

T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



REÇİNE TEMİZLEME İŞLEMLERİNİN SARIÇAM AĞAÇ MALZEMEYE
UYGULANAN SU BAZLI VERNİKTE BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ

NURTEN YAZICI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ H. İSMAİL KESİK

EKİM - 2020
KASTAMONU

TEZ ONAYI

Nurten YAZICI tarafından hazırlanan “**REÇİNE TEMİZLEME İŞLEMLERİNİN SARIÇAM AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN SU BAZLI VERNİKTE BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **21.10.2020** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Dr. Öğr. Üyesi H. İsmail KESİK Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Bahadır Çağrı BAYRAM Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Kubulay ÇAĞATAY Nuh Naci Yazgan Üniversitesi	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü	Prof. Dr. İzzet ŞENER	
----------------	-----------------------	-------

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

Nurten YAZICI

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

REÇİNE TEMİZLEME İŞLEMLERİNİN SARIÇAM AĞAÇ MALZEMEYE UYGULANAN SU BAZLI VERNİKTE BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

NURTEN YAZICI

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
DANIŞMAN:DR. ÖĞR. ÜYESİ H. İSMAİL KESİK

Bu çalışmanın amacı, sarıçam ağaç malzeme yüzeylerinde reçinenin sebep olacağı bazı olumsuz özellikleri farklı yüzey temizleme işlemleri ve su bazlı vernikler ile ortadan kaldırmaktır. Ayrıca, farklı reçine temizleme ve astar kat uygulamalarının iki bileşenli son kat vernikte sertlik, parlaklık, toplam renk değişimi ve yapışma dirençlerinin belirlenmesi ikinci amacı oluşturmaktadır. Bu amaçları gerçekleştirmek için sarıçam (*Pinus sylvestris* L) odunu örnek yüzeylerine reçine temizleyici olarak; aseton, etilglükol, benzen, trikloretilen ve selülozik tiner, arap sabunu, amonyak, potaşe, sud kostik, hidrojen peroksit, soda, aseton + potaşe, aseton + sud kostik ve sud kostik + hidrojen peroksit uygulanmıştır. Ayrıca, pürmüz tabancası ile yakma ve sodyum bikarbonat ile yüzey aşındırma işlemleri de yapılmıştır. Ardından, örnek yüzeyleri tek bileşenli primer dolgu verniği, tek bileşenli akrilik modifiye polimer dolgu verniği ve iki bileşenli akrilik modifiye poliüretan kopolimer son kat vernik ile kaplanmıştır. Vernik katmanlarının; yapışma direncine etkisi ASTM D 4541 (çekme testi) ve ASTM D 3359 (çapraz kesim testi), parlaklığı ASTM D 523–89, toplam renk değişimi ASTM D 2244–02 ve sertliği ASTM D 2240 esaslarına göre belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; en yüksek yapışma direnci soda ve TriKIE ile işlem görüp D18 astar vernik uygulanan örneklerde, en yüksek sertlik değeri SBK ile işlem görüp JAI astar vernik uygulanan örneklerde ve en yüksek toplam renk değişimi pürmüz tabancasıyla işlem görüp D18 astar vernik uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. En düşük parlaklık değeri ise pürmüz tabancası ve SBK ile işlem gören örneklerde belirlenmiştir. Ayrıca,

mikroskop kamera (MICAM) ile yapılan detaylı incelemeler sonucunda reçine temizleme işlemlerinin reçine kusmalarını tamamen yok etmediği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELEER:Sarıçam, su bazlı vernik, yapışma, sertlik, parlaklık, renk, reçine temizleme

Ekim 2020, 100 Sayfa



ABSTRACT

MSC THESIS

EFFECT OF RESIN CLEANING PROCESSES ON SOME SURFACE PROPERTIES IN WATER-BASED VARNISH APPLIED TO SCOTS PINE WOOD MATERIALS

NURTEN YAZICI

**KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
SUPERVISOR: DR. ÖĞR. ÜYESİ H. İSMAİL KESİK**

The aim of this study is to eliminate some of the negative properties caused by resin on the surfaces of scots pine wood with different surface cleaning processes and water-based varnishes. In addition, determination of hardness, gloss, total color change and adhesion resistance in two-component finish varnish of different resin cleaning and primer coat applications is the second goal. In order to achieve these goals, scots pine wood as a resin cleaner on sample surfaces; acetone, ethylglycol, benzene, trichloroethylene and cellulosic thinner, soft soap, ammonia, potash, sud caustic, hydrogen peroxide, soda, acetone + potash, acetone + sud caustic and sud caustic + hydrogen peroxide were applied. In addition, incineration with a blowtorch and surface etching with sodium bicarbonate were also performed. Then, the sample surfaces are coated with one-component primary filler varnish, one-component acrylic modified polymer filler varnish and two-component acrylic modified polyurethane copolymer finish varnish. Layers of varnish; its effect on adhesion resistance was determined according to ASTM D 4541 (tensile test) and ASTM D 3359 (cross-cutting test), its brightness was determined according to ASTM D 523-89, its total color change was determined according to ASTM D 2244-02 and its hardness was determined according to ASTM D 2240. According to the results study, the highest bond strength with primer and varnish soda and processed D18 tricks applied in the examples, the highest hardness value and processed with varnish when applied over primer JAI SBK examples, and D18 primer varnish applied with a gun, blowtorch processed and the

highest total color change in the examples have been identified. The lowest brightness value was determined in samples treated with a blowtorch and SBK. In addition, as a result of detailed examinations with a microscope camera (MICAM), it was found that resin cleaning processes do not completely destroy resin vomiting.

KEYWORDS:Scots Pine, varnish, adhesion, hardness, gloss, color, resin

October 2020, 100 Page



TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aşamasında bana ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi H. İsmail KESİK'e, istatistiklerin yapımında yardımlarını gördüğüm hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kubulay ÇAĞATAY'a, bu süreçte manevi desteğini hissettiğim sevgili eşim Cihangir YAZICI ve kayınvalidem Serpil YAZICI, annem Ayşe SAĞLAM, kız kardeşlerim Nagihan KURBAN, Zeynep ÇOBANOĞLU, Merve SAĞLAM ve canım arkadaşım Melek SARITAŞ'a teşekkür ederim.

NURTEN YAZICI

Kastamonu, 2020

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler	4
1.1.1 Üst Yüzey İşlemleri	4
1.1.2 Su Bazlı Vernik/Boya Sistemleri	11
1.1.3 Üst Yüzey Kalite Testleri	16
1.1.3.1 Yapışma direnci testleri.....	16
1.1.3.2 Yüzey parlaklığı testi	21
1.1.3.3 Renk ölçümü testi.....	23
1.1.3.4 Sertlik testleri	25
1.2 Literatürdeki Çalışmalar	45
2. MATERYAL VE METOD	51
2.1 Materyal.....	51
2.1.1 Ağaç Malzeme	51
2.1.2 Reçine Çözme Amaçlı Kullanılan Kimyasallar	51
2.1.3 Su Bazlı Vernikler	52
2.1.4 Yapıştırıcı.....	54
2.2 Metod.....	54
2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması	55
2.2.2 Kurutma İşlemi	56
2.2.3 Reçine Temizleme İşleminin Uygulanması	56
2.2.3.1 Eritici etkili (fiziksel) çözücülerin örnek yüzeyine uygulanması ..	57
2.2.3.2 Sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) çözücülerin örnek yüzeyine uygulanması	58
2.2.3.3 Kombine edilmiş reçine temizleme kimyasallarının ve diğer reçine temizleme yöntemlerinin uygulaması	58
2.2.4 Su Bazlı Verniklerin Uygulanması	59
2.2.5 Katı Madde Tayini	60
2.2.6 Yapışma Direnci Testleri	61
2.2.6.1 B metodu ile çapraz adezyon testi.....	61
2.2.6.2 Pull off (çekme) adezyon testi	63
2.2.7 Parlaklık Testi	63
2.2.8 Renk Değişimi Testi	64
2.2.9 Shore Sertlik Testi	65
2.2.10 Reçine Kusması Tespiti	65
2.3 Verilerin Değerlendirilmesi.....	66

3. BULGULAR	67
3.1 Yapışma Direnci Ölçümleri.....	67
3.1.1 B Metodu İle Çapraz Adezyon Ölçümü	67
3.1.2 Pull Off (Çekme) Adezyon Ölçümü	68
3.2 Parlaklık Ölçümü.....	71
3.3 Toplam Renk Değişimi	74
3.4 Shore Sertlik Ölçümü	77
3.5 Reçine Kusması Tespiti.....	81
4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	100



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 Adezyon ve kohezyon kuvvetleri.....	6
Şekil 1.2 Yüzey parlaklığının ölçüm prensibinin şematik olarak gösterimi	7
Şekil 1.3 Kesici ile vernik katmanının kesilmesi	17
Şekil 1.4 B metodu, vernik katmanının kesilmesi.....	18
Şekil 1.5 SHIMADZU universal test cihazı.....	19
Şekil 1.6 Adezyon test cihazı	20
Şekil 1.7 El tipi seyyar cihaz ve tezgâh üstü (bench tipi) cihaz	21
Şekil 1.8 60° Gloss-metre ölçüm prensibi	22
Şekil 1.9 CIEL*a*b* renk alanı	24
Şekil 1.10 Kurşun kalemli manuel sertlik ölçme cihazı.....	26
Şekil 1.11 Cihazın şematik gösterimi	27
Şekil 1.12 Brinell sertlik cihazı.....	28
Şekil 1.13 Brinell sertlik ölçme yönteminin şematik olarak gösterimi.....	28
Şekil 1.14 Brinell sertlik ölçüm sonrasında malzeme yüzeyinde oluşan izin ölçümü.....	29
Şekil 1.15 Vickers sertlik ölçme cihazı.....	31
Şekil 1.16 Vickers sertlik deneyinin şematik gösterimi.....	31
Şekil 1.17 Malzemede oluşan izin ekrana aktarılması	32
Şekil 1.18 Rockwell sertlik ölçme cihazı.....	33
Şekil 1.19 Konik ve küre biçimindeki batıcı uçlar.....	33
Şekil 1.20 Rockwell sertlik değeri-C (RSD-C) hesaplanmasının şematik gösterimi.....	34
Şekil 1.21 Dijital Rockwell cihazı	36
Şekil 1.22 Janka sertlik metodunun şematik gösterimi.....	37
Şekil 1.23 Testometric M500-100kN makinesinde ile Janka sertlik testi ve örneklerde oluşan yarım küre izi	38
Şekil 1.24 Vickers sertlik testi sonunda oluşan izin görüntüsü ve hesaplamada kullanılan formül	40
Şekil 1.25 Mikro sertlik cihazı	41
Şekil 1.26 Analog ve dijital Shoremetre cihazları	42
Şekil 1.27 Poldi çekici	42
Şekil 1.28 Poldi çekici ile sertlik ölçme yönteminin şematik gösterimi; 1. tutma kolu; 2. bilye tutucu; 3. sabitleme kolu, 4. darbe çubuğu, 5. Bilye.....	42
Şekil 1.29 Pandüllü sertlik ölçme cihazının şematik gösterimi	44
Şekil 2.1 D18 ve JAI dolgu vernikleri	53
Şekil 2.2 Bison epoxy çift bileşenli metal yapıştırıcı.....	54
Şekil 2.3 Taslak olarak hazırlanan deney örnekleri.....	55
Şekil 2.4 Deney örneklerinde yıllık halkaların görünümü	56
Şekil 2.5 Kurutma fırınına yerleştirilen deney örnekleri	56
Şekil 2.6 Yıkama işlemi için hazırlanan sabunlu karışım	57
Şekil 2.7 Nötrleştirme işlemi için hazırlanan sirke asidi karışımı	57
Şekil 2.8 Pürmüz tabancası ve yüzeyi yakılan deney örnekleri	58
Şekil 2.9 SBK ile aşındırma işlemi yapılmış deney örnekleri	59
Şekil 2.10 Reçine temizleme işlemi uygulanmış deney örnekleri	59

Şekil 2.11 Son kat verniğine üretici firmanın reçetesi doğrultusunda % 6 sertleştirici (improver) karıştırılması	60
Şekil 2.12 Vernik uygulanmış örnekleri fön makinesi ile yüzeysel kurutma	60
Şekil 2.13 Kaseler içindeki verniklerin çözücüleri buharlaşmış halleri.....	61
Şekil 2.14 Kılavuz parça kullanılarak neşter yardımıyla 4 cm uzunluğunda 30° – 45° olacak şekilde kesilen vernikli yüzey	61
Şekil 2.15 Yapıştırma İşleminin Uygulanması	62
Şekil 2.16 MICAM USB 500x mikroskop kamera.....	62
Şekil 2.17 Deney örneklerinin yapışma aşamaları	63
Şekil 2.18 Beyaz ışık kalibrasyonu	64
Şekil 2.19 Siyah ışık kalibrasyonu	64
Şekil 2.20 Parlaklık ölçümü	64
Şekil 2.21 KONICA MINOLTA CM-2600d ile renk ölçme işlemi	65
Şekil 2.22 D tipi HH-334 model dijital shoremetre	65
Şekil 3.1 Kontrol örneğinde 4B düzeyindeki vernik kalkması.....	67
Şekil 3.2 Potāşe ile temizlenmiş deney örneğinde 4B düzeyindeki vernik kalkması	67
Şekil 3.3 Shid ile temizlenmiş deney örneğinde 3B düzeyindeki vernik kalkması	68
Şekil 3.4 Kurutma öncesi (a) kontrol örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü.....	81
Şekil 3.5 Kurutma öncesi (a) amonyak örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü.....	81
Şekil 3.6 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) arap sabunu örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	82
Şekil 3.7 Kurutma öncesi (a) aseton örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü.....	82
Şekil 3.8 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) benzen örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	82
Şekil 3.9 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) EtilG örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	83
Şekil 3.10 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Hper örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	83
Şekil 3.11 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) potāşe örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	83
Şekil 3.12 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) soda örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	84
Şekil 3.13 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Shid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	84
Şekil 3.14 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) TriKIE örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	84
Şekil 3.15 Kurutma öncesi (a) As+SHid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü.....	85
Şekil 3.16 Kurutma öncesi (a) As+PHid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü.....	85
Şekil 3.17 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Shid+Hper örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	85
Şekil 3.18 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) pürmüz örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	86

Şekil 3.19 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) SBK örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü	86
---	----



TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1 Üst yüzey işlemlerinin sınıflandırılması	4
Tablo 1.2 Kolorimetreler ile Spektrofotometreler arasındaki karşılaştırma	10
Tablo 1.3 Su bazlı vernik/boyaların adlandırma ve tanımları.....	13
Tablo 1.4 A metoduna göre çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerlendirme tablosu	17
Tablo 1.5 B metoduna göre çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerlendirme tablosu	19
Tablo 1.6 60°'lik açı ile ölçülen parlaklık değerlerinin sınıflandırılması	22
Tablo 1.7 60°'lik ölçüm sonrasında, yüzeyin asıl ölçüm açıları	23
Tablo 1.8 Mohs sertlik skalası	26
Tablo 1.9 Malzeme türüne göre bilye çapları ve optimum yük miktarları	30
Tablo 1.10 Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilye çapları	30
Tablo 1.11 Malzeme türüne göre kullanılan uç ve uygulama kuvvetinin Rockwell sertliği sembolik gösterimleri	35
Tablo 1.12 Bazı ağaç türlerinin Janka sertlik değerleri.....	39
Tablo 2.1 Kullanılan reçine temizleme kimyasalları ve reçeteleri.....	51
Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan su bazlı vernik türlerinin kısaltmaları	52
Tablo 2.3 JAI ve D18 dolgu verniklerinin teknik özellikleri	53
Tablo 2.4 D45 verniği teknik özellikleri.....	53
Tablo 2.5 Su bazlı verniklerin katı madde miktarları	54
Tablo 3.1 Reçine temizleme işlemine göre vernik katmanlarının yapışma direnci değerlerine ait ortalamalar.....	68
Tablo 3.2 Astar verniği çeşidine göre yapışma direnci değerlerine ait ortalamalar.....	69
Tablo 3.3 Yapışma direnci değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi	69
Tablo 3.4 Reçine temizleme işlemine göre yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları	70
Tablo 3.5 Astar verniği çeşidine göre yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	70
Tablo 3.6 Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları	71
Tablo 3.7 Reçine temizleme işlemine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar.....	72
Tablo 3.8 Astar verniği çeşidine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar	72
Tablo 3.9 Parlaklık testi değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	73
Tablo 3.10 Reçine temizleme işlemine göre parlaklık testi değerlerine ait Duncan testi sonuçları	73
Tablo 3.11 Reçine temizleme işlemine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait ortalamalar.....	74
Tablo 3.12 Astar verniği çeşidine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait ortalamalar.....	75
Tablo 3.13 Toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları..	75

Tablo 3.14 Reçine temizleme işlemine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları	76
Tablo 3.15 Astar verniği çeşidine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları	76
Tablo 3.16. Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları	77
Tablo 3.17 Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ilişkin betimleyici istatistikler	78
Tablo 3.18 Astar verniği çeşidine göre Shore sertlik değerlerine ait ortalamalar....	78
Tablo 3.19 Shore sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	79
Tablo 3.20 Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	79
Tablo 3.21 Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları	80
Tablo 3.22 Deney örnekleri yüzeyindeki kuma miktarları.....	86

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

ΔE^*	Toplam renk değışimi
ΔL^*	Toplam ışık değışimi
a^*	Kırmızı renk değeri
b^*	Sarı renk değeri
L^*	Renk ışık değeri

Kisaltmalar

ANOVA	Analysis of Variance
As+PHid	Aseton + Potasyum hidroksit
As+SHid	Aseton + Sodyum hidroksit
ASTM	American Society for Testing and Materials
D18	Tek bileşenli akrilik modifiye primer dolgu verniği
D45	Çift komponentli akrilik modifiye poliüretan kopolimer son kat verniği
EtilG	Etil glikol
HG	Homojenlik grubu
Hper	Hidrojen peroksit
JAI	Tek bileşenli su yalıtım dolgu verniği
KÖ	Kurutma öncesi
KS	Kurutma sonrası
LSD	En düşük kritik değeri
MPa	Megapaskal
N	Örnek sayısı
SBK	Sodyum bikarbonat
Sel.Tin	Selülozik tiner

Shid	Sodyum hidroksit
Shid+Hper	Sodyum hidroksit + Hidrojen peroksit
$\bar{X}$	Standart sapma
TriKlE	Trikloretilen
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VOC	Volatile Organic Component (Uçucu organik bileşikler)
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Güçlendirme Projesi



1. GİRİŞ

Ağaç malzeme, en eski yıllardan beri kullanılan bir yapı malzemesidir. Uzun ömürlü, hafif, doğal ve bunun gibi birçok üstün özelliğe sahip olmasından dolayı çok fazla tercih edilmektedir. Ağaç malzemenin anatomik yapısında birçok yan bileşik bulunmaktadır. Reçine bu yan bileşiklerden biridir. Katı ya da yarı akışkan olan reçine termoplastik özellikte organik bir maddedir. Genellikle iğne yapraklı ağaçlarda bulunan reçine, orta lamelin erimesi veya herhangi bir yaralanma sonucu ortaya çıkmaktadır (Örs vd. 2008, Saygın vd. 2017).

Ağaç malzemenin doğal yapısı, hem koruyucu katmanların uygulanmasında hem de uygulama sonrasında bazı üst yüzey işlemlerinde kusurlar oluşturmaktadır. Ağaç malzemelerde reçine kusması, rengin solması ve değişmesi, vernik uygulamalarında ise kaynama, portakallanma, kuru püskürtme, krater şeklinde açılmalar, akma veya sarkma, kırışma-zemini oynatma, zımpara olma süresinin gecikmesi, zımpara zorluğu, kolay çizilme, yeterli parlaklığın ve standart matlığın elde edilememesi, sütlenme-beyazlama gibi kusurlar oluşmaktadır (Vurdu vd. 2013).

Ağaç malzemelerde oluşan reçine kusması gibi problemler hem kullanıcıyı rahatsız eder hem de koruyucu katman uygulamalarında malzeme ve işçilik kayıplarına sebep olmaktadır. Kusurlu parçada yapılan onarım işlemlerinde çoğu zaman parça kullanılamaz duruma gelebilmektedir (URL-1, 2020). Renklendirme işlemlerinde, reçine hücreleri doldurarak boyanın malzemeye nüfuz etmesini engellemektedir. Dolayısıyla reçineli kısımlar açık renkli kalmaktadır. Ayrıca, reçineli malzemelerde vernik katmanının adezyonunu azalttığı için katman-ağaç yüzey bağlantısı zayıflamaktadır. Reçinenin olumsuzluğu en fazla üst yüzey işlemleri tamamlandıktan sonra görülür. Odunda bulunan reçine, yüksek sıcaklık etkisi ile genişerek yüzeye çıkmak ister ve genellikle zayıf olduğu yerden koruyucu katmanı delerek yüzeye çıkmaktadır. Bundan dolayı vernik katmanına zarar vermektedir. Bu olumsuzlukları azaltmak için üst yüzey uygulamalarından önce reçine temizleme işlemi yapılması gerekmektedir (Sönmez, 2005). Ancak reçine temizleme işlemi uygulamak ağaç malzemeyi korumak için tek başına yeterli olmaz. Reçine temizleme işleminden sonra

ağaç malzemeyi dış etkilere karşı korumak için yüzeyler vernik/boya gibi bir koruyucu katmanla kaplanmalıdır (Saygın ve Budakçı, 2017).

Reçine temizleme işlemi, sıvı haldeki alkali veya organik çözücüler ile olur. Bu çözücülerde reçine parçalanarak sabunlaşır. Reçine temizleme işleminde kullanılacak kimyasallar 2 gruba ayrılmaktadır. Birinci grup eritici etkili (fiziki) kimyasallardır. Aseton (C_3H_6O), etilglükol ($C_2H_6O_2$), metilenklorür (CH_2Cl_2) ve alkol (etanol, C_2H_5OH) bu gruba girer (Şanıvar, 1978). Bu kimyasallara ek olarak benzen ve trikloretilen gibi kimyasallar da kullanılmaktadır (Kurtoğlu, 2000). Bu kimyasallar, reçineyi eriterek çözseler de kimyasal yapısında değişiklik yapmazlar. Bu kimyasalların buharlaşma ısıları düşüktür. Hızlı çalışmayı gerektirirler. Çalışma süresi uzarsa eriyen reçine tekrar katılaşır ve yüzeyden uzaklaştırılması zorlaşır (Şanıvar, 1978). Etil glükol ve aseton, uçucu ve yanıcı olduğundan küçük yüzeylerde kullanılmakta ve diğer reçine temizleyiciler ile karıştırılarak uygulanmaktadır. Aseton ile karıştırılmış amonyak ise en kolay kullanılacak reçine çözücüdür. Ancak ağır kokusu sebebi ile açık havada uygulanabilmektedir (Kurtoğlu, 2000). İkinci grup ise sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) kimyasallardır. Amonyak (NH_3), potaşe (potasyum karbonat, K_2CO_3), soda (sodyum karbonat, Na_2CO_3), kostik soda (sodyum hidroksit, $NaOH$), amonyumklorür (NH_4Cl), arap sabunu (potasyum palmitat, $[CH_3(CH_2)_{14}]$) gibi baz etkili kimyasallar bu gruba girer. Bu gereçler reçinenin yapısını değiştirerek sabunlaştırırlar. Sabunlaştırıcı etkili kimyasal kullanılan reçine temizleme işlemlerinin ardından malzeme yüzeyindeki kimyasalın giderilmesi için yıkama işlemi (1 lt sıcak su ve 6 – 7 gr arap sabunu), baz kalıntılarını gidermek için ise nötrleştirme işlemi (%20'lik sirke asidi) yapılmalıdır (Şanıvar, 1978).

Reçine çözücülerin hepsinde çalışma prensibi aynıdır. Reçeteye uygun şekilde hazırlanan çözücü bitkisel bir fırça veya beyaz bez sarılmış bir sopa ile yüzeye sürülmelidir (Şanıvar, 1978). Odundaki reçine miktarı ne kadar fazla ise fırçalamada o kadar önem kazanır (Kurtoğlu, 2000). Uygulanacak boya anilin boyası ise sabunlaştırıcı etkili reçine temizleyiciler tercih edilmelidir. İş iki evreli kimyasal boya ile boyanacaksa fiziki etkili gereçler kullanılmalıdır. Yüksek çözme gücüne sahip kimyasallar bile en fazla 2 mm derinlikteki reçineyi temizleyebilmektedir. Bundan dolayı reçine temizleme işleminden önce perdahlama ve zımparalama işlemleri tamamlanmış olmalıdır (Şanıvar, 1978).

Eritici ve sabunlaştırıcı kimyasalların dışında iki reçine temizleme yöntemi daha mevcuttur. Birinci yöntem, örtücü (opak) boyalar ile kaplanacak doğrama vb. işlerde çok uzun zamandır uygulanan pürmüz tabancası ile yakma yöntemidir. Bu uygulamada pürmüz tabancası ile ahşap yüzey yakılarak reçineler uzaklaştırılır. Sakıncası ise doğal veya ağaç boyası ile işlem görecektir yüzeylere uygulanamaz oluşudur (MEGEP, 2008). İkinci yöntem ise sodyum bikarbonat ile aşındırma yöntemidir. Bu yöntem ARMEX olarak geliştirilen bikarbonat esaslı materyallerle temizleme yapan püskürtmeli bir sistemdir. Sodyum bikarbonat sağlığa zararsız, kokusuz, alev almayan-yanıcı olmayan suda çözünür beyaz bir tozudur. Bu yöntem ile malzeme yüzeyine (camı çizmez, fiberglass'a, ahşaba, vb. ye zarar vermez, lastik rulman, conta vb. deforme etmez) zarar vermeden yüzeydeki reçine ve kirler uzaklaştırılmaktadır (URL-2, 2020).

Türkiye’de özellikle yaygın kullanım alanı olan sarıçam odununun bünyesinde yoğun olarak reçine bulundurması, bu türün koruyucu katmanlarda bazı problemler oluştururken koruyucu katmanın sertlik, parlaklık, renk ve yüzeye yapışma özelliklerinde değişimlere sebep olur. Bu durum, koruyucu katman uygulama öncesinde reçine temizleme işlemini zorunlu hale getirir. Ayrıca, kullanılan odunlarda budak oluşumu, renk farklılıkları, reçine kusması vb. mevcut kusurların tespit edilerek bu kusurların giderilmesi ve ağaç malzeme ile uyumlu koruyucu katmanların tespiti mobilya sektörü açısından büyük önem taşır.

Bu çalışmada, sarıçam odununa koruyucu katman uygulamalarından sonra ortaya çıkabilecek reçine kusmalarına çözüm önerileri sunmak ve seçilen reçine çözücülerin koruyucu katmanların yüzey performansına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kullanılacak deney numuneleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarından hazırlanacaktır. Kaplanacak sarıçam ağaç malzeme yüzeylerinde su bazlı vernikler kullanılarak katmanda oluşabilecek problemlerin belirlenmesi ve bu problemlerin giderilmesi ile daha sonraki aşamada sertlik, parlaklık, renk ve yüzeye yapışma özelliklerine etkileri araştırılacaktır.

1.1 Genel Bilgiler

1.1.1 Üst Yüzey İşlemleri

Üst yüzey işlemleri çoğu zaman farklı şekillerde tanımlanmasına karşın; genel anlamda ahşap, cam, mermer, plastik, metal vb. maddeler kullanılarak yapılan ürünlere uygulanan son bitirme işlemlerini anlatmaktadır (Sönmez, 2005).

Mobilya ve yapı elemanı üretiminde kullanılan üst yüzey işlemi malzemeleri sıvı, katı (reçine emdirilmiş kâğıt folyo) ve diğer kaplama malzemeleri olarak üçe ayrılmaktadır. Yarı örtücü yüzey işlemi, ağacın doğal yapısını kapatmadan genellikle bir miktar daha koyulaştırarak yapılan bir yüzey işlemidir. Örtücü yüzey işlemi ise, yüzeylerin tamamen boya veya vernik ile örtülmesidir. Örtücü yüzey işlemleri ile çok çeşitli renklerde mobilya üretildiği gibi, doğal ağaç deseninin verilebileceği renklendirme yöntemleri de uygulanmaktadır. Tablo 1.1’de üst yüzey işlemlerinin sınıflandırılması verilmiştir (Kurtoğlu, 2000).

Tablo 1.1 Üst yüzey işlemlerinin sınıflandırılması (Kurtoğlu, 2000)

Üst Yüzey İşlemleri	
1) Mekanik (Strüktürel) Yüzey İşlemleri	a) Yakma
	b) Fırçalama
	c) Kum püskürtme
2) Ağaç Malzemenin Rengini Değiştiren Yüzey İşlemleri	a) Ağartma
	b) Renklendirme
3) Koruyucu Üst Yüzey İşlemleri	a) Yağlı koruyucu işlemler
	b) Ağaç malzemenin strüktürünün görüldüğü saydam yüzey işlemleri
	c) Ağaç malzeme strüktürünü örten yüzey işlemleri
4) Ağaç Malzeme Strüktürünü Değiştiren Yüzey İşlemleri	a) Desen silindiri ve yüzey işlemi katmanı ile doğrudan ağaç malzemenin doğal yapısı üstüne baskı yüzey işlemleri
	b) Desen silindiri ve yüzey işlemi katmanı ile astarlanmış ağaç malzeme üstüne baskı yüzey işlemleri
	c) Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla baskı yüzey işlemleri.

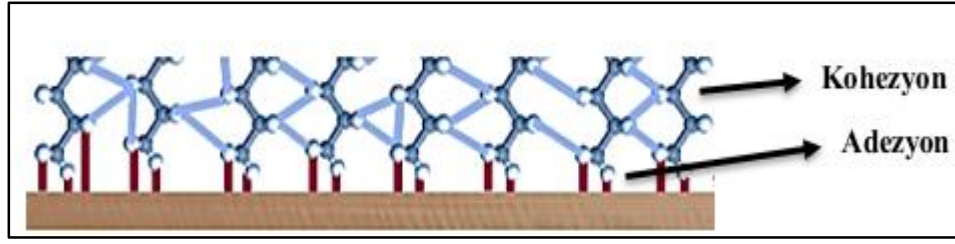
Boya/vernük işlemeleri ahşap malzemeyi korumak, ahşaba estetik olarak güzelleştirmek ve kolay temizlenmesi amacıyla uygulanmaktadır (Sönmez, 2005; akıcıer, 2007). Ayrıca, kullanım ömrü bittikten sonra imhası ve çevreye zarar vermemesi çevreye duyarlılık açısından önemlidir (Sofuoğlu ve Kurtoğlu, 2016).

Başarılı bir üst yüzey işlemi yapabilmek için ağaç malzeme ile üst yüzey materyalinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve üst yüzey materyalinin uygun yöntemle uygulanması gerekmektedir (Sönmez, 2005). İyi bir yüzey kalitesi elde edebilmek ve bunu en az maliyetle çözebilmek oldukça önemlidir. İyi bir yüzey kalitesi elde edebilmek için işleme koşullarına uygun bir kombinasyonun kullanılması gerekmektedir. Yüksek yüzey kalitesi mobilyanın tercih edilirliliğini arttırmaktadır (Sofuoğlu ve Kurtoğlu, 2016).

Vernik/boya uygulanmış ağaç malzemelerde yüzey kalitesini belirlemek için y zeyeye yapışma direnci, katman sertliği, yüzey parlaklığı ve renk değişimi gibi parametrelere bakılmaktadır. Y zeyeye yapışma direnci, vernik katmanının odun yüzeyine tutunması esasına dayanan ve vernik katmanının sağlamlığını belirleyen bir yüzey kalite belirleme yöntemlerinden biridir.

Bir vernik katmanının sağlamlığını belirleyen iki önemli kuvvet vardır. Bunlardan birincisi vernik moleküllerinin kendi arasındaki çekim kuvveti (kohezyon), ikincisi ise ağaç yüzeyi ile olan bağlantı kuvveti (adezyon)’dir (Sönmez, 2005). Adezyonun harici bir kuvvet olduğu düşünülürken kohezyon da farklı bir kuvvetin varlığı da gözardı edilmemelidir (Sofuoğlu ve Kurtoğlu, 2016).

Carpenter (1999)’da adezyon; “ farklı iki yüzeyin birbiriyle teması ve ara yüz kuvvetleriyle bir arada tutulduğu durum” olarak tanımlanmış ve bu ara yüz kuvvetlerinin, valans kuvvetlerinden veya birbiri ile olan bağlanma kuvvetinden oluşabileceği ifade edilmiştir. Kohezyon ise, primer ve sekonder valans kuvvetleri tarafından, bir maddenin moleküllerinin bir arada tutulduğu durum olarak tanımlanmıştır. Kohezyon üzerinde etkili olan kuvvetlerin, moleküller arası çekim kuvvetleri (Van der Waals kuvvetleri) ve polimer moleküllerinin kendi aralarında kenetlenmesi olarak açıklanmıştır (akıcıer, 2007). Adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin bir arada bulunuşu şekil 1.1’de gösterilmektedir (Aydın, 2004).



Şekil 1.1 Adezyon ve kohezyon kuvvetleri

Walinder (2000) iyi bir bağlanma için hem adezyon hem de kohezyon kuvvetlerinin yüksek kapasitede var olmasının gerekliliğini ifade etmiştir (Çakıcıer, 2007).

Adezyon kuvvetinin iyileştirilmesi iyi bir yapışma için gereklidir. Bunun için iyi bir ön hazırlık işlemi yapılmalıdır. Yüzeylerdeki kirler iyi bir üst yüzey işlemi ile temizlendiğinde yapışma direnci de yüksek olacaktır (Aydın, 2004; Çakıcıer, 2007).

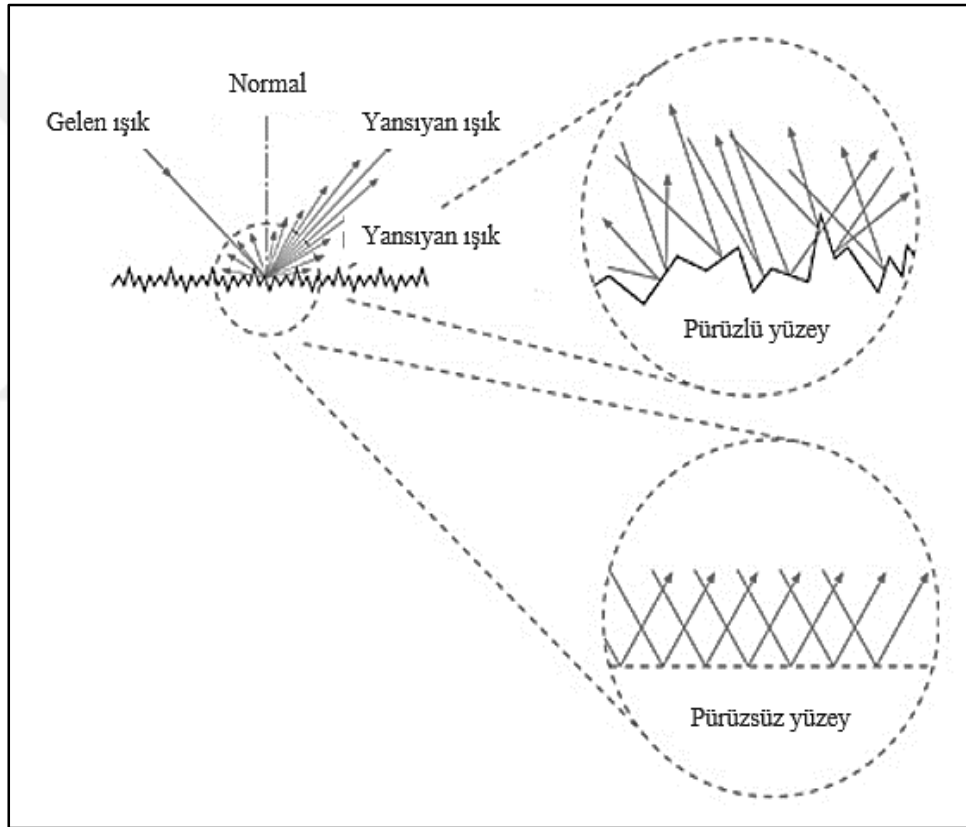
Rowell (1995)'e göre ağaç malzemede reçine yapışmasının oluşmasında; adezyon yüzeyin ıslanabilme yeteneği, nüfuz derecesi, reaksiyon, polimerizasyon, geçirgenlik, pH, rutubet derecesi, ekstraktif maddeler, kimyasal etkileşimler, yüzey serbest enerjisi, yüzey alanı ve reçine ile temas edecek olan odun yüzeyi (radyal, teğet, boyuna) gibi faktörler etkilidir (Çakıcıer, 2007).

Hse vd. (1988)'a göre ekstraktif maddeler; odun yüzeyinde kirlenme yapıp adezyonu azaltmak, reaksiyon alanlarını kapatıp kaplamanın yüzeyi ıslatmasını engellemek ve oksidasyon halinde odunun asiditesini arttırıp bozunmaya yol açmak gibi farklı şekillerde yapışma direncini olumsuz etkilemişlerdir.

Reçine kanallarına sahip ağaç türlerinde (çam, duglas göknarı, ladin ve melez) zamanla görülen reçine birikmesinin yapışmayı engellediği görülmektedir (Christiansen, 1990; Aydın, 2004; Çakıcıer, 2007).

Ekstraktif maddeler, iyi bir yapışma formasyonunun oluşumunu engelleyebilmektedir. Bununla birlikte, reçinelerin ve diğer ekstraktif maddelerin odun yüzeylerinde neden olduğu yapışma için aktifliğin azalmasına (inaktivasyon) karşı hassasiyeti hakkında açık sonuçlar bulunmamaktadır. Bazı araştırmacılar odun yüzeylerindeki ekstraktif madde miktarı ile yapışma kalitesi arasında bir ilişki olduğunu ifade ederken, bazıları belirgin bir ilişki ortaya koyamamıştır (Aydın, 2004; Çakıcıer, 2007).

Parlaklık kavramı; gelen ışığın ne kadarının aynı açıyla yansıdığının ölçüsüdür. Verniklenmiş yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden faydalanarak parlaklık ölçümleri yapılmaktadır. Doğal olarak parlaklık karakteristiği aynı olan yüzeylerin ölçümlerinde aynı sonuçlar elde edilmelidir. Parlaklık malzemenin kırılma indeksi, ışığın geliş açısı ve yüzey topografisi faktörlerinin birleşiminden oluşmaktadır. Yüzey parlaklığının ölçüm prensibi Şekil 1.2’de şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 1.2’de gelen ışığın bir kısmı emilirken bir kısmı malzeme içine iletilir. Geri kalan ışık yüzey topografisine (doğal veya yapay ayrıntılarının meydana getirdiği şekle bağlı olarak) değişik açılarla yüzeyden yansımaktadır (URL-3, 2020).



Şekil 1.2 Yüzey parlaklığının ölçüm prensibinin şematik olarak gösterimi (URL-3, 2020)

Parlaklık değeri yüzeyden yansıyan ışık miktarına bağlıdır. Zımpara kâğıdı numarası, uygulama yöntemi ve vernik türünün parlaklık değerleri üzerinde etkilidir. Zımpara kâğıdı numarası arttıkça yüzey pürüzlülüğü azalmakta ve yüzeye gelen ışığı daha fazla yansıtılmaktadır. Bundan dolayı parlaklık değerleri artmaktadır. Ayrıca, solvent bazlı vernik/boya uygulanmış yüzeylerde parlaklık değerleri su bazlı vernik/boya uygulanmış yüzeylere kıyasla daha yüksek çıkmaktadır. Bunun başlıca sebebi su bazlı

vernüklerin ahşap yüzeydeki emilimi pürüzlülüğü arttırarak parlaklığı düşürmesidir (Salca vd. 2016).

Türkoğlu vd. (2015) yaptığı bir çalışmada doğal hava şartlarının, su bazlı vernik uygulanmış ahşap malzeme yüzeylerinde parlaklığı azaltıcı etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Vernik ve ağaç malzeme renklendiricilerinin; renk, parlaklık, ışık yansıtma derecesi, yüzey pürüzlülüğü gibi özellikleri, ahşap mobilyalar için önemlidir. Renk; kendisini meydana getiren bileşenlerin farklılığı ile ortaya çıkar. Oluşturulan renkteki standardın her zaman aynı tutulabilmesi, üretici firmalar için bir problem olmaktadır. Bu sebeple renklerin uygunluğu ve ölçümler için hazırlanan metotlar iki grupta ele alınmaktadır. Birincisi gözle renk ölçümü ikincisi ise aletsel renk ölçümüdür (Payne, 1967; Çakıcıer, 2007).

Görsel metot da boya üreticileri renk kataloğuna göre karşılaştırma yaparak rengi belirlemeye çalışırlar. Bu durumda standart rengin elde edilmesi çok zordur (Payne, 1967; Çakıcıer, 2007). Standart renge ulaşılabilmesi için ilk olarak gözlemcinin renk ayırt etme yeteneği çok önemlidir. Kişilerin renk yeteneklerinin belirlenmesi için geliştirilmiş bazı düzenekler vardır. Bunlar içinde Munsell renk küresi testi en yaygın kullanılanıdır. İkinci önemli konu ise, incelenecek yüzeyi aydınlatacak ışığın niteliğidir. Rengi ölçülmeye çalışılan nesnenin özellikleri kadar, gelen ışık huzmesinin özelliği de algılanan renk üzerinde etkilidir. Bu nedenle, bir ışık altında referans renge çok benzeyen renkteki bir cisim, başka bir ışık altında tamamen farklı görülebilmektedir. Bir cismin farklı ışık kaynakları altında değişik renkte görünmesi olgusu metamerizm olarak adlandırılmaktadır. Dolayısıyla renk incelemelerinde öğle vakti yüzü kuzeye döndürerek alınan güneş ışığının (D65 ışığı olarak anılan ve gün ışığını temsil eden ışığın) kullanılması uygun olmaktadır. Bir metamerizm sorunu olup olmadığını anlayabilmek için sarımsı tondaki ışıktaki ayrıca renklerin karşılaştırılması yapılmalıdır (Berns, 2000; Çakıcıer, 2007). Bu yöntem yaş ve kuru boyalarda uygulanabilmektedir. Ancak standart renk için sayısal değerler sağlanamamaktadır (Payne, 1967; Çakıcıer, 2007).

Aletsel renk ölçümlerinde ise fotoelektrik metotlar, standart renk (kalibre) kullanarak

sayısal değerler vermektedir. Örnek renkten yansıma ile standart numuneden yansımaların ölçüm karşılaştırmasını yapmaktadır. Fotoelektrik metotlar olarak bilinen aletler iki grupta toplanır. Bunlar ışık yansıması ile ölçüm yapan (colorimeter) aletler ve ışık tayfı ile ölçüm yapan (spectrophometer) aletlerdir. Renk ölçme aletinde genellikle üç ya da daha fazla renklendirilmiş filtre bulunmaktadır. Bunlar mavi, yeşil ve sarı renkler olup yansıma ölçümü bu filtrelerden geçirilerek yapılmaktadır (Çakıcıer, 1994).

Mat yüzeylerden renk ölçümünde kullanılan cihazlar, temel olarak üç grup altında toplanabilir;

1. Kolorimetreler,
2. Reflektans spektrofotometreleri
3. Dijital sistemler (dijital video, dijital kamera vb.)

Tristimulus kolorimetreleri; renk ölçümünde kullanılan en basit cihazlardır. İnsan gözünde olduğu gibi, kırmızı, yeşil ve mavi foto detektörlere sahiptirler ve tristimulus değerleri ölçerler. Genellikle, numuneyi normale göre 45° açı ile aydınlatan kuvars halojen ampul kullanılmaktadır. Numuneden yansıyan ışık, toplanarak, önünde her biri kendi ışığa hassas diyotunu bulunduran üç adet filtreye sahip bir detektöre yönlendirilir. Filtre/diyot kombinasyonlarından elde edilen sonuçlar gözün diferansiyel spektral algılamasını eşlemek için dönüştürülür. Kolorimetrelerin ciddi kısıtlamaları olsa da kalite kontrol durumlarında, renk farklılığının ölçülmesi amacıyla kullanışlı ve efektif fiyata sahip cihazlardır. Reflektans spektrofotometreleri; renk eşleme işlemlerinde, rengin farklı ışık kaynaklarındaki ölçümleri, metameri tespiti, sayısal standartlara göre renk farklılığının değerlendirilmesi ve kesin bir renk ölçümü için en uygun yöntemdir. Renk ölçüm spektrofotometreleri, bir numunenin yansıttığı ışığın, üzerine gelen ışığa oranını, tüm görünür spektrum boyunca belli noktalarda ölçen cihazlardır. Bir reflektans spektrofotometresi, basit renk izleme teorisine göre çalışır. Işık kaynağı, belirli bir aydınlatma ve izleme geometrisine göre numuneyi aydınlatır. Yansıtılan ışık, spektral bileşenlerine ayrılmak üzere spektral analizöre (monokromatör) gider. Böylece, görünür spektrum boyunca belirli noktalarda ışık detektörü ve elektronik kontrol ünitelerine ölçümü yapma imkânı verilir. Bu spektral analizör, spektrofotometrelerin, kolorimetrelerle üstünlüğünü sağlar (Yeşil, 2010).

Reflektans değerleri, mükemmel yansıtıcının (genellikle baryum sülfat) %100 değerine ayarlanarak genellikle yüzde olarak ifade edilir. Kolorimetrik hesaplamalarda ise fraksiyon cinsinden kullanılırlar. Tablo 1.2’de kolorimetreler ile spektrofotometreleri arasındaki karşılaştırma yer almaktadır (Yeşil, 2010).

Tablo 1.2 Kolorimetreler ile Spektrofotometreler arasındaki karşılaştırma (Yeşil, 2010)

KOLORİMETRELER	SPEKTROFOTOMETRELER
İnsan gözü-beyin algılaması ile benzer şekilde psiko-fiziksel analiz imkânı sağlarlar. Kolorimetrik değerler doğrudan okunabilir (XYZ, Lab vb.)	Fiziksel analiz imkânı sağlarlar. İnsan algılaması ile ilişki kurmadan, numunenin yansıttığı veya geçirdiğı ışığın dalga boyundan dalga boyuna spektral analizini gerçekleştirirler. Psiko-fiziksel (kolorimetrik) bilgiler indirekt olarak hesaplanabilir.
Sensör ve basit bir veri işlemci ile kullanılırlar.	Sensör ile veri işlemci veya bilgisayar yazılımı ile kullanılırlar.
Belli bir gözlemci ve ışık kaynağı kombinasyonuna ayarlıdırlar.	Tristimulus ve metameri indeksi gibi hesaplamalarda birçok gözlemci/ışık kaynağı kombinasyonları kullanılabilir.
Tristimulus absorpsiyon filtreleri ile geniş bir dalga boyu bandını ayırırlar.	Ayrıntılı spektral analizörler ile dar bir dalga boyu bandını ayırırlar.
Spektrofotometrelere göre genellikle daha sağlam ve daha az kompleks cihazlardır.	Kolorimetreler göre daha kompleks cihazlardır.
Belirli şartlar altında yapılan rutin renk karşılaştırmaları ve küçük renk farklılıklarının ayarlanmasında uygundur.	Renk reçetesi tahmininde, metameri ölçümünde ve farklı ışık kaynağı/gözlemci koşullarında kullanım için uygundur.

Kolorimetre ve spektrofotometreler dışında, son yıllarda teknolojiadaki gelişim ile birlikte, dijital görüntü elde etme teknikleri kullanılarak da renk ölçümü yapılması ile ilgili çalışmalarda ilerlemeler yaşanmıştır. Tekstil materyallerinin lekeleme ve renk haslıklarının belirlenmesinde dijital kamera kullanılarak geliştirilen sistemler mevcuttur (Yeşil, 2010).

Katman sertliğı ise vernik/boya işlemleri uygulanmış ağaç malzemelerde yüzey kalitesini belirleyen diğer bir yöntemdir. Vernik katman sertliğı, dış etkenlere

dayanıklılığını belirleyen önemli bir göstergedir. Sertlik ile ağaç malzemenin diğer mekanik özellikleri (çizilme, aşınma vs.) arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin; vernik sertliği yüksek olan bir malzemede çizilme ve aşınma dirençleri de yüksek olur (Sönmez vd. 2004). Ayrıca sertlik deneyi, uygulamasının basit oluşu ve malzemeyi az tahrip etmesinden dolayı yapılan en genel deneylerden biridir. Laboratuvarlarda yapılan sertlik ölçmelerindeki değer, malzemenin plastik deformasyona karşı göstermiş olduğu dirençtir.

Uygulamalarda verniklerden olumlu sonuçlar alabilmek için, mobilya üretiminde kullanılan ağaç türlerinin yapısal farklılıkları göz önünde tutulmalıdır. Değişik tür ve cinsteki ağaç odunlarının anatomik yapısı (özellikler, rutubeti, ekstraktif madde yüzdesi gibi) ile birlikte verniklenmiş yüzeyin (sertlik, çizilme, kazınma, çarpma ve aşınma direnci, elastikiyet ve bağlanma özellikleri, ışığa, kuru ve ısıya dayanıklılık, soğuk ve sıcak sıvılara, kimyasal maddelere, sigara ateşine, dış hava koşullarına dayanıklılık, su buharı geçirgenliği, yüzey işlemi katmanının malzemeden ayrılması gibi) özelliklerinin de belirlenmesi gereklidir (Kurtoğlu, 2000).

1.1.2 Su Bazlı Vernik/Boya Sistemleri

Vernikler uygulandıkları yüzeyde kuruyup sertleştikten sonra genellikle saydam bir katman oluşturan, çözücü ve katı olmak üzere iki elemandan oluşan eriyiklerdir (Kurtoğlu, 2000). Ahşap malzemenin koruyucu örtü gereçleriyle kaplanması M.Ö. 200 yıllarına dayanmaktadır (Şanivar, 1978). İlk olarak bir ağacın kabuk altı sıvısıyla hazırlanan koruyucu gereçle uygulanan yüzey işlemlerinin yerini daha sonra doğal reçineler ve kuruyan yağlar ile hazırlanan yağlı koruyucu gereçleri almıştır (Şanivar, 1978; Sönmez, 1989).

1960'lı yıllarda ülkemizde de üretilen ve Hydropol olarak tanıtılan ancak fazla ilgi görmeyen su bazlı poliüretan boya/verniklerden sonra günümüzde emülsiyon polimerizasyonu ile sertleşen değişik özelliklerdeki reçineler sayesinde su bazlı vernik ve boya kullanımı her geçen gün artmıştır. Hydropol verniklerde önemli bir sakınca olarak görülen ağaç-su uyumsuzluğu daha sonra üretilen su çözücülü boya/verniklerde kısmen giderilmiştir (Sönmez, 2005).

Türkiye’de boya/vernük sektöründe çözücü olarak çoğunlukla solventler kullanılmaktadır. Ancak, günümüzde çevreye ve insan sağlığına verilen önemin artması üzerine vernük/boya sistemlerinde sağlığı zararlı bileşenleri üretimin dışında bırakmaya zorlamıştır. Yaygın olarak kullanılan bazı solventlerin kullanımından kaynaklanan organik esaslı uçucu bileşiklerin (Volatile Organic Compounds-VOC) çevreye ve insan sağlığına verdiği zarardan dolayı kullanım alanının daraltılması hatta tamamen kaldırılması gibi çalışmalara hız verilmiştir. Bundan dolayı solvent çözücülü bağlayıcıların yerini su çözücülü bağlayıcılar almaya başlamıştır. 1970 yılında ABD’de imzalanan temiz hava yasası (clean air act) gereğince boya/vernük işlemlerinde açığa çıkan uçucu organik bileşiklerin azaltılması zorunlu hale gelmiştir. Buna bağlı olarak öngörülen VOC limiti değerlerinin düşük tutulması gibi nedenlerle su bazlı boya/vernüklerin önemi daha da artmıştır (Sönmez vd. 2004).

Su çözücülü vernükler; alkid, polyester, akrilik ve poliüretan (PU) yanında daha birçok reçineden üretilen vernük türüdür. Parlak vernüklerde renk pigmenti bulunmazken, mat vernüklerde matlaştırıcı elemanlar bulunmaktadır. Endüstride önemli yer tutmaya başlayan bu sistem dispersiyon ve emülsiyon polimerizasyonu esasına göre hazırlanmaktadır (Johnson, 1997; Çakıcıer, 2007).

Lateks tipi su bazlı üst yüzey işlemleri ise özellikle iç mekânlarda tercih edilmektedir. Bu kullanım alanlarında şeffaflık ve koruma bakımından solvent bazlı üst yüzey işlemleri kadar başarılı olabilmektedir. Ancak lateks sistemlerinde kullanılan yüzey gerilimini azaltıcı katkı maddelerinden dolayı dış uygulamalarda lateks sistemler başarılı olamamıştır. Lateks’in hazırlanmasında ne kadar az katkı maddesi kullanılırsa, kaplama o kadar başarılı olmaktadır (Yıldız, 1999; Çakıcıer, 2007).

Dispersiyon olarak tanımlanan su bazlı üst yüzey işlemleri ise bu alandaki en yeni gelişmelerden birisidir. Uygulamadaki başarı düzeyi ile ilgili bilgiler tam olarak elde edilememiştir. Ancak, dispersiyonların çok olumlu sonuçlar verdiği bilinmektedir. Alkidler, polyesterler, akrilikler, poliüretanlar ve daha pek çok başka reçineden çok düşük düzeylerde VOC içeren dispersiyonlar hazırlanabilmektedir. Bu konuda öğrenilmesi gereken pek çok şey olmakla birlikte, dispersiyonların en çok umut vadeden su bazlı üst yüzey işlemleri olduğu söylenebilir (Yıldız, 1999; Çakıcıer, 2007).

Emülsiyon yüzey işlemleri en eski su çözücülü sistemlerdir. Bu tür yüzey işlemi sistemleri özellikle Avrupa’da artarak kullanılmaktadır. Çok düşük VOC içeriği ve çok üstün özellikleri mevcuttur. Düşük oranlarda katkı maddesi içermesi ve bağlayıcı reçine taneciklerinin giderek daha fazla küçültülebilmesi emülsiyonların gelişime olanak sağladığını göstermektedir (Yıldız, 1999; Çakıcıer, 2007).

Su çözücülü vernikler, uygulamada ve son üründe tamir-onarım olanakları en iyi olan sistemlerdendir. Ancak, bu tür üst yüzey işlemleri VOC düzeyi, gelişmiş batı ülkelerinde geçerli olan düzeye göre yüksek bir değerdir. VOC miktarının çok daha düşük düzeylere çekilmesi gerekmektedir (Johnson, 1997).

Boya endüstrisinde önemli yeri olan ve “suyla seyreltilen”, “lateks”, “dispersiyon”, “emülsiyon” gibi isimlerle verilen su bazlı vernik/boyaların adlandırma ve tanımlamaları Tablo 1.3’teki gibidir (Johnson, 1997; Yakın, 2001).

Tablo 1.3 Su bazlı vernik/boyaların adlandırma ve tanımları (Johnson, 1997; Yakın, 2001)

Su bazlı sisteme verilen ad	Raf ömrü	Tanecik büyüklüğü	Molekül ağırlığı sayı ort.	Görünüşü	Çözücü kullanımı ve % çözücü içeriği	Stabilize edilme şekli
Suyla seyreltilen	6 - 24 Ay (Hidrolyzlenir)	Çok küçük	< 5000	Şeffaf veya çok az bulanık	Çözünürlüğü sağlamak (%20 çözücü)	Hidrofil gruplar
Lateks	Kararlı	0.1-10.0 µ	+300000	Yarı şeffaf, opak	Kuruma sırasındaki polimer tanelerinin yapışarak film oluşturmasını kolaylaştırmak (%10’dan az çözücü)	Polimere bağlı olmayan, polimer dışında yer alan sürfaktantlar veya initiatör fragmentleri

Tablo 1.3'ün devamı...

Dispersiyon	4 - 24 Ay	0.1-1.0 μ	3000-100000	Yarı şeffaf	Akışkanlığı iyileştirmek, suyun buharlaşması ve kurumayı hızlandırmak (%2'den az çözücü)	Hidroksil grupları gibi polimere bağlı olan hidrofilik gruplar
Emülsiyon	+2 Yıl	0.1-10.0 μ	< 10000	Yarı şeffaftan süt görünümüne kadar	Çözücü emülsiyon hazırlamanın kolaylaştırılması (%0-5 çözücü)	Polimere bağlı olmayan, polimer dışında yer alan emülsiyon yapıcılar ve sörfaktantlar

Su bazı sistemlerde çözücü olarak su kullanılmaktadır. Katman yapıcı olarak kullanılan reçineler su ile tam olarak çözünemediğinden yardımcı solventlerin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemde kuruma mekanizması suyun buharlaşması esasına göredir. Su genellikle yardımcı solventlerden önce ayrılmaktadır. Kuruma aşamasında ise katmandan en son ayrılan solvent önem taşımaktadır. Çünkü karşılaşılması muhtemel birçok katman kusuru bu son ayrılan solventin özelliklerine bağlı olarak giderilebilmektedir. Ancak, yardımcı solventlerin yayılmayı kolaylaştırma, bileşenlerin homojen karışımını sağlama ve devam ettirme gibi önemli katkıları vardır. Yardımcı solventlerin seçiminde hata yapıldığı veya olası kusurlu oluşumların önüne geçmek için gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda katman özellikleri bozulmakta, film karakteristikleri zayıflamakta, çatlak, mat ve donuk katman oluşumları görülmektedir (Sönmez vd. 2004).

Katman yapıcı olarak suda çözünen akrilik, poliüretan, polyester ve bazı alkid reçineler tek olarak veya modifikasyon amacı ile birkaçı birlikte kullanılmaktadır. Hidroksil (-OH) ve karboksil (-COOH) grubu bulunduran reçinelerden üretilen su çözücülü verniklerin reaksiyonları genel olarak iki molekülün kaynaşması veya iki parçaya ayrılmış elemanların iyonları arasında bağ kurulması şeklindedir. Bu nedenle solvent çözücülü sistemlerden farklıdır. Polimerizasyon reaksiyonlarının kullanımı genellikle "Çözelti ve Emülsiyon" polimerizasyonu şeklindedir (Sönmez vd. 2004; Yalınkılıç, 2008).

Çözelti Polimerizasyonu: Kullanılan katman yapıcı monomer yapıda olup sulu ortamda 0,01-0,5 mm çapında damlacıklar halinde dağıtılmaktadır. Bileşime reaksiyon durdurucu (stabilizatör) katıldıktan sonra mekanik karıştırma işlemi ile damlacıkların birleşmesi engellenmektedir. Stabilizatör olarak metil selüloz, polivinil alkol gibi suda çözünen organik polimerler ile kaolin, magnezyum silikat, alüminyum hidroksit gibi suda çözünmeyen inorganik bileşikler kullanılmaktadır. Polimerizasyonun başlatıcısı çözeltinin bileşiminde olup, monomer damlalarında çözünmüş haldedir. Bu sebeple, her monomer damlası küçük bir kütle polimerizasyon sistemi gibi davranır (Sönmez vd. 2004; Yalınkılıç, 2008).

Emülsiyon polimerizasyonu: Çözelti polimerizasyonundan farklı olup, öncelikle suda çözünmeyen bir monomerin emülsiyon halinde suda dağıtılması gerekmektedir. Örneğin; kauçuk bitkisine benzer bitkilerin öz suları (lateks) bir tür doğal emülsiyondur. Kauçuk öz suyunda, poliizopren tanecikleri su içerisinde süt gibi kolloidal dispersiyon şeklinde dağılmış ve bu yolla doğal proteinler (emülsiyon yapıcı) kullanılarak taneciklerin pıhtılaşması önlenmiştir (Sönmez vd. 2004; Yalınkılıç, 2008).

Su çözücülü sistemlerin üretilmesine olanak sağlayan bağlayıcı reçinelerin bu kadar fazla çeşitlenmesi, diğer çevre dostu uygulamalara göre daha hızlı gelişmesine imkân sağlamıştır. Bu bağlayıcılar arasında poliüretanlar, hem son ürüne kazandırdıkları özelliklerle hem de kullanım alanlarının çeşitliliğinde önemlidir (Blanche, 1997; Kesik, 2009).

Poliüretan yüzey kaplama malzemeleri, esnek olmaları, kimyasal maddelere, plastikleştiricilere ve sürtünmeye olan dayanımları, reaktife edilebilme olasılıkları, dokunmada yumuşak hissedilmeleri, düşük sıcaklık darbe dayanımlarının yüksek olması, plastikleştirici göçüne bariyer olarak davranmaları, fırın kurumalı olarak işlenebilmeleri, çapraz bağlanabilmeleri, kabartma işçiliğine yatkınlığı gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Böylece PU katmanları, pek çok kullanım alanı için istenilen özellikleri sağlayabilmekte ve çeşitli kullanım alanları için su çözücülü sistemler formüle edilebilmektedir. Uygulama alanları plastiklerin ve elyafların yüzeylerinin kaplanmasından, parke ve mobilya cilalarına ve otomobil boyalarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. PU bağlayıcı içeren su çözücülü sistemlerin

süratle gelişmesinin bir başka nedeni de, PU bağlayıcıların sentezi ve modifikasyonu için gereken yapı blokları durumundaki kimyasal maddelerin, çok geniş bir yelpazede ticari olarak üretiliyor olmasıdır. PU bağlayıcıların bir diğer avantajı ise, bu bağlayıcılardan hazırlanan dispersiyonların akrilikler gibi başka bazı bağlayıcılarla hazırlanan dispersiyonlarla karıştırılarak veya kopolimerizasyon yoluyla farklı özelliklerde kaplamalar elde edilmesine olanak sağlayabilen su çözücülü sistemler elde edilebilmesidir. Böylece PU bağlayıcılı su çözücülü sistemlerden yumuşak, esnek deri gibi sert zımparalanabilen camsı vb. özelliklerde kaplamalar elde edilebilmektedir (Blanche, 1997; Kesik, 2009).

Yapılan araştırmalarda ülkemizde kullanılan su çözücülü verniklerin katman sertliğinin fazla olmadığı gözlemlenmiştir. Sertliği az olan vernik katmanlarının darbe, çizilme ve aşınma dirençleri de düşük olmaktadır (Sönmez vd. 2004; Yalınkılıç, 2008).

Su çözücülü vernikler, el ile yapılan basit yöntemler (cila bezi, fırça, rulo veya sünger), püskürtme tabancası ile yapılan yöntemler [püskürtme duvarı ve kabinler, kompresör, püskürtme tabancası veya basınçlı hava regülatörü (şartlandırıcı)], lak dökme (perde) makinesi, silindirli vernik sürme makinesi ve daldırma yöntemi kullanılarak uygulanabilir. Uygulamanın yapıldığı ortam sıcaklığı ve bağıl nemi önemli olup 20 °C sıcaklıkta max. %70 bağıl nemde olmalıdır. Su çözücülü kaplamaların kuruma süreleri kısa olduğu için katman kalitesi, uygulama ve kurutma ortamındaki tozdan olumsuz etkilenmektedir. Bundan dolayı su çözücülü kaplamalar tozsuz ortamlarda uygulanmalıdır (Sönmez vd. 2004; Yalınkılıç, 2008).

1.1.3 Üst Yüzey Kalite Testleri

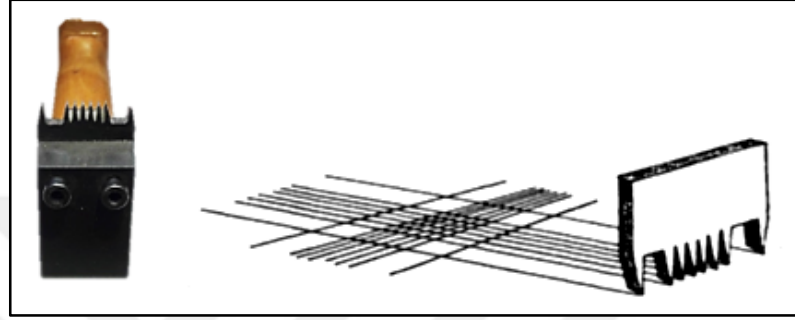
1.1.3.1 Yapışma direnci testleri

Çapraz adezyon test yöntemleri

Ağaç yüzeylere sürülen vernik katmanlarının belirlenmiş aralıklarla keskin ve çoklu kesicilerle bir uçta n diğer uca çapraz olarak katman kalınlığınca kesildikten sonra bant yapıştırılarak kaldırılmaya çalışılması sonucu yüzey yapışma mukavemeti ölçümü yapılmaktadır. Çapraz kesimle yapışma mukavemeti tayini için genellikle 2 metot kullanılır (Sönmez, 1989).

A Metodu

Bu metot kuru film kalınlığı 125 µm olan katmanlarda uygulanmaktadır. Vernik katman kalınlığına göre seçilen 6 veya 11 kesici ağız bulunan kesicilerle karşidan karşıya çapraz karelere ayrılacak şekilde ağaç yüzeyine kadar kesilmektedir (Şekil 1.3) (Sönmez,



Şekil 1.3 Kesici ile vernik katmanının kesilmesi (Sönmez, 1989)

Kesme işlemi bir kerede ve muntazam şekilde yapılmalıdır. Bu nedenle kesme esnasında kılavuz parça kullanılabilir. Kesme uzunluğu en az 20 mm olmalıdır. Kesme işleminden sonra deney alanı yumuşak bir bez veya fırça ile temizlenerek büyüteç yardımıyla incelenmelidir. Şayet katman ağaç yüzeyine kadar inmemişse numunenin başka bir yerine işlem tekrarlanmalıdır. Kafes şeklinde kesilen bölgeye 75 mm uzunlukta, eksen kesim ekseninin alanında olacak şekilde ve düzgün olacak şekilde bant yapıştırılarak lastik silgi ile biraz bastırılmalıdır. 90 ± 30 sn. sonra düzgün bir hareketle ve mümkün olduğu kadar 180° açı ile bant kaldırılmalıdır. Ardından malzeme yüzeyi bir büyüteç ve ışık yardımı ile incelenerek değerlendirme Tablo 1.4'te göre yapılmalıdır (Sönmez, 1989).

Tablo 1.4 A metoduna göre çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerlendirme tablosu (Sönmez, 1989)

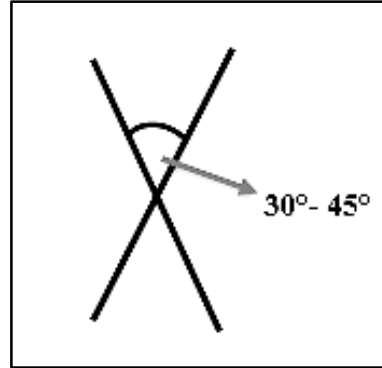
Sınıflar	Açıklama
5A	Kesilen yerler tamamen düzgün ve karelerde kopma olmamalıdır.
4A	Kesim kenarlarındaki ve kesişme yerlerindeki kopmalar %5 den az olmalıdır.

Tablo 1.4'ün devamı...

3A	Kesim kenarlarındaki ve kesişme yerlerinde kopmalar %5 ile %15 arasında olmalıdır.
2A	Kesim kenarlarında ve kesişme yerlerinde kopmalar %15 ile %35 arasında olmalıdır.
1A	Kesişim yerlerinde kopmalar %35 ile %65 arasında olmalıdır.
0A	Karelerdeki ve kesişim yerlerindeki kopmalar %65 den çok olmalıdır.

B Metodu

Bu metot kuru film kalınlığı 125 µm den fazla olan katmanlar için kullanılmaktadır. Yüksek düzeylerde ve saflığını yitirmiş katmanlarda, çok katlı veya muhtelif katların oluşturduğu katmanlarda uygun sonuçlar almak güçleşmektedir. Kesme işleminde keskin bir jilet bıçak veya benzeri kesiciler kullanılarak katman 40 mm uzunluklarda X şeklinde kesilmektedir (Şekil 1.4) (Sönmez, 1989).



Şekil 1.4 B metodu, vernik katmanının kesilmesi (Sönmez, 1989)

Kesiş açısı 30° – 45° olmalıdır. Ağaç malzeme çizildikten sonra temizlenmesi ve bant yapıştırma yöntemi A metodunda olduğu gibidir. Deney sonuçlarının yapılması Tablo 1.5'e göre yapılmaktadır (Sönmez, 1989).

Tablo 1.5 B metoduna göre çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerlendirme tablosu (Sönmez, 1989)

Sınıflar	Açıklama
5B	Kesim yerlerinde kopma olmamalıdır.
4B	Kesim yerlerinde az miktarda kalkma olmalıdır.
3B	Kesim yerlerindeki kopmalar 1,6 mm den büyük olmalıdır.
2B	Kesim yerlerindeki kopmalar 3,2 mm den büyük olmalıdır.
1B	Bandın yapışan kısmında vernik sökölmesi olmalıdır.
0B	Kesim yerlerinde vernik sökölmesi olmalıdır.

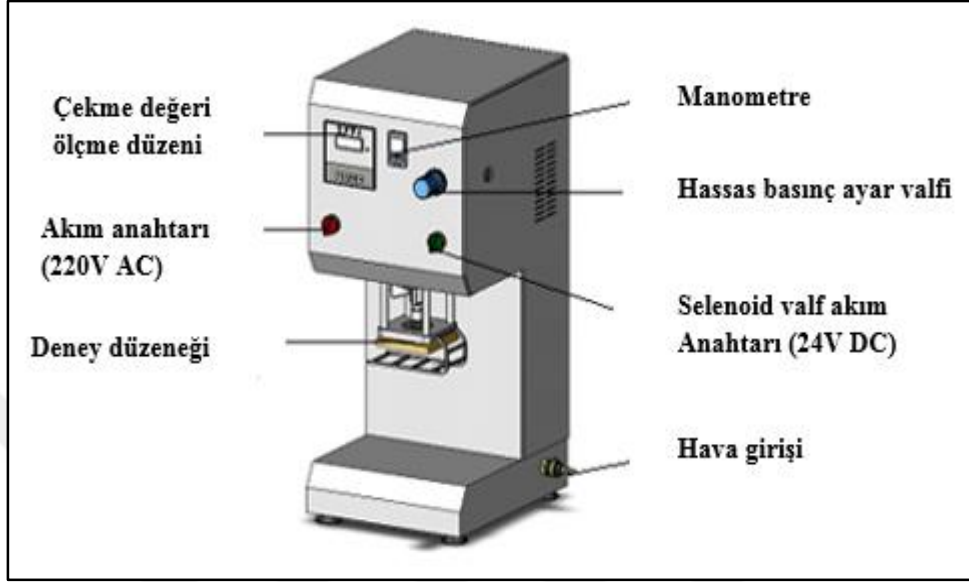
Pull off (ekme) adezyon test yöntemi

Örnek yüzeylerine uygulanan koruyucu katmanlara yapıştırılan elik silindirleri yüzeyden dik olarak çekerek, katmanı taşıyıcı tabandan kopartma esasına dayanan bir testtir (Budakçı, 2006). Pull off testinin yapıldığı cihazlardan Universal test cihazı Şekil 1.5’te verilmiştir.



Şekil 1.5 SHIMADZU universal test cihazı

Budakçı (2006)'da yapışma testleri için örnek bir adezyon cihazı tasarımı yapılmıştır. Cihazın çalışma prensipleri ve örneklerin yapışma test için hazırlama aşamaları benzerdir. Şekil 1.6'da tasarlanan adezyon test cihazı verilmiştir.



Şekil 1.6 Adezyon test cihazı (Budakçı, 2006)

Kurutulan örnekler, TS EN 24624 esaslarına göre 23 ± 20 °C sıcaklık ve $\%50 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 24 saat süre ile kondisyonlanarak denemelere hazır hale getirilir. İklimlendirilen örnek yüzeylerine, Ø 20 mm'lik çelik deney silindirleri ASTM D-4541 esaslarına uygun olarak çift komponentli epoksi reçineli “404 Çelik Yapıştırıcı” ile yapıştırılır. Yapıştırıcı miktarı $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabına göre belirlenir ve silindirlerin yapıştırılması kalıp yardımı ile normal oda sıcaklığında ($\sim 20^\circ\text{C}$) sağlanır (Budakçı, 2006).

Jelleşmeye başlayan yapıştırıcı fazlalıkları (2 saat sonra) bir ıspatula yardımı ile temizlenir ve 24 saat süre ile kurumaya bırakılır. Daha sonra, deney silindiri yapıştırılan yüzeylerdeki katman, örnek (ağaç, metal, plastik vb.) yüzeyine kadar kesici yardımı ile kesilir. Bu işlem, yalnızca çelik silindir yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlamaktadır (Budakçı, 2006).

Örnek yüzeyindeki çelik silindire çekme parçası yerleştirilerek universal test cihazında teste hazır hale getirilmektedir. Daha sonra numune tutucu da yerine monte edilerek çekme işlemi gerçekleştirilir. TS EN 24624 ve ASTM D 4541 standartlarına göre

çekme gerilmesinin, 1 MPa/s'dan fazla olmayan sabit bir hızla arttırılması ve deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanması gerekir (Budakçı, 2006).

Test sonunda; yapışma direnci aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$X = 4F / \pi.d^2 \quad (1.1)$$

Burada;

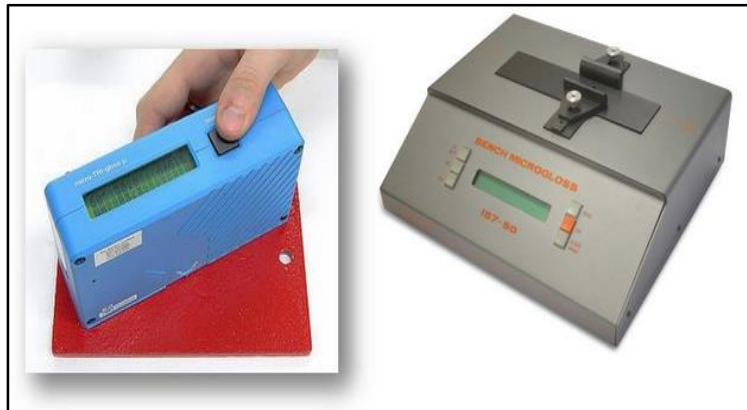
X= Yapışma direnci MPa*, (MPa*= 1 N/mm²)

F= Kopma anındaki kuvvet, (Newton)

d= Deney silindirinin çapı, (mm)'dir.

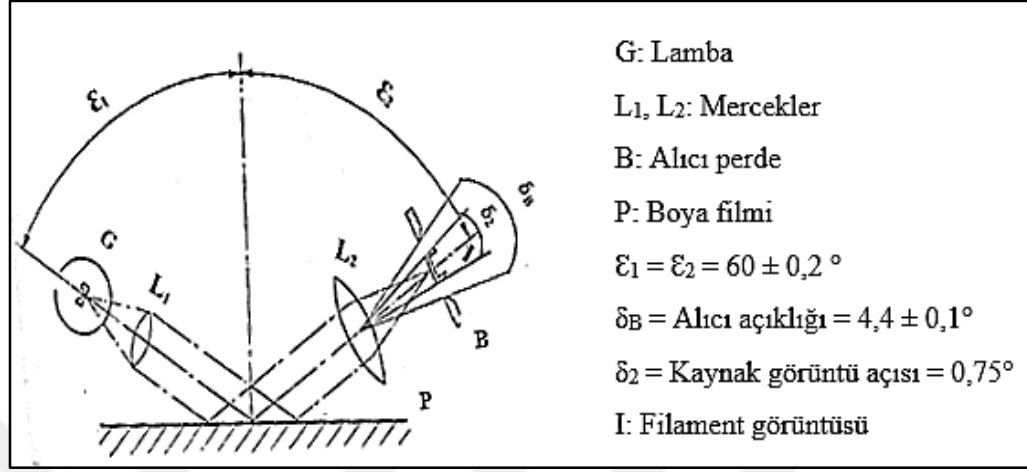
1.1.3.2 Yüzey parlaklığı testi

Parlak bir nesne ile mat bir nesne arasındaki farkı anlamak zor değildir, ancak parlaklık veya matlık karşılaştırması yapılacaksa herkesin kapasitesi farklıdır. Ortalama bir insan 60° açıyla yüzeye baktığında 3-5 GU farkı kavrayabilmektedir. Hâlbuki endüstriyel hayatta sayısal değerlere ihtiyacımız vardır. Bu sayısal verileri ise, Glossmetre ismini verdiğimiz elektronik parlaklık ölçer cihazlar bize sağlamaktadır. Bu cihazlar, el tipi seyyar cihazlar olup basit ölçümleri yapabileceği gibi, laboratuvarlarda kullanılabilecek tezgâh üstü (bench tipi) olanları da mevcut olup gelişmiş ölçümler ve raporlama yapabilmektedir. Ölçümler her ikisinde de aynı prensip ile yapılmaktadır. Şekil 1.7'de el tipi seyyar ve tezgâh üstü (bench) tipi cihazlar verilmiştir (URL-3, 2020).



Şekil 1.7 El tipi seyyar cihaz ve tezgâh üstü (bench tipi) cihaz (URL-3, 2020)

Şekil 1.8’de Glossmetrenin 60°’lik açı ile çalışma prensibi şematik olarak gösterilmiştir (Sönmez, 1989).



Şekil 1.8 60° Gloss-metre ölçüm prensibi (Sönmez, 1989)

Glossmetre cihazında, birbirine paralel veya birbirine yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ve fotosel alıcı penceresinden oluşan alıcıdan meydana gelmektedir. Boya ve vernik katmanlarının ölçümü 20° (mat yüzeylerde), 60° (hem mat hem de parlak yüzeylerde) ve 85° (parlak yüzeylerde) olmak üzere 3 şekilde yapılmaktadır (Sönmez, 1989).

Ayrıca doğru parlaklık derecesini ayarlayabilmek için yüzey 60°’lik açı ile ölçülmeli ve doğru parlaklık sınıflandırması Tablo 1.6’ya göre yapılmalıdır (Tunçgenç, 2004; Çakıcıer, 2007).

Tablo 1.6 60°’lik açı ile ölçülen parlaklık değerlerinin sınıflandırılması (Tunçgenç, 2004; Çakıcıer, 2007)

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

Parlaklık ölçümlerinde dikkat edilmesi gereken diğer bir husus da, farklı parlaklık seviyesindeki katmanlarda (parlak, yarı-parlak ve mat gibi) ölçümler için cihazlarda farklı açı değerleri (20°, 60° ya da 85°) kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde çok mat veya çok parlak görünümde olan yüzeylerin parlaklık değerleri daha keskin olarak ölçülebilmektedir (URL-3, 2020). 60°’de yapılan ön ölçümün ardından, yüzeyin asıl ölçüm açısı belirlenebilmektedir (Tablo 1.7).

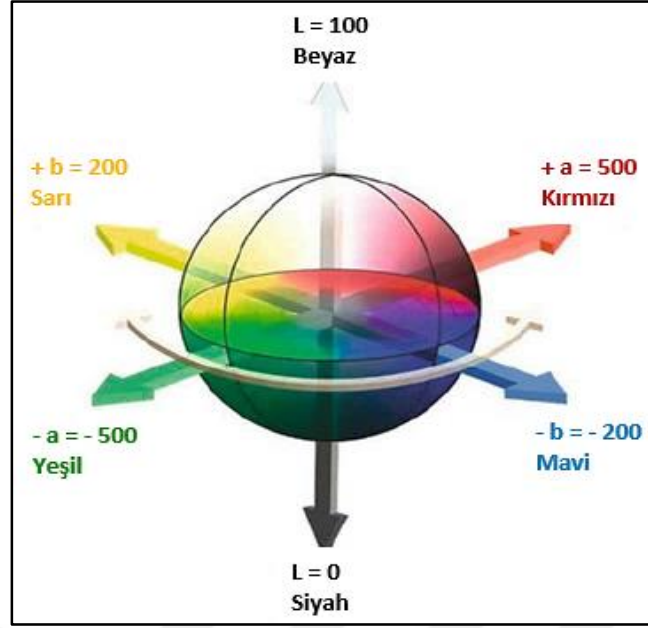
Tablo 1.7 60°’lik ölçüm sonrasında, yüzeyin asıl ölçüm açıları (Çakıcıer, 2007)

Ölçüm Açısı	Bulunan Parlaklık Değeri(%)	Asıl Ölçüm Açısı
60°	10’den küçükse	85°
60°	0 – 70 arasındaysa	60°
60°	70’den büyükse	20°

1.1.3.3 Renk ölçümü testi

Günümüzde hemen her modern renk ölçümü, CIE sistemine dayanmaktadır. Bu sistem, 1931’de oluşturulmuş ve bu tarihten itibaren eklemeler ve düzeltmeler yapılmıştır. Bu sistemde, deneysel gözlemlere dayanarak ve ışık kaynağı, gözlemci ve yüzey daima göz önünde tutularak renk ölçümü yapılmalıdır (Yeşil, 2010).

CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*= 0, beyaz için L*= 100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır. CIEL*a*b* renk alanı Şekil 1.9’da gösterilmiştir (Söğütü ve Sönmez, 2006).



Şekil 1.9 CIE L*a*b* renk alanı (Söğütü ve Sönmez, 2006)

Renk değişimini ne yönde etkili olduğunu belirlemek maksadıyla kırmızı renk tonu (a^*), sarı renk tonu (b^*) ve ışık değeri (L^*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmektedir. Bu renk skalaları ile ilişkilendirilmiş delta değerleri de (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) bulunmaktadır. Referans olarak belirlenen bir örneğin (kontrol) L^* , a^* ve b^* değerleri ile analizi yapılan örneğin L^* , a^* ve b^* değerleri arasındaki farkları göstermektedir. Herhangi bir örneğin kontrol örneğine göre daha kırmızı ya da yeşil olduğunun göstergesi ise delta değerinin işareti ile anlaşılır. Örneğin Δa^* pozitif ise örnek standarttan daha kırmızı negatif ise daha yeşildir (Yeşil, 2010).

$$\Delta L^* = L^*_n - L^*_{knt} \quad (1.2)$$

Burada;

L^*_n : ölçülen numunenin ışık değeri

L^*_{knt} : kontrol örneğinin ışık değeri

ΔL^* : işaret (+) ise kısmi beyaz , (-) ise kısmi siyah olarak anlaşılmaktadır.

$$\Delta a^* = a^*_n - a^*_{knt} \quad (1.3)$$

Burada;

a^*_n : ölçülen numunenin a değeri

a^*_{knt} : ölçülen kontrol örneğinin a değeri

Δa^* : işaret (+) ise kısmi kırmızı, (–) ise kısmi yeşil olarak anlaşılmaktadır.

$$\Delta b^* = b^*_n - b^*_{knt} \quad (1.4)$$

Burada;

b^*_n : ölçülen numunenin b değeri

b^*_{knt} : ölçülen kontrol örneğinin b değeri

Δb^* : işaret (+) ise kısmi sarı, (–) ise kısmi mavi olarak anlaşılmaktadır.

ΔE^* , kontrol örneklerinin renkleri ile ölçülen örneklerin renkleri arasındaki toplam renk değişimini ifade etmektedir.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1.5)$$

formülüyle hesaplanır.

ΔE^* 'nin düşük değerde olması, rengin değişmediği ya da çok az değişim olduğunu gösterirken büyük olması karşılaştırılan renklerin arasındaki farkın büyük olduğunu göstermektedir (Yeşil, 2010).

1.1.3.4 Sertlik testleri

Sertlik testleri genellikle, konik veya küresel standart bir ucun malzeme yüzeyine batırılmasına karşı malzemenin gösterdiği direnci ifade etmektedir. Sert uç, yük etkisiyle malzemeye batırıldığında malzeme üzerinde bir iz bırakmaktadır. Malzemenin sertliği, bu izin büyüklüğüyle ters orantılıdır. Sertlik malzemenin işlenebilme özelliği, aşınma ve çizilme dirençleri gibi malzemenin diğer özellikleri hakkında fikir vermektedir. Sertlik deneyleri basit ve tahribatsız deneyler olduğundan ölçüm sonrasında örnek üzerinde diğer deneyler yapılabilmektedir. Sertlik testleri, farklı ölçüm prensipleri ve cihazlarından herhangi biri ile yapılabilmektedir (Açıkbaş, 2014).

Kurşun kalem ile sertlik testi

Kurşun kalemle sertlik tayini vernik katmanlarında sertlik ölçümü yöntemlerinden biridir. Vernik katmanlarının çizilmeye karşı dayanıklılıkları, o yüzeyin sertliğine bağlıdır. Çizme sertliği Avusturyalı mineralog F. Mohs tarafından 1824’de düzenlenen Mohs sertlik skalasına (Tablo 1.8) göre belirlenmektedir (Açıkbaş, 2014).

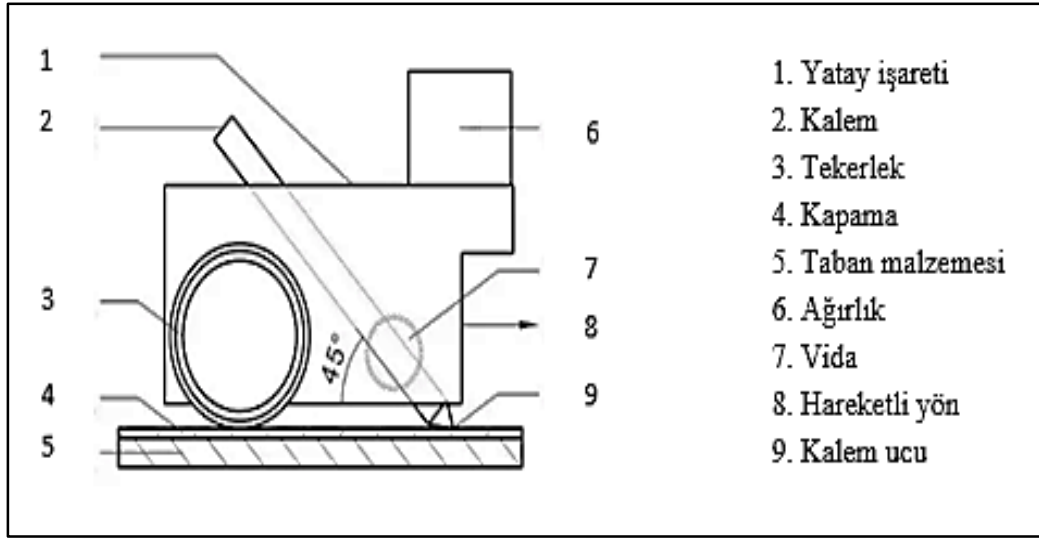
Tablo 1.8 Mohs sertlik skalası (Açıkbaş, 2014)

Sertlik derecesi	Madde	Formül	Kırılkan bağ	Bağ tipi
1	Talk	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	O-O	Van der Valls
2	Jips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	OH-O	Hidrojen
3	Kalsit	$CaCO_3$	Ca-O	İyonik
4	Florit	CaF_2	Ca-F	İyonik
5	Apelit	$Ca_5(PO_4)_3F$	Ca-O, Ca-F	İyonik
6	Ortoklaz	$KAlSi_3O_8$	Al-O, Al-Si ve K-O	%50 İyonik
7	Kuartz	SiO_2	Si-O	%50 İyonik
8	Topaz	$Al_2SiO_4F_2$	Al-O, Al-F	%50 İyonik
9	Korundum	Al_2O_3	Al-O	%50 İyonik %50 Kovalent
10	Elmas	C	C-C	Kovalent

Deney şartlarına hazır hale getirilen numunelerin yüzey sertlikleri kurşun kalemli manuel ve dijital sertlik ölçme aletleri ile tespit edilmektedir. Şekil 1.10’ ve Şekil 1.11’de kurşun kalemli manuel sertlik ölçme cihazı ve cihazın şematik gösterimi verilmiştir (URL-4, 2020).



Şekil 1.10 Kurşun kalemli manuel sertlik ölçme cihazı



Şekil 1.11 Cihazın şematik gösterimi (URL-4, 2020)

Bu cihaz mekanik bir ölçüm uygulamaktadır. Vida ile kalemin 45° 'lik açısı ayarlanmaktadır. 6B - 6H arasında olmak üzere 13 adet kalem ile çizilme yapılmaktadır. Toplamda 500g, 750g ve 1000g olacak şekilde 3 farklı yük miktarı uygulamaktadır. Cihazı, kaplaması ölçülecek malzemenin üzerine koyup yük miktarını ayarladıktan sonra kalemin açısı ayarlanmaktadır. Ardından hareketli yöne doğru itme kuvveti uygulanmak suretiyle kaplamalı yüzeyin deformasyona direncini belirleyerek sertliği hakkında bilgi elde edilmektedir. Test yapılırken kalemler, yumuşak kalemde başlayarak sert kaleme doğru sırasıyla kullanılmalıdır. Çizim işi bittikten sonra malzeme yüzeyi etanol ile silinmeli ve ardından bir ışık kaynağı kullanarak büyüteç yardımıyla gözlem yapılmalıdır. Hangi kalemde numune yüzeyi çizilmeye başlanmışsa o kalemin derecesi sertlik değeri olmaktadır (Sönmez, 1989).

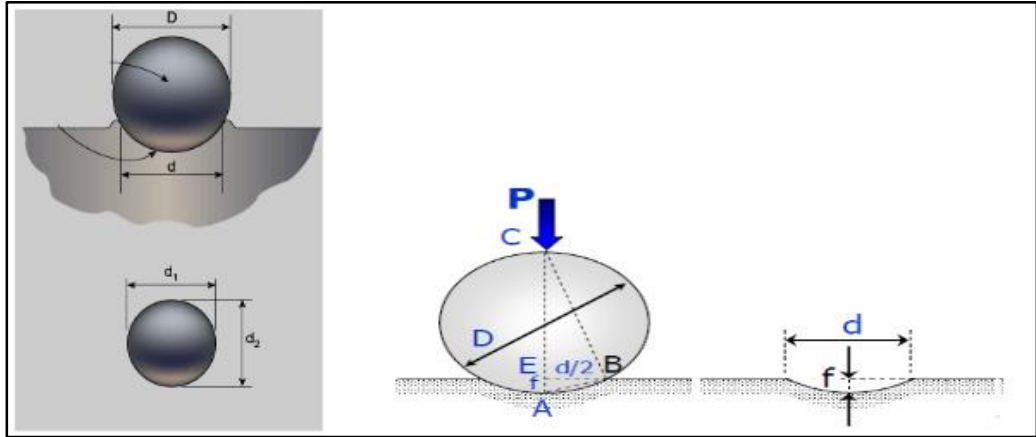
Brinell sertlik testi

Ahşap malzeme yüzeylerinde sertlik ölçme metotlarından ilkidir (Doruk vd. 2010; Herujarvi, 2001; Hirata vd. 2001; Kaymakçı vd. 2014). İsveçli Dr. J. A. Brinell tarafından 1900 yılında bulunmuştur (Açıkbaş, 2014). Şekil 1.12'de Brinell sertlik cihazı verilmiştir.



Şekil 1.12 Brinell sertlik cihazı (MEGEP, 2006)

D çapında sert ve küre şeklindeki bir bilye düşey doğrultuda malzeme yüzeyine belirli bir P kuvveti belirli bir süreyle bastırılmaktadır. Ardından bilye kaldırılır ve malzemenin plastik şekil değişimi sonucunda yüzeyinde küresel bir iz kalmaktadır. Şematik Brinell sertlik ölçme yöntemi Şekil 1.13’te verilmiştir. P kuvvetinin, oluşan izin küresel yüzey alanına bölünmesiyle Brinell sertlik değeri (BSD) elde edilmektedir (Açıkbaş, 2014).



Şekil 1.13 Brinell sertlik ölçme yönteminin şematik olarak gösterimi (Açıkbaş, 2014)

Brinell sertlik değeri aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır (Açıkbaş, 2014).

$$BSD = \frac{P}{S} = \frac{P}{\pi D f} \quad (1.6)$$

$$BSD = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1.7)$$

Bu formüllerde;

P: uygulanan yük (kg)

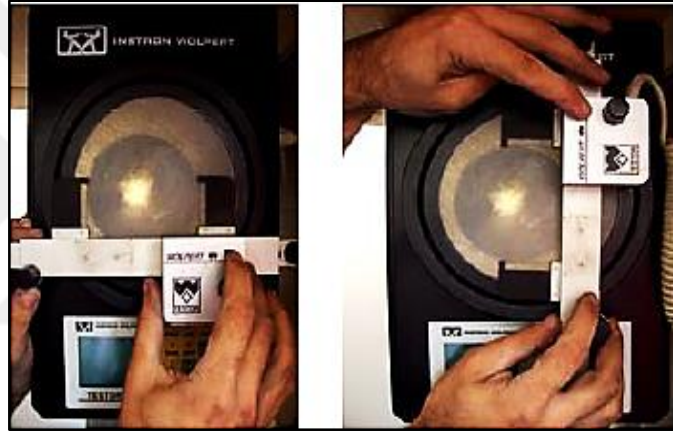
D: bilye çapı (mm)

d: iz çapı (mm)

S: izin yüzey alanı

Birim: N/mm²

Şekil 1.14'te Brinell sertlik ölçüm sonrasında malzeme yüzeyinde oluşan izin ölçümü görsel olarak verilmiştir (MEGEP,2006).



Şekil 1.14 Brinell sertlik ölçüm sonrasında malzeme yüzeyinde oluşan izin ölçümü

Standart Brinell testinde, çapı 10 mm olan bilye kullanılmaktadır. Yük, malzemenin cinsine göre seçilmekte ve uygulama süresi 10 - 15 saniye arasında değişmektedir. Bazı durumlarda ise çapları 10 mm'den daha küçük olan (1,25; 2,5 ve 5,0 mm) bilyeler de kullanılmaktadır. Malzeme yüzeyine uygulanacak yük miktarı o malzemenin cinsine ve bilye çapına göre seçilmektedir (Açıkbaş, 2014). Tablo 1.9'da malzeme türüne göre bilye çapları ve optimum yük miktarları verilmiştir (Açıkbaş, 2014).

Tablo 1.9 Malzeme türüne göre bilye çapları ve optimum yük miktarları (Açıkbaş, 2014)

Malzeme grubu	Yükleme derecesi	Ölçme aralığı HB	Uygulanan kuvvet(P), kg			
			1 mm bilye çapı	2,5 mm bilye çapı	5 mm bilye çapı	10 mm bilye çapı
Çelik, dökme demir, titanyum alaşımları	30.D ²	67 - 450	30	187,5	750	3000
Hafif metal alaşımları, bakır, pirinç, bronz	10.D ²	22 - 315	10	62,5	250	1000
Saf alüminyum, magnezyum, çinko, dökme pirinç	5.D ²	11 - 158	5	31,25	125	500
Yatak alaşımları	2,5.D ²	6 - 78	2,5	15,625	62,5	250
Kurşun, kalay, yumuşak metal	1,25.D ²	3 - 39	1,25	7,81	31,25	125

Tablo 1.10’da malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilye çapları verilmiştir (Açıkbaş, 2014).

Tablo 1.10 Malzeme kalınlığına göre kullanılması gereken bilye çapları (Açıkbaş, 2014)

Malzeme kalınlığı (mm)	Bilye çapı (mm)
≥ 6	2,5 – 5 – 10
3 – 6	2,5 – 5
1,5 – 3	1,5
0,6 – 1,5	1

Vickers sertlik testi

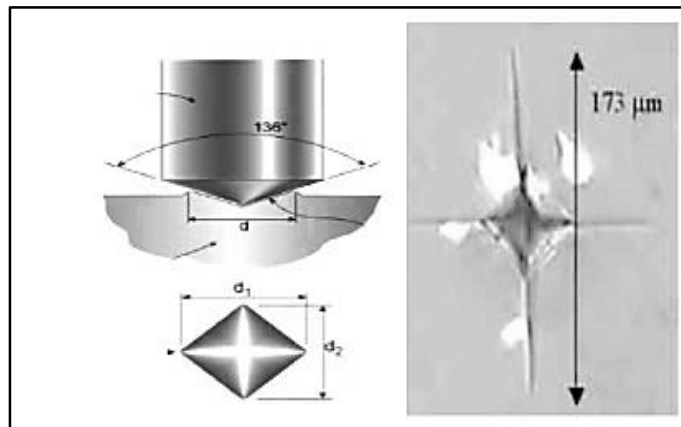
Ahşap malzeme yüzeylerinde statik sertlik ölçme metotlarından biridir (Araki vd. 2016). İngiliz araştırmacı Vickers tarafından geliştirilen bu sertlik ölçme yönteminde baskı elemanı olarak tepe açısı 136° olan elmas kare piramit kullanılmaktadır. F yükü ile malzemeye bastırılan piramit ucun bıraktığı dörtgen izin köşegenleri ölçülerek hesaplanan ortalama köşegen uzunluğu formülde yerine konarak sertlik değerleri bulunmaktadır. Vickers sertliği yüke bağlı değildir. Ölçme hatalarını azaltmak ve

ortalama bir değer elde etmek için izi bytmek faydalı olmaktadır. Ancak, köşegen uzunluğu malzeme kalınlığının en fazla 2/3 olmalıdır. Uygulanan ideal yük miktarı 30 kgf olsa da 1 - 120 kgf arasında değişebilir (Açıkbaş, 2014). şekil 1.15'te Vickers sertlik lme cihazı görseli verilmiştir (MEGEP, 2006).



şekil 1.15 Vickers sertlik lme cihazı

Çok küçük veya düzensiz şekilli malzemeler iyi desteklenerek veya bir yere sabitlenerek ölçüm yapılmalıdır. Test için uygun yük miktarı ve süresi belirlendikten sonra baskı ucu yavaş yavaş belirlenen süre kadar malzeme yüzeyine dik olarak bastırılmaktadır. İşlem sonunda yk numune üzerinden kaldırılır ve deney bitirilir. Homojen bir ölçüm için bu işlem izler arasında mesafe olacak şekilde malzemenin üç farklı yerinde yapılmalıdır. Vickers sertlik deneyinin şematik gösterimi şekil 1.16'da verilmiştir (Açıkbaş, 2014).



şekil 1.16 Vickers sertlik deneyinin şematik gösterimi (Açıkbaş, 2014)

Malzeme yüzeyindeki yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin görüntüsü mikroskop yardımıyla ekrana aktarılmaktadır. Ardından ekrandaki hareketli cetvel ile izin köşegen uzunlukları belirlenerek ortalaması alınmaktadır (Şekil 1.17) (MEGEP, 2006).



Şekil 1.17 Malzemede oluşan izin ekrana aktarılması (MEGEP, 2006)

İz alanının bulunmasından sonra Vickers sertliği aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$VSD = \frac{P}{S} \quad (1.8)$$

VSD= Vickers sertlik Değeri, kg/mm²

P= Yükleme kuvveti

S= Numune üzerindeki izin yüzey alanı, mm²

$$VSD = \frac{2P \sin(\frac{\alpha}{2})}{d^2} \quad (1.9)$$

Burada;

d : iz köşegenlerinin ortalamasını

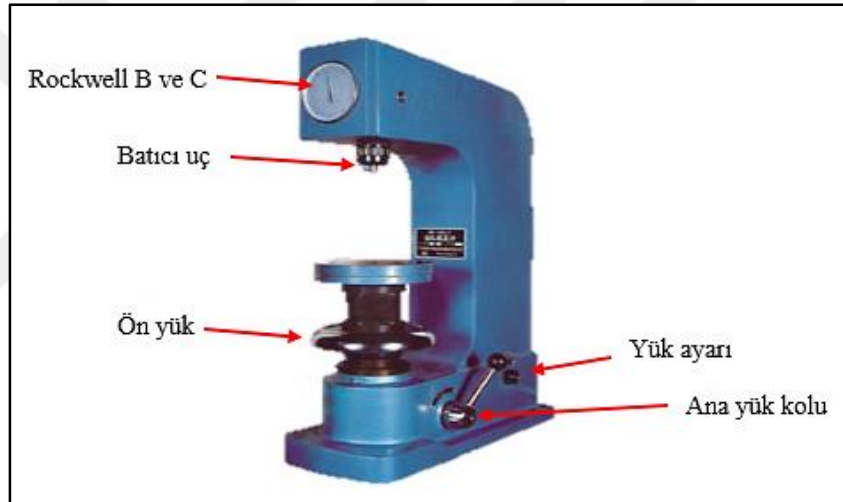
α : piramidin tepe açısını temsil etmektedir. Piramidin tepe açısı=136° olarak alınırsa denklem şu şekilde yazılabilir;

$$VSD = \frac{1.854 \times P}{d^2} \quad (1.10)$$

Doğru sonuçlar elde edilmesi ve hem metal hem de işlem görmüş tüm yüzeyler için tek tip batıcı ucun kullanılması avantajlarıdır (Açıkbaş, 2014).

Rockwell sertlik testi

Ahşap malzeme yüzeyinde boya/vernük kaplamalarının sertlik değerini ölçme yöntemlerinden biridir. Rockwell sertliği, koni ya da küre biçiminde bir ucun belli bir yükü bir malzeme üzerinde oluşturduğu iznin derinliğinden yararlanarak ölçülen birimsiz ve boyutsuz bir sertlik değeridir. Şekil 1.18 ve Şekil 1.19’da Rockwell sertlik ölçme cihazı ile konik ve küre biçimindeki batıcı uçlar verilmiştir (Açıkbaş, 2014; MEGEP, 2006).



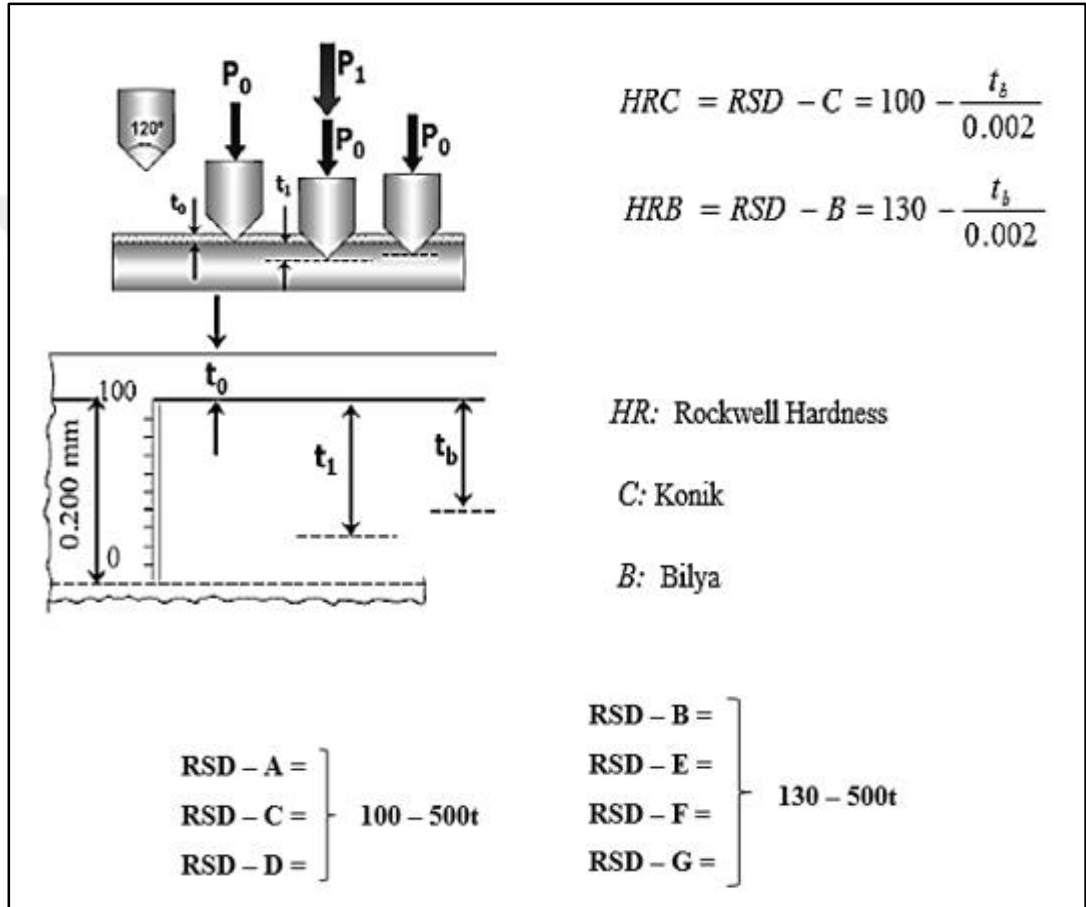
Şekil 1.18 Rockwell sertlik ölçme cihazı (MEGEP, 2006)



Şekil 1.19 Konik ve küre biçimindeki batıcı uçlar (Açıkbaş, 2014)

Bu yöntemde; batıcı uç, malzeme üzerine 10 kg (100 N) ön bir yükleme ile batırılmaktadır. Ardından ana yük Rockwell B (RB) için 100 kg, Rockwell C (RC) için 150 kg uygulanmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü batma derinliğini etkilediği için batıcı uç önce küçük bir yükü (P_0 = ön yük) malzemeye batırılarak cihaz sıfır düzeyine

ayarlanmaktadır. Sonrasında toplam yüke tamamlanacak şekilde ana yük (P1) uygulanmaktadır. Son olarak ana yük (P1) kaldırılarak test tamamlanmaktadır. Meydana gelen izdeki derinlik miktarı bulunarak mevcut göstergeden Rockwell sertlik değeri okunmaktadır. Ön yük uygulandıktan sonra ucun konumu ile ana yük kaldırıldıktan sonra ucun konumu arasındaki batma derinliği t_b olmak üzere Rockwell Sertlik Değeri-C (RSD-C) hesaplanmaktadır(Şekil 1.20) (Açıkbaş, 2014).



Şekil 1.20 Rockwell sertlik değeri-C (RSD-C) hesaplanmasının şematik gösterimi (Açıkbaş, 2014)

Ölçümünde kullanılan batıcı ucun tipi ile uygulanan yükün miktarı bir sembolle gösterilmektedir. Bu nedenle, farklı skalalara göre farklı düzeyde sertlik değerleri RSD-A, RSD-B, RSD-C, RSD-D bulunmaktadır (Açıkbaş, 2014). Tablo 1.11’de malzeme cinsine göre kullanılan uç ve uygulama kuvvetinin Rockwell sertliği sembolik gösterimleri verilmiştir (MEGEP, 2006).

Tablo 1.11 Malzeme türüne göre kullanılan uç ve uygulama kuvvetinin Rockwell sertliği sembolik gösterimleri (MEGEP, 2006)

Sembol	Sertlik ölçme ucu	Ön yük kuvveti (P ₀ , Kg)	Toplam yük (P, Kg)	Uygulama alanları
HR _A	120° elmas koni	10	60	Sert metal, yüzeysel sertleştirme derinliği 0,4 mm olan ince sac malzemeler
HR _B	1/16" bilye	10	100	Metal olmayan malzemelerle yumuşak çelikler
HR _C	120° elmas koni	10	150	Sertleştirilmiş çelikler
HR _D	120° elmas koni	10	100	Yüzeysel sertleştirme işlemi yapılmış orta sertlikte çelikler
HR _E	1/8" bilye	10	100	Dökme demir, alüminyum ve magnezyum alaşımları
HR _F	1/16" bilye	10	60	Tavlanmış bakır alaşımları, kalınlığı 0,6 mm' ye kadar olan ince malzemeler
HR _G	1/16" bilye	10	150	Fosforlu bronz, berilyumlu bakır ve yumuşak demir
HR _H	1/8" bilye	10	60	Alüminyum, çinko ve kurşun.
HR _K	1/8" bilye	10	150	Yatak malzemeleri ve diğer çok yumuşak malzemeler
HR _L	1/4" bilye	10	60	Sert kauçuk ve sentetik malzemeler
HR _M	1/4" bilye	10	100	Sentetik malzemeler ve sert ağaçlar
HR _{15N}	120° elmas koni	3	15	Yüzeysel sertleştirme işlemi yapılmış masterlar
HR _{30N}			30	
HR _{45N}			45	
HR _P	1/4" bilye	10	150	Yatak malzemeleri, sert ağaç ve sentetik malzemeler
HR _R	1/2" bilye	10	60	
HR _S	1/2" bilye	10	100	
HR _{15T}	1/16" bilye	3	15	Rockwell B, F veya G' deki malzemelerle, kalınlığı 0,25 mm' ye kadar olan ince sac malzemeler
HR _{30T}			30	
HR _{45T}			45	
HR _V	1/2" bilye	10	150	Rockwell K, L, M, P, R ve S'deki malzemeler ve benzerleri

Belirlenmiş bazı malzemelerin rockwell sertlik değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır. Burada t batıcı ucun batma derinliğini (mm) ifade etmektedir (Açıkbaş, 2014).

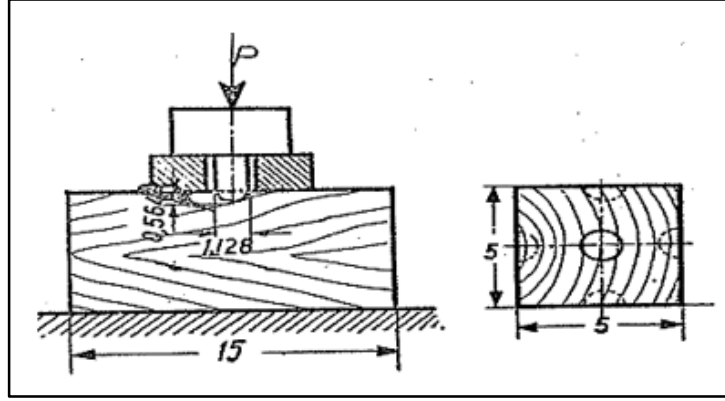
Rockwell sertlik testi cihazlarının da otomatik ve dijital göstergeli olanları mevcuttur. Şekil 1.21’de örnek bir dijital rockwell cihazı verilmiştir. Bu cihazda okunan rockwell sertlik değerleri brinell ve vickers sertlik değerlerine de olarak dönüştürülebilmektedir (URL-5, 2020).



Şekil 1.21 Dijital Rockwell cihazı (URL-5, 2020)

Janka sertlik testi

Ahşap malzemelerde sertliği ölçen diğer bir metot da Janka sertlik testidir. Bu test yöntemi, G.Janka tarafından 1906’da metallerde sertlik deneylerinde kullanılan Brinell metodunun değiştirilip ağaçlar için uygulanabilecek şekilde tasarlanarak meydana getirilmiştir. Bu metot da silindirik bir gövdenin alt tarafına yerleştirilmiş 11,282 mm çapında çelikten yapılmış yarım küre basınç ile yüzeyi düzeltilmiş, %12 rutubetteki ağaç numune içerisine tamamen girecek şekilde kuvvet uygulanmaktadır. Yarım kürenin en büyük çapına kadar odun içerisine girmesi için gerekli basınç miktarı (Kg) sertlik değerini vermektedir. Şekil 1.22’de Janka sertlik metoduna göre deneyin yapılışı verilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 2011).



Şekil 1.22 Janka sertlik metodunun şematik gösterimi (Bozkurt ve Erdin, 2011)

Şekilde 5 cm x 5 cm x 15 cm boyutlarında örnekler alınmaktadır. Bu örneklerin enine, radial ve teğet yönlerdeki her iki tarafta da karşılıklı kesiti ortasına birer küre basıncı yapılmaktadır. Kürenin basınç hızı dakikada 0,25" (0,63 cm) olarak alınmalıdır (Bozkurt vd. 2011). Janka Sertlik değeri (H_j), TS 2479 standartlarına göre belirlenmektedir. Standarda göre statik sertlik değeri formül (1) ile hesaplanmaktadır.

$$H_j = K \times P_{\max} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1.11)$$

Burada;

K: katsayı

Yüklemeye ucu derinliği 5.64 mm ise 1; 2.82 mm derinlikte ise 4/3'e eşit olan bir sayıdır.

P: yük (N)

Ağaç malzemenin rutubeti %12 den farklı olduğu durumlarda ise H_j formül (2) ile hesaplanmaktadır.

$$H_{j12} = H_{jM} [1 + \alpha(M - 12)] \quad (1.12)$$

Burada;

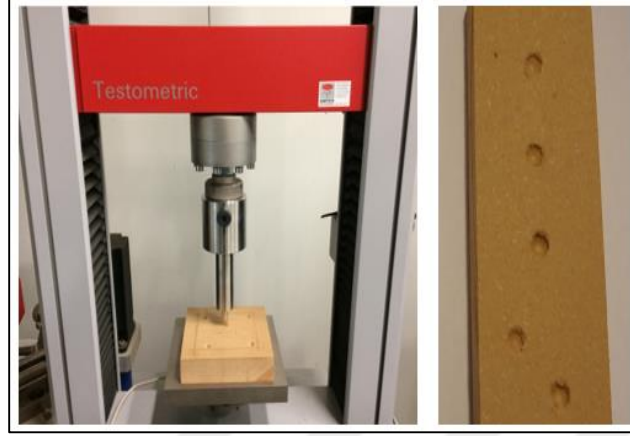
H_{j12} : Hava kurusu rutubetteki Janka sertlik değeri (N/mm²)

H_{jM} : M rutubetindeki Janka sertlik değeri (kN - kilonewton)

α : Düzeltme faktörü olup, enine kesit için 0.04, radyal ve teğet kesit için 0.025'dir.

M: Çalışılan rutubet miktarıdır.

Şekil 1.23'te Koene vd. (2019)'un çalışmasında kullanılan Testometric M500-100kN makinesinde ile Janka sertlik testi ve örneklerde oluşan yarım küre izi verilmiştir.



Şekil 1.23 Testometric M500-100kN makinesinde ile Janka sertlik testi ve örneklerde oluşan yarım küre izi

Janka metot çabuk ve kolay sonuç veren bir sertlik deney yöntemidir. Özellikle Amerika, Kanada ve İngiltere'de ağaç malzeme deney normlarına alınmış olup uygulanmaktadır. Janka metodunun dezavantajı ise, çelik kürenin ağaç malzeme içerisine girerken örneklerde basınç sonucu yarıma ve makaslama etkilerinin, sürtücü kuvvetlerin meydana gelmesi ileri sürülmektedir. Ayrıca numune içerisine giren çelik kürenin önünde bir miktar odunun fazla sıkışarak yoğunlaştığı ve bu yan etkilerin elde olunan sonuçlara tesir ettiği belirtilmektedir. G. Janka (1915) ağaç türünde yaptığı sertlik deneylerinde Janka sertliği (H_J) ile basınç direnci (σ_{dB}) arasındaki ilişkiyi ampirik olarak şu şekilde tespit edilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 2011).

$$H_J = 2 \sigma_B - 500 \text{ (N / mm}^2\text{)} \quad (1.13)$$

Ancak, yukarıdaki formül yaklaşık değerler vermektedir. J. Stamer (1929)'a göre, iğne yapraklı ağaç türlerinde kürenin odun içerisine girme derinliği yapraklı ağaç türlerine kıyasla daha fazla olduğu için Janka sertlik değerleri de daha az çıkmaktadır. Batma derinliği ile Janka sertlik değeri ters orantılı olduğundan iğne yapraklı ağaç malzemedeki Janka metoduna göre çok küçük sertlik değeri elde edilmektedir (Berkel, 1970). Bazı ağaç türlerinin Janka sertlik değerleri Tablo 1.12'de verilmiştir (URL-6, 2020).

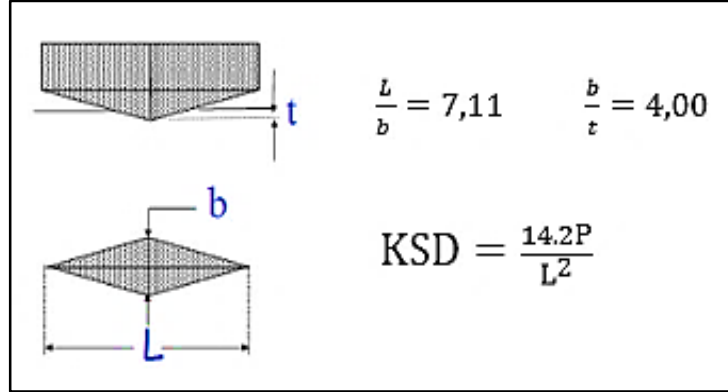
Tablo 1.12 Bazı ağaç türlerinin Janka sertlik değerleri (URL-6, 2020)

Ağaç türleri	Janka sertlik değeri(N)	Ağaç türleri	Janka sertlik değeri(N)
Abanoz	14 300	Kayın	5 800
Akasya	7 600	Kestane	2 400
Ardıç	2 780	Kırmızı meşe	5 700
Avustralya kayını	7 500	Kızılağaç	2 600
Avustralya servisi	6 120	Kızılçam	7 300
Beyaz meşe	6 000	Kiraz	4 430
Brezilya kıızılağacı	14 200	Makore	4 900
Ceviz	8 100	Maun	3 600
Çınar	3 400	Meşe	11 900
Dişbudak	5 900	Pelesenk	7 900
Duglas göknarı	2 900	Radiata çamı	3 200
Gül ağacı	7 900	Sapelli	6 700
Ihlamur	1 800	Sedir	4 000
Iroko	5 600	Şeker akçaağacı	6 400
Karaağaç	7 700	Şimşir	12 600
Karaceviz	4 500	Tik	5 140
Karaçam	5 300	Zebrano	7 010

Knopp sertlik testi

Bir malzemenin göreceli mikro sertliği Knoop batma deneyi ile belirlenebilmektedir. Bu yöntemde tepe açısı 130° ve 173° olan piramit şekilli elmas bir uç malzeme yüzeyine bastırılmaktadır. Malzeme yüzeyinde uzunluğu diğerinin yaklaşık olarak 7 katı olan bir iz oluşmaktadır. Malzemenin sertliği izin derinliği (t) ölçülerek bulunmaktadır. İzin derinliği (t) ise yüzeyde oluşan izin kısa köşegeninin 4 katına eşittir. Vickers sertlik ölçme deneyine göre daha düşük kuvvetler uygulanmaktadır. Malzeme üzerine uygulanan yük genellikle 1 kgf'den daha azdır. Batıcı uç yaklaşık olarak 0,01 ile 0,1 mm arasındadır. Meydana gelen izin uzun köşegen uzunluğunun ölçülerek uygulanan yükün iz alanına bölünmesiyle Knoop sertlik değeri elde

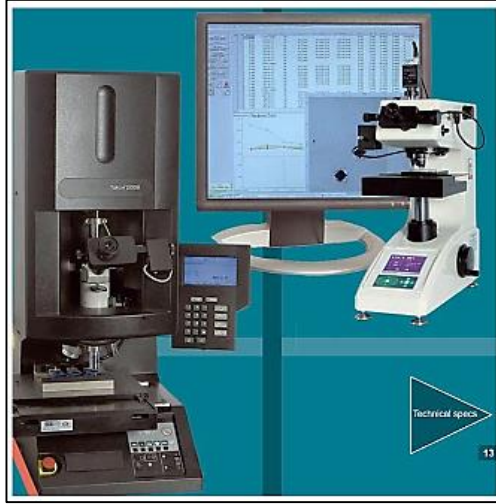
edilmektedir. Şekil 1.24'te oluşan izin görüntüsü ve hesaplamada kullanılan formül verilmiştir (Açıkbaş, 2014).



Şekil 1.24 Vickers sertlik testi sonunda oluşan izin görüntüsü ve hesaplamada kullanılan formül (Açıkbaş, 2014)

Mikro sertlik testi

Küçük numunelerin ve ince sacların sertliklerinin ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Karbürize veya azotla sertleştirilmiş yüzeyler ile elektrolit olarak kaplanmış malzemelerin yüzey sertliklerinin yanı sıra metalik alaşımlarda fazların sertlikleri, cam ve porselen gibi sert ve kırılğan malzemelerin yüzey sertlikleri de bu yöntemle belirlenmektedir. Mikrosertlik yöntemleri aynı zamanda Vickers ve Knoop mikrosertlik ölçme yöntemleridir. Bu yöntemde batma derinliği genellikle 1 mikronu geçmez. Mikro sertlik ölçüm cihazı hassas olup, kontrolü otomatik olarak yapılmaktadır. Sistem tamamen metal bir mikroskop içerdiğinden makro sertlik ölçüm cihazlarından farklıdır. Sertliği ölçülecek malzeme mikroskobun tabanına yerleştirilerek okülerde net görüntü oluşana kadar tabla hareket ettirilir. Ardından sertlik ölçülecek bölge seçilir ve düğmeye basılarak otomatik olarak kuvvet uygulanır. Kuvvet uygulaması sonrasında malzeme üzerindeki izin boyutları el ile ayarlanan bir sistemle hesaplanır. Şekil 1.25'te mikro sertlik cihazı verilmiştir (URL-7, 2020).



Şekil 1.25 Mikro sertlik cihazı (URL-7, 2020)

Mikro-sertlik deneylerinde, tepe açısı 136° olan tabanı kare olan piramit uç (Vickers ucu) ve $172^\circ 30'$ lık piramit uç (Knoop ucu) olmak üzere iki standart uç kullanılmaktadır. Vickers ucu numune üzerinde kare şeklinde iz bırakırken, Knoop ucu eş kenar dörtgen şeklinde bir iz bırakmaktadır. Mikro sertlik cihazlarında 1-10.000 g arası yük değerleri kullanılmaktadır. 1 g altında yük kullanan ultra sertlik ölçüm cihazları da mevcuttur. Öte yandan son yıllarda geliştirilen ve nano sertlik ölçüm cihazları olarak bilinen cihazlarla μN seviyelerinde yükler kullanılarak n_H ölçüsünde iz derinlikleri de elde edilebilmektedir. Mikro sertlik yöntemi uygulanacak yüzeyin temiz, parlatılmış ve genellikle dağlanmış olması istenilmektedir (URL-7, 2020).

Shore sertlik testi

Bir malzemenin, kendisinden daha sert başka bir malzemenin batmasına, çizmesine (kalıcı şekil değiştirmesine vb.) karşı gösterdiği dirence sertlik denir (MEGEP, 2006). Shore sertlik testinde, cihaz tablasına yerleştirilen malzeme yüzeylerine Shore metrenin ölçüm iğnesi batırılmakta, örneklerin gösterdiği direnç Shore D cinsinden cihaz göstergesinde kaydedilmektedir (Saygın ve Budakçı, 2017). İbrelili ve analog cihazlar tahribatsızdır ve geniş alanlarda ölçüm kolaylığı sağlamaktadır (Şekil 1.26) (MEGEP, 2006).



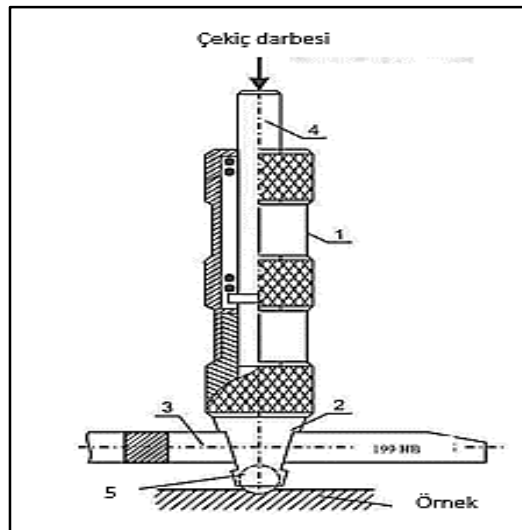
Şekil 1.26 Analog ve dijital Shoremetre cihazları (MEGEP, 2006)

Poldi çekici ile sertlik testi

Darbe etkisiyle sertlik ölçme yöntemlerinden biri de Poldi çekiçli sertlik ölçme cihazıdır (Açıkbaş, 2014). Şekil 1.27’de Poldi çekici ve Şekil 1.28’de Poldi çekicinin çalışma prensibi şematik gösterimi verilmiştir (Basiaga vd. 2016).



Şekil 1.27 Poldi çekici



Şekil 1.28 Poldi çekici ile sertlik ölçme yönteminin şematik gösterimi; 1. tutma kolu; 2. bilye tutucu; 3. sabitleme kolu, 4. darbe çubuğu, 5. Bilye

Uygulama yapıldıktan sonra malzeme yüzeyindeki darbe izi kapı il referans değerler aşağıdaki formülde yerine yazılıp hesaplanarak Poldi sertlik değeri HB olarak belirlenmektedir (Basiaga vd. 2016).

$$HB = HB_w = \frac{D - \sqrt{D^2 - (d_1)^2}}{D - \sqrt{D^2 - (d_2)^2}} \quad (1.14)$$

HB: Poldi sertlik değeri

HB_w: Referans Poldi sertlik değeri

D: Bilye çapı mm

d₁: Referans bilye girinti çapı, mm

d₂: Ölçülen bilye çapı, mm

Pandüllü sertlik testi

Diğer bir sertlik ölçme yöntemimiz de Pandüllü sertlik ölçme cihazıdır. Cihaz, platforma yerleştirilen numune yüzeyinde 63 ±3,3 HRC sertliğinde ve 5 ±0,0005 mm çapındaki iki bilye ile sallanan pandül salınımlarına göre katman sertliklerini belirlemektedir. Sertlik ölçümlerinde 2 pandül kullanılmakta olup kullanılan pandülün türüne göre salınım başlama ve durma noktaları farklılık göstermektedir. Örneğin; Köning 6°'den 3°'ye, Persoz için ise 12°'den 4°'ye kadar olan salınımlar sayılmaktadır. Prensip olarak sert olan yüzeylerde fazla salınım, sertliği az olan yüzeylerde az salınım görülecektir. Numuneler, yüzeylerindeki vernikler tam olarak kuruduktan sonra 23 ±2 °C sıcaklık ve % 50 ±5 nemli ortamda 16 saat klimatize edildikten sonra ölçüme hazır hale gelmektedir (Sönmez, 1989). Şekil 1.29'da pandüllü sertlik ölçüm cihazı verilmiştir.



Şekil 1.29 Pandüllü sertlik ölçme cihazının şematik gösterimi

1.2 Literatürdeki Çalışmalar

Saygın ve Budakçı (2017), fiziksel ve kimyasal reçine temizleme işlemi uygulanan yüzeyleri tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler ile kaplanan sarıçam deney örneklerine sıcak-soğuk testi uygulanmış ve meydana gelen sertlik değişimlerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, reçine temizleme kimyasalları ve yöntemlerinin su bazlı verniklerin katman sertliği üzerinde etkisinin olmadığı tespit etmişlerdir.

Usta (2017), çam odunundan radyal, teğet ve enine yönlerde örnekler hazırlanarak kombine (fizik ve kimyasal etkili) edilmiş çözücülerle reçine temizleme işlemi uygulamıştır. Ardından çözücülerin radyal, teğet ve enine yönlerdeki etkinliğine bakılmıştır. Çalışma sonunda, reçine enine kesite kıyasla radyal ve teğet yönde daha başarılı bir şekilde temizlendiği gözlemlenmiştir.

Kesik (2009)'da, sarıçam, sapsız meşe ve iroko odunlarından hazırlanan örneklerle yağ ve tutkal lekesi temizleme işlemi ile renk açma ön işlemleri yapılarak örnek yüzeyleri su bazlı verniklerle kaplanmıştır. Çalışma sonunda, yağ ve tutkal lekesi temizleme işlemleri ve renk açma işlemleri, sertlik değerini artırırken emprenye ve ön işlemler yüzeye yapışma direncini azaltmıştır. En fazla renk değişimi ise sarıçam örneklerinde bulunmuştur.

Bekhta vd. (2014) çalışmada 100, 150 ve 200°C ve 4, 8 ve 12 MPa basınçlarında termal olarak yoğunlaştırılmış kızılğaç, kayın, huş ve sarıçam kaplamalarının PICO GLOSS 503 cihazıyla 3 açı ile (20°, 60° ve 85°) yüzey parlaklığını belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, bütün türlerde yoğunlaşma sıcaklığı ve basıncı arttıkça parlaklık değerleri arttığı görülmüştür. Bu durum hem yoğunlaşma sıcaklığının hem de basıncın ahşap parlaklığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Cool ve Hernandez (2011), ladin odunundan hazırlanan deney örneklerine 3 zımpara programı (100 p, 100-150 p ve 100-120-180 p) ve 3 besleme hızı (4, 10,5 ve 17 m/dk) ile zımparalama işlemi yaparak yüzey kalitesi ve su bazlı verniğinin Pull Off yapışma direncine etkisini belirlemişlerdir. Sonucunda, besleme hızı arttıkça, numunelerin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey enerjisi arttığı görülürken ve 4 m/dk'lık bir besleme hızı,

17 m/ dk'lık besleme hızına benzer ve üç aşamalı program iki aşamalı programa benzer yapışma değerleri elde edilmiştir.

De Moura ve Hernandez (2004), planyalama ve zımparalama yöntemleri uygulanan şeker akçağacı örnekleri poliüretan vernikle kaplanarak yapay yaşlandırma işlemi yapılmıştır. Ardından vernik katmanlarının yüzey pürüzlüğü, ıslanabilirliği yaşlanma direnci ve Pull Off yapışma direnci değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre, planya yapılmış örneklerde daha pürüzsüz yüzey elde edilmesine rağmen iyi bir yapışma direnci için yeterli olmadığı görülmüştür. Zımparalı örneklerde ise yüzeyde kalan hücreler sayesinde ıslanabilirliği daha yüksek çıkmıştır.

Kielmann ve Mai (2016)'da N-metilol melamin (NMM) ve fenol-formaldehit (PF) reçineleri ile modifiye edilmiş ve su bazlı akrilik bağlayıcı ile aynı bağlayıcıyı içeren farklı tip foto-koruyucu katkı maddeleri içeren formülasyonlarla kaplanan doğu kayın levhalarının performansını belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, modifiye edilmiş örneklerde yüzey kusurları ve çatlaklar kontrollere göre daha az tespit edilmiştir. NMM modifikasyonlu örnekler hariç geri kalan örneklerde ahşabın renginin değiştiği görülmüştür. NMM modifiye edilmiş ve kaplanmış deney örnekleri daha açık bir griye dönüşürken, PF ile modifiye edilmiş örnekler daha koyu, siyahımsı bir renk almıştır. Ahşabı NMM ve PF reçinesi ile modifiye etmek, akrilik kaplamalar uygulanmış odunun doğal hava koşullarına karşı dayanıklılığını arttırdığı varılmıştır.

Lykidis vd. (2015) 'de kayın, kestane, meşe, çam, merbau ve ipe odunu yüzeylerinde 3 farklı sertlik ölçme yöntemi (janka, brinell ve modifiye brinell sertliği) uygulanarak görsel ölçümlerde brinell yönteminin tutarlılığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonunda, önerilen modifikasyonla elde edilen sertlik değerlerinin, EN1534'te açıklanan görsel yöntem kullanılarak elde edilenlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklar olduğu gösterilmiştir. Janka yönteminde ise sertlik değerleri ağaç türünden ziyade yoğunluk ile daha iyi ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Salca vd. (2017)'de zımparalama işlemi uygulanmış (80, 100, 120 ve 150) kızılğaç örnekleri UV akrilik ve su bazlı verniklerle kaplanarak parlaklık değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, zımpara kâğıdı numarası arttıkça yüzey pürüzlülüğü azaldığı ve yüzeye gelen ışığı daha fazla yansıttığından dolayı parlaklık değerleri

arttığı görülmüştür. Ayrıca UV akrilik vernik uygulanmış yüzeylerdeki parlaklık değerleri su bazlı vernik uygulanmış yüzeylere kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

Slabejová vd. (2017)'de frezeleme, zımparalama ve 3 farklı presleme (L1=2 dk, L2=6 dk ve L3=10 dk) yöntemi yüzeyi işlenen kavak odunu örneklerine su bazlı vernikler (P1=tek bileşenli poliakrilat astar - tek veya iki bileşenli poliüretan akrilik son kat ve P2=tek veya iki bileşenli poliüretan akrilik astar ve son kat) 3 farklı kalınlıkta (H1=50 $\pm$ 5 μ m, H2=100 $\pm$ 5 μ m, ve H3=150 $\pm$ 5 μ m) uygulanmıştır. Ardından örneklerin kurşun kalemle sertlik ve darbe testleri ile özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda, vernik türü bazında en yüksek çizilme sertlik P2 örneklerinde görülmüştür. Üçlü etkileşimde ise en düşük sertlik L3-P1-H1 örneklerinde belirlenmiştir. Preslenmiş örneklerdeki darbe direnci frezeleme ve zımparalama işlemi yapılmış örneklere kıyasla daha yüksek çıkmıştır.

Wang J vd. (2019) çalışmada meşe odunundan hazırlanan örneklere poliüretan-akrilat (PUA) verniği hızlı su bazlı UV kürleme ile 12, 60, and 120 g/m² miktarlarında uygulanarak kaplamanın nüfuz derinliğine bağlı olarak yüzey özelliklerinin değişimini belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, hızlı su bazlı UV kürleme ile poliüretan-akrilat (PUA) verniği 22 dakikada 35 μ m derinliğe kadar nüfuz edebildiği görülmüştür. Kaplama alanı artışına bağlı olarak hidroksil gruplarının azaldığı ve verniğin yüzeye daha iyi bağlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kaplama miktarı arttıkça yüzeydeki yapışma, sertlik ve parlaklık değerinin farklı boyutlara yükseldiği ve yüzeyin pürüzsüzleştiği görülmüştür. Sonuç olarak daha yüksek kaplama miktarı daha iyi kaplama özelliklerine yol açmıştır.

Budakçı ve Karamanoğlu (2014)'de NaOH + H₂O₂, NaOH + Ca(OH)₂, KMnO₄ + NaHSO₃ + H₂O₂, NaSiO₃ + H₂O₂ ve ticari ürün (Cuprinol Zemin Kaplaması Restoratör) ile renk açma işlemi ile dış hava şartlarında bekletme işlemi uygulanan sarıçam, doğu kayını, sapsız meşe ve kestane örneklerinde kimyasalların ve dış hava şartlarının shore sertliği, yüzey parlaklığı ve renk değişimi üzerine etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, bekletme süresine bağlı olarak örneklerin sertlik ve parlaklık değerlerinde azalma görülmüş ve renginde grileşmeler olmuştur. Sertlik değerinin NaOH + Ca(OH)₂ çözeltisi ile ağartılmış çam örneklerinde en yüksek olduğu, parlaklık değerinin ise NaOH + H₂O₂ çözeltisi ile ağartılmış meşe

örneklerinde en yüksek olduğu bulunmuştur. En büyük renk değişimi, $\text{NaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ çözeltisi ile ağartılmış çam, kayın ve kestane örneklerinde ve $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ çözeltisi ile ağartılmış meşe örneklerinde bulunmuştur.

Özçifçi vd. (2009)'da %25 hidrojen peroksit (H_2O_2), %25 amonyak (NH_3) ve %25 hidrojen peroksit + amonyak kimyasalları ile 10, 20 ve 30 dk ile daldırma yöntemiyle beyazlatma işlemi yapılmış ladin ve meşe örneklerinde parlaklık, renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, bütün kimyasallar parlaklık ve pürüzlülük değerlerini azaltmıştır. En yüksek toplam renk değişim değeri (ΔE^*), 20 dk amonyak çözeltisi ile muamele edilmiş meşe örneklerinde bulunmuştur.

Uysal vd. (1999)'da sodyum hidroksit + hidrojen peroksit, sodyum hidroksit + kalsiyum hidroksit + hidrojen peroksit, hipoklorit ve hidroklorik asitle renk açma işlemi yapılmış sarıçam, sapsız meşe, doğu kayını ve dişbudak odunu örnekleri akrilik, sentetik, poliüretan ve asit katalizörlü verniklerle kaplanarak renk açma kimyasallarının vernik katmanlarının pandüllü sertlik değerlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonunda, kontrol örneklerinde ağaç türünün vernik sertliğine etkisinin önemsiz, vernik türünün etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Sarıçam odununda vernik türüne göre en yüksek sertlik değeri asit katalizörlü örneklerde görülürken en düşük sertlik değeri akrilik vernikte elde edilmiştir. Renk açma kimyasallarına göre ise en düşük sertlik değerini sodyum hidroksit + hidrojen peroksit kimyasalları kullanılmış örneklerde bulunmuştur

Küçüktüvek vd. (2017) çalışmada ısıtma işlemi görmüş ve dış hava şartlarında bırakılmış (mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim) sarıçam örneklerinin pandüllü sertlik değerini, renk değişimini, yüzey parlaklığını (60°) ve pürüzlülüğünü belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, dış hava şartlarının yüzey sertliğini düşürürken yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı görülmüştür. Dış hava koşulları ısıtma işlemi görmemiş kontrol örneklerde yüzey parlaklığını azaltırken ısıtma işlemi görmüş örneklerde sıcaklık ve süreye bağlı olarak önce arttırmış sonra azaltmaya başlamıştır.

Toker vd. (2016), sarıçam ve doğu kayını örneklerine 205, 220 ve 23°C 'de 1, 3 ve 5 saat periyotlarla ısıtma işlemi uygulayarak renk ve parlaklık değişimini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, artan ısıtma işlemi sıcaklığı ve süresine bağlı olarak sarıçam odununda

bütün Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerinde azalma görülürken kayında ısıtma işlemleri sonrası sarıçam odunu örneklerine göre daha az kırmızımsı renk tonu oluştuğu tespit edilmiştir.

Budakçı vd. (2009)'da su bazlı vernik uygulamalarında ağaç türünün sertlik değerini değiştirdiğini belirtmişlerdir. İç yüzey alanı fazla ve yoğunluğu düşük ağaç türlerinde sertliğin azaldığı görülürken su bazlı verniğe yapılan borik asit modifikasyonunun vernik katman sertliği değerini artırdığı görülmüştür.

Özalp vd. (2009) yaptıkları çalışmada, ısıtma işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak su bazlı verniklerde katman sertliğini belirlemişlerdir. Sonucunda ise 100°C ile 2 saat işlem görmüş örneklerde sertlik değerlerinin optimum düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

Kesik ve Akyıldız (2015)'de 130, 180 ve 230°C' de 2 ve 8 saat periyotlarla ısıtma işlem uygulanan karaçam, kızılçam, sapsız meşe ve kestane örnek yüzeyleri çift bileşenli su bazlı vernikle kaplanarak yapışma testi yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre, iğne yapraklı ağaç türlerinin yapışma direnci yapraklı ağaç türlerinin yapışma direncine göre daha düşük olduğu ve her ağaç türünde artan süre ve sıcaklığa bağlı olarak yapışma direncinin olumsuz etkilediği görülmüştür.

Demirci vd. (2013)'de %8 ve %12 rutubet miktarına getirilen ve yüzeyleri alkid, çift bileşenli poliüretan vernik ve su bazlı verniklerle kaplanan sarıçam, sapsız meşe ve doğu kayını örnekleri 25, 50, 75 ve 100°C' de 25, 50, 75 ve 100 gün termal yaşlandırma işlemine maruz bırakılarak parlaklık ve yapışma testleri yapılmıştır. Çalışma sonunda, bütün örneklerde termal yaşlandırma işleminin vernikli yüzeylerin yapışma direncini ve parlaklığını düşürücü etki yaptığını belirlemişlerdir.

Özçifçi ve Özbay (2010)'de %25'lik NaOH ve %17,5'lik H₂O₂ çözeltilerle beyazlatma işlemi yapılan ve sentetik ve poliüretan vernikleriyle kaplanan sarıçam ve doğu kayını örnekleri 3'er aylık periyotlarla (toplam 12 ay) dış hava şartlarına maruz bırakarak renk değişimleri belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre, kimyasalların ve doğal iklimlendirmenin renk değişimi ve parlaklık üzerine olumsuz etki ettiği görülmüştür. En yüksek toplam renk değişimi (ΔE^*) değeri, NaOH ile beyazlatılmış sentetik vernik

ile kaplanmış sarıçam odununda dördüncü sezondan sonra elde edilmiştir. Sarıçamda NaOH ve H₂O₂ karşılaştırıldığında NaOH çözeltisi ile beyazlatılmış örneklerde daha yüksek toplam renk değişimi olduğunu belirlenmiştir.

Ayata ve Çakıcıer (2018), ısıt işlem uygulanan ve su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerle kaplanan sarıçam, sapsız meşe ve doğu kayını örneklerine UV yaşlandırma işlemi yapılarak yüzeye yapışma direnci belirlenmiştir. Çalışma sonunda, ısıt işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde yaşlandırma sonrasında verniklerin yüzeye yapışma direncinde azalma görüldüğü belirlenmiştir.

Sönmez vd. (2004)'te sarıçam, kayın ve meşe odunu yüzeylerine tek ve iki bileşenli su bazlı vernikler fırça, sünger rulo ve püskürtme tabancası uygulanarak vernik katmanlarının yüzey sertliği, parlaklığı ve yüzeye yapışma direnci belirlenmiştir. Sonuç olarak, uygulama yöntemlerinin su bazlı verniklerde sertlik ve yapışma direnci değerleri üzerinde etkili olmadığı, parlaklık değerleri üzerinde ise püskürtme yönteminin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Karamanoğlu ve Akyıldız (2013)'te 130, 180 ve 230°C 'de 2 ve 8 saatlik periyotlarla ısıt işlem gören 120 ve 240 saat hızlandırılmış hava şartlarına maruz kalan karaçam, kızılçam, sapsız meşe ve kestane örneklerinin renk, parlaklık ve shore sertlik değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda, ısıt işlem sıcaklığı ve süresi arttıkça örneklerin yüzey sertliği azaldığı görülmüştür. Hızlandırılmış hava şartlarının örneklerin sertlik ve parlaklık değerleri üzerine azaltıcı etkisi olurken ısıt işlem görmüş örneklerde renk değişimi daha fazla gözlemlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

2.1.1 Ağaç Malzeme

Çalışmada iğne yapraklı ağaç türlerinden olan ikinci sınıf sarıçam (*Pinus sylvestris* L) odunu tercih edildi. Bu ağaç türünün tercih edilmesinde Kastamonu’da yaygın bir yetiştirme alanının olması ve işletmelerden rahatlıkla temin edilebilmesi, Türkiye’de hem iç hem de dış mekânlarda çok fazla tercih edilmesi, bünyesinde çok fazla reçine ihtiva etmesi gibi faktörler etkili olmuştur. Ağaç malzeme Kastamonu’daki kereste işletmelerinden temin edilmiştir. Odun örneklerinin boyutlandırılması Kastamonu Üniversitesi Atölyesinde yapılmıştır.

2.1.2 Reçine Çözme Amaçlı Kullanılan Kimyasallar

Deneylerde kullanılan reçine çözücü kimyasallar (sodyum karbonat – soda, aseton, benzen, Trikloretilen, potaşe - potasyum karbonat, kostik soda - sodyum hidroksit, Etilglükol, hidrojen peroksit, amonyak, arap sabunu ve selülozik tiner) üretici firmalardan temin edilmiştir. Pürmüz tabancası Kastamonu Üniversitesi Odun Mekaniği Laboratuvarından temin edilmiş olup sodyum bikarbonat ile aşındırma işlemi Ankara Siteler’de Damar Mobilya işletmesinde yaptırılmıştır.

Temin edilen reçine çözücüler gruplandırılarak reçeteleri belirlenmiştir. Tablo 2.1’de kullanılan reçine temizleme kimyasalları ve reçeteleri verilmiştir.

Tablo 2.1 Kullanılan reçine temizleme kimyasalları ve reçeteleri

Gruplar	Kimyasallar	Reçete
Eritici etkili (fiziksel) kimyasallar	Aseton	Satın alındığı gibi uygulanmıştır (Saygın ve Budakçı, 2017).
	Etilglükol	Satın alındığı gibi uygulanmıştır (Şanivar, 1978).
	Benzen	Satın alındığı gibi uygulanmıştır (Kurtoglu, 2000).
	Trikloretilen	Satın alındığı gibi uygulanmıştır (Kurtoglu, 2000).

Tablo 2.1'in devamı...

Gruplar	Kimyasallar	Reçete
Eritici etkili (fiziksel) kimyasallar	Selülozik tiner	Satın alındığı gibi uygulanmıştır (Saygın ve Budakçı, 2017).
Sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) kimyasallar	Arap Sabunu	1 lt sıcak su + 50 - 60 gr arap sabunu (Şanıvar, 1978).
	Amonyak	10 bölüm su + 1 bölüm amonyak (Şanıvar, 1978).
	Potaşe	1 lt sıcak su + 50 – 80 gr potaşe (Şanıvar, 1978).
	Sud Kostik	820 ml su + 180 ml sud kostik (Şanıvar, 1978).
	Hidrojen Peroksit	820 ml su + 180 ml hidrojen peroksit (Şanıvar, 1978).
	Soda	1 lt sıcak su + 50 - 60 gr soda (Şanıvar, 1978).
Kombine edilmiş kimyasallar	Aseton + Potaşe	1 lt sıcak su + 250 ml aseton + 50 -8 gr potaşe (Şanıvar, 1978).
	Aseton + Sud Kostik	600 ml su + 400 ml aseton + 25 gr sud kostik (Şanıvar, 1978).
	Sud Kostik + Hidrojen Peroksit	%18'lik iki ayrı karışım hazırlanır ve ayrı ayrı uygulanır (Saygın ve Budakçı, 2017).
Diğer yöntemler	Pürmüz Tabancası	Örnek yüzeyleri 20 cm alev uzunluğu ile 15 cm yukarıdan 1,5 dakika süreli yakılmıştır.
	Sodyum Bikarbonat ile aşındırma	Örneklerin yüzeyi püskürtme tabancasıyla 3 atü basınç ile aşındırılmıştır.

2.1.3 Su Bazlı Vernikler

Çalışmada uygulanacak tek bileşenli akrilik modifiye polimer dolgu verniği ve çift komponentli akrilik modifiye poliüretan kopolimer son kat verniği Kimetsan firmasından, tek bileşenli primer dolgu verniği (Aqua Isolier- und Haftgrund) dolgu verniği Jansen firmasından temin edilmiştir. Tablo 2.2' de çalışmada kullanılan vernik türlerinin kısaltmaları verilmiştir.

Tablo 2.2 Çalışmada kullanılan su bazlı vernik türlerinin kısaltmaları

Verniğin Açıklaması	Kısaltması
Tek bileşenli su yalıtım dolgu verniği	JAI
Tek bileşenli akrilik modifiye polimer dolgu verniği	D18
Çift komponentli akrilik modifiye poliüretan kopolimer son kat	D45

Tek bileşenli akrilik modifiye polimer dolgu verniği ve tek bileşenli su yalıtım dolgu verniği (Şekil 2.1) verilmiştir. JAI ve D18 dolgu verniklerinin teknik özellikleri Tablo 2.3'te verilmiştir (URL-8, 2020).



Şekil 2.1 D18 ve JAI dolgu vernikleri

Tablo 2.3 JAI ve D18 dolgu verniklerinin teknik özellikleri

Özellikler	JAI	D18
Görünüm	Kuru halde şeffaf	Kuru halde şeffaf
Parlaklık	Mat	Mat
Yoğunluk	1,030 g/cm ³	1,015 g/cm ³
Toz Kuruma	30 dk	30 dk
İlave Kat Boyaması	90 dk	90 dk
Son Kuruma	24 saat	24 saat
Tüketim	85 g/m ²	65 g/m ²
pH	8,3	9,10
Viskozitesi	18	18

D45 verniği teknik özellikleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4 D45 verniği teknik özellikleri

D45 verniği teknik özellikleri	
Görünüş	Kuru halde şeffaf
Kaynama Noktası	Yaklaşık 100 °C
Parlama Noktası	Yok
Yoğunluk	1070 – 1300 kg/m ³
pH	Yaklaşık 8 – 9,5
Suda Çözünürlük	Karışır; seyreltilebilir.
Uçucu Organik Bileşikler(VOC)	Şeffaf Kaplama <70 g/litre

Kullanılan su bazlı verniklerin katı madde miktarları Tablo 2.5’te verilmiştir.

Tablo 2.5 Su bazlı verniklerin katı madde miktarları

Vernik çeşidi	Katı madde miktarı
JAI	31
D18	30
D45	34

2.1.4 Yapıştırıcı

Pull Off yapışma testi için Bison marka epoxy çift bileşenli metal yapıştırıcı kullanılmıştır. Metal eşyaların, araçların, cisimlerin tamirinde son derece başarılıdır. Çok güçlüdür ve boşlukları doldurucu yapısı vardır. Sıcaklığa (-60°C - $+100^{\circ}\text{C}$), deniz suyuna ve kimyasallar karşı dayanıklıdır. Kurduğunda üzeri boyanabilir. İç ve dış mekânlarda kullanıma uygundur. Metal renktedir. Çift şırıngalı olmasından dolayı iki bileşenin dengeli şekilde kullanılması sağlanmaktadır. Şekil 2.2’ de görseli ambalajlı olarak verilmiştir (URL-9, 2020).



Şekil 2.2 Bison epoxy çift bileşenli metal yapıştırıcı

2.2 Metod

Deneyler için hazırlanan sarıçam örnekleri sırasıyla kurutma, reçine temizleme ve vernik kaplama işlemlerine tabi tutulmuştur. Yüzeyleri kaplanan deney örneklerinde sertlik direnci (ASTM D 2240), yüzey parlaklığı (ASTM D 523–89), renk değişimi (ASTM D 2244–02) ve yapışma dirençleri (ASTM D 4541 ve ASTM 4541 D 3359)

belirlenmiştir. Reçine temizleme işleminin etkisi mikroskop kamera (MICAM) ile incelenmiştir.

2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney numuneleri, Kastamonu kereste işletmelerinden II. sınıf ağaç malzemedен, az budaklı, düzgün lifli, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde diri odun kısımlarından tesadüfi olarak seçilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere toplam 136 adet numune hazırlanmıştır. Hava kurusu rutubetindeki numuneler, 51x9x1,2 cm ölçüsünde taslak olarak kesilmiştir (Şekil 2.3). Deney örnekleri ASTM-D 358 ve TS 2470’de bildirilen esaslara göre Kastamonu Üniversitesi’nde hazırlanmıştır (Şekil 2.4) Kesilen örnekler ızgara şeklinde istiflenerek iklimlendirme kabiniinde $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ %65 bağıl nemde ağırlıkları değişmez hale gelene kadar bekletilmiştir. Daha sonra boyutları 50x8x1 cm olacak şekilde zımparalanarak ölçülendirilmiştir. Net ölçüsüne getirilen odun örneklerine sonra sistireleme, kaba zımpara ve lif kabarmalarını gidermek amacıyla ince zımparalama yapılarak tozları alınıp reçine uzaklaştırma ve vernikleme işlemlerine hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.3 Taslak olarak hazırlanan deney örnekleri



Şekil 2.4 Deney örneklerinde yıllık halkaların görünümü

2.2.2 Kurutma İşlemi

Hazırlanan sarıçam deney örnekleri iki aşamada kurutma işlemi uygulanmıştır. Öncelikle ağaç malzeme yapısında bulunan reçinelerin odun yüzeyine çıkması için 100°C’de 24 saat kurutma fırınında bekletilmiştir (Şekil 2.5). Ardından meydana gelen reçine kusmaları belirlenen reçine çözücülerıyla temizlenmiştir. Reçine temizleme işleminin ardından deney örnekleri koruyucu katmanlarla kaplanarak tekrar 100°C’de 24 saat kurutma fırınında reçine çözücülerinin etkinliği tespit edilmeye amacıyla bekletilmiştir.



Şekil 2.5 Kurutma fırınına yerleştirilen deney örnekleri

2.2.3 Reçine Temizleme İşleminin Uygulanması

Reçine uzaklaştırma işlemi için belirlenen kimyasalların reçeteleri hazırlanmıştır. Hazırlanan kimyasallar ayrı ayrı 1000 ml cam beher içerisinde kıvama gelmesi için 10 dk beklenmiştir.

Sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) çözücülerin uygulandığı örneklerde kullanılmak üzere yıkama işlemi için 1000 ml cam beher içinde 1 lt sıcak su ve 6 – 7 gr arap sabunu karıştırılarak hazırlanmıştır (Şekil 2.6). Nötrleştirme işlemi için ise 1000 ml cam beher

içinde 400 ml sıcak su ve 100 ml sirke asidi eklenip karıştırılarak hazırlanmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.6 Yıkama işlemi için hazırlanan sabunlu karışım



Şekil 2.7 Nötrleştirme işlemi için hazırlanan sirke asidi karışımı

Reçine temizleme işlemi hava kurusu (%12) ortamda, hava sirkülasyonunu sağlanacak şekilde pencereler, havalandırma ve vantilatör açık bir biçimde uygulanmıştır. Çalışma yapılırken koruyucu gözlük, maske, kauçuk eldiven ve önlük kullanılmıştır.

2.2.3.1 Eritici etkili (fiziksel) çözücülerin örnek yüzeyine uygulanması

Çözelti yüzeye bir yumuşak bir fırça yardımıyla bolca sürülmüştür. Ardından sert bir fırça ile çözünen reçine yüzeyden hemen uzaklaştırılmıştır. Hemen sonrasında yüzey temiz ve kuru bir bezle temizlenmiştir. Fiziki etkili reçine çözücüler çabuk buharlaştığı için bütün bu işlemler hızlı bir şekilde yapılmıştır. Temizleme işleminin daha etkin olabilmesi için her çözücü örnek yüzeylerine ikişer kez uygulanmıştır.

2.2.3.2 Sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) çözücülerin örnek yüzeyine uygulanması

Çözelti yüzeye bir yumuşak bir fırça yardımıyla bolca sürülmüştür. Reçinenin çözünmesi için 15 dk beklenmiştir. Ardından sert bir fırça ile çözünen reçine yüzeyden hemen uzaklaştırılmıştır. Sonrasında numunelerin yüzeyinde kalan baz kalıntılarını gidermek için yıkama ve nötrleştirme işlemi yapılmıştır. Son olarak örnek yüzeyleri kuru ve temiz bir bez yardımıyla kurulanmıştır.

2.2.3.3 Kombine edilmiş reçine temizleme kimyasallarının ve diğer reçine temizleme yöntemlerinin uygulaması

Kombine edilmiş reçine temizleme kimyasallarının da uygulama şekli aynen sabunlaştırıcı etkili (kimyasal) çözücülerin uygulama şekli gibi yapılmıştır.

Yakma işlemi için ayrılan örnek yüzeyleri 20 cm alev uzunluğu ile 15 cm yukarıdan 1,5 dakika süreliyle homojen bir şekilde pürmüz tabancası ile yakılmıştır. Şekil 2.8’de kullanılan pürmüz tabancası ve yüzeyi yakılan deney örnekleri verilmiştir.



Şekil 2.8 Pürmüz tabancası ve yüzeyi yakılan deney örnekleri

Sodyum bikarbonat ile aşındırma işlemi, örnek yüzeylerine püskürtme tabancasıyla 3 atü basınç ile sodyum bikarbonat püskürtülmesi yapılmaktadır (Şekil 2.9). Bu işlem Ankara Siteler’de Damar Mobilya işletmesinde yaptırılmıştır.



Şekil 2.9 SBK ile aşındırma işlemi yapılmış deney örnekleri

Reçine temizleme işlemi uygulanan bütün örnekler kuruması için tekrar ızgara şeklinde istiflenerek oda sıcaklığında ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) 7 gün bekletilmiştir (Şekil 2.10). Ardından sodyum bikarbonat ile aşındırma yöntemi uygulanmış örnekler haricindeki bütün örnekler önce 100 numaralı ardından 150 numaralı zımpara kâğıdı ile zımparalanarak vernik uygulama işlemine hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.10 Reçine temizleme işlemi uygulanmış deney örnekleri

2.2.4 Su Bazlı Verniklerin Uygulanması

JAI ve D18 su bazlı astar vernikleri ve D45 su bazlı son kat verniği örnek yüzeylerine üretici firma tavsiyelerine göre 3'er kat uygulanmıştır. D45 üretici firmaların önerileri doğrultusunda yapılmıştır (Şekil 2.11). Vernik uygulamasında yumuşak kıllı vernik fırçası kullanılmıştır. Her kat arasında örnek yüzeylerine 30 cm yukarıdan 20 dk süreyle fön makinesi tutularak örneklerin hızlı kuruması sağlanmıştır (Şekil 2.12). Dolgu verniği uygulanan örnek yüzeyleri ise lif kabarmalarını gidermek amacıyla 320 numara zımpara kâğıdı ile zımparalanmıştır.



Şekil 2.11 Son kat verniğine üretici firmanın reçetesi doğrultusunda % 6 sertleştirici (improver) karıştırılması



Şekil 2.12 Vernik uygulanmış örnekleri fön makinesi ile yüzeysel kurutma

2.2.5 Katı Madde Tayini

Darası önceden alınan ve alüminyum folyo ile kaplanan cam kâselere astar ve son kat vernikler 5'er gr olacak şekilde damlalık yardımıyla koyulmuştur. Ardından etüvde 100°C' de ağırlıkça sabit hale gelene kadar (24 saat) bekletilmiştir. Bu süre sonunda Şekil 2.13'deki kaseler içindeki verniklerin çözücüleri tamamen buharlaşmış ve yeniden tartılarak katı madde miktarı hesaplanmıştır.



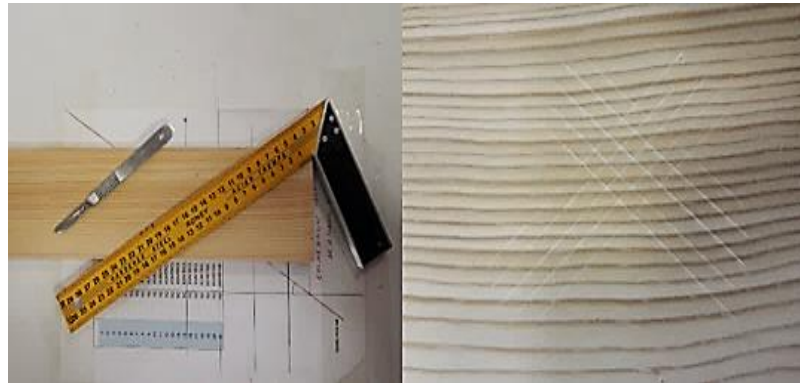
Şekil 2.13 Kaseler içindeki verniklerin çözücüleri buharlaşmış halleri

2.2.6 Yapışma Direnci Testleri

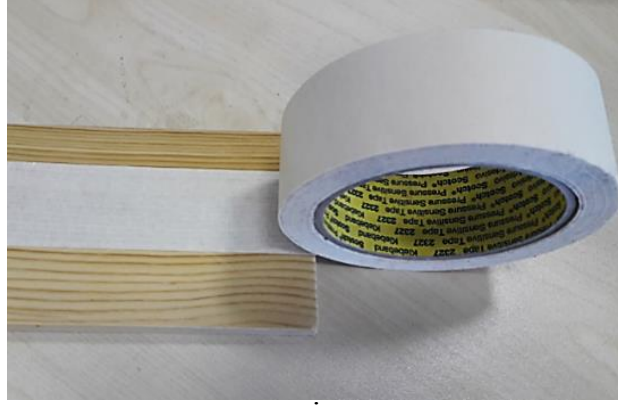
Çalışmada, yapışma direncini belirlemek için iki yöntem uygulanmıştır. Birincisi B metodu ile çapraz adezyon yöntemi, ikincisi ise Pull off testi yöntemidir.

2.2.6.1 B metodu ile çapraz adezyon testi

Bu yöntemde ise vernikli yüzeyler neşter kullanılarak 40 mm uzunluklarda X şeklinde kesilmiştir. Bu işlem, kesiş açısı $30^{\circ} - 45^{\circ}$ olacak şekilde kılavuz parça (gönye) kullanılarak bir kerede ve muntazam şekilde yapılmıştır (Şekil 2.14). Çapraz kesimler ölçüm miktarını arttırmak amacıyla birbirine paralel olacak şekilde fazlaca yapılmıştır. Katman ağaç yüzeyine kadar inmemişse numunenin başka bir yerine işlem tekrarlanmıştır. Kafes şeklinde kesilen bölgeye 75 mm uzunlukta, eksen kesim ekseninin alanında olacak şekilde ve düzgün olacak şekilde 3M kâğıt bant yapıştırılarak lastik silgi ile biraz bastırılmıştır. Bu şekilde 90 ± 30 sn beklenmiş ve ardından düzgün bir hareketle ve mümkün olduğu kadar 180° açı ile bant kaldırılmıştır (Şekil 2.15).



Şekil 2.14 Kılavuz parça kullanılarak neşter yardımıyla 4 cm uzunluğunda $30^{\circ} - 45^{\circ}$ olacak şekilde kesilen vernikli yüzey



Şekil 2.15 Yapıştırma İşleminin Uygulanması

İşlemin ardından kesiklerdeki vernik kalkmaları MICAM marka USB girişli ve ledli 500x'e kadar yakınlılaştırabilen mikroskop kamera ile incelenmiştir. Şekil 2.16'da MICAM USB 500x mikroskop kameranın görseli verilmiştir.



Şekil 2.16 MICAM USB 500x mikroskop kamera

Bu cihaz USB porttan bilgisayara kolayca bağlanan, manuel 5x-500x ayarlanabilir. Kameralı, video ve fotoğraf çeken, görüntüleri bilgisayara kaydeden, 8 adet beyaz led lambalı, ışık seviyesi ayarlanabilen profesyonel USB mikroskoptur. Beraberinde mikro ölçüm programı bulunmaktadır. Bu cihazın oldukça geniş kullanım alanı mevcuttur. Örneğin dermatologlar saçların cilt üzerindeki görüntüsünü alıp, saç dökülmesi-kepeklenme vb. teşhislerde, bilim insanları her türlü büyütme işlemleri ve cisimlerin 500 kata kadar büyütülüp ölçülmesi gibi işlemlerde, elektronikçiler ise devre kartlarında arıza tespitinde (devre elemanlarında çatlak vb.) görmek için kullanmaktadır (URL-10, 2020).

2.2.6.2 Pull off (çekme) adezyon testi

Bu yöntemde vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci ASTM D-4541 ve TS EN 24624 esaslarına uyularak, üniversal test cihazında (AG-IC 20KN/50KN; Shimadzu Suzhou Instruments Wfg. Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, China) belirlenmiştir. Deney örnekleri gruplandırılarak her örnek için 5'er ölçüm yapılmıştır. Öncelikle TS EN 24624'e göre çift bileşenli Bison epoxy metal yapıştırıcı 2 cm çapındaki çekme silindirlerine metal görünmeyecek şekilde ince bir tabaka halinde ($150 \pm 10 \text{ g/m}^2$) sürülerek vernikli yüzeye yapıştırılmış ve kalıp yardımıyla sıkıştırılmıştır. Kuruması için 24 saat oda sıcaklığında ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) bekletilmiştir. Yapıştırıcı kuruduktan sonra vernik katmanı çekme silindirlerinin etrafını saran bir kesici yardımıyla ağaç yüzeyine kadar kesilmiştir. Temizlenen örneklerin üniversal test cihazında ölçümleri yapılmış ve deneyin 90 saniye içerisinde tamamlanmasına özen gösterilmiştir. Deney örneklerinin yapışma aşamaları Şekil 2.17'de verilmiştir. Veriler bilgisayar ortamında otomatik olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2.17 Deney örneklerinin yapışma aşamaları

2.2.7 Parlaklık Testi

Parlaklık ölçümü üç açılı Gloss Tector (GT 20 60 85; SaluTron Messtechnik GmbH, Frechen, Almanya) ile ASTM D 523–89 esaslarına göre yapılmıştır. Beyaz ve siyah ışık kalibrasyonları hem mat hem de parlak yüzeylerde uygulanabilmesi için 60°

olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 2.18 ve Şekil 2.19). Her örnek 5 bölgeye ayrılmış ve her bölgede 2' şer ölçüm yapılmıştır.



Şekil 2.18 Beyaz ışık kalibrasyonu



Şekil 2.19 Siyah ışık kalibrasyonu



Şekil 2.20 Parlaklık ölçümü

2.2.8 Renk Değişimi Testi

Renk ölçümleri Konica Minolta (KONICA MINOLTA CM-2600d; measuring Instruments, Europe B.V) ile ASTM D 2244-02 esaslarına göre gerçekleştirilmiştir. Bunun için her örnek 5 bölgeye ayrılmış ve her bölgeden 2' şer ölçüm yapılmıştır (Şekil 2.21). Ölçümler esnasında kalibrasyonların düzenli olarak yapılmasında özen gösterilmiştir. Elde edilen veriler bilgisayar ortamında otomatik olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2.21 KONICA MINOLTA CM-2600d ile renk ölçme işlemi

2.2.9 Shore Sertlik Testi

Sertlik ölçümü, ASTM D 2240'a uygun olarak D tipi dijital shore metre cihazı (HH-334 model 811 serisi mitutoyo sertlik ölçer; akashi corp., made in Japan) ile yapılmıştır (Şekil 2.22). Bunun için her örnek 5 bölgeye ayrılmış ve her bölgeden 2' şer ölçüm yapılmıştır. Aşındırma yapılan deney örneklerinde ilkbahar odunundan sertlik ölçümü yapılamamış örnek yüzeylerinin sadece yaz odunundan ölçümler alınmıştır.



Şekil 2.22 D tipi HH-334 model dijital shoremetre

2.2.10 Reçine Kusması Tespiti

Reçine kusmalarını belirlemek için kurutma işlemi deney örneklerine iki aşamada uygulanmıştır. İlk aşamada; deney örneklerinde reçine temizleme, su bazlı verniklerle kaplama, vernikli yüzeylerde kalite testlerinin yapılması, kurutma fırınında 100°C'de

24 saat kurutulması, örnek yüzeylerindeki reçine kusmalarının MICAM ile incelenmesi işlemleri yapılmıştır. İkinci aşamada ise, aynı deney örneklerinin verniklenmemiş yüzeylerinde kusmaları sağlanan reçinelerin aynı kimyasallar ile temizlemesi sağlanarak aynı su bazlı verniklerle aynı miktarlarla kaplanmıştır. İşlem sonunda deney örnekleri tekrar kurutma fırınında 100°C’de 24 saat bekletilerek temizlenmiş yüzeylerde reçine kusmaları MICAM ile incelenmiştir.

2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

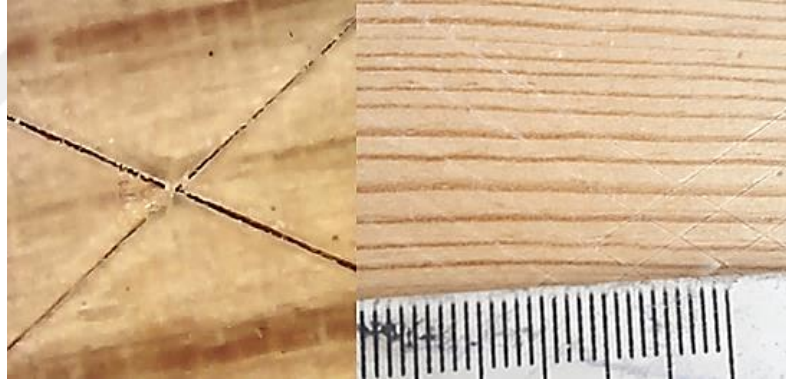
İstatistiksel değerlendirmeler için SPSS istatistik paket programı kullanılmış olup çoklu varyans analizi “ANOVA” testleri sonucunda, reçine temizleme işlemi, astar verniği çeşidi faktörlerine göre, vernik katmanlarında toplam renk değişimi, Pull off yapışma, parlaklık ve shore sertlik değerleri arasında farklılığın önemli olup olmadığı belirlenmiştir. Faktör etkilerinin 0,05 hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda Duncan testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. LSD (En küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak yapılan testlere göre bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı belirlenmeye çalışılmıştır.

3. BULGULAR

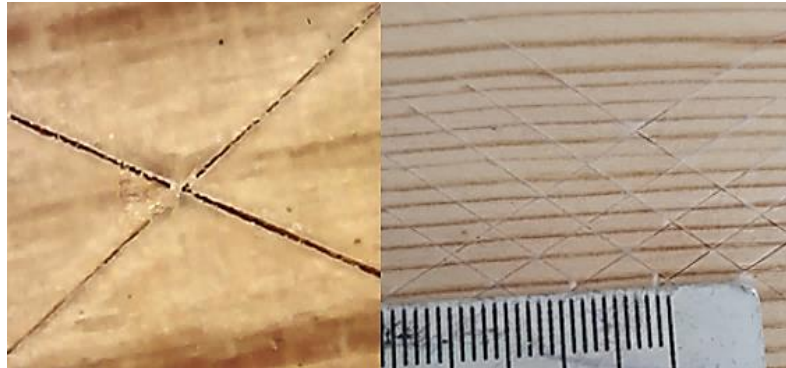
3.1 Yapışma Direnci Ölçümleri

3.1.1 B Metodu İle Çapraz Adezyon Ölçümü

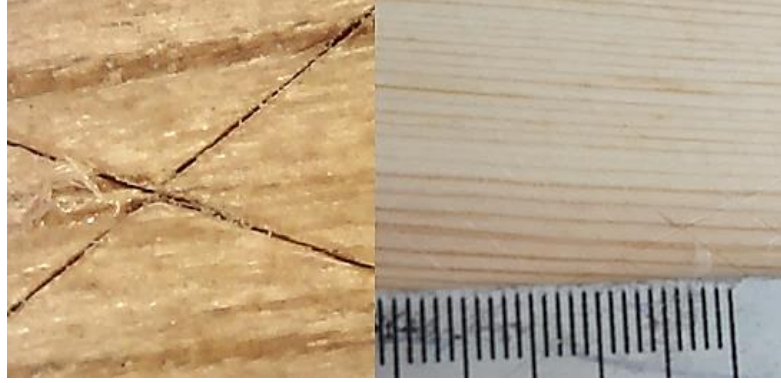
MICAM USB girişli mikroskop kamera ile yapılan detaylı incelemeler sonucunda 136 deney parçasında toplam 3400 adet çapraz kesim yapılmıştır. Bunlardan 2 tanesinde 3B düzeyinde 7 tanesinde ise 4B düzeyinde vernik kalkması tespit edilmiştir. Şekil 3.1, Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'te bazı kesim noktalarında görülen vernik kalkmasının mikroskopik görüntüleri ve vernik kalkma miktarları verilmiştir. Bu metot ile yapılan çapraz adezyon yapışma testi sonuçlarına göre örneklerin %99,8'i başarılı bulunmuştur. Bu sebeple istatistiksel olarak değerlendirilememiştir.



Şekil 3.1 Kontrol örneğinde 4B düzeyindeki vernik kalkması



Şekil 3.2 Potāşe ile temizlenmiş deney örneğinde 4B düzeyindeki vernik kalkması



Şekil 3.3 Shid ile temizlenmiş deney örneğinde 3B düzeyindeki vernik kalkması

3.1.2 Pull Off (Çekme) Adezyon Ölçümü

Reçine temizleme işlemine göre vernik katmanlarının yapışma direnci değerine ait ortalamalar Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Reçine temizleme işlemine göre vernik katmanlarının yapışma direnci değerlerine ait ortalamalar

Reçine temizleme işlemi	$\bar{X}$	St. Sp.	95% güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
Kontrol	2,75	0,72	2,54	2,95
Amonyak	2,85	0,44	2,65	3,05
ArapSabunu	2,77	0,67	2,57	2,97
Aseton	2,70	0,41	2,50	2,90
Benzen	2,66	0,57	2,46	2,86
EtilG	3,31	0,39	3,11	3,51
Hper	2,76	0,47	2,56	2,96
Potase	1,94	0,38	1,74	2,14
Sel.Tin	2,93	0,37	2,73	3,13
Soda	3,71*	0,87	3,51	3,92
Shid	2,29	0,85	2,09	2,49
TriKIE	3,53	0,93	3,33	3,73
As+SHid	2,42	0,87	2,21	2,62
As+PHid	1,98	0,55	1,78	2,18
Shid+Hper	2,10	0,51	1,90	2,30
PürmüzTabancası	2,60	0,82	2,40	2,80

St. Sp.: Standart sapma, *****: En yüksek değer, **EtilG:** Etil glikol, **Hper:** Hidrojen Peroksit, **Sel.Tin:** Selülozik tiner, **Shid:** Sodyum hidroksit, **TriKIE:** Trikloretillen, **As+SHid:** Aseton + Sodyum hidroksit, **As+PHid:** Aseton + Potasyum hidroksit, **Shid+Hper:** Sodyum hidroksit + Hidrojen Peroksit

Tablo 3.1’de en yüksek yapışma değeri soda (3,71) ile reçine temizleme işlemi uygulanmış örneklerde elde edilirken en düşük değer, potaşe (1,94) ve As+PHid (1,98) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Astar verniği çeşidine göre yapışma direnci değerlerine ait ortalamalar ise Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Astar verniği çeşidine göre yapışma direnci değerlerine ait ortalamalar

Astar verniği çeşidi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
JAI	2,43	0,78	2,36	2,50
D18	2,98*	0,73	2,91	3,05

Tablo 3.2’ye göre yapışma değeri D18 (2,98) astar verniği ile kaplanmış çalışma örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir. Örneklerde reçine temizleme işlemi, astar verniği çeşidi ve ikili etkileşim sonuçlarına göre yapışma direnci değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3 Yapışma direnci değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi % 5
Reçine temizleme işlemi	15	77,82	5,19	24,85	0,00*
Astar verniği çeşidi	1	23,87	23,87	114,33	0,00*
Reçine temizleme * Astar verniği çeşidi	15	42,50	2,83	13,57	0,00*
Hata	288	60,12	0,21		
Toplam	320	2546,67			

*: 0,05’e göre anlamlı

Tablo 3.3’te reçine temizleme, astar verniği çeşidi ve ikili etkileşim düzeyinde değerler 0,05’e göre anlamlı bulunmuştur. LSD kritik değeri kullanılarak reçine temizleme işlemine ve vernik türüne göre yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları Tablo 3.4 ve Tablo 3.5’te verilmiştir.

Tablo 3.4 Reçine temizleme işlemine göre yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	Yapışma direnci (Mpa)		
	N	$\bar{X}$	HG
Kontrol	20	2,75	C
Amonyak	20	2,85	C
ArapSabunu	20	2,77	C
Aseton	20	2,70	CD
Benzen	20	2,66	CD
EtilG	20	3,31	B
Hper	20	2,76	C
Potase	20	1,94	G
Sel.Tin	20	2,93	C
Soda	20	3,71	A*
Shid	20	2,29	EF
TriKIE	20	3,53	B
As+SHid	20	2,42	DE
As+PHid	20	1,98	G
Shid+Hper	20	2,08	FG
PürmüzTabancası	20	2,60	CD
LSD: 0,302			

N: Örnek sayısı, **HG**: Homojenlik grubu, *: En yüksek değer, **LSD**: En düşük anlamlı fark

Tablo 3.4' e göre en yüksek yapışma direnci soda (3,71) ile işlem görmüş örneklerde, en düşük değer ise potaşe (1,94) ve As+Phid (1,98) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir.

Tablo 3.5 Astar verniği çeşidine göre yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Astar verniği çeşidi	N	$\bar{X}$	HG
JAI	160	2,43	B
D18	160	2,98	A*
LSD: 0,100			

Tablo 3.5' e göre en yüksek yapışma direnci D18 (2,98) astar verniği ile kaplanmış örneklerde tespit edilmiştir. Yapışma testi değerleri üzerine etkili olan vernik türü ve reçine temizleme işlemi ikili etkileşimine göre farklılık oluşturan grup veya grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin yapışma direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	JAI			D18		
	N	$\bar{X}$	HG	N	$\bar{X}$	HG
Kontrol	10	2,37	EH	10	3,12	BC
Amonyak	10	2,58	DG	10	3,12	BC
ArapSabunu	10	3,22	BC	10	2,32	FH
Aseton	10	2,52	DH	10	2,87	CD
Benzen	10	2,52	DH	10	2,80	CE
EtilG	10	3,51	B	10	3,11	BC
Hper	10	3,00	CD	10	2,53	DH
Potase	10	1,63	J	10	2,25	GH
Sel.Tin	10	3,11	BC	10	2,75	CF
Soda	10	2,99	CD	10	4,44	A*
Shid	10	1,48	J	10	3,10	BC
TriKIE	10	2,92	CD	10	4,14	A*
As+SHid	10	1,70	IJ	10	3,13	BC
As+PHid	10	1,61	J	10	2,35	EH
Shid+Hper	10	1,67	J	10	2,53	DH
PürmüzTabancası	10	2,10	HI	10	3,10	BC
LSD: 0,45						

Tablo 3.6’da en yüksek yapışma direnci, D18 astar verniği ile kaplanmış soda (4,44) ve TriKIE (4,14) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. En düşük yapışma direnci ise JAI astar verniği ile kaplanmış Shid (1,48), As+PHid (1,61), potaşe (1,63) ve Shid+Hper (1,67) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir.

3.2 Parlaklık Ölçümü

Örneklerde vernikli yüzeylerin reçine temizleme işlemine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3.7 Reçine temizleme işlemine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar

Reçine temizleme işlemi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
Kontrol	4,64*	1,31	4,09	5,19
Amonyak	4,26	1,39	3,71	4,81
ArapSabunu	4,34	1,19	3,79	4,89
Aseton	4,67*	1,26	4,12	5,22
Benzen	4,56	1,17	4,01	5,11
EtilG	4,49	1,36	3,94	5,04
Hper	4,36	1,11	3,81	4,91
Potase	3,99	1,19	3,44	4,53
Sel.Tin	4,55	1,39	4,00	5,10
Soda	4,07	1,34	3,52	4,61
Shid	4,07	1,24	3,52	4,61
TriKIE	4,52	1,32	3,97	5,06
As+SHid	4,18	1,15	3,63	4,72
As+PHid	4,12	1,30	3,57	4,66
Shid+Hper	4,17	1,18	3,62	4,71
PürmüzTabancası	2,68	0,88	2,13	3,22
SBK	2,97	0,58	2,42	3,52

SBK: Sodyum bikarbonat

Tablo 3.7'ye göre en yüksek parlaklık değeri kontrol (4,64) ve aseton (4,67) örneklerinde tespit edilmiştir. En düşük parlaklık değeri ise pürmüz tabancası (2,68) ve SBK (2,97) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Astar verniği çeşidine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar ise Tablo 3.8' de verilmiştir.

Tablo 3.8 Astar verniği çeşidine göre parlaklık testi değerlerine ait ortalamalar

Astar verniği çeşidi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
JAI	4,18*	1,37	2,99	4,37
D18	4,13	1,23	3,94	4,32

Tablo 3.8'de en yüksek parlaklık değeri JAI (4,18) astar vernik ile kaplanmış örneklerde belirlenmiştir. Çalışma örneklerinde reçine temizleme işlemi, astar verniği çeşidi ve etkileşimli parlaklık değerleri arasındaki farkın önemini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılarak sonuçları Tablo 3.9' da verilmiştir.

Tablo 3.9 Parlaklık testi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi % 5
Reçine temizleme işlemi	16	95,83	5,99	3,88	0,00*
Astar verniği çeşidi	1	0,20	0,20	0,13	0,72
Reçine temizleme işlemi * Astar verniği çeşidi	16	2,87	0,18	0,12	1,00
Hata	306	472,89	1,55		
Toplam	340	6435,74			

Tablo 3.9' a göre reçine temizleme işlemi düzeyinde vernikli katmanların parlaklık değerleri 0,05 e göre anlamlı iken vernik türü ve ikili etkileşim düzeylerinde anlamlı olmadıkları belirlenmiştir. Bundan dolayı sadece reçine temizleme işlemine göre LSD kritik değeri kullanılarak parlaklık değerleri için Duncan testi yapılarak sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10 Reçine temizleme işlemine göre parlaklık testi değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	Parlaklık testi değerleri		
	N	$\bar{X}$	HG
Kontrol	20	4,64	A*
Amonyak	20	4,26	A*
ArapSabunu	20	4,34	A*
Aseton	20	4,67	A*
Benzen	20	4,56	A*
EtilG	20	4,49	A*
Hper	20	4,36	A*
Potase	20	3,99	A*
Sel.Tin	20	4,55	A*
Soda	20	4,07	A*
Shid	20	4,07	A*
TriKIE	20	4,52	A*
As+SHid	20	4,18	A*
As+PHid	20	4,12	A*
Shid+Hper	20	4,17	A*
Pürmüz/Tabancası	20	2,68	B
SBK	20	2,97	B
LSD: 0,821			

Tablo 3.10’a göre en düşük parlaklık değeri pürmüz tabancası (2,68) ve SBK (2,97) ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir.

3.3 Toplam Renk Değişimi

Reçine temizleme işlemine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait ortalamalar Tablo 3.11’ de verilmiştir.

Tablo 3.11 Reçine temizleme işlemine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait ortalamalar

Reçine temizleme işlemi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
Amonyak	4,08	1,51	2,66	5,51
ArapSabunu	2,60	0,85	1,17	4,02
Aseton	4,19	3,01	2,76	5,62
Benzen	3,55	1,21	2,12	4,97
EtilG	4,62	1,20	3,19	6,05
Hper	3,68	1,86	2,25	5,11
Potase	11,13	2,50	9,70	12,56
Sel.Tin	4,89	2,82	3,46	6,31
Soda	8,97	4,00	7,54	10,40
Shid	9,72	4,90	8,30	11,15
TriKIE	3,85	2,12	2,42	5,27
As+SHid	13,68	5,61	12,25	15,11
As+PHid	9,84	2,28	8,41	11,27
Shid+Hper	10,38	5,85	8,95	11,81
PürmüzTabancası	29,76*	6,70	28,33	31,19
SBK	4,84	2,29	3,42	6,27

Tablo 3.11’de en yüksek toplam renk değişimi(ΔE^*) pürmüz tabancası (29,76) uygulanmış örneklerde elde edilirken en düşük toplam renk değişimi arap sabunu (2,26) uygulanmış örneklerde elde edilmiştir. Reçine temizleme maddelerinden kimyasal etkili olan çözücüler fiziki etkili olan çözücülerden daha fazla renk değişimine neden olduğu belirlenmiştir. Astar verniği çeşidine göre toplam renk değişimi değerlerine ilişkin betimleyici istatistikler Tablo 3.12’ de verilmiştir.

Tablo 3.12 Astar verniği çeşidine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait ortalamalar

Astar verniği çeşidi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
JAI	7,72	7,65	7,22	8,23
D18	8,50*	7,05	7,99	9,00

Tablo 3.12’ye göre uygulanan astar verniklerine göre toplam renk değişiminde en yüksek değer D18 (8,50)’ de elde edilmiştir. Deney örneklerinde reçine temizleme işlemi, astar verniği çeşidi ve etkileşimli toplam renk değişimi değerleri arasında farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 3.13’te verilmiştir.

Tablo 3.13 Toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi % 5
Reçine temizleme işlemi	15,00	13481,76	898,78	85,61	0,00*
Astar verniği çeşidi	1,00	47,80	47,80	4,55	0,03*
Reçine temizleme işlemi * Astar verniği çeşidi	15,00	693,18	46,21	4,40	0,00*
Hata	288,00	3023,60	10,50		
Toplam	320,00	38297,30			

*: 0,05 e göre anlamlı

Tablo 3.13’e göre çoklu varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre reçine temizleme işlemi, astar verniği çeşidi ve ikili etkileşimi düzeyinde değerler 0,05 e göre anlamlı bulunmuştur. LSD kritik değeri kullanılarak reçine temizleme işlemi düzeyine ve vernik türüne göre yapılan Duncan testi toplam renk değişimi(ΔE^*) değerleri karşılaştırma sonuçları Tablo 3.14 ve 3.15’te verilmiştir.

Tablo 3.14 Reçine temizleme işlemine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	Toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri		
	N	$\bar{X}$	HG
Amonyak	20	4,08	D
Arap	20	2,60	D
Aseton	20	4,19	D
Benzen	20	3,55	D
EtilG	20	4,62	D
Hper	20	3,68	D
Potase	20	11,13	C
Sel.Tin	20	4,89	D
Soda	20	8,97	C
Shid	20	9,72	C
TriKIE	20	3,85	D
As+SHid	20	13,68	B
As+PHid	20	9,84	C
Shid+Hper	20	10,38	C
Pürmüz	20	29,76	A*
SBK	20	4,84	D
LSD: 2,13			

Tablo 3.14'e göre en yüksek ΔE^* değeri pürmüz tabancası (29,76) uygulanmış örneklerde olup en düşük ΔE^* değeri arap sabununda (2,26) elde edilmiştir.

Tablo 3.15 Astar verniği çeşidine göre toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Astar verniği çeşidi	N	$\bar{X}$	HG
JAI	160	7,72	B
D18	160	8,50	A*
LSD: 3,82			

Tablo 3.15'e göre en yüksek renk değişimi D18 (8,50) astar verniği ile kaplanmış deney örneklerinde belirlenmiştir. Vernik katmanlarının ΔE^* değeri üzerinde etkili olan astar verniği çeşidi ve reçine temizleme işlemi etkileşimine göre farklılık oluşturan grup veya grupları tespit etmek amacıyla yapılan toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları Tablo 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.16. Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin toplam renk değişimi(ΔE^*) değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	JAI			D18		
	N	$\bar{X}$	HG	N	$\bar{X}$	HG
Amonyak	10	4,08	IK	10	3,01	IK
ArapSabunu	10	6,08	GJ	10	3,61	IK
Aseton	10	3,92	IK	10	5,33	HJ
Benzen	10	5,17	HK	10	3,00	JK
EtilG	10	5,19	HK	10	2,17	K
Hper	10	2,52	K	10	2,67	JK
Potase	10	8,68	FG	10	11,00	DF
Sel.Tin	10	3,48	IK	10	6,30	GI
Soda	10	8,37	FH	10	9,56	EF
Shid	10	6,04	GJ	10	13,40	CD
TriKLE	10	3,02	IK	10	5,36	HK
As+SHid	10	8,52	FH	10	12,24	CE
As+PHid	10	3,34	IK	10	4,36	IK
Shid+Hper	10	12,78	CE	10	14,59	C
PürmüzTabancası	10	32,39	A*	10	27,13	B*
SBK	10	10,03	EF	10	12,23	CE
LSD: 1,59						

Tablo 3.16'ya göre en yüksek ΔE^* değeri pürmüz tabancası uygulanmış ve JAI astar vernik ile kaplanmış örneklerde (32,39) elde edilmiştir. En düşük ΔE^* değerleri ise EtilG ile işlem görmüş D18 (2,17), Hper ile işlem görmüş JAI (2,52) ve Hper ile işlem görmüş D18 (2,67) örneklerde bulunmuştur.

3.4 Shore Sertlik Ölçümü

Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.17 Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ilişkin betimleyici istatistikler

Reçine temizleme işlemi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
Kontrol	59,35	2,87	58,13	60,57
Amonyak	57,21	3,83	55,99	58,43
ArapSabunu	57,31	1,73	56,09	58,53
Aseton	57,53	4,42	56,30	58,75
Benzen	60,28	1,96	59,06	61,50
EtilG	60,21	3,33	58,99	61,43
Hper	57,08	2,74	55,86	58,30
Potase	58,91	2,54	57,69	60,13
Sel.Tin	60,32	2,23	59,10	61,54
Soda	60,91	2,23	59,69	62,13
Shid	59,76	3,12	58,54	60,98
TriKIE	59,30	2,91	58,08	60,52
As+SHid	59,12	1,91	57,90	60,34
As+PHid	59,09	2,03	57,87	60,32
Shid+Hper	60,23	1,36	59,01	61,45
PürmüzTabancası	59,20	3,59	57,98	60,42
SBK	67,99*	3,78	66,77	69,21

Tablo 3.17’de en yüksek sertlik değeri SBK (67,99) ile işlem görmüş örneklerde, en düşük değer ise amonyak (57,21), arap sabunu (57,31), aseton (57,53) ve Hper (57,08)’de elde edilmiştir. Astar verniği çeşidine göre Shore sertlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3.18 Astar verniği çeşidine göre Shore sertlik değerlerine ait ortalamalar

Astar verniği çeşidi	$\bar{X}$	St. Sp.	%95 güven aralığı	
			Alt sınır	Üst sınır
JAI	59,87*	3,71	59,45	60,29
D18	59,40	3,64	58,98	59,82

Tablo 3.18’e göre sertlik değeri JAI (59,87) astar verniği ile kaplanmış örneklerde belirlenmiştir. Deney örneklerinin reçine temizleme işlemi, vernik türü ve etkileşimli Shore sertlik değerleri arasındaki farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi yapılarak sonuçlar Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3.19 Shore sertlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Hesap	Önem düzeyi % 5
Reçine temizleme işlemi	16	1933,59	120,85	15,68	0,00*
Astar verniği çeşidi	1	19,01	19,01	2,47	0,12
Reçine temizleme işlemi * Astar verniği çeşidi	16	275,69	17,23	2,24	0,01*
Hata	306	2358,40	7,71		
Toplam	340	1213768,30			

*: 0,05 e göre anlamlı

Tablo 3.19'a göre reçine temizleme işlemi Shore sertlik değeri üzerinde etkili iken astar verniği çeşidi etkili değildir. Ayrıca reçine temizleme işlemi ve astar verniği çeşidi ikili etkileşimi Shore sertlik değeri üzerine etkili bulunmuştur. Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları Tablo 3.20'de verilmiştir.

Tablo 3.20 Reçine temizleme işlemine göre Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	Shore sertlik değerleri		
	N	$\bar{X}$	HG
Kontrol	20	59,35	BC
Amonyak	20	57,21	DE
ArapSabunu	20	57,31	DE
Aseton	20	57,52	CE
Benzen	20	60,28	B
EtilG	20	60,20	B
Hper	20	57,08	E
Potase	20	59,00	BE
Sel.Tin	20	60,32	B
Soda	20	60,91	B
Shid	20	59,76	B
TriKIE	20	59,30	BC
As+SHid	20	59,12	BD
As+PHid	20	59,09	BD
Shid+Hper	20	60,23	B
PürmüzTabancası	20	59,20	BD
SBK	20	68,00	A*
LSD: 1,83			

Tablo 3.20'ye göre en yüksek sertlik değeri SBK (68)' de iken en düşük sertlik değeri Hper (57,08)'de bulunmuştur. Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir.

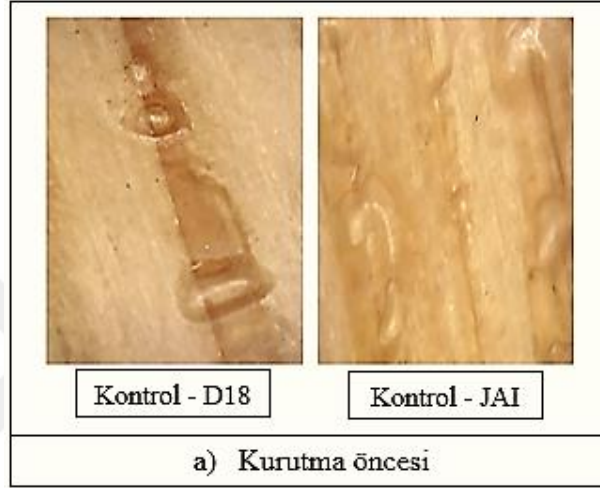
Tablo 3.21 Reçine temizleme işlemi - astar verniği çeşidi etkileşiminin Shore sertlik değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Reçine temizleme işlemi	JAI			D18		
	N	$\bar{X}$	HG	N	$\bar{X}$	HG
Kontrol	10	58,05	EG	10	60,65	CE
Amonyak	10	58,46	DG	10	56,00	G
ArapSabunu	10	58,30	DG	10	56,32	G
Aseton	10	57,12	FG	10	57,93	EG
Benzen	10	60,36	CE	10	60,20	CE
EtilG	10	61,76	C	10	58,65	DG
Hper	10	58,16	EG	10	56,00	G
Potase	10	58,50	DG	10	59,33	CF
Sel.Tin	10	60,81	CE	10	59,83	CF
Soda	10	60,58	CE	10	61,25	CD
Shid	10	60,60	CE	10	58,93	CG
TriKIE	10	58,76	CG	10	59,84	CF
As+SHid	10	59,86	CF	10	58,28	DG
As+PHid	10	58,48	DG	10	59,71	CF
Shid+Hper	10	60,54	CE	10	59,93	CF
PürmüzTabancası	10	57,86	EG	10	60,53	CE
SBK	10	69,50	A*	10	66,48	B
LSD: 2,64						

Tablo 3.21'e göre astar verniği çeşidi ve reçine temizleme işlemi etkileşiminde en yüksek sertlik değeri JAI dolgu verniği ile kaplanmış SBK (69,5)'da en düşük değer ise D18 dolgu verniği ile kaplanmış amonyak (56), arap sabunu (56,32) ve Hper (56)'da elde edilmiştir.

3.5 Reçine Kusması Tespiti

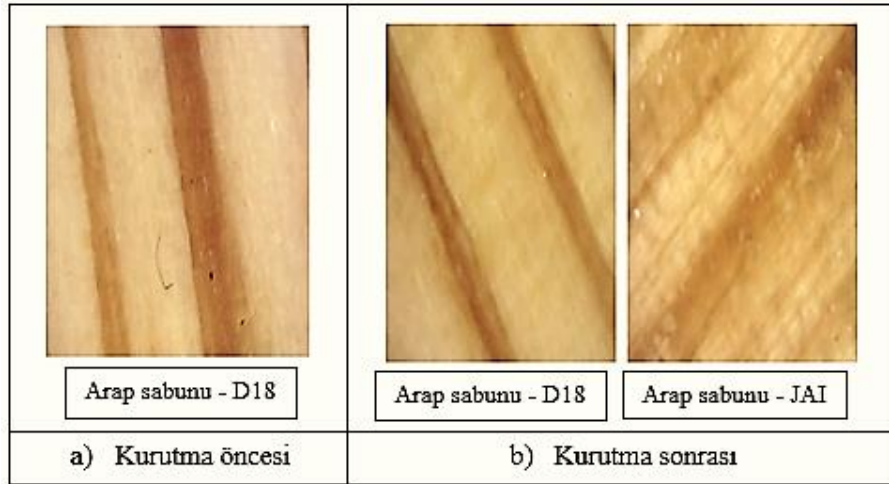
Kurutma işlemlerinin ardından reçine kusmalarını tespit etmek amaçlı MICAM ile yapılan incelemelerde reçine kusmaları tespit edilmiştir. Aşağıda Şekil 3.4'ten başlayarak Şekil 3.19'a kadar kurutma öncesi ve kurutma sonrası reçine kusmalarının MICAM ile tespit edilen görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3.4 Kurutma öncesi (a) kontrol örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



Şekil 3.5 Kurutma öncesi (a) amonyak örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



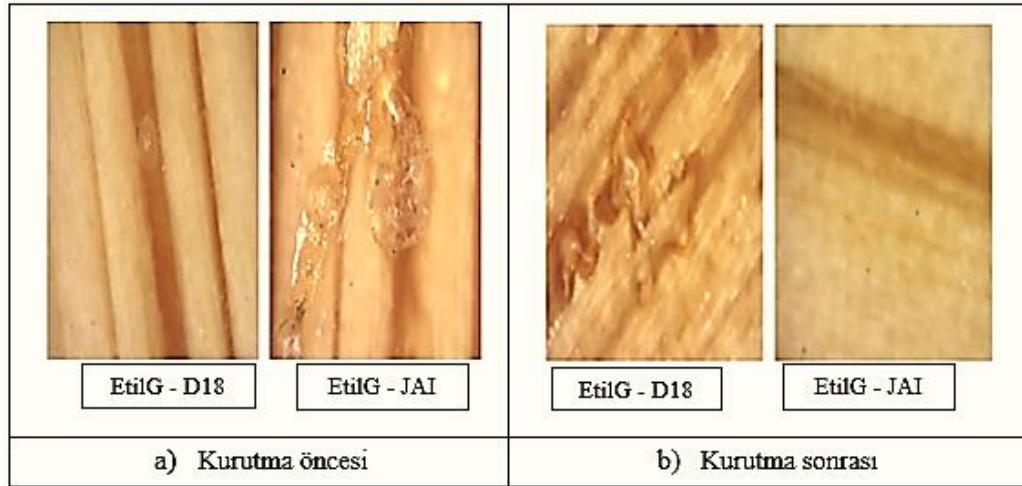
Şekil 3.6 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) arap sabunu örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



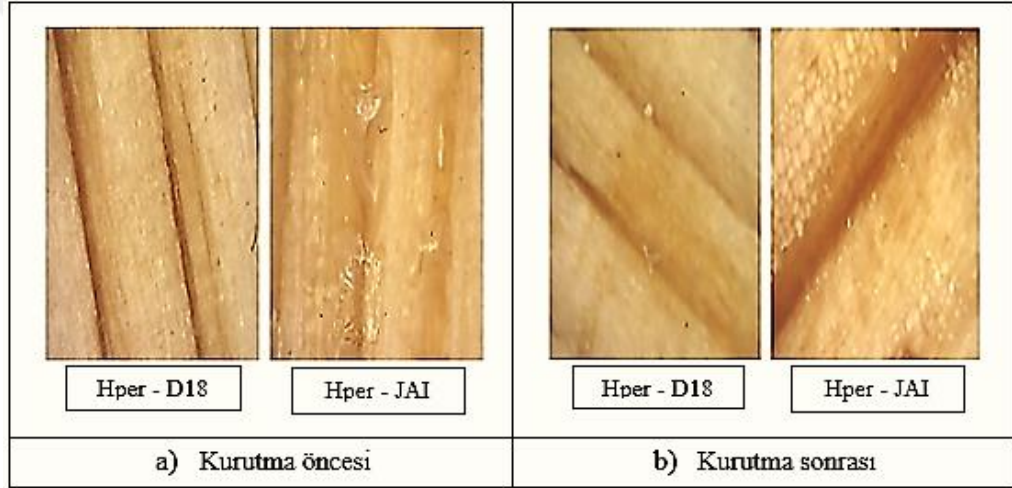
Şekil 3.7 Kurutma öncesi (a) aseton örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



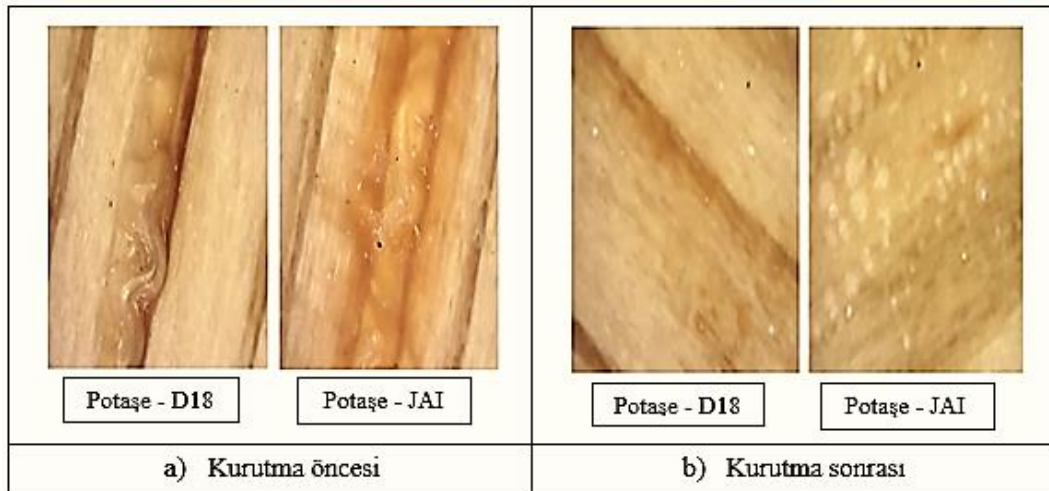
Şekil 3.8 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) benzen örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



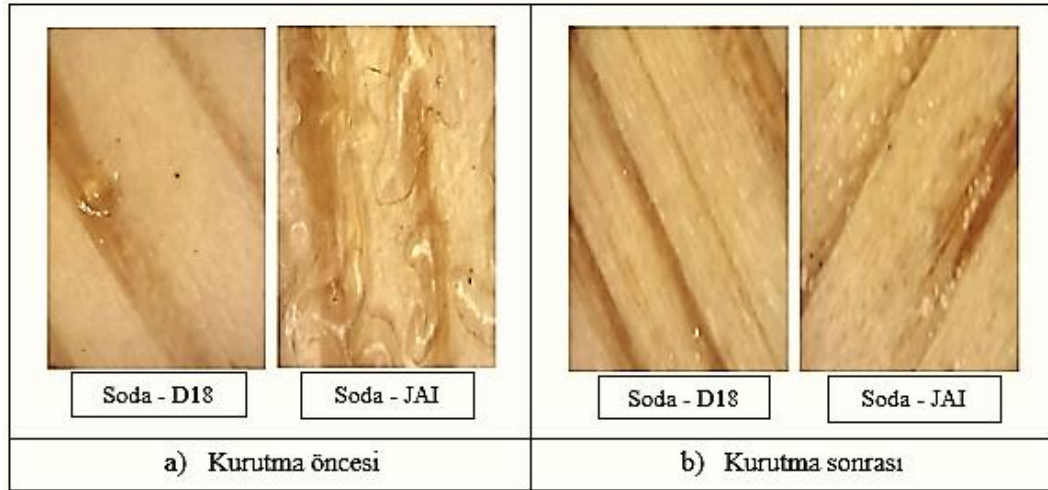
Şekil 3.9 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) EtilG örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



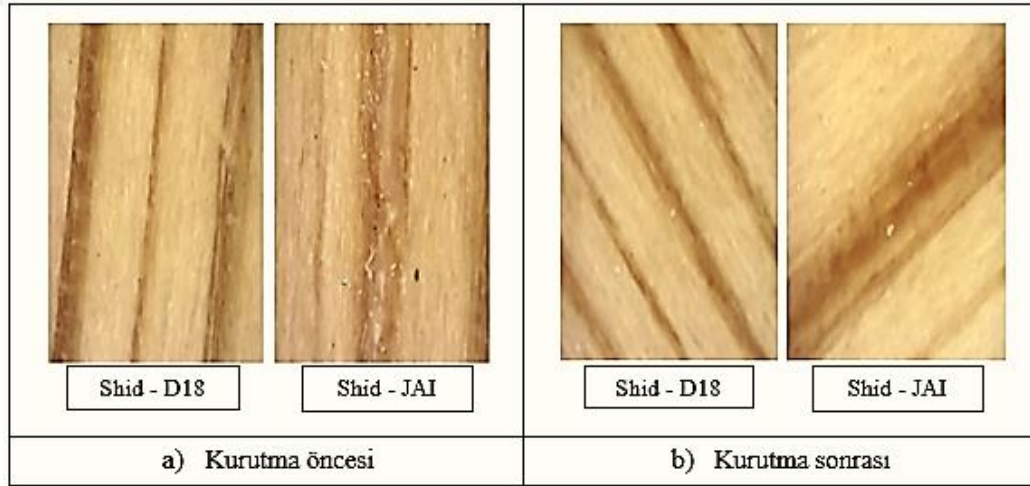
Şekil 3.10 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Hper örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



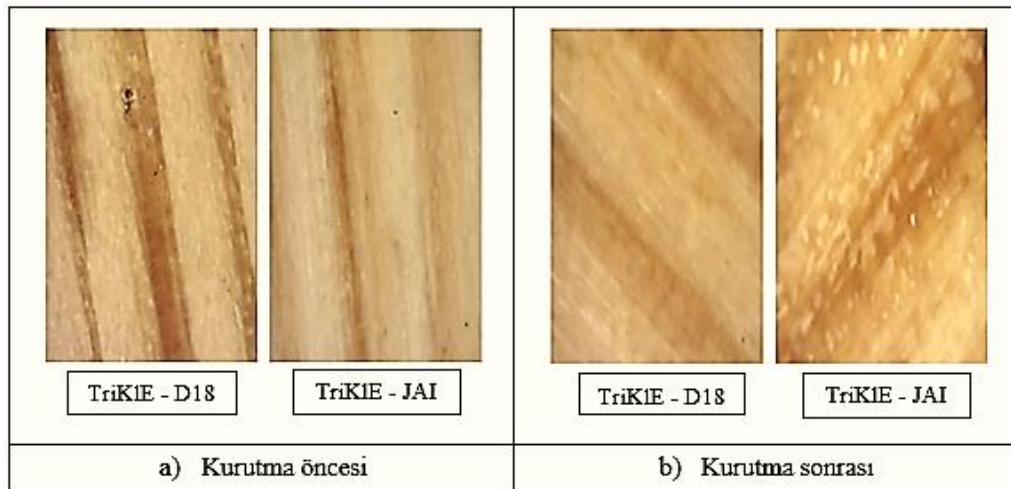
Şekil 3.11 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) potaze örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



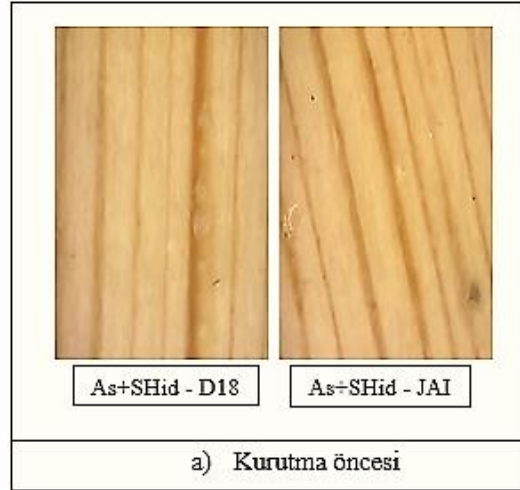
Şekil 3.12 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) soda örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



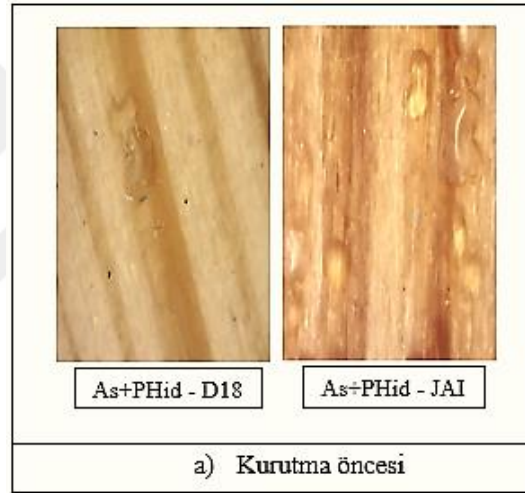
Şekil 3.13 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Shid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



Şekil 3.14 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) TriKIE örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



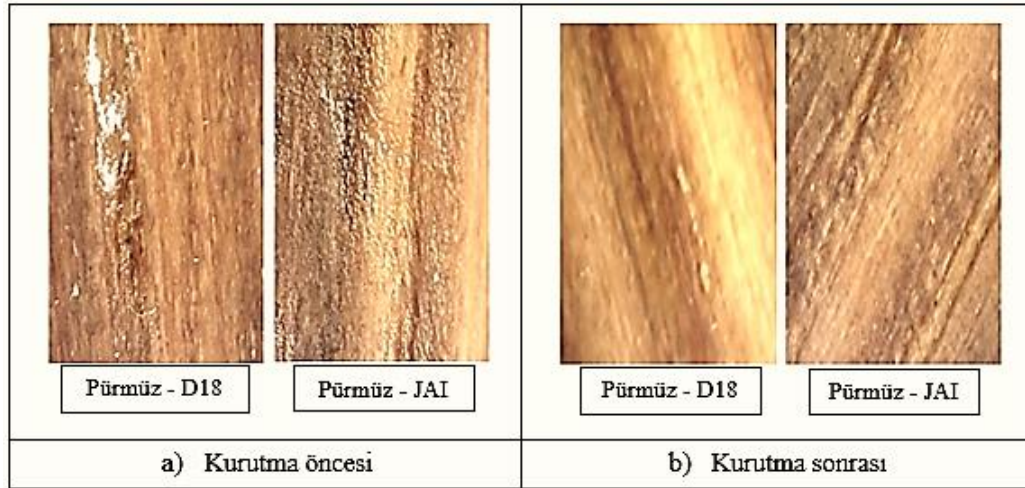
Şekil 3.15 Kurutma öncesi (a) As+SHid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



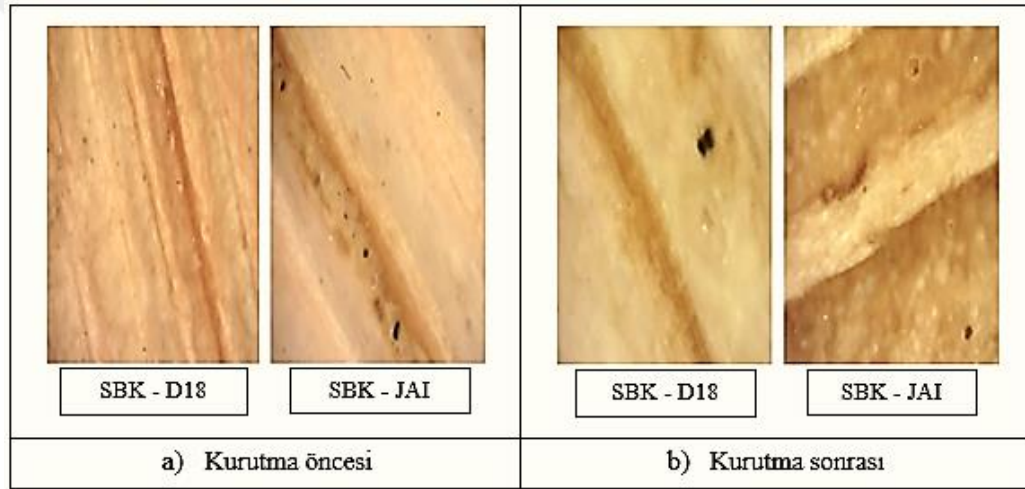
Şekil 3.16 Kurutma öncesi (a) As+PHid örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



Şekil 3.17 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) Shid+Hper örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



Şekil 3.18 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) pürmüz örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü



Şekil 3.19 Kurutma öncesi (a) ve kurutma sonrası (b) SBK örneklerindeki reçine kusmalarının MICAM ile görüntüsü

Kurutma öncesi ve kurutma sonrası deney örneklerinin yüzeylerindeki kuma miktarları ise Tablo 3.22’de verilmiştir.

Tablo 3.22 Deney örnekleri yüzeyindeki kuma miktarları

Reçine Temizleme İşlemi	Vernik Türü	Reçine Kuma Miktarı	
		KÖ	KS
Kontrol	JAI	% 11 - 20	% 11 - 20
	D18	< %10	< %10
Amonyak	JAI	% 0	% 11 - 20
	D18	< %10	% 21 - 30
Arap sabunu	JAI	% 0	< %10
	D18	< %10	< %10

Tablo 3.22'nin devamı...

Reçine Temizleme İşlemi	Vernik Türü	Reçine Kusma Miktarı	
		KÖ	KS
Aseton	JAI	< %10	% 11 - 20
	D18	< %10	< %10
Benzen	JAI	% 11 - 20	< %10
	D18	< %10	< %10
EtilG	JAI	% 11 - 20	% 30 <
	D18	< %10	< %10
Hper	JAI	% 11 - 20	% 11 - 20
	D18	< %10	< %10
Potase	JAI	% 11 - 20	< %10
	D18	% 11 - 20	< %10
Sel.Tin	JAI	% 0	% 0
	D18	% 0	% 0
Soda	JAI	% 11 - 20	< %10
	D18	% 11 - 20	< %10
Shid	JAI	< %10	< %10
	D18	< %10	< %10
TriKIE	JAI	< %10	< %10
	D18	< %10	< %10
As+SHid	JAI	< %10	< %10
	D18	< %10	< %10
As+PHid	JAI	% 11 - 20	% 11 - 20
	D18	< %10	< %10
Shid+Hper	JAI	< %10	< %10
	D18	% 0	< %10
Pürmüz tabancası	JAI	< %10	< %10
	D18	< %10	< %10
SBK	JAI	< %10	< %10
	D18	< %10	< %10

KÖ: Kurutma öncesi, **KS:** Kurutma sonrası

Tablo 3.22'ye göre kurutma öncesinde; amonyak, arap sabunu ve Sel.Tin ile temizlenmiş JAI astar verniğiyle kaplanmış deney örneklerinde ve Shid+Hper ve Sel.Tin ile temizlenmiş D18 astar verniğiyle kaplanmış deney örneklerinde reçine kusmaları görülmemiştir. Kurutma sonrasında, Sel.Tin ile temizlenmiş D18 ve JAI astar vernikleriyle kaplanmış deney örneklerinde reçine kusmaları görülmemiştir.

Genel olarak baktığımızda ise reçine kusmaları < %10 ile % 11-20 yüzdelerinde belirlenmiştir.



4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, reçine temizleme kimyasalları ile yüzeyleri temizlenmiş ve su bazlı vernik ile kaplanmış sarıçam odununun yapışma, parlaklık, renk değişimi ve katman sertliğini ilgili standartlara göre ve reçine kuma durumunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda deney örneklerine hem kurutma yapılmadan önce hem de kurutma yapıldıktan sonra reçine temizleme işlemi yapılmış ve sonuçlar belirlenmiştir.

Yapışma test sonuçlarına göre, soda yapışma direncini arttırıcı etki gösterirken potaşe ve As+Phid azaltıcı etki göstermiştir. Ayrıca, kombine edilmiş reçine çözücü kimyasallar uygulanmış örneklerin yapışma direncinde genel bir azalma görülmüştür. Aseton yapışma direncini arttırırken As+Phid azaltmıştır. Bu durum As+Phid'in temizleme sırasında örnek yüzeyini deforme etmesi ya da Phid kalıntılarının odun yüzeyine nüfuz ederek adezyonu azaltması olabilir. Phid ve kombinasyonlarının yapışma direncini düşürücü etkisi olması sebebiyle reçine temizleme işlemlerinde tercih edilmemelidir. Kesik (2009), yaptığı çalışmada Hper'in yapışma direncini arttırdığını tespit etmiş, çalışmamızda da Hper ve astar verniği etkileşiminde yapışma direncini artırıcı etki göstererek sonuç literatürle uyumlu çıkmıştır. İki astar verniğinde de yapışma direnci yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi, su bazlı verniklerinin nano teknoloji ile üretilmesine bağlı olarak ahşap yüzeyle oluşturduğu adezyon kuvvetini olumlu etkilemesinden kaynaklanmış olabilir (Sönmez vd. 2004). Bu aşamada sonuçlar literatür ile uyumlu bulunmuştur. Yapışma direnci yüksek olması istenen durumlarda soda ve ya TriKIE ile temizleme yapılmış su bazlı verniklerle kaplanmış malzemeler tercih edilebilir.

Parlaklık test sonuçlarına göre, en düşük parlaklık değeri pürmüz tabancası (2,68) ile yakma ve SBK (2,97) ile aşındırma yöntemleriyle reçineleri temizlenmiş örneklerde tespit edilmiştir. Salca vd. (2016), Küçüktüvek vd. (2017) ve Wang J vd. (2019) yaptıkları çalışmalarda ağaç malzeme yüzeyinde pürüzlülük azaldıkça parlaklığın arttığını tespit etmişlerdir. Yakma ve aşındırma işlemleri odun yüzeyindeki pürüzlülüğün artışına sebep olduğundan çalışma sonuçları literatür ile uyumlu bulunmuştur. Ağaç malzemedede yüksek parlaklık değerleri isteniyorsa zımparalama,

perdahlama gibi üst yüzey hazırlık işlemlerine önem verilmesi ve reçine temizlemede yakma ve aşındırma işlemlerinin kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Astar vernik çeşidinin ise parlaklık üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Toplam renk değişimi (ΔE^*) sonuçlarına göre, en yüksek değer pürmüz tabancası ile yakma işlemi uygulanmış deney örneklerinde görülmüştür. Peker ve Atılgan (2015) yaptıkları çalışmada ağaç malzemenin yüksek sıcaklık ile yakıldığında odunun bünyesindeki karbonun kömürleşmesinden dolayı renginin koyulaştığını belirtmişlerdir. Sonuçlar literatür ile uyumlu bulunmuştur. Toplam renk değişiminin az olması istenen yerlerde yakma işleminin tercih edilmemesi tavsiye edilebilir. Ancak, dekoratif işlerde kontrollü bir yakma işlemi odunun yıllık halkalarını daha belirgin hale getireceği için estetik bir görünüm sağlayacağından tercih edilebilir. Shid uygulanan deney örneklerindeki toplam renk değişimi Hper uygulanan deney örneklerine göre daha yüksek belirlenmiştir, Özçifçi ve Özbay (2010)'ın çalışmasında, Hper'in Shid'e göre daha az renk farkı vermesi Hper'in pH değerinin etkisinden kaynaklanabileceği belirtilmiş ve bu aşamada sonuçlar desteklenmiştir. Budakçı ve Karamanoğlu (2014) yaptıkları çalışmada sarıçam örneklerine uygulanan Shid+Hper kimyasallarının yüksek toplam renk değişimine sebep olduğunu belirtmişlerdir. Shid+Hper kimyasallarında elde edilen sonuçlar literatür ile uyumlu bulunmuştur. Uysal vd. (1999)'da ise en düşük renk farkı Shid+Hper (5.93) kimyasalı uygulanmış örneklerde belirlenmiş, bu çalışmada ise renk farkı iki katı değerde bulunarak sonuçlar literatür ile uyumsuz bulunmuştur. Buna sebep olarak kimyasalların uygulama yöntemi ve süresi olabilir. Toplam renk değişiminin yüksek değerler vermesi Shid, Hper, soda, potaşe gibi kimyasalların ağaç malzemenin yapısında bulunan lignin ve selülozu tahrip etmesi sebep olarak gösterilebilir (Atar, 1999; Saygın ve Budakçı, 2017).

Sertlik test sonuçlarına göre en yüksek sertlik değeri, SBK ile aşındırma işlemi yapılmış deney örneklerinde tespit edilmiştir. Aşındırma işlemi yapılırken sodyum bikarbonatın mikron düzeydeki tozlarının yaz odununda da ondüleli yapıya sebep olabilmesi sertlik ölçümlerinin sağlıklı yapılmasına engel olmuş olabilir. Bu sebeple ondüleli yapıdaki deney örneklerinde yüzey sertliklerinin sağlıklı ölçülebilmesi için farklı metotların geliştirilmesi faydalı olabilir. Saygın ve Budakçı (2017)'da ise reçine

temizleme kimyasallarının sertlik üzerine etkisi anlamsız bulunmuştur. Çalışmamızda ise anlamlı bulunmakla birlikte Shid ile Shid+Hper uygulanan deney örneklerinin Shore sertlik değeri üzerinde fazla bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu durum çalışma metotlarının farklılığından kaynaklanabilir. Kontrol örneklerine kıyasla; amonyak, arap sabunu, aseton ve Hper kullanılan örneklerin sertlik direnci değerleri düşük belirlenmiştir. Kesik (2009)'da yaptığı çalışmada aseton ile yapılan temizleme işlemlerinin su etkisiyle ağaç malzeme yüzeylerinde erezyon oluşturarak sertlik değerlerinde değişime sebep olduğunu ve Hper ile yapılan renk açma işlemlerinin sertlik direnci değerlerini azalttığını belirlemiş olup sonuçlarımız literatür ile uyumlu bulunmuştur. Aynı çalışmada, arap sabunu ile yapılan yüzey temizleme işleminin sertlik direnci değerini arttırdığı belirtilmiş olup çalışmamız literatür ile uyumsuz çıkmıştır. Buna, literatürde deney örneklerine uygulanan emprenye kimyasalının etkisi olduğu düşünülebilir. İkili etkileşimde ise D18 astar verniğinin sertlik direnci değerlerinde azaltıcı etkisi olmuştur.

MICAM ile yapılan görsel inceleme sonuçlarına göre, reçine kusmaları bazılarında yüzeysel ve az iken bazılarında kabarcıklar halinde ve yaygın görülmüştür. Kurutma öncesinde uygulanan reçine temizleme işleminde yöntemlerin çoğunun reçine kusmasını önleyici bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Saygın ve Budakçı (2017)'nın kullanılan reçine temizleme kimyasallarının kusmalara herhangi bir etkisinin olmadığını belirttiği çalışma ile bu çalışmadaki sonuçlarımızı desteklemiştir. Kimyasalların önleyici bir etkisinin olmamasının sebebi olarak, çözücüler ağaç malzemenin 2 mm kadar derinliğine nüfuz etmesi nedeniyle ağaç malzemedeki reçinelerin tamamen uzaklaştırılamaması gösterilebilir (Şanıvar, 1978). Hem kurutma öncesinde hem de kurutma sonrasında uygulanan reçine temizleme işlemlerinde ise, sadece Sel.Tin kimyasalı uygulanmış örneklerde reçine kusmaları görülmemiştir. Reçine temizleme işlemi uygulanırken selülozik tiner tercih edilebilir. Astar verniği çeşidinin ise reçine kusmaları üzerine bir etkisi olmamıştır.

Bu çalışmada reçine kusmalarını engellemek amacıyla kullanılan reçine temizleme kimyasalları, su bazlı astar vernikler ve yüzey aşındırma yöntemlerinin sarıçam odununda reçine kusmalarına engel olmadığı belirlenmiştir. Kullanılan reçine çözücü kimyasallar ile yüzeyleri temizlenmiş su bazlı astar ve son kat vernikler ile kaplanmış

sarıçam ağaç malzemelerde sıcaklık etkisi zamana bağılı olarak reçine kusmalarına sebep olmuştur. Bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalarda farklı kimyasallar, farklı vernikler ve farklı yöntemlerin reçine kusmalarını engellemek için denenmesi ve çıkan sonuçların bilim dünyasıyla paylaşılması araştırmacılara tavsiye edilmektedir.



KAYNAKLAR

- Araki K., Hamabe G., Kume T., & Tanaka T. (2016). Study of friction and abrasion properties of wood plastic composites. *International and Conference on High Performance and Optimum Design of Structures and Materials*, 1–12.
- ASTM D 2240. (2015). Standard test method for rubber property—durometer hardness, *American Society for Testing and Materials*. ASTM Standarts, USA, 1–13.
- ASTM D 2244-02. (2003). Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. *American Society for Testing and Materials*, 1–4.
- ASTM D 3023. (1998). Determination of resistance of factory applied coatings on wood products of stain and reagents. *American Society for Testing and Materials*, USA, 1–5.
- ASTM D 3359. (1997). Standard test methods for measuring adhesion by tape test, *American Society for Testing and Materials*, 1–9.
- ASTM D 358. (1983). Wood to be used as panels in weathering tests of coatings, *American Society for Testing and Materials*, 1–3.
- ASTM D 4541-02. (2002). Standard test method for pull-of strength of coatings using portable adhesion testers. *American Society for Testing and Materials*, 6–11.
- ASTM D 523–89. (1999). Standart test method for specular gloss, *American Society for Testing and Materials*. 1–3.
- Atar M. (1999). Renk açma kimyasal maddelerinin ağaç malzemede üst yüzey işlemlerine etkileri. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Ayata Ü. & 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.
- Aydın, İ. (2004). Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Sartlarının Etkileri. Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Trabzon.
- Basiaga M., Antonowicz M., & Kurtyka P. (2016). Poldi Hardness Test of Venifloor Veneer Board and a Three-Layer Board. *Silesian University of Technology, Faculty of Biomedical Engineering ul. Roosevelta 40*, 41–800.

- Bekhta P., Krystofiak T., Lis B., & Proszkyk S. (2014). Gloss of thermally densified alder (*Alnus glutinosa* Goertn.), beech (*Fagus sylvatica* L.), birch (*Betula verrucosa* Ehrh.), and pine (*Pinus sylvestris* L.) wood veneers. *Eur. J. Wood Prod.*, 72,799–808.
- Berkel, A. (1970). Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı. *İstanbul: Kurtulmuş Matbaası*.
- Berns, R.S. (2000). Billmeyer and saltzman's principles of color technology. 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, 78–81.
- Blanche, C. (1997). Used to polyurethane and polymers from waterbased systems. *European Coatings Journal*, 27–44.
- Bozkurt Y. & Erdin N. (2011). Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 2. Baskı, 272–273.
- Budakçı M. (2006). Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı ve üretimi. *Politeknik Dergisi, Cilt: 9 Sayı: 1 s*, 53–58.
- Budakçı M. & Karamanoğlu M. (2014). Effect of bleaching on hardness, gloss, and color change of weathered woods. *BioResources* 9(2), 2311–2327.
- Budakçı M., Uysal B. & Esen R. (2009). Borik asit modifikasyonunun su bazlı verniğin sertlik değerine etkisi. 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, 1–5.
- Carpenter, M.V. (1999). Characterizing the chemistry of yellow-poplar surfaces exposed to different surface energy environments Using DCA, DSC and XPS, (Master Thesis). *West Virginia Universty*. 1–191.
- Christiansen, A.W. (1990). How overdrying wood reduces its bonding to phenol formaldehyde adhesives: A Critical Review of The Literature, Part I Physical Responses. *Wood and Fiber Science* V.22,4, 441–459.
- Cool J. & Hernandez R. E. (2011). Improving the sanding process of black spruce wood for surface quality and water-based coating adhesion. *forest products Society*, Article no. 11-00032, 372–380.
- Çakıcıer N. (1994). Ağaç yüzeylerde kullanılan verniklerin su ile eritilen ağaç boyalarının renginde yaptığı değişiklikler. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Çakıcıer N. (2007). Ağaç malzeme yüzey işlemi katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Çalış Açıkbaş N. (2014). Sertlik ölçme deney föyü. Mühendislikte Deneysel Metotlar Dersi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü*, 1–14.

- De Moura L. F. & Hernandez R. E. (2004). Evaluation of varnish coating performance for two surfacing methods on sugar maple wood. *Wood and Fiber Science*, 37(2), 355–366.
- Demirci Z., Budakçı M., & Sönmez A. (2013). Effect of thermal aging on the gloss and the adhesion strength of the wood varnish layers. *Wood and Fiber Science*, 37(2), 355–366.
- Doruk Ş., Altınok M., & Perçin O. (2010). Isıl işlemin ağaç malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 262–270.
- Herajarvi H. (2001). Variation of basic density and brinell ardness within mature finish betula pendula and b. pubescens stems. *Wood and Fiber Science*, 36(2), 216–227.
- Hirata S., Honma Y., & Ohta M. (2001). Hardness distribution on wood surface. *The Japan Wood Research Society*, 47,1–7.
- Hse, C.Y. & Kuo, M. (1988). Influence of extractives on wood gluing and finishing-a review. *Forest Products Journal*, V.38, 52–56 .
- Johnson, R. (1997). Waterborne coatings an overview of waterborne coatings: a formulator's perspective. *Journal of Coatings Technology*, Vol.69, 117–121.
- Lykidis N., Nikolakakos M., Sakellariou E. & Birbilis D. (2015). Assessment of a modification to the brinell method for determining solid wood hardness. *Materials and Structures* DOI 10.1617/s11527-015-0551-4, 1–7.
- Karamanoğlu M. & Akyıldız M. H. (2013). Colour, gloss and hardness properties of heat treated wood exposed to accelerated weathering. *Online ISSN 2069-7430 ISSN-L 1841-4737*, 729–738.
- Kaymakçı A. & Ayrılmış N. (2014). Investigation of correlation between brinell hardness and tensile strength of wood plastic composites. *Elsevier Ltd. All rights reserved, Part B* 58, 582–585.
- Kesik H. İ. (2009). Değişik kimyasallar ile ön işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerinde su bazlı verniklerin katman performansı. Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Kesik H. İ. & Akyıldız M. H. (2015). Effect of the heat treatment on the adhesion strength of water based wood varnishes. *Wood Research*, 60 (6), 987–994.
- Kielmann B. C. & Mai C. (2016). Natural weathering performance and the effect of light stabilizers in water-based coating formulations on resin-modified and dye-stained beech-wood. *Journal of Coatings Technology and Research* 13,1065–1074. DOI <https://doi.org/10.1007/s11998-016-9818-0>

- Koene L. & Broekhuis F. R. (2019). Bullet penetration into medium density fibreboard targets. netherlands defence Academy (NLDA), *Faculty of Military Sciences (FMS)*, 1363–1373.
- Kurtoğlu A. (2000). Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri” *Ders Kitabı I. Cilt*, İstanbul Üniversitesi, 1–235.
- Küçüktüvek M., Baysal E., Gündüz A., Peker H., Toker H., & Türkoğlu T. (2017). Surface characteristics of scots pine wood heated at high temperatures after weathering. *Wood Research*, 62 (6), 905–918.
- MEGEP. (2006). Metal Teknolojisi – Sertlik Ölçme Yöntemleri. Ankara.
- MEGEP. (2008). Ahşap Teknolojisi- Leke Çıkarma Ders Kitabı. Ankara.
- Örs Y. & Keskin H. (2008). Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı”, *Gazi kitabevi*.
- Özalp M., Gezer İ., & Korkut S. (2009). The investigation of heat treatment with water-based varnish double components in varnish applications of wood material. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (8),1689–1694.
- Özçifçi A. & Özbay G. (2010). Impacts of bleaching chemicals and outdoor exposure on changes in the color of some varnished wood. *Bioresources*, 5(2), 586–597.
- Özcifci A., Yapıcı F., Altun S., Toker T., Baysa E., Senel A., & Şimşek H. (2009). Glossness, color stability, and surface roughness of wood treated with some bleaching chemicals. *Wood Research*, 4 (2), 83–94.
- Payne, H. F. (1967). Organic Coating Technology. *Volume II, Printed in New York U.S.A. Fourth Printing*, 1–390.
- Peker H. & Atılğan A. (2015). “Doğal bir enerji kaynağı odun: yanma özelliği ve koruma yöntemleri”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 022201, 1–12. DOI: 10.5578/fmbd.9553.
- Rowell, R.M. (1995). Chemical modification of wood for improved adhesion in composites. *USDA Forest Service, Forest Product Laboratory*, Madison, Wisconsin, 56–60.
- Salca E. A., Krystofiak T., & Lis B. (2016). Evaluation of selected properties of alder wood as funtions of sanding and coating, *Coatings*, 7580–7594.
- Saygın E. & Budakçı M. (2017). Reçine Temizleme işleminin su bazlı verniklerin sertlik değerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 314–326.
- Sertlik Ölçme Deneyi (2019). Sertlik Ölçme Deneyi Deney Föyü. http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/makine/Dosyalar/BTU_Makine_Laboratuvar%C4%B1_Sertlik_Deney_Foyu%281%29 (24.06.2020 – 14.56)

- Slabejová G., Šmídriaková M., & Moringa M. (2017). Physical-mechanical properties of surface finish on aspen poplar wood. *Forestry and Wood Technology* No98, 132–136.
- Sofuoğlu S. D. & Kurtoğlu A. (2016). Mobilyada ahşap malzemenin önemi ve yüzey kalitesi. *Ahşabın Tasarım Serüveni Sempozyumu*, 7–14.
- Söğütü C. & Sönmez A. (2006). Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda uv ışınlarının renk değiştirici etkisi. *Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, No 1, 151–159.
- Sönmez A. (1989). Ağaçtan yapılmış mobilya üst yüzeylerinde kullanılan verniklerin fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılıkları. Doktor Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Sönmez A. (2005). Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri I, hazırlık ve renklendirme. *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, ISBN: 975-97281- 0-9 TK, 1–138.
- Sönmez, A., Budakçı, M., & Yakın, M. (2004). Ağaç malzemede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri. *Politeknik Dergisi*, 7 (3): 229–235.
- Sönmez, A. & Budakçı, M. (2004). Ağaç işlerinde üst yüzey işlemleri II, Koruyucu katman ve boya /vernik sistemleri. *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara. 34–48.
- Şanıvar N. (1978). Ağaç İşleri Üst Yüzey İşlemleri Ders Kitabı. Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları Ders Kitapları.
- Toker H., Baysal E., Türkoğlu T., Kart S., Şen F., & Peker H. (2016). Surface characteristics of oriental beech and scots pine woods heat-treated above 200°C. *Wood Research*, 61 (1), 43–54.
- TS 2470. (1976). Odunda Fiziksel ve Mekaniksel deneyler için numune alma metodları ve genel özellikler. *T.S.E.*, Ankara 2–4.
- TS 6035. (1997). Boyalar ve vernikler, boya, vernik ve bağlayıcılarda uçucu olmayan madde tayini. *T.S.E.*, Ankara, 1–3.
- TS EN 24624. (1996). Boya ve vernikler-çekme deneyi. *TSE*, Ankara, 1–4.
- Tunçgenç, M. (2004). Boya Teknolojisine Giriş. Akzonobel Kemipol A.S, İzmir.
- Türkoğlu T., Baysal E., & Toker H. (2015). The effects of natural eathering on color stability of impregnated and varnished wood materials. *Wood Research* 60 (5), 833–844.
- Ulay G. & Budakçı M. (2015). Ahşap yüzeylerde kullanılan su bazlı vernikler ile ilgili türkiye’de yapılan çalışmalar. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3, 470–480.

- Uysal B., Atar M, & Özçifçi A. (1999). The effects of chemicals for using the bleaching of the wood surfaces on the layer hardness of varnish. *J. of Griculture and Forestry* 23, 443–450.
- URL-1. (2020). Reçine Kusmalarının Sebep Olduğu Olumsuzlar, <http://www.yapiklinik.com/?p=504> (18.06.2020-12.56).
- URL-2. (2020). Su Bazlı Vernik ve Boya Sistemleri Hakkında Bilgiler, <http://www.kimetsan.com/contents/products/7/98> (10.01.2020 – 16:00).
- URL-3. (2020). Parlaklık Nedir, Nasıl Ölçülür ve Parlaklık Ölçüm Prensipleri? <http://www.korozyondoktoru.org/parlaklik-gloss-nedir-nasil-olculur-parlaklik-seviyeleri-nelerdir> (12.05.2020 – 14:48).
- URL-4. (2020). Kurşun Kalemli Sertlik Ölçme Cihazı, https://turkish.alibaba.com/product-detail/digital-pencil-hardness-tester-ht-6510p-for-coating-paint-film-60515563181.html?spm=a2700.md_tr_TR.maylikeexp.1.390e3051A0UEuy (20.06.2020-16.39).
- URL-5. (2020). Dijital Rockwell Sertlik Ölçme Cihazı, <https://www.tekniktedarik.com/ish-mrd200-otomatik-dijital-rockwell-sertlik-olcme-cihazı> (15.06.2020-16.38).
- URL-6. (2020). Janka Sertlik Ölçme Cihazı ve Bazı Ağaç Türlerinin Janka Sertlik Değerleri, https://tr.qwe.wiki/wiki/Janka_hardness_test (22.06.2020/10.39).
- URL-7. (2020). Micro Sertlik Ölçme Yöntemi ve Çalışma Prensipleri, http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/makine/Dosyalar/BTU_Makine_Laboratuvar%C4%B1_Sertlik_Deney_Foyu%281%29.pdf (30.09.2020-16.39).
- URL-8. (2020). Jansen Isolier Haftgrund Su Bazlı Verniği Hakkında Teknik Bilgiler, <https://www.jansen.de/de/produkte/isolierfarben-haftgruende/aqua-isolier-und-haftgrund/> (17.12.2019 – 12.00).
- URL-9. (2020). Bison Epoxy Metal Yapıştırıcı Hakkında Teknik Bilgiler, <https://www.koctas.com.tr/bison-epoksi-metal-yapistirici-24-ml/p/1000024086> (22.06.2020 - 12.05).
- URL-10. (2020). MICAM USB Girişli Mikroskop Kamera Hakkında Teknik Bilgiler, <https://www.ticaretgroup.com/tr-ilginc-elektronik-urunler/tr-mikroskop-buyutec/tr-usb-mikroskop-kamera-ledli-5x-500x> (28.05.2020-10.23).
- Usta İ., Ahşap Üst yüzey işlemlerinde reçinenin önemi ve örnek reçine temizleme işlemi. <http://www.sabittuncel.com/ahsap-ust-yuzey-islemlerinde-recinenin-onemi/> (13.01.2020 - 13.55).

- Vurdu, H., Kesik, H.İ., Kurtuluş, O.Ç., & Özkan, O.E. (2013). Some physical and mechanical properties of antique and fresh cut pinus sylvestris and abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana Woods, *Proceedings*, 562.
- Walinder, M. (2000). Wetting phenomena on wood-factors influencing measurements of wood wettability. (PhD), KTH-Royal *Institute of Technology*, SE-100 44, Stocholm. 1–70.
- Wang J., Wu H., Liu., Long L., Xu J., Chen M., & Qiu H. (2019). Preparation of a fast water-based uv cured polyurethane-acrylate wood coating and the effect of coating amount on the surface properties of oak (quercus alba L.). *Polymers*, 11, 1414; doi:10.3390, 1–13.
- Yalınkılıç A. C. (2008). Ağaç malzemedede su bazlı vernikler ile su çözücülü ağaç boyası etkileşiminin kahverengi renk tonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Ankara.
- Yeşil Y. (2010). Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi. Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Adana.
- Yıldız, E. (1999). Su Bazlı Boya ve Kaplamalar Beklentiler ve Su Bazlı Poliüretan Bağlayıcı Sistemleri. *Tübitak*. 235–240.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nurten YAZICI
Doğum Yeri ve Yılı : Düzce / 1992
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : nrtn-sglm@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Kaynaşlı Lisesi (Düz Lise), 2010
Lisans : Düzce Ü.O.F. / Orm. End. Müh. Bölümü, 2015

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Tandem Örme San. Ve Dış Tic.Ltd.Şti., 2016 – 2017