızlandırılmış UV-yaşlandırma testi uygulanmış örneklerde ise yapışma direncinin büyük oranda azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.33).

Budakçı (2003) ahşap malzeme yüzeylerine poliüretan ve su bazlı vernik uygulayarak yapmış olduğu çalışmada, su bazlı verniklerin yapışma dirençlerinin poliüretan verniklerin yapışma dirençlerine oranla daha düşük olduğunu, yapışma direnci sonuçlarının en iyi olduğu durumun sertleşmesini ahşap malzeme yüzeyinde tamamlayan verniklerde elde edildiğini belirtmiştir. Ayata ve Çakıcıer (2018) yaptıkları çalışmada ahşap malzeme yüzeylerine su bazlı vernikler uygulayarak, hızlandırılmış-UV yaşlandırma testine tabi tutmuşlardır. Yaşlandırma sonucunda, su bazlı verniklerin yüzeye yapışma direncinin düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir.

Literatürde yer alan yapışma direnci çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen yapışma direnci sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Literatürde yapışma direnci üzerine yapılan araştırmalar genel olarak; farklı ağaç türü numuneleri üzerinde farklı türde vernik uygulamalarından sonra, örneklerin doğal yaşlandırma veya laboratuvar ortamında hızlandırılmış yaşlandırma testlerine maruz bırakılarak yapışma direnci performansları ve bu performanslara etki eden faktörlerin

geleneksel deney tasarımları ve istatistiksel yöntemler uygulanarak belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

- Literatürde yapılan çalışmalarda; poliüretan verniklerin su bazlı verniklere göre yapışma direnci performansının daha iyi olduğu, fakat yaşlandırma testlerinden sonra yapışa direnci performansının büyük oranda azaldığı görülmüştür. Yapılan tez çalışmasında ise; su bazlı verniklerin poliüretan verniklere göre yapışma direnci performansının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun sebebinin uygulanan verniklerin film kalınlığının fazla olmasının yüzeye yapışma direncini arttırıcı etkide bulunmasından kaynaklı olabileceği, bu duruma ek olarak uygulama esnasında ahşap yüzeylerde verniğin homojen dağılımının gerçekleşmemesinin yapışma direncine olumsuz etki yapabileceği ve ahşap yüzeylerdeki pürüzlülük oranı farklılıklarının yapışma üzerindeki etkileri olarak düşünülmektedir. Yapışma direnci performans testi sonuçlarının literatürde yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, yapışma performansı üzerinde ana faktörler olarak ağaç türü, yaşlandırmanın, etkileşim olarak ise vernik türü ve markalarının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Uçucu organik bileşiklerin (UOB) değerlendirilmesi “20/12/2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmî Gazete’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4 ve Ek 5 maddeleri” kapsamında yapılmıştır. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için tespit edilen UOB’lerin kütleli debi değerleri (kg/saat) ve karbon cinsinden kütleli debi değerlerinin (kg/saat) hesaplaması yapılmıştır.

Analizler sonucu tespit edilen UOB’lerin EK1 Tablo 1.2.2 kapsamında değerlendirilmesi, yönetmelikte yer alan Tablo 2.7’de gösterilen organik buhar ve gaz emisyonları için sınır değerleri ve Tablo 2.8’de gösterilen organik buhar ve gazların sınıflandırılması kriterlerine göre yapılmıştır. Çalışma sonucunda; cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka poliüretan verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler neticesinde yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.4, Tablo 4.6, Tablo 4.8, Tablo 4.10 ve Tablo 4.12), kütleli debi değerlerinin yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür. Cilahane bacasından alınan S ve K su bazlı vernik numunelerinde ise herhangi bir uçucu organik bileşiğe rastlanmamış olup, R marka su bazlı vernikte belirlenen hekzan bileşiğinin değeri 0,057

mg/Nm³ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerin de yönetmelikte belirtilen emisyon sınır değerlerine göre oldukça düşük olduğu görülmüştür.

H ve Ü marka su bazlı verniklerde rastlanan uçucu organik bileşiklerin sonuç değerleri ise cihazın okuma limit değerinin ($<0,0035^{**}$ mg/Nm³) altında kaldığından herhangi bir değer tespit edilememiştir. Sonuç olarak cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka su bazlı verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizlerle elde edilen değerler ile yapılan kütleli debi hesaplamalarına göre (Tablo 4.15, Tablo 4.17 ve Tablo 4.20), kütleli debi değerlerinin yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında kaldığı görülmüştür.

Analizler sonucu tespit edilen UOB'lerin EK 2 Tablo 2.1 kapsamında değerlendirilmesi, toplam UOB'ler (TVOC) için kütleli debi sınır değerlerinin Tablo 2.9'da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında olup olmadığı belirlenerek yapılmış olup, cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka poliüretan verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerleri ile cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka su bazlı verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda tespit edilen toplam uçucu organik bileşiklerin (TVOC) değerleri Tablo 2.9'da gösterilen 30 kg/saat değerinin altında kaldığı ve sınır değeri sağladığı görülmüştür.

Analizler sonucu tespit edilen uçucu organik bileşiklerin EK 3 kapsamında değerlendirilmesi, toplam UOB (TVOC) kütleli debi sınır değerleri (karbon cinsinden) Tablo 2.10'da belirtilen 10 kg/saat sınır değerini baz alarak sürekli ölçüme gerek olup olmadığı hesaplanarak yapılmış olup, cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka poliüretan verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda hesaplanan toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değerleri ile cilahane bacasından alınan S, R, H, K ve Ü marka su bazlı verniklere ait numunelerde yapılan ölçüm ve analizler sonucunda hesaplanan toplam UOB (TVOC) karbon cinsinden hesaplanan kütleli debi sınır değerleri Tablo 2.10'da belirtilen 10 kg/saat sınır değerinin altında kaldığı görülmüş olup, tesiste yazıcıli ölçüm aletleri ile sürekli ölçüme gerek olmadığı tespit edilmiştir.

Analizler sonucu tespit edilen uçucu organik bileşiklerin EK 4 kapsamında değerlendirilmesi, vernik uygulamaları yapılan cilahane bacalarının baca gazı hızlarının en az 4 m/s olması, baca yükseklikleri dağılımı engellemeyecek şekilde yerden 10 m veya çatının en yüksek noktasından itibaren 1,5 m olması, baca şapkaları ise baca bitiminden bir baca çapı kadar yüksekte olması,

atık gazların serbest hava akımı tarafından engellenmeden taşınması kriterleri baz alınarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; vernik uygulamalarının yapıldığı cilahane yönetmelikte belirtilen sınır değerleri sağladığı görülmüştür (Tablo 4.1).

Analizler sonucu tespit edilen uçucu organik bileşiklerin EK 5 kapsamında değerlendirilmesi “Beyaz Eşyaların, Metal Yüzeylerin ve Ahşap Malzemelerin Boyandığı Tesisler” için tesisteki boyama, kurutma ve diğer proses işlemlerinin gerçekleştiği ünitelerden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonlarının Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olup olmadığı tespit edilerek yapılmış olup, çalışma sonucunda; tesisteki vernik uygulamalarının gerçekleştiği cilahaneden kaynaklanan organik gaz ve buhar emisyonlarının Ek-1 Tablo 1.2.2’de yer alan sınır değerlere uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 5.1: Uçucu organik bileşikler ve performans testleri sonuç değerleri tablosu.

Ağaç Türü	Vernik Çeşidi	Kontrol Örnekleri					727 Saat UV - Yaşlandırma Periyodu						TVOC
		Film Kalınlığı	Sertlik	Parlaklık	Yapışma	Gri Skala	Film Kalınlığı	Sertlik	Parlaklık	Renk Farkı	Yapışma	Gri Skala	
SAPELLI	PÜ-H	78,8	115,5	33	2,65	5	52,8	83,2	22,82	13,13	1,32	1/2	53,63
	SB-H	78,77	116,8	12,15	3,01	5	52,4	77,27	7,49	6,08	1,22	2/3	<0,0035
	PÜ-S	77,53	111,5	21,36	3,67	5	46,17	78,63	5,81	6,69	1,01	2	23,04
	SB-S	84,1	115,9	23,29	2,74	5	61,53	80,03	20,23	7,34	1,20	2	<0,0035
	PÜ-K	79,07	120	37,44	2,86	5	54,6	78,17	5,15	12,53	1,14	1/2	10,94
	SB-K	78,93	107,1	6,28	2,17	5	49,43	74,03	5,33	3,5	1,21	4/5	<0,0035
	PÜ-Ü	77,63	116,6	32,44	3,10	5	64,63	89,63	23,27	13,98	0,64	1	50,67
	SB-Ü	88,03	121	10,83	1,92	5	56,5	73,53	7,6	7,22	1,62	2	<0,0035
	PÜ-R	78	110	13,72	2,29	5	60,47	75,9	15,99	9,63	1,09	1/2	26,19
	SB-R	78,33	110,1	9,35	3,15	5	49,83	71,17	7,12	5,35	0,88	3	0,0057
DABEMA	PÜ-H	83,33	116,5	45,94	4,01	5	49,2	77,37	1,09	10,42	1,19	1/2	53,63
	SB-H	79,9	119,7	13,35	3,26	5	54	80,1	5,76	13,05	1,11	2/3	<0,0035
	PÜ-S	79,04	115,9	21,28	3,11	5	48,67	79,23	5,36	10,19	1,14	2	23,04
	SB-S	82,07	117,3	21,61	3,30	5	59,03	76,43	11,91	5,42	1,10	4	<0,0035
	PÜ-K	84,77	123	31,29	3,39	5	49,33	76,97	6,23	7,96	1,04	1/2	10,94
	SB-K	81,93	109,1	10,15	2,99	5	53,7	73,23	7,76	5,52	1,14	3/4	<0,0035
	PÜ-Ü	79,63	120,3	35,83	2,99	5	60,63	79,77	20,91	13,79	0,90	1/2	50,67
	SB-Ü	86,33	120,4	12,5	3,17	5	56,5	79,4	13,94	5,73	1,09	4	<0,0035
	PÜ-R	79,53	109,9	12,36	2,32	5	53,03	75,2	14,91	10,23	1,01	1	26,19
	SB-R	78,8	111,8	5,99	3,16	5	54,27	68,87	11,63	4,3	1,23	4	0,0057

Sonuç olarak; Tablo 5.1’de görüldüğü üzere en yüksek TVOC (toplam uçucu organik bileşikler) değerleri; en yüksek H marka poliüretan vernikte 53,63 mg/Nm³, daha sonra sırasıyla Ü marka poliüretan verniklerde 50,67 mg/Nm³, R marka poliüretan verniklerde 26,19 mg/Nm³, S marka poliüretan verniklerde 23,04 mg/Nm³ ve K marka poliüretan verniklerde ise 10,94 mg/Nm³ değerleri tespit edilmiştir. Su bazlı verniklerde ise en yüksek R marka vernikte 0,0057 mg/Nm³ değeri elde edilirken, H, Ü, S ve K su bazlı vernik markalarında ölçülen UOB (uçucu organik bileşik) değerleri cihaz okuma limitinin (<0,0035 mg/Nm³) altında kaldığından herhangi bir değer tespit edilememiştir.

Çalışmada elde edilen sonuç verilerine göre; ahşap yüzey işlemleri için uygulanan poliüretan ve su bazlı verniklerin birbirlerine göre güçlü ve zayıf performans özellikleri gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 5.1). Örneğin; poliüretan verniklerin yaşlandırma sonrası sertlik ve parlaklık performansları iyi iken, su bazlı verniklerin ise film kalınlığı, renk ve yapışma performans değerlerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Tespit edilen uçucu organik bileşiklerin emisyon değerleri karşılaştırıldığında ise poliüretan verniklerde elde edilen emisyon değerlerinin su bazlı verniklerde elde edilen değerlere göre oldukça yüksek olduğu, her ne kadar elde edilen bu emisyon değerlerinin yönetmelikte yer alan sınır değerleri sağlasa bile, insan ve çevre sağlığı bakımından zararlı olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak ahşap yüzey işlemlerinde çevre-performans değerlendirilmesi yapılırken, uçucu organik bileşik emisyon değerlerinin minimum olduğu, insan ve çevre sağlığı bakımından daha zararsız olan su bazlı verniklerin de performanslarının iyi derecede olduğu tespit edilmiştir.

Gennaro ve diğ. (2015) yapmış oldukları çalışmada ahşap numuneler üzerine solvent ve su bazı vernik uygulaması yapmış olup, her bir vernik türü için uçucu organik bileşik emisyon değerlerini (UOB), küçük bir emisyon odası kullanılarak tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, en fazla UOB değerlerini solvent bazlı ahşap verniğinde elde etmişlerdir. Tesarova (2015) masif ağaç türlerinden elde ettiği ahşap numunelere klasik üst yüzey malzemeleri (gomalak verniği, bal mumu vb.) ve modern üst yüzey malzemelerini (su bazlı vernikler ve yağ vernikleri vb.) uygulayarak açığa çıkan UOB emisyon değerlerini tespit etmiştir. Çalışma sonucunda klasik yüzey işlem verniklerinin, çevre bakımından daha az zararlı olarak adlandırılan modern verniklerle göre UOB emisyon değerleri göz önünde bulundurulduğunda, iç ortam çalışanları ve çevre koşulları üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu belirtmiştir. Tong ve diğ. (2018) yapmış oldukları çalışmada ise Çin’de üretim faaliyetlerini sürdüren bir mobilya atölyesinde,

üretim aşamalarında ortama salınan UOB'lerin kaynakları ve seviyeleri hakkında araştırmalar yapılmışlardır. Çalışma sonucunda, UOB'lerin emisyon değerlerine en fazla son kat cilalama prosesinde rastlanmışlardır. Bu prosesi sırasıyla kaplama, astar vernikleme, kenar bantlama, vernik parlatma, kurutma ve boya karıştırma proseslerinin izlediğini tespit etmişlerdir.

Ayrıca, Lee ve diğ. (2003) yaptıkları araştırmada vernik film kalınlığının UOB emisyonları ile yakından ilişkili olduğunu, bu durumda verniklerin çevre için önemli bir UOB kaynağı olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde yer alan uçucu organik bileşik (UOB) çalışmaları ile tez çalışmasında elde edilen UOB sonuçlarının değerlendirilmesi;

- Literatürde, ahşap sektöründe UOB'lerin tespiti ve çevreye etkisi üzerinde çok az çalışmaya rastlanmış olup, özelliklede çevre-performans ilişkisi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmalar ise genel olarak; ahşap numunelere solvent ve su bazlı vernik uygulama prosesleri esnasında açığa çıkan UOB'lerin tespiti üzerine yapılmıştır.
- Literatürde yapılan çalışmalarda; en fazla UOB değerlerine solvent bazlı vernik uygulamalarında rastlandığı, uygulanan verniklerin film kalınlıklarının UOB oranları ile yakın ilişkide olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; poliüretan verniklerde (PÜ) tespit edilen UOB emisyon değerlerinin su bazlı verniklerde (SB) tespit edilen değerlere göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle poliüretan vernik (PÜ) uygulamalarında yüksek oranlarda UOB tespit edilmesine rağmen, tüm vernik türlerinin “20/12/2014 tarihli ve 29211 sayılı Resmî Gazete’de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde” yer alan tüm sınır değerleri sağladığı görülmüştür.

Tez çalışması kapsamında, bulgular bölümünde tespit edilen değerlerden elde edilen sonuçlar ışığında, bilimsel ve uygulamaya yönelik öneriler aşağıda sunulmaya çalışılmıştır;

- Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda; ağaç türü, vernik türü ve farklı deney tasarımları kullanılması sonucunda elde edilecek daha detaylı sonuçların endüstri açısından faydalı olacağı, özellikle de ağaç türleri üzerinde önemli farklılıklarının görülebilmesi için

yapraklı ağaç ve iğne yapraklı ağaç türü örneklerinin beraber değerlendirilmesinin önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.

- Vernik uygulamaları sırasında açığa çıkan UOB emisyonlarından, insanların hem uygulama esnasında hem de hava ya karışan UOB'lerden direk veya dolaylı yollardan etkilendiği gözlemlenmiştir. Bu sebepten dolayı ülkemizde yüzey işlem uygulamaları yapan işletmelerin ve işletmelerde tespit edilen VOC emisyonlarının tekrardan gözden geçirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.
- Çevre ve insan sağlığı bakımından oldukça büyük öneme sahip olan su bazlı verniklerin, endüstride daha yaygın olarak kullanılması için; performans özelliklerinin daha da geliştirilmesi ve maliyetlerinin azaltılması hususunda daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.
- Kent mobilyaları ürün sınıfına giren ve özellikle dış ortam koşullarında kullanılacak ahşap ürünlerin, üst yüzey işlem maddelerinin performans değerlerinin iyi araştırılmasının üretici firmalar ve endüstri açısından önemli olacağı düşünülmektedir.
- Literatürde VOC ve üst yüzey işlem performanslarının belirlenmesi konusunda oldukça fazla çalışma olmasına rağmen, VOC ve yüzey işlem performansı arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin çevreye olan etkisini araştıran çalışmalara çok az oranda rastlanmıştır. Bu tür çalışmaların arttırılmasının insan ve çevre sağlığı bakımından faydalı olmasının yanında, endüstriye de katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Ahşap üst yüzey işlem uygulamalarında yüzey sertliği performansı istenildiğinde poliüretan verniklerin kullanılması önerilebilir.
- Ahşap üst yüzey işlem uygulamalarında parlaklık performansı için poliüretan vernikler ile sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün kullanılması önerilebilir.
- Ahşap üst yüzey işlem uygulamalarında renk performansı için su bazlı vernikler ile sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ağaç türünün kullanılması önerilebilir.
- Ahşap üst yüzey işlem uygulamalarında yapışma performansı için üst yüzey işlem uygulamalarında su bazlı vernik kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akgün, E., 2008, *Ahşap yüzeylerde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin diğer vernik sistemleriyle karşılaştırılması*, Yüksek Lisans, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aksakal, N., Vaizoglu, S., Güler, E., 2005, *Mobilyalardaki kimyasallar ve sağlık etkileri kuramsal bir yaklaşım*, Sted dergisi, 14 (12), 268 – 270.
- Aksu, V., 1998, *Kent mobilyalarının yer aldıkları mekanlara etkileri üzerine-Trabzon kenti üzerinde bir araştırma*, Yüksek Lisans, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ali, K.M.I., Khan, M.A., Rahman, M., Ghani, M., 1997, Ultraviolet curing of epoxy coating on wood surface, *Journal of applied polymer science*, 66 (10), 1997-2004.
- Alyüz B., ve Veli S., 2006, *İç ortam havasında bulunan uçucu organik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri*, Trakya Üniv. J. Sci., 72, 109-116.
- Anonim., 2015, *Organik solvent kullanılarak yapılan yüzey işlemleri için klavuz*, <http://cygm.csb.gov.tr/organik-solvent-kullanilarak-yapilan-yuzey-islemleri-icin-kilavuz-duyuru-31216>, [Ziyaret Tarihi: 12.17.2018].
- Anonim., 2018, *DTX Company – Aktif karbon tüpü*, <http://www.dtxcompany.com>, [Ziyaret Tarihi: 24.11.2018]
- Anonim., 2018, *VOC nedir?* <http://subatek.com/voc-nedir/>, [Ziyaret Tarihi: 15.10.2018].
- Anonim.,2017, *Sektörel bakış*, <http://www.dyo.com.tr/dyo/yatirim.aspx?id=sektorelbakis&dil=TR>, [Ziyaret Tarihi: 12.08.2017].
- Ayata, Ü. ve Çakıcıer, N., 2017, Isıl işlem görmüş (ThermoWood) ve su bazlı vernik uygulanmış bazı ağaç türlerinde hızlandırılmış UV yaşlandırmanın yüzey parlaklık değişimlerinin belirlenmesi, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 1236-1248.
- Ayata, Ü. ve Çakıcıer, N., 2018, Isıl işlem görmüş (ThermoWood) ve su bazlı vernik uygulanmış bazı ağaç türlerinde hızlandırılmış UV yaşlandırmanın yüzeye yapışma direncine etkisi, *Politeknik dergisi*, 21(3), 611-619.
- Ayata, Ü. ve Çakıcıer, N., 2018, Isıl işlem görmüş (ThermoWood) ve su bazlı vernik uygulanmış bazı ağaç türlerinde hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine karşı yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesi, *GÜFBED/GUSTIJ*, 8 (1), 122-134.
- Aydın, B., 2013, *İç ortam havasında uçucu organik bileşiklerin derişimlerinin belirlenmesi ve maruziyet risklerinin değerlendirilmesi*, Doktora, Kocaeli Üniversitesi.
- Aykut, F., 1997, *Dış mekan kentsel donatı elemanlarında ahşap malzeme kullanımı:Bartın belediye parkı örneği*, Yüksek Lisans, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Babaarslan, E., 2015, *Uçucu Organik Bileşikler (VOC) ve GC sisteminde analizi*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, ISGUM, İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü, Ankara.
- Bayram M., 2004, *Ağaç malzeme rutubet miktarının verniklerin yüzeyine yapışma direncine etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bierwagen, G.P., and Hay, T.K., 1975, The reduced pigment volume concentration as an important parameter in interpreting and predicting the properties of organic coatings, *Prog Org Coatings*, 3, 281-303.
- Bilgen, S., 2010, *Dış ortam şartlarının verniklenmiş ardıç odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi*, Yüksek Lisans, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Black, J.M., Laughan, D.F., Mraz, E.A., 1979, Natural finishing research, Department of Agriculture Service, Madison, *Forest Product Laboratory*, FPLV. 046.
- BOSAD., 2015, *Dünyada ve Türkiye'de boya ve hammadde sektörünün son durumu*, <http://www.bosad.org.tr/images/pdf/2015-Bosad-sunum-TR.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 12.04.2019].
- Bozkurt, Y., ve Kurtoğlu, A., 1982, Türkiye'de binalarda kullanılan ağaç malzemenin çürümesi ile ilgili iklim endeksleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 32(2).
- Budakçı, M., 1997, *Ahşap verniklerde katman kalınlığının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetine etkileri*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Budakçı, M., 2003, *Pnomatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinden denenmesi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Budakçı, M., Akkuş, M., Budakçı, A., 2011, Su bazlı boya ve verniklerin Türkiye'deki üretimi ve kullanımı, 6. *Uluslararası ileri teknolojiler sempozyumu*, 16-18 Mayıs 2011, 176-182.
- Budakçı, M., Uysal, B., Esen, R., 2009, Borik asit modifikasyonunun su bazlı verniğin sertlik değerine etkisi, 5. *Uluslararası ileri teknikler sempozyumu*, 13-15 Mayıs 2009, Karabük.
- Budakçı, M., ve Sönmez A., 2010, Bazı ahşap verniklerin farklı ağaç malzeme yüzeylerindeki yapışma direncinin belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(1), 111-118.
- Bulian, F., and Graystone, J., 2009, *Wood coatings: Theory and practice*, Elsevier, Amsterdam, ISBN: 9780444528407.
- Bulut H., 1996, *Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan verniklerin soğuk suya karşı dayanıklılıkları*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Chang., John, C. S., Zhishi, G., 1992, Characterization of organic emissions from a wood finishing product - wood Stain, *Indoor Air*, 2, 146-153.
- Clausen, P, A., Wolko, P., Host, E., Nielsen P. A., 1991, Long-term emission of volatile organic compounds from waterborne paints: methods of comparison, *Indoor Air* 1991, 1(4), 562–76.
- Collins C. D., Bell J. N. B., 2002, *Air pollution and plant life*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Currell, G., 2000, *Analytical instrumentation: performance characteristics and quality*, Toronto: John Wiley & Sons LTD.
- Çakıcıer, N., 2007, *Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler*, Doktora, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği., 2014, *İşletmeler için hava emisyonu esas ve sınır değerleri*, www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.13184%20ek.doc, [Ziyaret Tarihi: 13.06.2017].
- Dalyan, B., 2010, *Marine koşullarının verniklenmiş ahşap malzeme üzerine etkileri*, Yüksek Lisans, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dilik, T. ve Gürsoy, S., 2017, Kent mobilyasında ahşap malzeme kullanımı ve seçimine yönelik güncel bir değerlendirme, *İleri teknoloji bilimleri dergisi*, 6, 847-856.
- Doganay, S., ve Kureli, I., 2015, The effects of surface roughness, adhesive type, and veneer species on pull-off strength of laminated medium density fibreboard, *Bioresources*, 10 (1), 1293-1303.
- Doruk, Ş., 2009, *Lamine ağaç malzemedeki vernik ve emprenye işlemlerinin yaşlandırmaya etkisinin belirlenmesi*, Doktora, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ekinci, E., 2011, *Su bazlı koruyucu maddelerle muamele edilmiş sarıçam (Pinus Sylvestris L.) ve kestane (Castanea sativa Mill.) örneklerinde açık havada meydana gelen fiziksel değişikliklerin belirlenmesi Pinus Sylvestris L.)*, Yüksek Lisans, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- EPA., 2018, National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Surface Coating of Wood Building Products Residual Risk and Technology Review, *The Federal Register / FIND; Washington*, 83(095), 22754.
- Erdin, N. ve Bozkurt, Y., 2013, *Ticarette önemli yabancı ağaçlar*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, ISBN: 978-975-404-912-1.
- Erdin, N., 2003, Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi, *Türkiye mühendislik haberleri*, 427 (5), 96-100.

- Fengel, D., Wegener, G., 1984, *Wood chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin/New York.
- Flexener, B., 2009, *Understanding wood finishing*, FoxChapel, Chine, ISBN: 978-1-56523-548-9.
- Gennaro, G., Loiotile, D. A., Fracchiolla, R., Palmisani, J., Saracino, R. M., Tutino, M., 2015, Temporal variation of VOC emission from solvent and water based wood stains, *Atmospheric Environment*, 115, 53-61.
- Gezer, İ., 2009, *Ağaç malzemeye uygulanan ısıt işlemin su bazlı verniklerideki etkilerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Guo H., Lee S. C., Chan L. Y., Li W. M., 2004, *Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments*, Environmental research, 57-66.
- Guo, X., Wang, X., Ji, F., 2015, Effect of surface treatment on the properties of UV coating, *Wood research*, 60 (4), 623-632.
- Gülbağ, A., 2006, *Yapay sinir ağı ve bulanık mantık tabanlı algoritmalar ile uçucu organik bileşiklerin miktarsal tayini*, Doktora, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güler, F. D., 2010, *Bazı ağaç türleirnde ısıt işlem uygulamasının vernik katman özellikleri üzerine etkisi*, Yüksek Lisans, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güney, A., 2010, *Bina içi ve dış uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gür, Ö.i 1990, *Vernik ve tinerin burun ve paranasal sinus mukozaları üzerine etkileri*, Uzmanlık Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Gürleyen, T., 2018, *Isıt işlem görmüş bazı ağaç türlerine uygulanan sentetik vernik, su-bazlı vernik ve tik yağı katmanlarının hızlandırılmış uv yaşlandırma etkisine karşı direncinin saptanması*, Doktora, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gürsoy, S., 2011, *Kent mobilyalarında ahşap kullanımı üzerine incelemeler*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Harb, P., Locoge, N., Thevenet, F., 2018, Emissions and treatment of VOCs emitted from wood-based construction materials: Impact on indoor air quality, *Chemical Engineering Journal*, 354, 641-652.
- Ho, X. D., Kim, H. K., Sohn, R. J., Oh, H. Y., Ahn, W. J., 2011, Emission Rates of Volatile Organic Compounds Released from Newly Produced Household Furniture Products Using a Large-Scale Chamber Testing Method, *The Scientific World Journal*, 11, 1587-1622.
- Howard, E. M., McCrills, R. C., Krebs, K. A., Fortmann, R., Lao, H. C., Guo, Z., 1998, Indoor emissions from conversion varnishes, *Journal of Air & Waste Management Association*, 48(10), 924-30.

- Huang, E., Guan, R., McCrillis, R., 1997, Demonstration of no-voc/no-hap wood furniture coating system, *Coatings World. Rodman Publications*, 2(6), 21-26.
- Hwang, H.D., Moon, J.I., Choi, J.H., Kim, H.J., Kimc, S.D., Park, J.C., 2009, Effect of water drying conditions on the surface property and morphology of waterborne UV-curable coatings for enginered flooring, *Journal of industrial and engineering chemistyr*, 15 (3), 381-387.
- İkiz, A., f., Püskülcü, H., Eren, Ş., 1996, *İstatistiğe giriş*, EÜ Basımevi, İzmir.
- Jacques, L.F.E., 2000, *Accelerated and outdoor/natural exposure testing ofcoatings, progress in polymer science*, V.25, P.1337-1362.
- Kakaycı, Ş., 2006, *SPSS uygulamaları çok değişkenli istatistik teknikleri*, Asil yayın dağıtım. Ankara.
- Karadağ, A. A., Sevim Korkut, D., Korkut, S., Köylü, G. P., Akıncı Kesim, Güniz (2017). Use of Wooden Materials in the Landscape Applications in Turkey. *Inonu University Journal of Arts and Design*, 7(15). 1-17.
- Karpuzcu M., 2004, *Çevre kirlenmesi ve kontrolü*, Kubbealtı neşriyatı, İstanbul.
- Kazan, B., 2009, *Su bazlı vernik uygulanmış yüzey üzerindeki ısı işlemin etkileri*, Yüksek Lisans, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kesik, İ. H., 2009, *Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzemem yüzeylerinde su bazlı verniklerin katman performansı*, Doktora, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ketola, W.D., Grossman, D., 1994, *Accelerated and outdoor durability testing of organic materials (hardcover)*, USA, P. 169-182.
- Kılıç, A. ve Hafızoğlu H., 2007, Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi orman fakültesi dergisi*, 2 (4), 175-183.
- Kocapınar, M., 2014, *Bazı ağaç türü odunlarında ağaç malzeme ve işleme özelliklerinin verniklerin yapışma direnci üzerine etkilerinin araştırılması*, Yüksek Lisans, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Koltka, S. ve Sabah, E., 2012, Boya sektörü ve sentetik (çöktürülmüş) kalsiyum karbonat (PCC), 8. *Uluslararası endüstriyel hammaddeler sempozyumu*, 29-30 Kasım 2012 İstanbul, 47-56.
- Kumar, A., ve Viden, I., 2007, Volatile organic compounds: sampling methods and their worldwide profile in ambient air, *Environ Monit Assess*, 131, 301–321.
- Kurtoğlu, A. ve Kahveci M., 1989, Yüzey işlem uygulama teknikleri, *İstanbul Üniversitesi orman fakültesi dergisi*, 39, 58-74.

- Kurtoğlu, A., 2000, *Ağaç malzeme yüzey işlemleri*, Üniversite, İstanbul, ISBN: 975-404-590-9 (I.Cilt).
- Kurtoğlu, A., Sofuoğlu, S.D., 2013, Mobilya ve ağaç işlerinde kullanılan ahşap malzemeler 1, *Mobilya ve Dekorasyon Dergisi*, 118, 62-78.
- Küçükakçıl, G., 2016, *Kütahya bölgesinde uçucu organik bileşiklerin alansal dağılımlarının ve kaynaklarının pasif örnekleme metodu ile belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Landry, V., Blanchet, P., Boivin, G., Bouffard, J.F., Vlad, M., 2015, UV-led curing efficiency of wood coatings, *Coatings*, 5, 1019-1033.
- Lee, S. C., Kwok, N. H., Guo, H., Hung W. T., 2003, The effect of wet film thickness on VOC emissions from a finishing varnish, *Sci Total Environ*, 10(4), 209-16.
- M. Tunçgenç, “Genel boya bilgileri,” Akzo Nobel Kemipol A.Ş., Teknik Bülten, 2004.
- Malkoçoğlu, A., ve Özdemir, T., 2006, Odun özellikleri ve yüzey işlemlerine etkileri, *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1), 1-9.
- Mason, R.L., Gunst, R.F., Hess, J.L., 2003, Statistical design and analysis of experiments with application to engineering and science, John Wiley&Sons Publication, ISBN: 978- 0-471-37216-5, pp. 200-214.
- Mcdermott H. J., 2004, *Air monitoring for toxic exposures*, 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., New York, ISBN-13: 978-0471454359.
- Mercan, A, M., 2012, *Bazı ağaç türü odunlarında çeşitli vernik uygulama koşullarına ait yapışma direncinin araştırılması*, Yüksek Lisans, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Montgomery, D., C., Peck, E., A., Vining, G., G., 2012, *Introduction to linear regression analysis*, Wiley, 5th ed., United Kingdom, ISBN: 978-470-54281-1.
- Onat, M., 2010, *Bina içi ve dışı uçucucu organik bileşiklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Orchard, S.E., 1994, flow of paint coatings: A hydrodynamic analysis, *Prog org coatings*, 23 (4), 341-350.
- Ordu M., 2007, *Açık hava koşullarının ahşap malzemenin üzerine etkisi*, Yüksek Lisans, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ovla, D., H., ve Taşdelen B., 2012, Aykırı değer yönetimi, *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilim Dergisi*, 5(3), 1-8.
- Ozarska, B., 2003, *Decorative wood veneering technology*, Forest and wood products research and development Corporation, Australian, ISBN: 1920883002.
- Özdemir, T., 2003, *Türkiye’de yetişen bazı ağaç türlerinde verniklerin özelliklerinin araştırılması*, Doktora, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Özdemir, T., ve Kocapınar M., 2015, Doğu karadeniz göknarı (*abies nordmanniana* subsp.) ve doğu kayını (*fagus orientalis* lipsk.) odunlarında işlenme özelliklerinin adhezyon direnci üzerine etkisi, 3. *Ulusal Mobilya Kongresi*, 10-12 Nisan 2015 Konya.
- Özen, R., ve Sönmez, A., 1996, *Effect of exterior exposure on the hadrness of varnishes coating*, Tr. J. of Agriculture and forestry, 23 (1999), 323–328.
- Özgenç, Ö. ve Yıldız, Ümit., Induline SW 900 su bazlı emprenye maddesi uygulanan odunun hızlandırılmış dış ortam testine olan dayanımı, *KSÜ mühendislik bil. der.* Özel sayı, 56-61.
- Özgenç, Ö., 2015, Dış ortam koşullarında bazı poliüretan esaslı üst yüzey sistemlerinin odun yüzeyini koruma performansı, *Artvin Çoruh Üniversitesi orman fakültesi dergisi*, 16, 65-71.
- Özgenç, Ö., Kuştaş, S., Durmaz, S., 2017, Ağaç kabuk ekstraktı içeren su bazlı akrilik yüzey sistemlerinin dış ortam koşullarındaki dayanımı, *İleri teknoloji bilimleri dergisi*, 6, 41-51.
- Özgenç, Ö., Yıldız Ü., Yıldız S., 2013, Odun yüzeylerinin bazı yenil emprenye maddeleri ve üst yüzey işlemleri ile açık hava etkilerine karşı korunması, *Artvin Çoruh Üniversitesi orman fakültesi dergisi*, 14, 203-215.
- Patton, T.C., 1979, *Paint flow and pigment dispersion*, John Wiley, New York, ISBN: 965-534-234-12.
- Peker, H., 1997, *Mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklere emprenye maddelerinin etkileri*, Doktora, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pelit, H., 2007, *Ağaç malzeme rutubet miktarının su bazlı vernik katman özelliklerine etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Petry, V., and Kent, D.J, 2004, The effect of UV-curable formulations and matting agents on lacquer properties, *Surface coatings international part B2: Coatings transactions*, 87 (2), 71-148.
- Sarıca, M., 2006, *Borlu bileşikler ile emprenye işleminin bazı ağaç malzeme ve verniklerde sertlik ve aşınma direncine etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sassoli, M., Taiti, C., Werther, G. N., Costa, C., Mancuso, S., Menesatti, P., Fioravanti, M., 2017, Characterization of VOC emission profile of different wood species during moisture cycles, *Iforest-Biogeosciences and Forestry*, 10, 576-584.
- Seo, J. H., Jeong, S. G., Kim, S., 2015, development of thermally enhanced wood-based materials with high VOCs adsorption using exfoliated graphite nanoplatelets for use as building materials, *“Graphite in wood products,” BioResources*, 10(4), 7081-7091.
- Sjostrom. E., 1993, Wood polysaccharides, Lignin and pulping chemistry. In: *Wood Chemistry, Fundamentals and Applications*, New York; Academic Pres, Inc Orlando.

- Soylamiş, D., 2007, *Su itici bazı emprenye maddelerinin üst yüzey işlemlerine etkisi*, Yüksek Lisans, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Söğütlü, C., Öztürk, Y., Döngel, N., Okçu, S., The determination of the resistance to abrasion and scratching of some varnishes applied on sapele wood, *International conference on agriculture, forest, food sciences and technologies*, 15-17 May 2017 Cappadocia.
- Sönmez, A., ve Budakçı, M., 2004, Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri II- Koruyucu Katman ve Boya / Vernik Sistemleri, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, ss. 1-142.
- Sönmez, A.i 1989, *Ağçatan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkileri karşı dayanıklılıkları*, Doktora, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Speranza, A., 2003, *La verniciature del legno: preparazione delle superfici*, Pitture vernici, 11 (2), 176-198.
- Suits, L.D., and Hsuan, Y.G., “Assess the photo-degradation of geosynthetics by outdoor exposure and laboratory weatherometer,” *Geotextiles and Geomembranes*, vol. 21, pp. 111-122, 2003.
- Tekin, A., 2009, *Ahşap malzemelerde kullanılan bazı vernik katmanlarının aşınma dirençlerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tesarova, D., ve Cech, P., 2015, Influence of classic finished surfaces of massive wood on indoor environment, *Pro Ligno*, 11(4), 294-300.
- TİM., 2012, *Türk sanayi sektörünün AB çevre mevzuatına uyumu*, 21-22.
- Toksöz, N, A., 2012, *Kocaeli merkezinde bulunan çocuk oyun alanlarından alınan hava örneklerinde uçucu organik bileşiklerin belirlenmesi ve risk değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tong, R., Zhang, L., Yang, X., Liu, J., Zhou, P., Li, J., 2018, Emission characteristics and probabilistic health risk of volatile organic compounds from solvents in wooden furniture manufacturing, *Journal of Cleaner Production*, 208, 1096-1108.
- Tracton, A.A., 2006, *Coating materials and surface coatings*, 1st ed., CRC, New York, ISBN: 1-4200-4404-4.
- Tuduri, L., Millet, M., Briand, O., Montury, M., 2012, Passive air sampling of semivolatile organic compounds. *Trends in Analytical Chemistry*. 31, 38-49.
- Tutgun, R., 2013, *Ahşap malzemedeki yüzey pürüzlülüğünün vernik katmanını tutunma direncine etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ulay, G., ve Budakçı, M., 2015, Ahşap yüzeylerde kullanılan su bazlı vernikler ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalar, *Düzce Üniversitesi bilim ve teknoloji dergisi*, 3 (2) 470-480.

- Van den Bulcke, J., Rijckaert, V., Van Acker, J. ve Stevens, M., “Adhesion and weathering performance of waterborne coatings applied to different temperate and tropical wood species”, *Journal of Coating Technology Research*, vol.3, n. 3, pp. 185-191, 2006.
- Wadden R., and Schedd P.A., 1983, *Indoor air pollution*, A. Wiley-Interscience publication, New York.
- WHO., 1989, Indoor Air Quality: Organic Pollutants, Euro Reports and Studies, *World Health Organisation, Regional Office for Europe*, Copenhagen, 11.
- Williams, R.S., Plantigna, P.L., Feist, W.C., 1990, Photodegradation of wood affects paint adhesion, *Forest prod. Journal*, 40(1), 45.
- Yakın, M., 2001, *Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık, ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yalınkılıç, C.A., 2008, *Ağaç malzemedeki su bazlı vernikler ile su çözücü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaşar, M., 2014, *Doğal ve yapay koruyucu maddeler ile muamele edilmiş ahşap malzemenin bazı özelliklerine açık hava şartlarının etkisi*, Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yaşar, Ş. ve Atar, M., 2017, Ahşap koruyucularla muamele edilmiş bazı ahşap malzemelerin yanmasıyla ortaya çıkan gaz emisyon miktarları, *İleri teknoloji bilimleri dergisi*, 6, 503-514.
- Yazıcı, H., 2005, Açık hava koşullarının odun dayanımına etkisi, *ZKÜ Bartın orman fakültesi dergisi*, 7, 72-73.
- Yılmaz, E., 2011, *Çözücü kullanan iş yerlerinin iç ortam havasında uçucu organik bileşiklerin pasif örnekleme ile tayini ve izlenmesi*, Yüksek Lisans, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Zhu, X. D., Liu, Y., Shen, J., 2016, Volatile organic compounds (VOCs) emissions of wood-based panels coated with nanoparticles modified water based varnish, *European Journal of Wood and Wood Products*, 74 (4), 601-607.

EKLER

EK 1. Poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası sertlik performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Sertlik-Yaşlandırma Öncesi					Sertlik-Yaşlandırma Sonrası				
	H-PÜ	S-PÜ	K-PÜ	Ü-PÜ	R-PÜ	H-PÜ	S-PÜ	K-PÜ	Ü-PÜ	R-PÜ
1	119	102	121	107	115	90	79	81	80	68
2	118	106	132	111	113	78	75	85	84	82
3	121	108	124	114	102	82	87	88	87	81
4	116	106	116	119	106	83	84	84	92	76
5	124	112	112	112	110	90	79	82	85	85
6	116	108	125	117	111	79	81	75	90	80
7	111	116	120	121	113	78	81	75	94	82
8	126	112	117	124	112	90	85	79	97	78
9	116	106	109	126	116	92	83	76	99	81
10	123	109	119	117	115	81	71	77	90	76
11	117	110	120	112	102	84	73	77	85	71
12	119	113	124	116	121	80	78	74	89	75
13	120	116	121	124	113	90	75	83	97	74
14	114	104	124	128	112	87	77	69	101	71
15	117	112	120	124	107	83	72	81	97	69
16	106	115	118	122	116	79	78	66	95	82
17	118	106	123	112	111	95	70	61	85	75
18	124	102	126	114	113	89	66	66	87	73
19	119	117	129	110	109	84	71	71	83	78
20	114	110	121	109	112	77	77	78	82	84
21	107	120	126	113	107	81	80	77	86	80
22	110	115	131	107	102	90	72	77	80	69
23	117	113	110	120	106	72	75	82	93	75
24	106	118	119	123	105	69	86	88	96	71
25	105	126	116	119	102	74	82	84	92	74
26	117	121	117	127	100	73	79	78	100	72
27	119	113	116	113	113	89	81	76	86	71
28	108	115	119	118	109	86	87	89	91	69
29	111	104	111	111	108	83	86	84	84	75
30	107	109	115	109	118	88	89	82	82	80

EK 2. Poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası sertlik performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Sertlik-Yaşlandırma Öncesi					Sertlik-Yaşlandırma Sonrası				
	H-PÜ	S-PÜ	K-PÜ	Ü-PÜ	R-PÜ	H-PÜ	S-PÜ	K-PÜ	Ü-PÜ	R-PÜ
1	118	112	124	114	113	82	78	80	77	67
2	120	115	135	118	108	78	74	84	81	81
3	121	118	127	126	103	88	86	87	84	80
4	115	106	119	130	107	85	83	83	89	75
5	118	114	115	126	106	81	78	81	82	84
6	107	117	128	124	103	77	80	74	87	79
7	119	108	123	114	101	93	80	74	91	81
8	125	104	120	116	114	87	84	78	94	77
9	120	119	112	112	110	82	82	75	96	80
10	115	112	122	111	109	75	70	76	87	75
11	108	122	123	115	119	79	72	76	82	70
12	111	117	127	109	103	88	71	76	77	68
13	118	115	124	122	107	70	74	81	90	74
14	107	120	127	125	109	67	85	87	93	70
15	106	128	123	121	107	72	81	83	89	73
16	118	123	121	129	113	71	78	77	97	71
17	120	115	126	115	109	87	80	75	83	70
18	109	117	129	120	117	84	86	88	88	68
19	112	106	132	113	113	81	85	83	81	74
20	108	111	124	111	107	86	88	81	79	79
21	124	116	129	117	108	67	81	65	71	87
22	120	120	134	120	104	65	86	69	66	85
23	122	113	113	121	116	65	79	74	68	75
24	119	118	122	126	115	78	77	70	64	77
25	126	114	119	116	104	74	80	72	66	73
26	120	117	120	124	109	73	84	67	64	72
27	115	116	119	128	111	67	74	69	61	76
28	122	123	122	131	114	64	73	75	63	70
29	112	121	114	130	117	77	79	74	73	83
30	121	119	118	124	121	78	69	75	70	62

EK 3. Su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası sertlik performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Sertlik-Yaşlandırma Öncesi					Sertlik-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	123	114	103	115	107	69	83	75	75	63
2	119	118	109	118	103	67	79	79	79	60
3	121	111	105	119	115	67	83	71	82	74
4	118	116	104	124	114	80	76	66	87	73
5	125	112	112	114	103	76	83	82	79	73
6	119	115	105	122	108	75	82	84	79	69
7	114	114	102	126	110	69	77	73	76	77
8	121	121	106	129	113	66	84	76	81	63
9	111	119	109	128	116	79	87	68	73	68
10	120	117	105	122	120	80	75	78	73	61
11	116	113	103	117	121	86	77	73	65	71
12	112	118	106	121	110	82	82	66	74	88
13	114	117	102	129	110	76	87	70	69	86
14	111	118	100	133	109	76	80	75	71	76
15	117	113	102	129	104	82	78	71	67	78
16	116	115	101	127	113	79	81	73	69	74
17	119	115	111	117	108	83	85	68	67	73
18	122	119	119	119	110	86	75	70	64	77
19	120	117	117	115	106	82	74	76	66	71
20	114	114	112	114	109	80	80	75	76	84
21	116	116	115	118	104	74	70	76	73	63
22	113	118	102	112	109	71	74	74	73	61
23	110	117	105	125	116	81	77	73	75	67
24	118	113	109	120	109	76	82	68	79	72
25	121	114	112	121	105	73	75	82	78	74
26	117	121	105	121	113	76	80	76	66	58
27	115	115	107	118	103	77	84	83	73	66
28	110	112	104	127	117	79	87	77	70	73
29	111	116	107	113	112	84	84	72	70	72
30	120	118	114	117	107	87	80	71	77	70

EK 4. Su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası sertlik performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Sertlik-Yaşlandırma Öncesi					Sertlik-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	119	114	105	118	122	85	81	74	74	61
2	115	119	111	122	111	81	77	78	78	58
3	117	118	107	130	111	75	81	70	81	72
4	114	119	106	134	110	75	74	65	86	71
5	120	114	114	130	105	81	81	81	78	71
6	119	116	107	128	114	78	80	83	78	67
7	122	116	104	118	109	82	75	72	75	75
8	125	120	108	120	111	85	82	75	80	61
9	123	118	111	116	107	81	85	67	72	66
10	117	115	107	115	110	79	73	77	72	59
11	119	117	105	119	105	73	75	72	64	69
12	116	119	108	113	110	70	72	73	72	59
13	113	118	104	126	117	80	75	72	74	65
14	121	114	102	121	110	75	80	67	78	70
15	124	115	104	122	106	72	73	81	77	72
16	120	122	103	122	114	75	78	75	65	56
17	118	116	113	119	104	76	82	82	72	64
18	113	113	121	128	118	78	85	76	69	71
19	114	117	119	114	113	83	82	71	69	70
20	123	119	114	118	108	86	78	70	76	68
21	122	116	117	108	116	89	76	73	88	73
22	121	117	104	112	114	77	73	82	96	72
23	124	120	107	115	122	81	75	68	100	69
24	119	119	111	120	114	82	70	80	96	67
25	127	121	114	113	113	89	76	65	94	80
26	119	116	107	118	108	78	68	60	84	73
27	114	114	109	122	117	77	64	65	86	71
28	129	118	106	125	112	89	69	70	82	76
29	119	120	109	127	114	91	75	77	81	82
30	126	119	116	118	110	80	78	76	85	78

EK 5. Poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası film kalınlık performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Film Kalınlığı-Yaşlandırma Öncesi					Film Kalınlığı-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	84	78	82	68	77	54	41	60	55	50
2	81	82	88	72	75	50	38	64	59	64
3	77	75	84	75	74	47	43	67	62	63
4	73	73	78	80	72	49	42	63	67	58
5	89	88	76	73	78	55	58	61	60	67
6	83	84	89	78	83	54	55	54	65	62
7	78	71	84	82	85	57	52	54	69	64
8	71	69	75	85	69	60	48	58	72	60
9	75	73	73	87	64	58	44	55	74	63
10	84	76	78	78	69	46	56	56	65	58
11	80	71	84	73	74	50	53	56	60	53
12	76	68	81	77	71	51	48	53	64	57
13	73	73	85	85	85	58	50	62	72	56
14	75	72	88	89	84	47	50	48	76	53
15	81	88	84	85	79	46	54	60	72	51
16	80	85	82	83	88	58	52	59	70	64
17	83	82	75	73	83	60	40	48	60	60
18	86	78	75	75	85	49	42	54	62	59
19	84	74	79	71	81	52	47	50	58	59
20	72	86	76	70	84	48	44	53	57	64
21	76	83	77	74	79	58	46	51	61	70
22	77	78	77	68	74	55	41	50	55	66
23	84	80	74	81	78	51	47	48	68	60
24	73	80	83	84	77	47	39	54	71	58
25	72	84	69	80	74	63	35	59	67	71
26	84	82	81	88	72	57	40	61	75	66
27	86	70	80	74	85	52	46	45	61	57
28	75	72	69	79	81	45	49	40	66	55
29	78	77	75	72	80	49	41	45	59	60
30	74	74	71	70	80	58	44	50	57	66

EK 6. Poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası film kalınlık performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Film Kalınlığı-Yaşlandırma Öncesi					Film Kalınlığı-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	86	72	87	70	78	47	39	54	53	49
2	83	69	84	74	76	48	36	51	57	63
3	79	74	88	77	75	55	41	60	60	62
4	75	73	91	82	73	44	40	46	65	57
5	91	89	87	75	79	43	56	58	58	66
6	85	86	85	80	84	55	53	57	63	61
7	80	83	78	84	86	57	50	46	67	63
8	73	79	78	87	70	46	46	52	70	59
9	77	75	82	89	65	49	42	48	72	62
10	86	87	79	80	70	45	54	51	63	57
11	82	84	80	75	75	55	51	49	58	52
12	79	79	80	79	72	52	46	48	62	56
13	86	81	77	87	86	48	48	46	70	55
14	75	81	86	91	85	44	37	52	69	52
15	74	85	72	87	80	60	33	57	65	50
16	86	83	84	85	89	54	38	59	73	63
17	88	71	83	75	84	49	44	43	59	59
18	77	73	72	77	86	42	47	38	64	58
19	80	78	78	73	81	46	39	43	57	58
20	76	75	74	72	81	55	42	48	55	63
21	95	85	82	76	82	49	54	47	61	45
22	92	82	86	70	85	47	51	47	66	43
23	87	78	89	83	80	46	61	49	58	42
24	89	74	94	86	75	41	56	53	58	40
25	89	90	87	82	79	55	53	52	55	46
26	93	84	92	90	85	49	56	40	60	51
27	91	79	96	76	81	56	57	47	52	53
28	79	72	99	81	89	50	59	44	52	37
29	81	76	101	74	75	45	64	44	44	32
30	86	85	92	72	80	44	67	51	53	37

EK 7. Su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası film kalınlık performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Film Kalınlığı-Yaşlandırma Öncesi					Film Kalınlığı-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	84	76	82	79	77	52	56	49	51	46
2	81	80	88	83	75	50	53	49	55	44
3	77	83	84	86	74	49	63	51	58	43
4	73	78	78	91	72	44	58	55	63	41
5	89	75	78	84	78	58	55	54	56	47
6	83	80	84	89	83	52	58	42	61	52
7	78	79	81	93	85	59	59	49	65	54
8	71	95	85	96	69	53	61	46	68	38
9	75	92	88	98	64	48	66	46	65	33
10	84	89	84	89	69	47	69	53	61	38
11	80	85	82	84	74	45	65	51	56	43
12	76	81	75	88	71	43	61	55	60	40
13	73	93	75	96	85	43	65	47	63	54
14	75	90	79	100	84	56	58	42	68	53
15	81	85	81	96	79	52	65	58	60	53
16	80	87	80	94	88	51	64	60	60	49
17	83	87	69	84	83	45	59	49	57	57
18	86	91	75	86	85	42	66	52	62	43
19	84	89	71	82	81	55	69	44	54	48
20	78	77	72	81	84	56	57	54	54	41
21	74	79	76	85	79	62	59	49	46	51
22	77	84	77	79	74	58	64	42	55	68
23	74	89	84	92	78	52	69	46	50	66
24	72	82	73	87	84	52	62	51	52	56
25	85	80	72	88	80	58	60	47	48	58
26	81	95	84	88	88	55	63	49	50	54
27	80	87	86	85	74	59	67	44	48	53
28	74	77	75	94	79	62	57	46	45	57
29	71	76	78	80	72	58	56	52	47	51
30	84	82	72	84	82	56	62	51	57	64

EK 8. Su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma testi öncesi ve sonrası film kalınlık performansı ölçüm sonuçları

Örnek No	Film Kalınlığı-Yaşlandırma Öncesi					Film Kalınlığı-Yaşlandırma Sonrası				
	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB	H-SB	S-SB	K-SB	Ü-SB	R-SB
1	82	77	85	85	78	46	67	52	49	41
2	78	81	91	89	76	44	63	56	53	38
3	75	84	87	97	75	44	67	48	56	52
4	77	79	81	101	73	57	60	43	61	51
5	83	76	81	97	79	53	67	59	54	51
6	82	81	87	95	84	52	66	61	59	47
7	85	80	84	85	86	46	61	50	63	55
8	88	96	88	87	70	43	68	53	66	41
9	86	93	91	83	65	56	71	45	63	46
10	80	90	87	82	70	57	59	55	59	39
11	76	86	85	86	75	63	61	50	54	49
12	79	82	78	80	72	59	66	43	58	66
13	76	83	78	93	86	53	71	47	48	64
14	74	81	82	88	85	53	64	52	50	54
15	87	96	84	89	80	59	62	48	46	56
16	83	88	83	89	89	56	65	50	48	52
17	82	78	72	86	84	60	69	45	46	51
18	76	77	78	95	86	63	59	47	43	55
19	73	83	74	81	73	59	58	53	45	49
20	86	77	75	85	83	57	64	52	55	62
21	80	74	79	83	82	55	52	61	74	68
22	84	76	80	89	85	51	56	65	70	64
23	77	82	87	85	80	48	54	68	68	58
24	75	81	76	79	75	50	42	64	58	56
25	90	84	75	77	79	56	44	62	60	69
26	86	87	87	90	78	55	49	55	56	64
27	73	85	89	85	75	58	46	55	55	55
28	71	73	78	76	73	61	48	59	59	53
29	75	77	81	74	86	59	43	56	53	58
30	78	75	75	79	82	47	49	57	66	64

EK 9. H marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

	Renk Farkı (ΔE)-H						
Örnek No	H-pü-yö-L	H-pü-yö-a	H-pü-yö-b	H-pü-ys-L	H-pü-ys-a	H-pü-ys-b	ΔE
1	32,49	24,76	31,27	26,97	21,67	19,17	13,65
2	35,57	26,24	36,03	29,51	23,3	22,15	15,43
3	33,13	26,07	34,57	34,49	16,93	18,8	18,28
4	34,24	23,77	33,3	26,19	22,5	20,39	15,27
5	34,27	26,02	34,64	26,67	22,59	20,89	16,08
6	30,95	23,12	30,83	32,93	17,58	20,65	11,76
7	32,92	24,73	33,32	29,12	21,9	19,08	15,01
8	30,66	25,82	32,21	29,67	22,53	22,15	10,63
9	31,02	20,84	28,96	26,36	17,97	17,29	12,89
10	29,57	20,13	28,16	27,04	18,67	18,86	9,75
11	32,39	19,76	27,88	26,72	17,99	18,22	11,34
12	29,28	19,9	26,3	24,27	18,21	15,96	11,61
13	30,94	20,56	29,24	26,23	19	19,13	11,26
14	30,14	20,37	28,29	27,38	19,1	19,5	9,30
15	30,85	19,85	26,91	27,04	19,11	20,1	7,84
16	30,32	20,84	28,87	26,74	18,41	18,84	10,92
17	30,25	19,82	26,97	26,77	18,71	19,08	8,69
18	30,34	20,75	28,67	28,42	18,9	21,09	8,04
19	30,26	20,4	27,46	27,01	18,33	19,74	8,63
20	30,18	20,49	28,18	28,01	18,63	20,19	8,49
21	31,81	25,21	31,27	25,59	20,95	19,14	14,28
22	31,25	24,57	31,2	22,71	16,93	13,13	21,40
23	30,7	23,59	30,06	24,25	18,65	15,54	16,64
24	26,6	23,38	27,82	25,85	18,55	15,07	13,65
25	29,51	22,87	28,9	25,33	19,28	16,09	13,94
26	32,89	23,75	29,21	24,4	18,43	14,17	18,07
27	27,65	24,42	26,55	22,03	15,84	12,53	17,37
28	35,4	24,02	31,51	26,11	21,23	19,51	15,43
29	29,11	23,5	29,88	26,26	20,69	18,07	12,47
30	29,31	23,86	28,59	24,74	18,52	14,42	15,82

EK 10. S marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-S						ΔE
	S-pü-yö-L	S-pü-yö-a	S-pü-yö-b	S-pü-ys-L	S-pü-ys-a	S-pü-ys-b	
1	48,09	17,76	29,84	43,42	18,23	35,42	7,29
2	49,2	17,24	29,35	36,06	19,76	29,21	13,38
3	48,71	19,18	31,85	43,16	18,79	33,1	5,70
4	45,89	17,66	27,99	43,95	17,86	31,14	3,70
5	51,94	17,65	29,18	41,44	18,14	30,04	10,55
6	45,43	18,12	28,73	43,58	18,6	33,91	5,52
7	46,21	17,96	28,47	38,86	19,15	32,2	8,33
8	48,28	18,58	30,6	42,45	18,89	36,07	8,00
9	45,2	17,97	28,35	36,42	19,33	29,09	8,92
10	32,93	18,37	22,17	30,23	20,09	24,96	4,25
11	32,84	17,21	23,11	29,04	19,41	23,47	4,41
12	34,56	18,81	24,81	31,65	18,85	23,15	3,35
13	35,24	18,3	24,1	29,12	19,23	22,38	6,42
14	33,47	18,45	23,03	30,98	20,1	24,1	3,17
15	34,92	17,59	24,51	30,96	20,89	26,38	5,48
16	36,12	17,61	25,3	30,95	19,18	23,63	5,66
17	46,08	18,86	28,86	39,87	18,46	30,24	6,37
18	48,86	18,2	30,77	36,03	19,19	26,44	13,58
19	39,37	19,99	27,26	33,66	22,02	28,79	6,25
20	42,97	18,93	27,12	41,64	19,35	34,03	7,05
21	40,99	19,23	26,47	41,37	19,19	33	6,54
22	49,06	16,99	28,57	35,5	18,66	25,83	13,93
23	45,34	19,69	32,36	41,15	18,9	33,09	4,33
24	45,74	18,69	29,56	41,57	18,29	31,61	4,66
25	42,77	19,28	28,94	42,3	19,35	34,79	5,87
26	46,81	18,2	29,28	35,43	18,79	24,92	12,20
27	40,49	20,1	27,66	42,33	18,98	32,37	5,18
28	46,39	18,03	29,13	43,86	19,32	34,34	5,93
29	47,19	18,34	30,67	35,08	18,25	25,92	13,01
30	45,81	18,52	29,97	33,28	18,08	23,89	13,93

EK 11. K marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-K						ΔE
	K-pü-yö-L	K--pü-yö-a	K-pü-yö-b	K-pü-ys-L	K-pü-ys-a	K-pü-ys-b	
1	36,92	24,05	35,26	30,05	23,62	26,2	11,38
2	36,1	23,67	33,79	29,4	24,18	27,59	9,14
3	37,86	24,56	35,86	29,62	24,13	27,03	12,09
4	37,61	23,62	35	30,43	20,34	19,46	17,43
5	36,93	24,84	36,69	30,82	23,94	26,03	12,32
6	37,08	23,2	32,94	32,28	22,82	23,36	10,72
7	37,99	22,92	32,1	31,2	25,1	28,47	8,00
8	39,16	24,4	36,84	27,77	23,04	24,67	16,72
9	38	23,85	34,64	30	24,27	27,23	10,91
10	32,18	19,42	29,85	32,12	19,24	21,82	8,03
11	32,56	19,18	29,75	31,38	18,97	20,66	9,17
12	33,48	19,2	29,63	31,53	18,65	21,21	8,66
13	33,73	19,54	29,65	31,68	17,8	19,99	10,03
14	32,86	19,28	28,37	31,1	19,15	21,97	6,64
15	32,24	19,21	30,29	31,45	19,08	20,92	9,40
16	32,83	20,21	31,17	31,83	19,3	21,22	10,04
17	27,24	23,73	32,45	24,14	17	12,37	21,40
18	30,43	24,34	34,19	26,68	17,06	14,02	21,77
19	27,06	25,03	34,01	26,89	19,99	15,96	18,74
20	29,2	23,48	31,09	26,91	18,79	15,6	16,35
21	27,61	23,69	29,46	24,63	18,13	13,35	17,30
22	24,29	21,41	28,27	24,96	16,91	13	15,93
23	28,56	22,22	29,87	24,05	17,42	12,64	18,45
24	31,28	25,38	35,42	32,9	20,87	22,55	13,73
25	32,96	25,28	36,2	33,99	22,83	26,84	9,73
26	31,9	23,1	33,09	33,62	20,76	24,05	9,50
27	30,92	24,54	35,4	32,18	21,14	23,57	12,37
28	33,05	25,23	36,34	33,06	20,35	22,33	14,84
29	30,3	23,21	33,12	31,72	21,44	23,95	9,45
30	29,44	23,73	31,68	32,09	22,9	26,82	5,60

EK 12. Ü marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-Ü						
	Ü-pü-yö-L	Ü-pü-yö-a	Ü-pü-yö-b	Ü-pü-ys-L	Ü-pü-ys-a	Ü-pü-ys-b	ΔE
1	31,58	20,11	29,72	28,09	21,1	21,28	9,19
2	33,58	21,32	32,01	27,38	22,97	23,13	10,96
3	35,39	20,65	31,04	27,39	22,69	23,12	11,44
4	35,65	20,3	31,13	29,57	20,11	20,88	11,92
5	33,67	20,34	30,62	28,83	21,65	20,76	11,06
6	33,1	20,78	31,34	28,7	20,81	20,14	12,03
7	33,83	20,78	31,55	28,86	21,67	21,5	11,25
8	36,39	20,03	30,7	26,76	21,4	22,22	12,90
9	32,2	21,69	32,82	28,12	22,51	24,47	9,33
10	38,34	24,12	35,15	29,56	25,03	22,48	15,44
11	36,02	25,61	36,96	30,19	24,46	21,77	16,31
12	41,14	25,73	39,46	28,69	24,55	21,71	21,71
13	40,4	24,93	38,3	29,43	25,6	24,92	17,32
14	39,04	25,67	38,05	26,24	25,86	23,12	19,67
15	39,54	24,92	38,25	28,5	23,95	20,69	20,76
16	46,13	20,49	35,12	37,01	23,86	33,42	9,87
17	44,81	20,56	33,95	30,25	22,01	25,15	17,07
18	42,52	20,23	32,76	34,67	23,9	32,61	8,67
19	48,19	19,71	33,35	30,89	22,77	26,37	18,90
20	47,05	20,31	35,22	36,61	24,21	35,31	11,15
21	43,73	20,33	33,32	31,73	22,6	25,3	14,61
22	47,58	20,99	36,16	36,97	24,82	34,92	11,35
23	46,56	20	34,05	30,04	23,79	24,64	19,39
24	44,43	20,46	33,4	31,08	24,37	34,3	13,94
25	42,94	21,5	34,04	36,62	24,43	38,56	8,30
26	47,89	20,02	34,65	35,29	23,16	32,68	13,13
27	50,46	18,69	33,21	29,74	25,45	28,14	22,38
28	47,66	20,28	33,93	35,63	24,5	36,87	13,08
29	47,29	19,32	32,88	30,09	24,76	33,7	18,06
30	42,96	21,47	34,77	36,3	24,36	38,81	8,31

EK 13. R marka poliüretan vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-R						ΔE
	R-pü-yö-L	R-pü-yö-a	R-pü-yö-b	R-pü-ys-L	R-pü-yö-a	R-sb-ys-b	
1	39,5	22,03	28,01	32,09	20,77	22,91	9,08
2	42,04	23,07	30,76	34,77	21,83	23,43	10,40
3	37,89	21,59	28,55	36,62	22,16	25,57	3,29
4	41,05	22,41	30,31	33,77	22,33	23,3	10,11
5	39,79	21,92	29,03	31,97	18,57	17,38	14,43
6	41,33	23,36	30,86	36,42	17,38	18,66	14,45
7	40,69	22,51	30,7	32,62	21,73	23,42	10,90
8	39,29	21,81	28,66	34,38	21,44	21,88	8,38
9	39,55	21,73	29,01	35,07	20,06	21,64	8,78
10	40,42	22,44	30,16	36,25	22,5	28,62	4,45
11	40,21	23,26	30,44	35,27	22,6	26,04	6,65
12	39,47	22,49	29,43	33,87	21,3	24,92	7,29
13	42,87	23,33	31,72	35,1	23,41	26,48	9,37
14	39,22	22,95	29,99	31,79	22,28	22,87	10,31
15	37,41	20,33	26,05	33,74	23,6	28,96	5,71
16	42,59	24,08	33,01	35,77	22,98	26,08	9,79
17	39,55	22,15	29,83	31,37	23,33	24,9	9,62
18	40,01	22,17	29,33	32,67	23,37	27,38	7,69
19	41,13	22,03	30,26	30,38	21,85	21,34	13,97
20	40,84	23,21	30,99	31,54	21,54	22,98	12,39
21	37,83	21,03	27,04	33,17	19,55	22,08	6,96
22	39,3	22,16	29,76	29,81	21,82	21,98	12,28
23	41,83	22,91	31,73	32,87	21,42	23	12,60
24	40,35	22,87	30,83	32,23	21,2	23,47	11,09
25	40,36	22,15	29,96	37,23	18,6	23,8	7,77
26	40,3	21,9	29,39	34,36	21,87	23,68	8,24
27	42,15	22,84	32,18	34,22	22,4	27,17	9,39
28	41,64	22,31	31,49	33,98	23,05	26,75	9,04
29	41,31	22,46	31,65	31,88	21,77	23,42	12,54
30	40,82	22,27	31,1	31,27	21,88	23,82	12,01

EK 14. H marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-H						ΔE
	H-pü-yö-L	H-pü-yö-a	H-pü-yö-b	H-pü-ys-L	H-pü-ys-a	H-pü-ys-b	
1	50,53	14,42	39,97	40,62	23,88	38,55	13,77
2	49,08	15,22	40,4	37,92	23,11	35,12	14,65
3	49,85	15,39	38,34	39,87	22,92	36,84	12,59
4	50,52	15,32	38,41	39,05	23,65	36,23	14,34
5	51,92	14,9	39,55	39,69	23,23	36,35	15,14
6	49,39	14,68	36,22	40,43	23,78	38,03	12,90
7	50,8	14,29	39,49	38,27	24,18	35,98	16,34
8	52,58	14,16	38,55	41,54	23,02	37,61	14,19
9	50,28	13,65	42,76	41,37	23,72	38,8	14,02
10	41,27	20,04	40,08	38,27	22,88	35,11	6,46
11	38,55	20,42	41,43	41,09	22,87	39,13	4,21
12	47,45	18,46	41,17	43,68	21,37	36,96	6,36
13	39,98	18,73	40,4	39,82	21,84	32,43	8,56
14	40,63	19,75	40,11	38,94	22,77	36,46	5,03
15	42,57	19,32	38,73	38,45	22,66	34,03	7,09
16	43,34	19,02	40,07	42,97	21,97	39,44	3,04
17	43,44	17,38	39,71	40,86	22,64	36,81	6,54
18	45,27	16,83	38,47	41,6	23,23	38,77	7,38
19	47,25	16,36	39,48	41,22	23,49	38,35	9,41
20	49,06	16,29	39,35	40,06	23,01	36,06	11,70
21	44,95	16,61	38,35	39,71	23,28	36,82	8,62
22	44,54	17,39	39,27	41,59	22,86	36,85	6,67
23	47,08	17,19	41,43	41,03	23,63	37,81	9,55
24	48,01	15,54	38,39	38,51	22,91	35,74	12,31
25	47,59	15,21	37,78	37,25	23,2	33,1	13,88
26	46,69	15,39	36,15	35,55	22,47	30,12	14,51
27	47,02	15,3	37,02	42,78	21,22	35,69	7,40
28	47,01	15,56	35,22	41,29	21,96	35,91	8,61
29	50,75	13,71	34,87	42,1	20,87	34,17	11,25
30	51,3	13,25	33,65	38,55	23,13	34,12	16,14

EK 15. S marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	S-pü-yö-L	S-pü-yö-a	S-pü-yö-b	S-pü-ys-L	S-pü-ys-a	S-pü-ys-b	ΔE
1	50,57	15,69	37,52	44,88	14,96	35,5	6,08
2	48,23	16,97	37,76	43,39	22,43	38,1	7,30
3	48,21	16,95	37,62	46,96	21,82	43,08	7,42
4	51,34	15,54	35,42	45,83	21,07	36,73	7,92
5	51,57	15,71	36,56	46,02	22,03	42,26	10,16
6	47,07	16,15	34,48	43,63	21,42	38,54	7,49
7	50,13	15,79	35,56	44,91	20,58	35,14	7,10
8	47,82	15,8	33,89	46,98	21,35	41,72	9,63
9	47,36	15,68	33,31	47,48	21,33	39,48	8,37
10	50,64	15,81	35,03	46,42	21,69	42,33	10,28
11	48,52	12,29	30,68	45,18	21,02	37,23	11,41
12	49,91	13,67	34,51	45,38	21,36	37,71	9,48
13	50,69	11,72	30,1	45,2	21,03	37,58	13,14
14	52,86	13,8	35,19	43,11	20,99	34,93	12,12
15	47,43	13,17	31,15	42,88	21,29	34,86	10,02
16	48,58	12,18	32,05	45,15	21,07	36,86	10,67
17	48,54	15	35,68	43,96	22,01	41,43	10,16
18	48,27	14,7	34,79	47,62	21,32	42,15	9,92
19	50,03	13,06	31,57	46,92	21,38	41,45	13,29
20	47,48	14,45	31,38	47,11	21,32	41,91	12,58
21	50,85	14,39	34,94	47,25	21,44	41,73	10,43
22	52,47	13,98	34,72	45,25	21,96	41,68	12,82
23	51,28	14,28	34,74	45,84	21,21	35,72	8,86
24	51,24	15,3	37,59	47,29	20,63	43,14	8,65
25	51,79	13,04	34,36	43,24	19,13	36,57	10,73
26	52,74	13,31	34,63	42,9	19,84	37,24	12,09
27	54,22	13,87	36,11	50,1	20,54	43,8	10,98
28	55,02	13,76	36,22	41,78	19,06	35,19	14,30
29	53,91	14,06	36,05	48,32	19,87	41,18	9,56
30	55	14,04	36,67	48,31	21,54	44,33	12,64

EK 16. K marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-K						ΔE
	K-pü-yö-L	K--pü-yö-a	K-pü-yö-b	K-pü-ys-L	K-pü-ys-a	K-pü-ys-b	
1	53,54	13,79	36,65	44,33	22,67	42,66	14,14
2	53,96	14,02	36,14	43,68	22,7	41,12	14,35
3	52,88	15,09	39,13	44,58	22,72	41,22	11,47
4	54,03	13,8	36,25	45,72	22,27	42,64	13,48
5	53,52	15,17	38,71	45,82	22,58	43,09	11,55
6	51,33	15,38	37,77	45,55	22,27	42,81	10,31
7	52,17	15,49	37,73	42,23	21,33	39,91	11,73
8	53,62	14,46	38,56	46,31	22,19	42,4	11,31
9	48,05	15,94	39,99	44,18	21,19	38,96	6,60
10	50,24	15,07	37,88	44,12	21,22	37,52	8,68
11	48,4	14,67	37,65	43,41	20,96	37,73	8,03
12	48,61	15,17	36,66	43,84	22,13	42,4	10,21
13	48,58	14,83	37,9	44,15	21,25	37,73	7,80
14	48,76	15,64	39,56	41	21,56	35,43	10,60
15	47,57	15,18	38,8	43,11	20,99	37,37	7,46
16	43,11	19,7	44,22	44,45	21,88	43,35	2,70
17	46,11	19,17	42,13	46,41	21,07	40,29	2,66
18	46,73	19,28	44,07	41,88	22,91	41,7	6,51
19	45,58	19,42	42,17	45,93	22,55	43,91	3,60
20	45,44	19,61	41,03	46,39	21,57	41,78	2,30
21	45,78	19,52	43,87	43,4	21,44	38,46	6,21
22	45,5	19,3	43,62	42,08	23,38	42,56	5,43
23	48,39	16,38	39,37	46,84	20,71	40,16	4,67
24	51,63	14,86	37,51	44,6	20,06	39,05	8,88
25	50,06	16,12	40,4	48,29	19,59	40,83	3,92
26	50,55	14,91	37,48	44,19	20,08	38,31	8,24
27	49,62	15,13	38,57	46,74	21,08	41	7,04
28	49,6	14,72	38,36	47,51	19,95	40,86	6,16
29	50,98	15,2	38,32	48,14	19,46	40,85	5,71
30	51,99	15,25	39,65	47,16	20,36	41,52	7,28

EK 17. Ü marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-Ü						ΔE
	Ü-pü-yö-L	Ü-pü-yö-a	Ü-pü-yö-b	Ü-pü-ys-L	Ü-pü-ys-a	Ü-pü-ys-b	
1	48,97	16,51	38,67	35,74	26,19	43,87	17,20
2	50,95	15,89	39,92	37,53	26,41	44,06	17,55
3	51,59	15,79	39,48	34,31	26,09	43,8	20,58
4	48,24	16,95	38,24	36,66	26,29	46,79	17,16
5	51,26	15,89	38,98	33,33	25,85	41,34	20,65
6	47,1	16,94	39,83	34,38	26,42	45,52	16,85
7	48,6	16,69	39,46	35,51	23,92	35,92	15,37
8	48,73	16,78	39,08	35,32	25,7	43,03	16,58
9	48,43	16,34	37,81	37,31	26,04	45,77	16,77
10	46,5	17,94	42,83	37,56	24,08	39,04	11,49
11	40,37	18,64	39,61	37,73	24,46	39,39	6,39
12	42,15	19,13	40,12	37,77	24,69	37,41	7,58
13	46,76	18,01	40,71	34,47	24,15	37,6	14,09
14	47,1	17,72	41,73	37,88	25	39,42	11,97
15	47,33	17,15	38,14	34,4	24,45	33,72	15,49
16	46,21	19,51	44,86	36,97	25,14	40,98	11,49
17	44,17	19,92	45,55	38,38	25,3	42,73	8,39
18	44,8	18,8	42,48	38,41	24,55	40,51	8,82
19	49,99	17,47	43,11	37,96	25,59	38,77	15,15
20	45,01	19,15	41,75	40,65	25,92	47,91	10,14
21	46,49	19,41	45,19	37,27	25,18	41,29	11,55
22	41,86	19,89	36,87	38,1	25,12	42,34	8,45
23	48,63	18,99	45,47	39,01	26,66	51,48	13,69
24	50,15	18,43	45,63	38,18	26,1	48,66	14,54
25	51	17,79	45,22	35,51	24,8	37,95	18,49
26	47,62	18,18	44,01	38,65	25,79	48,39	12,55
27	50,46	18,26	45,26	36,26	24,79	43,17	15,77
28	49,7	18,34	44,63	36,23	26,6	47,87	16,13
29	45,95	18,81	43,48	37,65	25,68	47,99	11,68
30	47,5	19,6	45,53	39,62	25,97	50	11,07

EK 18. R marka poliüretan vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-R						ΔE
	R-pü-yö-L	R-pü-yö-a	R-pü-yö-b	R-pü-ys-L	R-pü-yö-a	R-sb-ys-b	
1	51,46	13,92	32,82	40,9	20,72	30,5	12,77
2	52,14	13,53	31,39	40,41	17,82	23,45	14,80
3	51,23	13,6	32,69	41,64	19,91	30,41	11,70
4	51,65	11,59	32,73	41,68	19,74	28,24	13,64
5	52,81	13,76	32,03	42,69	19,91	30,11	12,00
6	51,1	14,13	32,45	45,35	12,08	18,64	15,10
7	50,24	11,93	31,32	21,53	20,56	29,11	30,06
8	52,5	14,46	33,01	43,56	20,83	31,75	11,05
9	50,97	13,33	31,61	42,85	20,83	33,22	11,17
10	53,14	14,34	33,45	40,69	21,24	32,58	14,26
11	56,03	13,97	36,68	40,66	20,99	32,63	17,38
12	54,62	13,65	35,65	40,75	21,42	33,43	16,05
13	52,47	15,27	35,39	39,42	21,25	30,44	15,18
14	52,93	15,09	34,76	40,8	21,23	32,79	13,74
15	54,59	14,61	36,18	40,72	21,55	33,27	15,78
16	54,15	13,92	35,21	38,37	21,46	29,53	18,39
17	54,94	10,49	31,38	36,53	22,66	32,39	22,09
18	55,72	12,08	32,74	40,56	20,45	30,38	17,48
19	53,85	13,35	36,1	43,39	18,91	27,22	14,80
20	57,87	11,55	34,11	42,27	21,55	33,77	18,53
21	56,19	11,9	32,59	39,57	21,76	33,1	19,33
22	55,2	10,85	32,65	40,47	22,66	34,1	18,94
23	49,95	13,47	33,64	40	21,6	31,94	12,96
24	53,85	14,09	34,22	37,51	22,23	33,81	18,26
25	52,77	14,18	33,74	34,75	21,71	28,93	20,11
26	52,81	13,82	32,43	36,05	21,08	28,42	18,70
27	50,23	11,53	32,01	40,98	22,17	34,58	14,33
28	55,81	13,21	34,61	40,26	21,65	31,29	18,00
29	56,05	13,18	35,85	44,31	21,89	37,19	14,68
30	56,46	12,53	32,76	37,35	22,08	32,41	21,37

EK 19. H marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-H						ΔE
	H-sb-yö-L	H-sb-yö-a	H-sb-yö-b	H-sb-ys-L	H-sb-ys-a	H-sb-ys-b	
1	41,6	15,49	27,97	43,06	18,16	35,72	8,33
2	44,23	16,08	32,31	40,52	16,97	32,42	3,82
3	44,33	17,27	30,92	40,34	18,12	35,06	5,81
4	43,5	16,23	29,11	41,58	17,8	33,53	5,07
5	43,42	16,64	30,4	41,06	17,8	34,49	4,86
6	44,96	17,12	31,46	41,01	16,86	32,93	4,22
7	47,3	16,74	32,93	41,18	17,87	33,23	6,23
8	42,44	16,35	29,77	40,51	17,98	35,27	6,05
9	48,13	16,74	33,02	40,95	17,43	32,01	7,28
10	43,1	16,86	30,39	40,88	18,31	36,43	6,60
11	45,67	16,02	29,91	39,8	17,55	32,43	6,57
12	43,67	16,98	30,53	39,9	17,23	33,79	4,99
13	44,79	17,36	31,76	40,58	17,08	33,63	4,62
14	45,53	16,31	30,12	40,55	16,99	33,75	6,20
15	41,74	16,61	29,88	40,01	16,93	33	3,58
16	47,83	16,9	32,93	39,29	17,62	32,64	8,58
17	44,43	16,86	30,79	40,72	18,14	35,32	5,99
18	46	16,43	32,03	41,24	18,08	36,5	6,74
19	41,41	16,46	29,51	41,11	18,53	36,58	7,37
20	46,38	16,47	31,01	41,64	18,17	36,84	7,70
21	41,99	16,87	30,01	38,19	17,25	31,29	4,03
22	43,7	16,69	29,64	40,45	18,15	34,68	6,17
23	43,79	17,01	30,56	41,84	17,19	33,77	3,76
24	47,05	16,58	33,29	38,87	17,38	32,57	8,25
25	43,1	16,41	29,64	41,28	18,58	37,19	8,06
26	46,11	16,4	31,28	40,11	18,66	36,83	8,48
27	44,04	16,41	29,75	41,12	17,71	34	5,32
28	45,15	16,23	29,37	40,49	17,69	32,88	6,01
29	43,41	16,9	30,09	39,22	16,86	32,06	4,63
30	46,78	16,51	31,86	40,71	17,85	35,45	7,18

EK 20. S marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-S						
	S-sb-yö-L	S-sb-yö-a	S-sb-yö-b	S-sb-ys-L	S-sb-ys-a	S-sb-ys-b	ΔE
1	33,46	18,68	27,2	26,91	19,19	22,4	8,14
2	32,49	19,33	29,21	27,53	20	25,67	6,13
3	33,54	19,37	29,13	27,61	20,09	24,25	7,71
4	34,73	18,79	27,79	27,26	18,64	21,98	9,46
5	32,31	19,6	30,11	27,49	18,69	22,56	9,00
6	33,84	20,03	31,52	26,11	19,68	24,26	10,61
7	32,61	19,74	30,27	29,39	20,89	27,16	4,62
8	32,56	18,27	27,64	27,94	18,95	23,33	6,35
9	33,14	19,86	30,49	26,65	18,03	21,44	11,29
10	31,81	19,36	28,34	27,22	19,28	23,91	6,38
11	32,75	18,85	29,35	27,71	16,97	20,83	10,08
12	33,56	20,15	31,56	26,15	19,32	25,08	9,88
13	32,36	19,71	28,7	29,53	20,4	25,93	4,02
14	32,27	20,2	30,32	26,81	19,08	22,6	9,52
15	31,7	19,54	28,56	28,83	21,38	28,83	3,42
16	33,87	18,52	27,65	27,75	19,19	24,26	7,03
17	34,95	19,33	29,72	27,55	18,9	22,38	10,43
18	33,73	19,18	29,69	28,8	20,41	25,22	6,77
19	34,25	17,69	28,37	29,31	19,49	24,14	6,75
20	33	19,22	29,23	25,87	19,23	22,64	9,71
21	32,38	19,16	28,99	26,88	18,34	21,73	9,14
22	31,02	19,35	28,05	27,7	20,88	26,79	3,87
23	32,94	20,6	31,46	28,68	20,24	24,47	8,19
24	32	19,43	28,57	28,1	19,79	25,49	4,98
25	34,24	18,9	28	27,04	19,24	23,2	8,66
26	34,11	19,28	28,58	28,77	20,43	25,51	6,27
27	32,09	18,77	27,56	28,8	20,57	26,47	3,91
28	31,39	19,51	27,88	27,11	19,45	24,28	5,59
29	31,74	18,75	27,1	27,44	20,13	24,79	5,07
30	32,82	19,79	29,1	27,19	19,37	24,57	7,24

EK 21. K marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-K						ΔE
	K-sb-yö-L	K-sb-yö-a	K-sb-yö-b	K-sb-ys-L	K-sb-ys-a	K-sb-ys-b	
1	31,31	24,32	32,06	32,62	23,13	30,94	2,09
2	33,54	23,81	29,74	34,03	24,11	32,99	3,30
3	30,98	24,19	29,23	33,99	23,26	33,12	5,01
4	30,04	22,98	30,24	31,97	23,65	33,56	3,90
5	32,83	24,03	30,05	30,93	22,26	31,92	3,20
6	30,66	23,81	30,38	29,13	21,34	29,83	2,96
7	31,51	25,35	34,73	32,37	23,69	34,03	2,00
8	31,76	24,85	32,48	31,19	21,47	28,01	5,63
9	31,55	24,92	33,68	31,82	22,42	29,78	4,64
10	33,48	25,76	34,54	31,26	23,69	34,66	3,04
11	31,1	25,28	34,92	31,53	22,56	31,32	4,53
12	32,26	23,47	27,8	31,73	23,07	31,49	3,75
13	31,51	23,55	29,79	32,46	23,77	34,06	4,38
14	32,18	24,49	33,8	31,82	22,32	30,7	3,80
15	31,06	24,08	31,56	29,08	21,31	29,42	4,02
16	29,31	23,25	31,26	31,94	22,2	30,07	3,07
17	31,9	24,13	29,93	33,24	23,89	32,68	3,07
18	30,67	23,93	29,39	31,97	23,35	32,64	3,55
19	29,49	22,84	30,28	31,77	21,97	29,72	2,50
20	31,18	24,01	29,61	29,58	20,69	27,5	4,25
21	29,68	22,54	28,61	30,35	21,63	28,44	1,14
22	30,46	22,54	27,05	33,21	23,63	32,81	6,48
23	29,9	23,73	31,44	32,15	22,33	29,81	3,11
24	30,53	23,59	29,96	30,5	22,03	30,66	1,71
25	29,32	22,34	28,69	33,43	24,06	33,73	6,73
26	30,68	24,44	31,22	31,94	22,68	32,14	2,35
27	31,04	24,51	32,33	32,77	23,92	34,24	2,64
28	32,11	25,02	30,11	30,3	21,1	29,22	4,41
29	33,17	24,86	31,68	33,69	23,57	31,9	1,41
30	30,49	22,74	27,98	29,91	21,38	30,11	2,59

EK 22. Ü marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-Ü						
	Ü-sb-yö-L	Ü-sb-yö-a	Ü-sb-yö-b	Ü-sb-ys-L	Ü-sb-ys-a	Ü-sb-ys-b	ΔE
1	31,98	18,84	27	32,25	16,89	25,85	2,28
2	33,58	19,62	30,4	29,32	20,04	27,11	5,40
3	34,27	19,65	31,4	25,39	18,1	22,13	12,93
4	32,89	18,49	29,36	30,19	19,39	25,33	4,93
5	32,44	18,52	27,1	31,66	17,3	24,93	2,61
6	35,19	20,1	30,91	27,05	19,79	25,32	9,88
7	32,66	18,8	30,64	25,65	18,51	23,52	10,00
8	33,77	19,55	29,81	27,26	18,61	23,57	9,07
9	32,1	18,7	29,98	30,14	20,09	26,86	3,94
10	33,97	19,08	30,28	28,29	18,85	24,49	8,11
11	34,46	19,64	31,72	26,63	17,86	20,97	13,42
12	34,83	20,14	31,52	30,95	18,98	26,9	6,14
13	34,2	19,46	31,25	28,15	18,63	24,08	9,42
14	34,11	19,05	29,4	29,66	20,31	27,6	4,96
15	33,6	19,57	30,52	28,34	20,65	27,52	6,15
16	32,25	18,56	29,77	28,59	20,05	25,28	5,98
17	34,28	18,3	28,73	28,54	20,18	26,61	6,40
18	34,37	19,08	30,92	29,22	19,13	25,29	7,63
19	33,66	18,23	30,02	28,24	20,19	26,52	6,74
20	32,52	18,88	30,24	27,3	18,01	22,73	9,19
21	33,62	19,35	30,53	26,15	17,9	21,3	11,96
22	32,92	19,18	27,5	27,11	18,39	24,21	6,72
23	34,86	19,62	31,26	27,16	17,93	22,61	11,70
24	32,27	18,29	28,31	27,27	18,52	23,42	7,00
25	31,87	18,6	25,54	26,73	17,85	22,34	6,10
26	31,24	18,15	27,26	27,99	18,42	24,26	4,43
27	33,84	19,43	30,84	28,88	20,32	26,58	6,60
28	34,66	19,15	31,03	28,8	19,5	24,97	8,44
29	34,52	19,33	29,29	30,37	20,06	27,44	4,60
30	31,1	18,37	26,94	27,78	18,58	24,84	3,93

EK 23. R marka su bazlı vernik uygulanmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-R						ΔE
	R-sb-yö-L	R-sb-yö-a	R-sb-yö-b	R-sb-ys-L	R-sb-yö-a	R-sb-ys-b	
1	29,41	19,86	24,46	26,02	18,29	21,13	5,00
2	29,31	19,69	24,45	27,82	16,79	17,19	7,96
3	29,85	19,38	23,66	27,79	18,05	19,57	4,77
4	29,6	19,89	24,75	27,33	19,59	22,84	2,98
5	30,91	19,88	24,11	28,53	17,66	19	6,06
6	29,81	20,29	25,29	27,94	19,65	23,54	2,64
7	29,38	18,9	22,52	29,71	17,52	18,47	4,29
8	29,56	19,35	23,8	28,27	20,24	23,88	1,57
9	30,18	19,15	23,54	27,07	18,29	20,02	4,78
10	28,85	19,93	24,19	26,21	18,39	20,06	5,14
11	30,81	20,28	26,12	27,33	17,37	18,64	8,75
12	28,8	19,55	22,36	26,76	17,29	18,29	5,08
13	28,48	20,49	24,7	26,97	18,19	19,6	5,79
14	29,38	19,51	24,2	27,28	19,11	21,3	3,60
15	28,38	19,57	22,77	26,44	17,98	18,95	4,57
16	28,48	20,29	24,54	27,42	19,17	22,33	2,69
17	30,57	20,49	26,2	27,35	18,02	19,19	8,10
18	28,93	20	24,93	27,54	17,91	19,31	6,16
19	30,59	20,45	25,58	26,34	19,48	22,51	5,33
20	30,72	20,3	26,09	26,05	18,9	21,21	6,90
21	29,02	20,53	25,18	26,53	17,12	18,01	8,32
22	30,94	18,38	22,57	26,04	18,26	20,3	5,40
23	30,08	20,16	25,47	26,46	18,64	21,62	5,50
24	30,47	20,32	25,94	26,67	17,97	21,21	6,51
25	30,21	20,03	24,87	27,74	19,35	22,19	3,71
26	29,09	19,58	22,57	28,62	17,78	19,11	3,93
27	29,62	20,01	25,38	27,93	18,01	19,92	6,06
28	31,03	20,21	25,18	27,63	19,88	22,98	4,06
29	30,62	20,6	26,1	28,12	18,41	20,69	6,35
30	30,75	20,41	26,51	26,63	18,18	19,39	8,52

EK 24. H marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-H						ΔE
	H-sb-yö-L	H-sb-yö-a	H-sb-yö-b	H-sb-ys-L	H-sb-ys-a	H-sb-ys-b	
1	42,53	14	32,26	49,06	15,28	45,5	14,82
2	43,89	14,45	32,41	48,49	15,47	43,07	11,65
3	44,51	14,82	33,3	52,77	14,8	39,9	10,57
4	46,42	14,57	31,9	50,35	15,54	46,21	14,87
5	40,66	13,69	30,73	50,9	16,81	44,58	17,50
6	46,28	14,29	30,76	49,1	15,07	44,16	13,72
7	46,59	14,57	32,09	49,21	15,17	45,88	14,05
8	47,48	15,04	34,4	51	15,83	45,06	11,25
9	47,02	14,33	31,97	50,14	15,24	41,07	9,66
10	44,35	13,83	32,74	49,25	15,73	45,4	13,71
11	45,84	14,54	32,67	47,44	15,73	40,9	8,47
12	46,25	15,31	33,98	51,64	15,63	45,18	12,43
13	42,2	13,69	31,57	48,71	12,97	34,68	7,25
14	46,04	14,29	32,89	49,45	14,7	42,43	10,14
15	45,38	14,35	30,74	49,01	15,37	44,11	13,89
16	42,95	14,08	32,86	49,32	15,46	45,48	14,20
17	45,29	14,42	33,75	49,01	15,66	45,61	12,49
18	43,08	14,21	33,18	51,63	16,59	44,49	14,38
19	42,72	14,26	32,92	49,84	15,75	44,95	14,06
20	42,66	13,63	30,74	49,6	15,75	44,49	15,55
21	43,52	13,13	29,78	51,78	15,4	44,46	17,00
22	45,74	13,38	31,55	50,94	15,76	45,75	15,31
23	46,52	14,52	32,83	52,07	16,22	44,11	12,69
24	42,78	14,16	32,6	48,64	15,35	45,03	13,79
25	46,27	14,47	32,66	49,38	15,91	44,79	12,60
26	42,74	14,35	33,59	49,72	16,53	44,24	12,92
27	41,32	13,09	29,49	50,64	15,86	41,09	15,14
28	42,49	13,95	32,15	49,95	15,03	42,76	13,01
29	43,95	13,97	30,74	49,78	14,72	42,12	12,81
30	46,19	14,78	31,9	49,43	15,39	43,11	11,68

EK 25. S marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-S						ΔE
	S-sb-yö-L	S-sb-yö-a	S-sb-yö-b	S-sb-ys-L	S-sb-ys-a	S-sb-ys-b	
1	47,05	15,19	40,93	44,11	19,37	44,56	6,27
2	45,85	14,63	40,79	46,52	18,62	44,13	5,25
3	49,97	15,29	40,61	46,94	19,16	45,32	6,81
4	42,04	15,33	38,74	41,11	17,82	37,11	3,12
5	47,39	16,14	39,94	46,3	18,94	44,45	5,42
6	45,64	15,46	39,62	43,56	18,81	42,08	4,65
7	47,03	16,4	40,76	44,78	18,17	42,83	3,53
8	43,33	15,42	37,36	43,21	18,61	39,94	4,10
9	41,12	15,89	36,94	44,52	15,96	38,65	3,81
10	45,17	15,45	37,44	43,47	18,97	40,61	5,03
11	45,72	15,73	39,28	44,93	19,36	44,8	6,65
12	41,57	15,55	37,99	43,93	16,24	41,49	4,28
13	45,32	16,19	40,12	44,38	16,05	39,07	1,42
14	43,72	15,81	38,35	44,61	18,95	41,8	4,75
15	42,71	14,93	38,43	46,88	19,15	45,7	9,38
16	46,31	16,42	39,43	46,4	18,32	43,37	4,38
17	48,42	14,19	38,36	47,06	18,82	45,23	8,40
18	40,43	15,85	36,59	42,63	17,62	41	5,24
19	43,59	15,12	37,33	46,07	19,07	44,5	8,55
20	41,23	16,34	37,11	44,15	16,4	41,92	5,63
21	49,02	15,94	40,23	46,85	18,17	44,55	5,32
22	47,45	14,33	36,06	44,95	19,18	44	9,63
23	40,47	15,99	36,74	44,8	18,68	42,12	7,41
24	45,27	14,38	37,71	44,52	19,12	44,32	8,17
25	45,94	16,9	41,49	45,12	18,51	43,46	2,67
26	43,36	14,13	35,62	47,27	14,64	38,8	5,07
27	46,27	16,55	38,8	41,39	17,02	39,53	4,96
28	41,3	15,42	38,04	44,51	15,91	38,42	3,27
29	48,34	16,3	42,08	45,93	18,76	43,53	3,74
30	46,31	14,45	40,48	42,7	18,88	39,67	5,77

EK 26. K marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-K						ΔE
	K-sb-yö-L	K-sb-yö-a	K-sb-yö-b	K-sb-ys-L	K-sb-ys-a	K-sb-ys-b	
1	43,59	29,47	46,09	40,14	31,07	46,46	3,82
2	43,96	29,95	49,45	42,84	30,82	49,66	1,43
3	41,66	30,89	51,21	40,07	30,99	45,77	5,67
4	44,56	28,7	51,05	39,56	29,59	41,11	11,16
5	42,88	29,84	47,3	40,12	30,31	44,92	3,67
6	43,96	28,62	49,31	39,76	29,65	40,78	9,56
7	44,53	28,33	49,01	40,38	30,24	46,74	5,10
8	44,48	26,42	45,69	41,38	29,89	47,07	4,85
9	45,53	27,03	46,88	39,37	29,85	41,05	8,94
10	43,65	27,56	48,32	40,19	30,92	43,88	6,56
11	42,61	29,86	48,46	40,12	30,75	45,53	3,95
12	45,21	28,69	46,04	38,65	30,14	45,07	6,79
13	44,39	29,66	50,88	42,22	31,33	49,55	3,04
14	43,66	29,58	47,55	40,82	31,22	48,27	3,36
15	44,98	26,86	45,91	39,45	29,95	40,85	8,11
16	42,73	30,47	49,95	40,26	30,77	46,71	4,09
17	44,14	28,29	48,88	40,87	31,08	48,79	4,30
18	44,31	26,65	45,9	39,91	30,47	43,28	6,39
19	44,57	28,94	48,79	39,38	29,53	41,07	9,32
20	42,96	30,86	50,89	42,71	30,05	47,94	3,07
21	44,09	29,31	46,89	42,84	29,81	46,47	1,41
22	43,37	27,58	48,32	39,93	29,8	41,32	8,11
23	45,44	26,27	45,67	42,16	31,12	49,33	6,90
24	43,43	26,25	45,71	42,54	30,65	49,75	6,04
25	43,14	27,62	50,18	40,29	30,48	43,65	7,68
26	44,43	28,89	47,64	40,25	30,79	45,45	5,09
27	42,94	30,05	49,26	40,75	31,22	47,34	3,14
28	43,14	29,31	47,35	41,79	30,66	47,86	1,98
29	44,99	26,17	44,62	39,81	30,6	43,49	6,91
30	42,74	29,94	50,63	42,62	30,46	48,78	1,93

EK 27. Ü marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

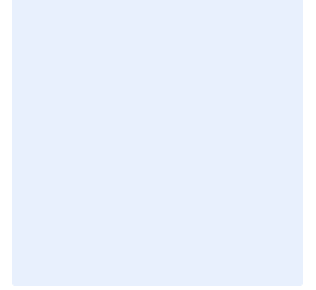
Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-Ü						ΔE
	Ü-sb-yö-L	Ü-sb-yö-a	Ü-sb-yö-b	Ü-sb-ys-L	Ü-sb-ys-a	Ü-sb-ys-b	
1	47,25	17,08	37,56	47,32	18,43	39,93	2,73
2	49,51	17,95	39,87	46,32	19,37	43,31	4,90
3	46,81	15,99	36,03	41,96	19,43	37,88	6,23
4	48,89	17,35	38,12	46,87	18,71	42,31	4,85
5	47,2	17,05	37,52	44,49	19,23	40,7	4,71
6	49,63	16,92	39,06	43,85	19,2	39,74	6,25
7	45,61	17,77	37,22	46,91	17,17	40,61	3,68
8	48,54	17,15	38,49	45,81	19,28	40,97	4,26
9	47,41	16,56	36,02	44,16	19,84	41,11	6,87
10	48,77	16,99	38,7	48,4	17,52	42,99	4,34
11	46,9	16,97	37,08	48,25	18,34	43,49	6,69
12	48,47	17,37	38,08	47,29	18,59	40,17	2,69
13	46,57	16,9	36,69	46,95	18,03	41	4,47
14	49,65	14,94	32,02	49,21	19,71	45,24	14,06
15	46,27	17,92	39,47	46,16	19,08	41,54	2,38
16	48,01	17,07	38,2	45,83	19,23	41,45	4,47
17	44,52	17,34	37,42	48,26	19,25	43,46	7,36
18	47,87	16,5	36,04	43,57	18,93	38,56	5,54
19	44,36	16,92	34,9	48,89	19,28	44,18	10,59
20	50,92	17,44	40,3	48,53	16,8	40,57	2,49
21	50,86	15,67	36,06	45,27	18,43	39,52	7,13
22	45,58	16,84	36,95	42,26	19,76	38,68	4,75
23	50,73	17,01	39,51	47,98	19,17	43,78	5,52
24	49,63	17,11	39,03	44,21	19,71	41,2	6,39
25	45,21	16,67	34,96	42,74	19,72	39,18	5,76
26	47,69	17,34	38,41	45,37	19,13	41,72	4,42
27	45,4	16,87	34,97	49,94	19,4	45,89	12,09
28	46,64	15,81	35,12	47,48	18,57	42,8	8,20
29	48,58	17,4	38,79	46,88	18,8	42,59	4,39
30	47,8	17,33	38,23	44,43	19,08	39,3	3,95

EK 28. R marka su bazlı vernik uygulanmış dabema (*Piptadeniastrum africanum*) ahşaplarının yaşlandırma sonrası renk farkı ölçüm sonuçları

Örnek No	Renk Farkı (ΔE)-R						ΔE
	R-sb-yö-L	R-sb-yö-a	R-sb-yö-b	R-sb-ys-L	R-sb-yö-a	R-sb-ys-b	
1	41,86	20,78	33,82	42,1	22,92	43,33	9,75
2	41,56	20,23	32,64	42,58	23,77	42,71	10,72
3	46,72	19,84	37,49	41,46	22,18	41,22	6,86
4	40,78	20,3	31,86	41,21	21,97	40,99	9,29
5	37,1	20,41	29,15	42,81	21,94	39,47	11,89
6	39,54	20,74	30,96	42,96	23,7	41,81	11,76
7	46,73	20,09	37,43	41,44	21,72	41,11	6,65
8	37,54	20,66	29,69	41,99	22,85	42,68	13,90
9	44,4	20,08	34,9	39,84	23,96	38,06	6,77
10	47,63	20,49	39,22	44,28	22,99	44,63	6,84
11	37,58	19,94	29,64	42,07	21,9	40	11,46
12	44,17	20,41	36,32	44,57	22,83	44	8,06
13	40,11	21,65	31,37	40,05	22,52	38,35	7,03
14	42,77	20,68	36,4	41,3	21,83	42,49	6,37
15	42,3	20,77	35,93	41,35	21,4	41,37	5,56
16	45,26	19,65	37,21	40,16	21,89	38,57	5,73
17	40,57	21,22	35,81	44,8	23,24	43,95	9,39
18	37,91	20,41	31,12	41,79	23,22	41,78	11,69
19	45,33	21,12	36,85	43,62	23,05	43,48	7,11
20	43,65	20,63	37,71	42,5	22,08	42,99	5,59
21	38,3	20,54	29,54	38,81	21,75	36,75	7,33
22	39,96	20,63	30,45	38,7	22,49	36,11	6,09
23	48,62	19,7	38,98	41,52	22,08	41,59	7,93
24	49,27	20,39	41,17	39,01	23,34	38,26	11,07
25	47,51	19,58	38,05	43,97	22,51	42,13	6,15
26	46,14	19,64	38,01	40,98	21,67	41,37	6,48
27	40,91	21,51	32,77	41,67	22,9	40,53	7,92
28	48,51	20,1	38,61	40,1	24,84	40,18	9,78
29	39,02	18,82	26,65	39,76	23,62	38,52	12,83
30	38,87	21,08	31,74	40,25	22,42	41,47	9,92

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Umut GENÇ
Doğum Yeri	Suşehri
Doğum Tarihi	24.10.1988
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	0554 459 68 86
E-Posta Adresi	Umutgenc58@hotmail.com
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fakülte	Orman Fakültesi
Bölümü	Orman Endüstri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	23.06.2011

Yüksek Lisans	
Üniversite	University of Greenwich
Enstitü Adı	Business School
Anabilim Dalı	-
Programı	MA International Business
Mezuniyet Yılı	27.02.2014

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Endüstri Mühendisliği
Programı	Orman Endüstri Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	28.06.2019

Makale ve Bildiriler	