

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TAŞINABİLİR KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA ve

ONARIM

ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAĞLI BOYA TABLOLARIN KORUMA-ONARIMINDA
VERNİK UYGULAMASI: REGALREZ 1094, KETON (MS2A) VE
DAMMAR REÇİNE VERNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Mustafa Kemal DALLIK

2501190989

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. GÜLDER EMRE

İSTANBUL-2022

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
(BAP) tarafından desteklenmiştir.

Proje numarası: 37602

ÖZ

YAĞLI BOYA TABLOLARIN KORUMA-ONARIMINDA VERNİK UYGULAMASI: REGALREZ 1094, KETON (MS2A) VE DAMMAR REÇİNE VERNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mustafa Kemal DALLIK

Bu çalışmada, geleneksel ve güncel olarak sıklıkla kullanılan reçinelerden Regalrez 1094, keton ve dammar verniklerinin yapay yaşlandırma işlemi sonucunda yaşlanma belirtilerinin ve karakteristiklerinin saptanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda vernikler, konservatörlerce en sık kullanılan kombinasyonlarıyla hazırlanan lamalar üzerine uygulanmış ve kademeli olarak yaşlandırılmaya maruz bırakılmıştır. Bu kademeli yaşlandırma işlemi sonucunda numuneler; SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu), VIS (Görünür Işık), UV (Morötesi), ışık mikroskobu ve NMR (Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi) ile incelenerek numuneler üzerinde yaşlandırmanın etkileri araştırılmıştır. Uygulanan verniklerin bozulma şekil ve çeşitleri yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmayan referans numuneleri ile kıyaslanarak çıkarımlarda bulunulmuştur. Böylelikle, verniklerin olası yaşlanma prosedürleri ve neticeleri hakkında fikir sahibi olunması amaçlanmıştır. Böylece bu malzemeleri kullanacak konservatörlere, kullandıkları malzemenin bozulma şekilleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: dammar reçinesi, keton reçine verniği, regalrez® 1094 verniği, bozulma, NMR, SEM, UV, yağlı boya, restorasyon, konservasyon.

ABSTRACT

VARNISH APPLICATION IN CONSERVATION AND RESTORATION OF OIL PAINTINGS: COMPARISON OF REGALREZ 1094, KETONE (MS2A) AND DAMMAR RESIN VARNISH

Mustafa Kemal DALLIK

In this study, it is aimed to determine the signs and characteristics of aging as a result of artificial aging of Regalrez 1094, ketone and dammar varnishes, which are traditional and currently frequently used resins. In this context, varnishes were applied on the microscope slides with the most common combinations used by conservators and exposed to aging gradually. As a result of this gradual aging process of the samples; the effects of aging were investigated by examining with SEM (Scanning Electron Microscopy), VIS (Visible Light), UV (Ultraviolet) light, microscope, and NMR (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy). Inferences were made by comparing the deterioration shape and types of the applied varnishes with the reference samples that were not exposed to artificial aging. Thus, it is aimed to have an idea about the possible aging procedures and results of the varnishes that have been used recently. The aged varnishes were scanned by SEM to show the changes in their structural form. In addition, as a result of the scans made with NMR, chemical and physical differentiations were investigated. As a result of all these, inferences were made about the possible deterioration properties of the varnishes used. Thus, it is aimed to inform the conservators who will use these materials about the possible deterioration of the materials they use.

Key Words: dammar resin, ketone resin varnish, regalrez 1094 varnish, degradation, NMR, SEM, UV, oil painting, restoration, conservation.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi kapsamında farklı reçine gruplarından seçilen verniklerin yapay olarak yaşlandırılması neticesinde ortaya çıkan bozulma karakteristikleri ve çeşitleri hakkında bilgiler verilmiştir. Öncesinde bozulma tür ve çeşitleri kapsamlı literatür taraması ile bir arada sunulmuştur. Tez kapsamında seçilen reçinelerin kökenleri, kimyasal yapıları, kullanım şekilleri ve belli başlı reçeteleri beraberinde yer almaktadır. Daha sonrasında da yapay olarak yaşlandırılan reçine verniklerinin olası bozulmaları hakkında bilgiler sunulmuştur. Bu bozulmaların incelemeleri ile yapısı ve türleri sıralanmıştır. Tüm bu işlem ve taramalar sonucunda olası bozulmalar ile ilgili bilgi ve araştırmalar hakkında çıkarımlar verilmiştir. Reçine verniklerinin zaman içerisindeki olası bozulma oran ve tipleri hakkında yol göstermesi amacıyla taramalar neticesinde ortaya çıkan bilgiler yorumlanmış ve paylaşılmıştır.

Tez kapsamında yapılan ve yaptırılan tüm analiz ve incelemeler, tezin içerisinde görselleri ile birlikte yer verilmiştir. Bu bağlamda yapılan analizlerin ve araştırmaların anlaşılması ve rasyonel olarak sunumu gerçekleştirilmiştir. Yapılan her inceleme ve analiz, kullanılan cihazların teknik bilgileriyle beraber yer almaktadır.

Bu yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde ve içeriğinin oluşturulmasında hiçbir desteği esirgemeyen ve ihtiyaç duyduğumda her zaman yardımına koşan değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Gülder EMRE'ye tüm yardımları için teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca her zaman bir telefon kadar uzakta olan ve yine her türlü sorunun cevabını alabildiğim Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü başkanı sayın hocam Prof. Dr. Ufuk KOCABAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması sırasında laboratuvarında ve diğer alanlarda yardımına koşan Araştırma Görevlisi Emre Veysel ŞENER, Araştırma Görevlisi Serpil ÇETİNKAYA ve Betül ENGİN'e teşekkür ederim.

Analizlerin yapıldığı Boğaziçi Üniversitesi Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Merkezi, Polimer Kimyası Laboratuvarı çalışanlarından Ar-Ge uzmanı Ali Rıza ÜLKER'e tüm ekstra çabaları nedeniyle teşekkür ederim.

Çalışmam sırasında hem fikir hem de malzeme destekleri nedeniyle Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği Anabilim Dalı öğretim üyesi sayın hocam Doç. Dr. Ayberk YILMAZ'a şükranlarımı sunarım.

Malesef COVID-19 pandemik salgın sebebiyle, tez çalışmam sırasında birçok olumsuz durum ve koşul altında çalışmaya devam etmek zorunda kalmama rağmen bu süreci tamamlamamda desteği olan herkese çok teşekkür ederim.

Ve tabii ki tüm bu çalışma süresince her konuda arkamda olan aileme minnetlerimi sunarım. Beni aldığım her kararda, her şekilde destekleyen halalarım Sezen DALLIK ve Suna DALLIK ÖZTÜRK'e verdikleri emekler dolayısıyla teşekkür ederim.

Mustafa Kemal DALLIK

İSTANBUL/2022

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiv
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YAĞLI BOYA TABLOLarda KULLANILAN ALTYAPI ELEMANLARI VE ÖZELLİKLERİ

1. Yağlı Boya Tablo Altyapı Elemanları.....	4
1.1. Şase.....	4
1.2. Kanvas.....	5
1.3. Astar Tabakası.....	7
1.4. Boya Tabakası.....	8
1.4.1. Pigmentler.....	8
1.4.2. Kuruyabilir Yağlar.....	9
1.4.3. Bağlayıcılar (Medyumlar).....	10
1.4.4. İncelticiler.....	11
1.4.5. Kurutucular.....	12
1.4.6. Dolgu Maddeleri.....	13
1.4.7. Koruyucular.....	14
1.4.7.1. Engellenmiş Amin Işık Sabitleyiciler.....	15
1.4.7.1.1. Tinuvin® 292, Ciba-Geigy.....	16
1.4.7.1.2. HALS.....	16

1.4.7.2.	UV Soğurucular.....	19
1.4.7.2.1.	Dönüştürülmüş Hidroksibenzofenonlar.....	19
1.4.7.2.2.	Fenolik Antioksidanlar.....	21
1.4.7.3.	Matlaştırıcılar.....	21
1.5.	Vernik Tabakası.....	23
1.5.1.	Yağ Vernikleri.....	25
1.5.2.	Yağlı Reçine Vernikleri.....	26
1.5.3.	Albümin veya Yumurta Akı Vernikleri.....	27
1.5.4.	Yumuşak Reçine Vernikleri (Reçine Özlü Vernikler).....	27
1.5.5.	Alkol Vernikleri.....	28
1.5.6.	Mum ve Mum Reçinesi Vernikleri.....	28
1.5.6.1.	Doğal Mumlar.....	29
1.5.6.1.1.	Hayvansal Kökenli Mumlar.....	29
1.5.6.1.1.1.	Balmumu.....	29
1.5.6.1.2.	Bitkisel Kökenli Mumlar.....	31
1.5.6.1.2.1.	Karnauba Mumu.....	31
1.5.6.2.	Petrolde Elde Edilen Mumlar.....	31
1.5.6.2.1.	Parafin Mumlar.....	31
1.5.6.2.2.	Mikro-Kristal Mumlar.....	32
1.5.6.2.3.	Madenden Çıkarılan Mumlar.....	32
1.5.7.	Sentetik Reçine Vernikleri.....	34
1.5.8.	Polivinil Asetat Vernikleri.....	37
1.5.9.	Akrilik Reçine Vernikleri.....	46
1.5.9.1.	İzo-Amil Metakrilat.....	47
1.5.9.2.	Bütil Metakrilat.....	48
1.5.10.	Keton Reçine Vernikleri.....	51
1.5.11.	Aldehit Reçine Vernikleri.....	54
1.5.12.	Hidrojenize Hidrokarbon Reçine Vernikleri.....	54

İKİNCİ BÖLÜM

VERNİK TABAKASINDA MEYDANA GELEN BOZULMALAR VE NEDENLERİ

2. Vernik Tabakasında Meydana Gelen Bozulmalar.....	55
2.1. Hava Kirliliği.....	57
2.2. Sararma.....	57
2.3. Ağarma (Blanching).....	60
2.4. Buğulanma (Blooming).....	61
2.5. Yüzey Kiri.....	62
2.6. Aşınma.....	66
2.7. Çiçeklenme.....	67
2.8. Gevrekleşme/Kırılma.....	68
2.9. Çatlak Oluşumu.....	69
2.10. Bitüm Bozulması.....	75
2.11. Bleeding.....	76
2.12. Çukurlaşma.....	76
2.13. Yapraklanma.....	77

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DAMMAR, KETON VE REGALREZ 1094 REÇİNE VERNİKLERİNİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

3. Dammar, Keton ve Regalrez® 1094 Reçine Vernikleri.....	79
3.1. Dammar Reçine Verniği.....	79
3.1.1. Kimyasal Yapısı.....	83
3.1.2. Yaşlanma Özellikleri.....	88
3.2. MS2A Reçine Verniği.....	90
3.2.1. Kimyasal Yapısı.....	92
3.2.2. Yaşlanma Özellikleri.....	98
3.3. Regalrez® 1094 Reçine Verniği.....	101
3.3.1. Kimyasal Yapısı.....	102
3.3.2. Yaşlanma Özellikleri.....	104

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DAMMAR, KETON VE REGALREZ 1094 VERNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMALI OLARAK İNCELENMESİ

4.1.Dammar, Keton ve Regalrez® 1094 Vernik Numunelerinin Analiz için Hazırlanması.....	109
4.2.Numunelerin Görünür (VIS) Işık ile İncelenmesi.....	114
4.3.Numunelerin Morötesi (UV) Işık ile İncelenmesi	154
4.4.Numunelerin Işık Mikroskobu ile İncelemesi.....	193
4.5.SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analiz Yöntemi ve Tanımı.....	238
4.5.1. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analiz Yorumları.....	241
4.6.NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) Analiz Yöntemi ve Tanımı.....	292
4.6.1. NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) Analiz Yorumları.....	297
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	302
KAYNAKÇA.....	322

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1:	Sararma bozulması gösteren tablonun temizlik öncesi/sonrası.....	59
Şekil 2.2:	Sararma bozulması gösteren tablonun temizlik işlemi sırasında ortaya çıkardığı görüntü.....	60
Şekil 2.3:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan ağartma/blanching.....	61
Şekil 2.4:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan buğulanma bozulması örneği.....	62
Şekil 2.5:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri örnekleri.....	63
Şekil 2.6:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri bozulmasının öncesi/sonrası görseli.....	64
Şekil 2.7:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri çeşitleri.....	64
Şekil 2.8:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri örneği.....	65
Şekil 2.9:	Tablo üzerinde meydana gelmiş olan birikme örneği.....	66
Şekil 2.10:	Aşınma bozulması gösteren yağlı boya tablo örneği.....	66
Şekil 2.11:	Çiçeklenme bozulması gösteren tablo.....	68
Şekil 2.12:	Kırılma/Gevrekleşme bozulması örneği.....	69
Şekil 2.13:	Yağlı boya tablo üzerinde görülen ince çatlaklar.....	70
Şekil 2.14:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yaşlanma çatlak örnekleri.....	72
Şekil 2.15:	Yağlı boya tablo üzerinde oluşan kuruma çatlakları.....	73

Şekil 2.16: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan kuruma çatlak örnekleri.....	73
Şekil 2.17: Vernik çatlaması örneği gösteren bir yağlı boya tablo	74
Şekil 2.18: Yağlı boya tablo üzerinde görülen pençemsi/timsah görünümlü bozulma	75
Şekil 2.19: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan bitüm bozulma örneği	76
Şekil 2.20: Çukurlaşma bozulması gösteren bir yağlı boya tablo örneği.....	76
Şekil 2.21: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen yapraklanma bozulması.....	77
Şekil 2.22: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen yapraklanma bozulma örneği.....	77
Şekil 2.23: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen katmanlar arası yapraklanma örneği.....	78

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Liflerin Sınıflandırılması.....	5
Tablo 1.2: Doğal Liflerin Sınıflandırılması.....	6
Tablo 1.3: Yapay Liflerin Sınıflandırılması.....	6
Tablo 1.4: Kurutucuların Sınıflandırılması.....	12
Tablo 1.5: Reaksiyon çeşitlerinin kimyasal formülleri.....	13
Tablo 1.6: Regalrez® 1094 %15 çözelti oranı.....	17
Tablo 1.7: Regalrez® 1094 %25 çözelti oranı.....	17
Tablo 1.8: %25 stabilize dammar çözelti oranı.....	18
Tablo 1.9: %10 Tinuvin® 292 solüsyon oranı.....	18
Tablo 1.10: %25 damar solüsyon oranı.....	19
Tablo 1.11: %10 Paraloid® B-72 solüsyon oranı.....	21
Tablo 1.12: PVA-AYAC çözünürlük dereceleri.....	41
Tablo 1.13: PVA-AYAA çözünürlük dereceleri.....	41
Tablo 1.14: PVA-AYAF çözünürlük dereceleri.....	42
Tablo 1.15: PVA-AYAT çözünürlük dereceleri.....	42
Tablo 1.16: Şemada geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları.....	43
Tablo 3.1: Dammar reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri.....	83
Tablo 3.2: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları.....	84
Tablo 3.3: Dammar reçine verniğinin %10-20 fırça ile uygulama oranı.....	86
Tablo 3.4: Dammar reçine verniğinin %10-20 sprey uygulama oranı.....	87
Tablo 3.5: MS2A reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri.....	93

Tablo 3.6: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları.....	94
Tablo 3.7: Regalrez® 1094 reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri.....	103
Tablo 3.8: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları.....	103
Tablo 5.1: Tezde kullanılan dammar reçine verniği kombinasyonları.....	307
Tablo 5.2: Tezde kullanılan MS2A keton reçine verniği kombinasyonları.....	307
Tablo 5.3: Tezde kullanılan Regalrez® 1094 reçine verniği kombinasyonları.....	308



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Argon
AgNO₃	: Gümüş Nitrat
Al₂SiO₄(OH-, F-)2	: Topaz
Al₂O₃	: Korund/Korendon
Atm	: Atmosfer Basıncı
BaCl₂	: Baryum Klorür
Bar	: Basınç Birimi
Bkz	: Bakınız
BMA	: Butyl Methacrylate / Bütil Metakrilat
C	: Elmas
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
Ca₅(PO₄)₃	: Apatit
CaCl₂	: Kalsiyum Klorür
CaCO₃.MgCO₃	: Magnezyum Karbonat
CaCO₃	: Kalsiyum Karbonat
CaF₂	: Fluorit
Ca(NO₃)₂.4H₂O	: Nitrokalsit
CaO	: Kalsiyum Oksit
Ca(HCO₃)₂	: Kalsiyum Bikarbonat
CaSO₃	: Kalsiyum Sülfat
CaSO₄	: Kalsiyum Sülfat
CaSO₄ .2H₂O	: Alçı taşı/Jips
CH₄	: Metan
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
cm³	: Santimetreküp
CMC	: Karboksi Metil Selüloz
CO	: Karbon Monoksit
CO₂	: Karbon Dioksit
CuSO₄	: Bakır Sülfat

d	: Yoğunluk
e	: Boşluk Oranı
EDTA	: Etilen Diamin Tetra Asetikasit
EDXRF	: Energy Dispersive X-ray Fluorescence / Enerji Dağılımlı X Işını Floresansı
EVA	: Ethylene-vinyl Acetate / Etilen Vinil Asetat
FeCO₃	: Siderit/Demir (II) Karbonat
FR	: Serbest Devinimli
FTIR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy / Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
G	: Özgül Ağırlık
GC	: Gas Chromatography / Gaz Kromatografisi
GC-MS	: Gas Chromatography Mass Spectrometry / Gaz
gr	: Gram
H₂CO₃	: Karbonik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
He	: Helyum
HEPA	: High Efficiency Particulate Arresting / Yüksek Etkinlikli Partikül Yakalayıcı
HF	: Hidroflorik Asit
Hg	: Cıva
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography / Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
H₂O	: Su
H₂SO₄	: Sülfürik Asit
H₂SO₃	: Sülfüroz Asit
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
HNO₃	: Nitrik Asit
HNO₂	: Nitroz
I.C.R.	: Rome's Istituto Centrale del Restauro
ICOM	: International Council of Museums / Uluslararası Müzeler Konseyi
IR	: Infrared/Kızılötesi
K	: Permeabilite/Geçirimsizlik

KAİSİ3O8	: Ortoklas/Ortoz
KCl	: Potasyum Klorür
K2CO3	: Potasyum Karbonat
K2CO3 .2H2O	: Potasyum Karbonat hidrat
kgf	: Kilogram Kuvvet
K2SO4	: Potasyum Sülfat
Km	: Kilometre
km2	: Kilometrekare
Kr	: Kripton
M	: Kütle
m	: Metre
m3	: Metreküp
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MgCl2.6H2O	: Biskofit/Magnezyum Klorür
MgCl2 .6H2O	: Magnezyum Klor hidrat
MgCO3	: Magnezyum Karbonat
Mg3Si4O10(OH)2	: Talk
MgSO4.7H2O	: Magnezyum sülfat Heptahidrat
MgSO4. 6H2O	: Hegzahidrit/Magnezyum Sülfat
MgSO4.7H2O	: Epsomit/Magnezyum Sülfat
MHz	: Hertz; saniye başına düşen devir sayısı
mj	: Megajul
n	: Porozite
N2	: Azot
NaCl	: Sodyum Klorid
NaCl	: Sodyum Klorür
Na2CO3.10H2O	: Natron/Sodyum Karbonat
Na2CO3	: Sodyum Karbonat
Na2CO3.10H2O	: Sodyum Karbonat hidrat
NaNO3	: Sodyum Nitrat
Na2SO4.10H2O	: Mirabilit/Sodyum Sülfat
Na2SO4	: Tenardit/Sodyum Sülfat
Na2SO4 .10H2O	: Sodyum Sülfat hidrat

NaOH	: Sodyum Hidroksit
Ne	: Neon
NH3	: Amonyak
NH4OH	: Amonyum Hidroksit
NIR	: Yakın Kızılötesi
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans
nm	: Nanometre
NOx	: Nitrojenoksit
NO	: Azot Monoksit
NO2	: Azot Dioksit
NO3	: Azot Trioksit
N2O	: Diazot Monoksit
N2O3	: Diazot Trioksit
N2O4	: Diazot Tetraoksit
N2O5	: Diazot Pentaoksit
pH	: Power of Hydrogen / Hidrojenin Gücü
PVA	: Polyvinyl Acetate / Polivinil Asetat
QS	: Anahtarlama Modu
S	: Doygunluk Derecesi
SEM	: Scanning Electron Microscopy / Taramalı Elektron Mikroskobu
SEM-EDX	: Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-ray / Taramalı Elektron Mikroskobu Enerji Dağılımlı X Işını
sn	: Saniye
SiO2	: Silisyum Dioksit/Kuvars
SO2	: Kükürt Dioksit
SOx	: Kükürt Oksit
TiO2	: Titanyum dioksit
UV	: Ultraviyole/Morötesi
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
v	: Hacim

v.d.	: ve diğçerleri
VIS	: Görünür Işıık
XRF	: X-ray Fluorescence / X Işıını Floresansı
WT	: Toplam Ağırlık
Wk	: Kuru Ağırlık
wn	: Su Ağırlığı
X2	: Ksenon
yy	: Yüzyıl
µS	: Mikrosiemens
µg	: Mikrogram
µ	: Mikron/Mikro Metre
µm	: Mikrometre
°C	: Celsius
µs	: Mikro Saniye

GİRİŞ

Sanatçılar geçmişten günümüze dek birçok malzeme kullanarak eserlerini oluşturmuşlar ve hala da oluşturmaya devam etmektedirler. Benliklerindeki aktarabilmek için çoğu zaman kendilerine en yakın malzemelerden faydalanarak yaratıcılıklarını ortaya çıkarmışlardır. Temel gereksinimlerin karşılanıp, sanat eseri üretimi için ihtiyaçtan ziyade fonksiyona yönelerek malzeme seçimine başlandığı noktada da birçok malzemeyi kullanmayı bırakmışlardır. Yeni malzeme arayışına girerek daha işlevsel malzeme kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu bağlamda sanatçılar yağlı boya tablolarında geçmişten itibaren çok farklı malzeme ve teknik kullanmış olup günümüzde de hala farklı malzeme ve teknik kullanmaya devam ederek bu çeşitlenmeyi devam ettirmektedirler. Geldiğimiz noktada eserin yaratım sürecinden sonra ömrünü uzatabilmek adına birçok yeni yöntem ve sistem geliştirilmiştir. Bu anlamda eserin konservasyon işlemleri ne kadar önem kazandıysa aynı oranda da kullanılan malzemeler önem arz etmektedir.

Eser üzerindeki eski ve işlevselliğini kaybetmiş malzemenin uzaklaştırılarak yenisi ile değiştirilmesi hem bir ihtiyaç hem de risk oluşturmaktadır. Yağlı boya tablo üzerindeki mevcut verniğin, ömrünü tamamlayarak eser üzerinden uzaklaştırılması gerektiği noktada hem detaylı analiz hem de doğru karar vermek gerekmektedir. Analizler eserin mevcut durumunu bize bildirirken, verilecek kararlar eserin gelecekteki durumu için önem taşımaktadır. Dolayısıyla, analizler ve incelemeler sonucunda eser için en doğru malzeme ve yöntem seçilerek uygulamaya başlanmalıdır. Tablonun korunması noktasında yetkinliğini kaybeden ve daha fazla eser üzerinde kalması risk oluşturacak vernikler ivedilikle uzaklaştırılmalıdır. Fakat bu ivedilikle yapılacak uygulamalar ve alınacak kararlar eserin mevcut durumunu iyileştirme adına yapılmalıdır. Bu noktada seçilecek eser ile uyumlu vernik ve verniğin gelecekteki olası hareketleri doğru saptanmalı ve sonrasında doğru adımlarla uygulanmalıdır. Bunlar için doğru kaynaklardan doğru malzeme bilgilerine sahip olmak ve uygulamaların olası sonuçları hakkında yapılmış analiz ve çalışmaların ana hatları itibariyle biliniyor olması gerekmektedir.

Tez başlığında yer alan farklı reçine gruplarının hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonucundaki durumları, tablolarda uygulanacak olan verniklerin gelecekteki durumları

hakkında bizlere fikir vermeyi hedeflemektedir. Seçilen verniğin zaman içerisindeki yaşlanma karakteristiği, biz konservatörlerin eser için en doğru malzeme seçimi yapmamızı kolaylaştırmaktadır. Eserde uygulanacak vernik türüne karar vermek ve verilen karar neticesinde eserin gelecekteki olası durumu göz ardı edilmemesi gereken önemli bir noktadır. İyi bir uygulamanın yanı sıra, doğru bir karar sonrasında eserin gelecekteki güvenliği önemlidir. Bu bakımdan malzeme ve uygulama prosedürlerinin doğru seçilmesi, doğru uygulanması ve gelecekteki durumları hakkında güçlü fikir sahibi olmak konservatör için vazgeçilemez özelliklerdendir.

Tez kapsamında seçilen verniklerin, kurulan mekanizma ile kademeli ve kontrollü olarak yaşlanmaya/bozulmaya maruz bırakılmıştır. İşlem sırasında daha önceki çalışma ve araştırmalar baz alınarak, seçilen reçineler bu kontrollü yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Verniğin bilinen yaşlanma/bozulma süreleri göz önüne alınarak, çalışma için 10 yıl ve 20 yıl yaşlandırma yapılmıştır. Bu iki grup haricinde, referans oluşturması için bir grup vernik hiç yaşlandırmaya maruz bırakılmamıştır. Böylelikle 10 yıl ve 20 yıl sonucundaki verniğin yaşlanma özellikleri ile yaşlanmaya maruz bırakılmayan grup arasında belirgin farklılıklar gözlenmek istenmiştir. Bu yolla, eser üzerine uygulanacak verniğin ilk aşamadaki hali ile belli periyotlar sonucundaki hali hakkında fikir sahibi olunması amaçlanmıştır.

Yaşlanmaya maruz bırakılan dammar, Regalrez® 1094 ve MS2A reçine verniklerinin, kimyasal-fiziksel farklılaşmalarının görüntülenmesi noktasında UV kamera ve ışık mikroskopundan faydalanılmıştır. Lamalar üzerine uygulanan her reçine grubundaki verniğin, öncesi ve sonrası halleri farklı şekillerde görsel kayıt altına alınmıştır. Bu aşama verniklerdeki değişimin ve gelecekteki olası durumlarının teorik aktarımının yanı sıra görsel olarak desteklenmesi amacı taşımaktadır. Ayrıca tüm bu görüntüleme adımlarının sonrasında SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) analiz yöntemleri ile fiziksel değişimlerinin kimyasal değişimleriyle senkronik olup olmadığı gösterilmek istenmiştir. Yapısal değişimlerinin haricinde yapılan kimyasal analiz ve tetkikler ile, konservatörlerin malzeme ile ilgili seçim yapma noktalarında detaylı bir görsel katalog oluşturulmak istenmiştir.

Tezin birinci bölümünde, yağlı boya tabloların genel olarak algılanmasını kolaylaştırmak adına alt yapı elemanları ve bu alt yapı elemanlarının çeşitliliğine

ayrılmıştır. Kullanılan malzemelerin tür ve detayları araştırılarak ana başlıklar halinde sunulmuştur.

İkinci bölümde, tezin ana başlığını oluşturan vernik tabakası ile alakalı bozulma ve bu bozulmaların nedenleri/şekilleri araştırılmıştır. Elde edilen bozulma şekilleri görseller ile desteklenerek, verniğin bozulması hakkında daha net bir perspektif sunulmak istenmiştir. Bozulma nedenleri, bu nedenler sonucunda ortaya çıkan bozulma biçimleri başlıklar altında toplanmış ve gruplandırılmıştır.

Üçüncü bölümde yağlı boya tablonun vernik katmanında kullanılan ve tez içeriğini oluşturan temel 3 grup reçine hakkında detaylı bilgiler araştırılmış ve bu bilgiler doğrultusunda reçinelerin kimyasal/fiziksel yapıları, formülleri, tarihi arka planlarına yer verilmiştir. Ayrıca bu 3 grup reçinenin çalışma prensipleri açısından kullanılan örnek reçete ve uygulama şekilleri bulunmaktadır. Başlıca bozulma şekilleri, depolama ve raf ömürlerinin yanı sıra reçine verniklerinin uygulanması aşamasında eklenebilecek katkı maddeleri hakkında bilgilere de yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde; Dammar, MS2A ve Regalrez® 1094 verniklerinin SEM ve NMR analiz ile belgeleme işlemleri yer almaktadır. Yapılan analizlerin daha iyi anlaşılması için, SEM ve NMR analiz yöntem ve cihazları hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Daha sonrasında yapılan analizler sonucunda cihazların sunduğu datalar yorumlanarak yapılan yapay yaşlandırma uygulaması hakkında sonuç ve çıkarımlarına yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

YAĞLI BOYA TABLOLARDA KULLANILAN ALTYAPI ELEMANLARI VE ÖZELLİKLERİ

1. Yağlı Boya Tablo Alt Yapı Elemanları

Yağlı boya tablo birçok katman ve malzemelerden oluşmaktadır. Bir yağlı boya tablo; şase, dokuma destek, astar tabakası, boya tabakası ve vernik tabakasından oluşmaktadır. Bu katmanların bir araya gelmesi ve sanatçının aktarmak istediğini ortaya koymasıyla ortaya çıkan sanat eserine yağlı boya tablo denmektedir. Taşınabilir kültür varlıkları başlığı altında yer alan bu eserlerin, temel yapı bileşenleri doğru sıralama ile doğru şekillerde bir araya getirilmektedir. Bu eserlerin konservasyon aşamasında da yapılacak müdahalelerin doğru ve sağlıklı olması açısından, detaylı şekilde önceden incelenmiş ve anlaşılmış olması gerekmektedir. Bir yağlı boya tabloyu en alt katmanından en üst katmanına kadar bilmek ve bu katmanların birbirleriyle olan ilişkilerinin ve birbirlerini etkileme şekillerinin de bilinmesi koruma-onarım açısından ana noktalardandır. Ayrıca koruma-onarım yöntemlerinde kullanılacak malzemelerin seçiminde de yardımcı olmaktadır. Malzeme bilgisine hâkim olunması, uygulamada kullanılacak yöntemlerin belirlenmesinde çok önemlidir. Bu nedenle birinci bölümde, bir yağlı boya tabloyu meydana getiren temel malzeme bilgilerine yer verilmiştir.

1.1. Şase

Kanvasın (taşıyıcı zeminin) gerilerek, düz bir zemin oluşturması amacıyla kullanılan dört ahşap çitanın köşelerinin birleştirilmesinden meydana gelen yapıya şase denmektedir. Bu ahşap yapı kanvasın gerilmesini ve gergin kalmasını sağlamaktadır. Şaseler için kullanılacak ahşap; sağlam, nemden arınmış ve biyolojik saldırılara karşı dirençli olmalıdır. Sağlam olmayan şase kumaşın gerilme direncine dayanamaz ve deformasyona uğrar. Eğer yaş ağaç kullanılırsa zaman içerisinde şasede eğrilmeler, yamulmalar ve dönmeler gerçekleşebilir. Kanvasın şase üzerine sabitlemesi için ise karabaş çivileri veya zimba kullanılabilir. Önceleri demirden veya sert tahtadan yapılmış çiviler bu sabitleme işlemleri için kullanılmıştır. Demir çiviler bir süre sonra

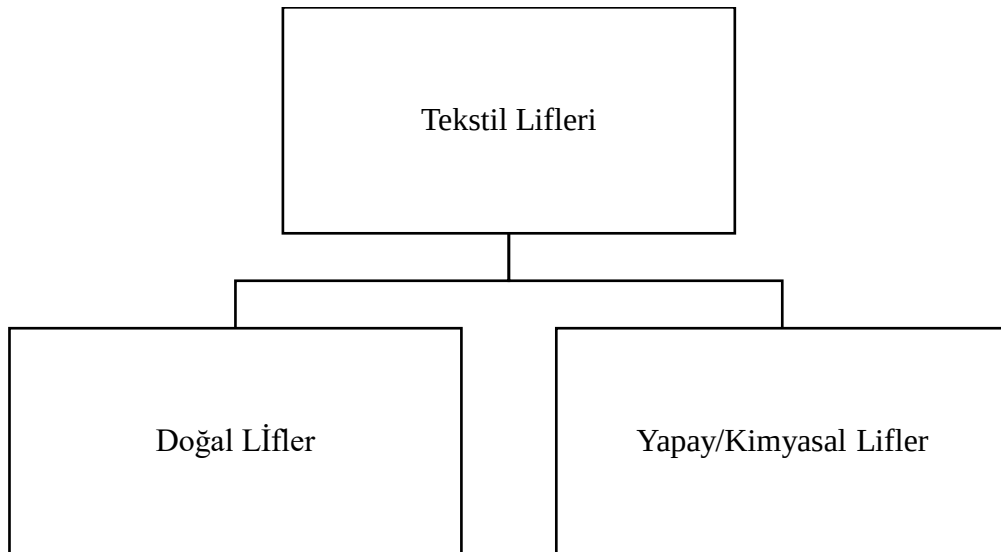
oksidasyona ve küflenmeye sebep olduğu için tercih edilmemeye başlanmıştır (Emre, 2010: 16).

Kanvasın şase ile temasından dolayı zarar görmemesi amacıyla, şasenin kanvasın üzerine gerileceği kısımlar içe doğru meyilli hale getirilebilir. Şaseleri kamalı, kamasız, vidalı ve vida-yaylı olarak sınıflandırılabilir. Kullanıldığı bilinen en eski şaseler, kamasız şaselerdir. Kamalı şaseler ise ilk kez 18. yüzyılın ikinci yarısında kullanılmaya başlanmıştır (Yaşayan, 2014: 10).

1.2. Kanvas

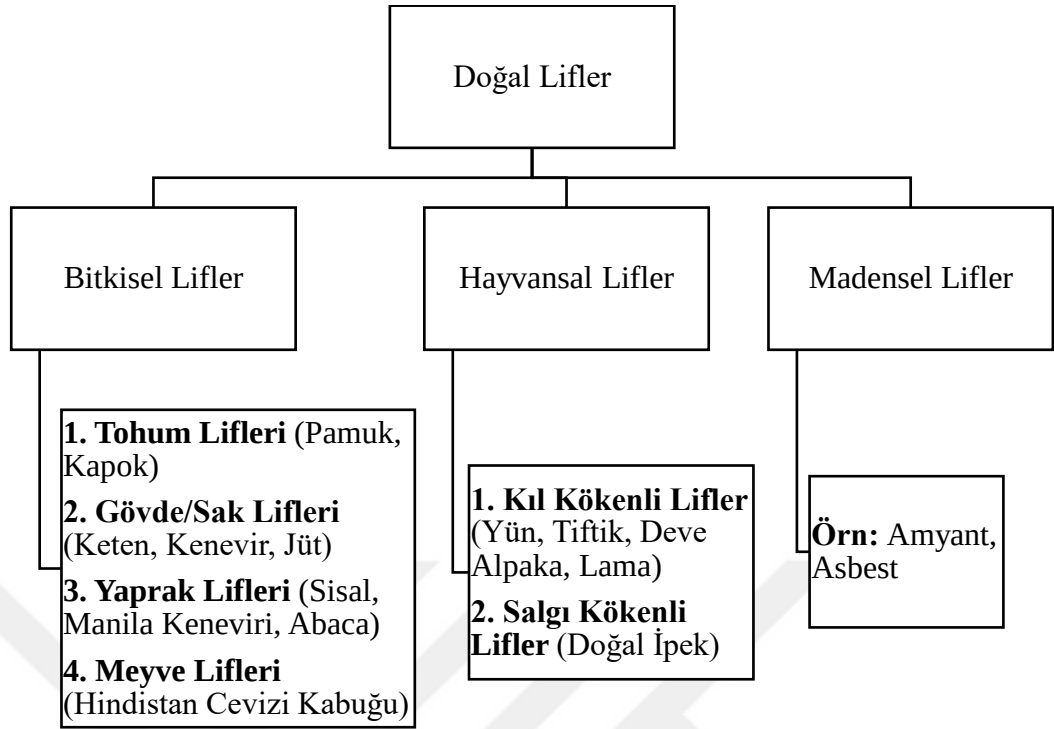
Şase üzerine gerilen bitkisel ya da hayvansal temelli malzemeler ile dokunmuş boya tabakasının uygulanacağı dokuma yüzeylere kanvas adı verilmektedir. Bu dokuma kumaşlar, doğal lifler ve kimyasal liflerden meydana gelmesinden dolayı iki ana başlık altında toplanabilir. Doğal lifler; bitkisel lifler, hayvansal lifler ve madensel lifler olarak sıralanabilir. Kimyasal lifler ise hammaddesi doğal olanlar ve hammaddesi sentetik olanlar olarak ikiye ayrılır. Bitkisel lifler; tohum lifleri (pamuk), gövde lifleri (keten, kenevir, jüt), yaprak lifleri (sisal, abaca) ve meyve lifleri (Hindistan cevizi lif kabuğu) olmak üzere bitkinin dört farklı kısmından elde edilebilmektedir. Hayvansal lifler ise; kıl kökenli lifler (yün) veya salgı kökenli lifler (ipek) olarak sıralanabilir (MEB, 2014: 4).

Tablo 1.1: Liflerin Sınıflandırılması



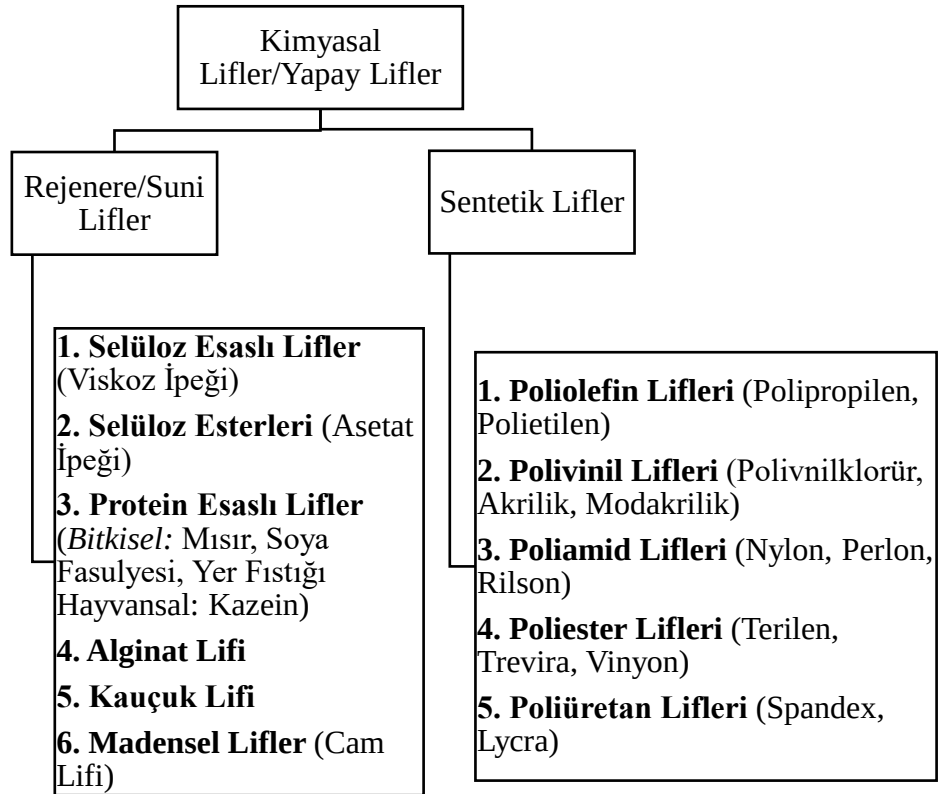
Kaynak: MEB, 2014: 4.

Tablo 1.2: Doğal Liflerin Sınıflandırılması



Kaynak: MEB, 2014: 4.

Tablo 1.3: Yapay Liflerin Sınıflandırılması



Kaynak: MEB, 2014: 4.

Taşıyıcı zemin olarak kullanılan dokuma ürünler; hava kirliliği ve ışığa karşı dirençli olmalı, mümkün olduğunca bükülmez özellik sergilemelidir. Şaseye gerilirken tüm iplikler eşit oranda hareket etmeli, kolayca gevşememeli, bağıl nem ve sıcaklık değişimlerinden olabildiğince az etkilenmelidir. Dokuma destek için en iyi lif ham ketenden elde edilmektedir. Kopmaya karşı gösterdiği dayanıklılık oldukça yüksektir. Kanvasın dokuma şekli ve iplik kalınlığına bağlı olarak ketenin yüzey dokusu ile kalınlığı değişiklik gösterebilmektedir (MEB, 2011: 5).

Hayvansal lifler yapılarında büyük oranda protein bulundurdıkları için protein lifleri olarak da anılırlar. Yün liflerinin mukavemeti pamuk, keten, ipek gibi doğal lifler ile karşılaştırıldığı zaman oldukça düşüktür. Ayrıca ıslak haldeki mukavemeti kuru haldekine oranla daha da azdır. Protein yiyerek beslenen güveler yünlü dokumalarda büyük oranda tahribata neden oldukları için de büyük risk taşımaktadır. (Okca, 2014: 28).

1.3. Astar Tabakası

Kanvasın üzerine sürülecek boyayı kabul etmede kolaylık sağlaması için tuval yüzeyinin astarlanması gerekmektedir. Astarlanmamış yüzey çok emici olacağından boyanın içerisindeki yağı emer. Liflerin bozulmasında en önemli faktörlerden biri yağlardır. Kanvasın, selülozik yapısının oksitlenmesine yol açarak zaman içerisinde yağın emildiği kısımlarda bozulmalar meydana gelir. Ayrıca astarlama işlemi ile dokumadaki lif hatalarını gizlemek kolaylaşır ve yüzeyin istendiği gibi dümdüz olması sağlanır.

Çok sık yapıdaki kanvas kumaşları üzerine uygulanacak astar işlemini kabul etmeyeceğinden, kanvas kumaşının çok sık dokunmamış olması tercih edilir. Günümüzde hazır halde astarlanmış tuvaler bulunmaktadır. Bunlar, çabuk kuruyan zeminlerdir. Ayrıca bu hazır tuvalerin, esnek ve çarpmalara karşı dayanıklı halde üretimleri gerçekleştirilmektedir (Emre, 2010: 27).

1.4. Boya Tabakası

Astar tabakası üzerinde boya tabakası yer almaktadır. Öğütüldüğünde ve uygun bir bağlayıcı ile karıştırıldığında işlenebilir bir kıvama gelen, boyamada kullanılabilen renkli maddeye pigment adı verilmektedir. Amorf ya da kristal yapıda olan pigmentler, ince taneli olarak öğütülmeli ve bağlayıcı içinde çözünmeden kalmalıdır. Geçmişte yağlı boya tuval resimlerin yapımı aşamasında boyalar daha kalıcı olması amacıyla reçine gibi malzemeler ile karıştırılmaktaydı (Houreh, 2020: 19).

Astar tabakasının üstünde, vernik tabakasının altında bulunan bu katmanı meydana getiren farklı bileşenler bulunmaktadır. Boya tabakasının açıklanması sırasında incelenebilecek başlıca alt başlıklar şu şekildedir:

- Pigmentler
- Kuruyabilir yağlar
- Bağlayıcılar (medyumlar)
- İncelticiler
- Kurutucular
- Dolgu maddeleri
- Koruyucular

1.4.1. Pigmentler

Sanatçıların fikirlerini ve gözlemlerini yansıtmak için kullandıkları boya, esas rengini sağlayan pigment ve pigment partiküllerini birbirlerine ve de kanvas üzerine sabitleyen bağlayıcıdan meydana gelmektedir. Boya tabakasının kurumasını hızlandırmak ya da yavaşlatmak, daha fazla/daha az akışkan hale getirmek, optik veya dokusal özellikleri geliştirmek veya çalışma özelliklerini değiştirmek için boya-pigment karışımına başka malzemeler de eklenebilmektedir.

Genel olarak, pigmentlerin kurumasında rol oynayan oksijenin veya hidroperoksitlerin parçalanmasını etkileyen katalitik veya engelleyici olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, boyanın eskimesi sırasında birkaç pigmentin kimyasal değişime uğradığına dair göstergeler de mevcuttur. Boyanın renginin solması böyle bir işlemin en bariz göstergesidir. Başka bir gösterge ise, boya tabakasının zaman içerisinde sertleşmiş, kırılğan bir duruma dönüşmesidir. (Lomax, Learner, 2006: 107)

Günümüzde başlıca boya markaları en az 108 farklı yağlı boya rengini alıcılarına sunmaktadır. Bu renkler için seçilen pigmentler, partikül boyutunda tek tipte olup, yağ bağlayıcılarla uyumludur. Atmosferik gazlara, ışığa karşı makul ölçüde dirençli ve çoğunlukla da kalıcıdır. Bu modern pigmentler aynı zamanda tutarlılık, işlenebilirlik ve kuruma süresi bakımından nispeten tekdüzedirler.

Bu durum geçmişle karşılaştırıldığında; on dördüncü ve on yedinci yüzyıllar arasındaki sanatçılara sunulan seçeneklerden çok daha fazladır. Batı resminin bu döneminde yaygın olarak kullanılan pigmentler yaklaşık on beş adettir. En yaygın olanları; azurit (bakır karbonat), ultramarin mavisi (lazurit) ve smalt (kobalt cam) ile kırmızı kurşun (kurşun tetroksit), vermilyon (cıva sülfür), demir oksit kırmızısı ve karmindir (bir Güney Amerika böceği olan kırmızı böceğinin kurutulmuş gövdelerinden yapılan). Birçok ressam için, bu pigmentlerin tümü her zaman bulunamazdı ve bazıları (örneğin, yarı değerli taş lapis lazuli'den yapılmış ultramarin mavisi) o kadar pahalıydı ki, yalnızca ressamın avans alarak sipariş ile yaptığı tablolarla kullanılmaktaydı. (Taft, v.d., 2000: 15)

1.4.2. Kuruyabilir Yağlar

Kuruyabilir yağlar, ince bir katman halinde sürüldükten sonra sıvı halden katı hale geçerek esnek bir film tabakası oluşturmaları nedeniyle kuruyabilir yağlar adını alırlar. Yağlı boyada bağlayıcı olarak kullanılan grupta kuruyabilir yağlar yer almaktadır. Kuruma zamanı; yağın cinsi, uygulanan tabakanın kalınlığı, sıcaklık, ışık miktarı, ağır metallerin varlığı gibi çeşitli etkenlere bağlı bulunmaktadır.

Yağlı boya tabloda kullanılan bağlayıcılar, adından da anlaşılacağı gibi, pigmentlerin bir arada tutulmasını ve aynı zamanda pigment-bağlayıcı karışımının kanvasa sabitlenmesini amaçlar. Kullanılacak bağlayıcılarda istenilen özellikler; kolayca yüzeye sabitlenebilmesi, resimde değişiklik yapılmasına fırsat sağlayacak hızda kuruması ve kolayca sürülebilmesi olarak sıralanabilir (de Viguerie, v.d., 2009: 616). Kuruyabilir yağlarda bulunan doymamış yağ asitleri sayesinde otooksidasyon (oksijen alımı) olarak bilinen kimyasal reaksiyonlar, yağların polimerik bir ağ oluşturarak kurumasına neden olmaktadır. Yağdaki doymamışlık oranı arttıkça kuruma oranı da artmaktadır. Oksidasyon süreci çift bağlı yağ asitlerinin miktarıyla da doğru orantılı olarak artmaktadır.

Doymamış yağ asitleri bakımından linoleik ve linolenik çift bağlı yağ asitleri, yağlı boya tablolarında en çok kullanılmış olan bezir, ceviz ve haşhaş tohumu yağının ana yapısını oluşturmaktadır. Bu yağlarda aynı zamanda tekli doymamış oleik ve doymuş palmitik ve stearik asitleri de bulunmaktadır (Yaşayan, 2014: 29).

Çeşitli yağlar ile karıştırılan toz pigmentler, tablo için kullanıma hazır hale getirilmektedir. Günümüzde hazır tüpler içerisinde satılan bu boyalar, istendiği takdirde inceltme, renk açma gibi amaçlarla farklı bağlayıcı ve boyalar ile de karıştırılabilmektedir.

1.4.3. Bağlayıcılar

Bir malzemenin, yağlı boya resimde bağlayıcı olarak kullanılması için birtakım özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bağlayıcı olarak kullanılan yapıştırıcılar, reçineler, yağlar gibi malzemelerin tamamı film tabakası oluşturan maddelerdir. Film tabakası meydana getirebilecek olan bu maddeler uygulama yapabilecek kadar akışkan yapıda olmalıdırlar. Bu malzemelerin bir kısmı örneğin kuruyabilir yağlar, sıvı halde bulunmaktadır. Fakat katı yapıdaki bu filmi meydana getiren malzemelerin, uygulama öncesinde çözelti, dispersiyon veya emülsiyon haline getirilmeleri gerekmektedir.

Bağlayıcılar karıştırıldıkları pigmentler ve uygulandıkları yüzeyleri yeterince ıslatmalıdırlar. Sıvının yüzey gerilimi arttıkça, uygulandıkları yüzeyleri daha az ıslatır. Yüzey gerilimini azaltan yüzey aktif ajan denilen maddelerin moleküllerinde hem hidrofilik (su seven) hem de hidrofobik (su sevmeyen) uçlar vardır. Yağ-su veya bağlayıcı-pigment gibi elektriksel olarak birbiriyle uyumsuz ıslatıcıların uygun uçları, uygun elektriksel özellikli ajanlarla bir araya gelmektedir. Böylece yüzey gerilimi azalan moleküller ıslatma özelliği kazanmış olmaktadır (Emre, 2010: 41).

Boyalar hemen hemen her zaman rengi sağlayan pigmentlerden ve de pigment parçacıklarını birbirine bağlayan yapışkan nitelikte bir malzemedan oluşmaktadır. Ancak nadiren, bazı malzemeler hem pigment hem de bağlayıcı görevi görebilmektedir. Örneğin, Paleolitik Dönem mağara resimleri en azından bazı durumlarda kil içeren toprak pigmentleri ile yapılmıştır. Kil bileşeni, nemlendirildiğinde, toprak pigmentlerine mağara duvarlarına yapışması için yeterli yapışkanlık özelliğini vermiştir.

Geleneksel bağlayıcı malzemeler, canlılar (bitkiler veya hayvanlar) tarafından üretilen tamamen doğal maddelerdir. Bazıları herhangi bir işlem gerektirmezken, diğerleri bir şekilde kaynaklarından çıkarılmalı ve birtakım işlemlere tabi tutulmalıdır (Taft, v.d., 2000: 26).

Doğal bağlayıcıları sınıflandırmanın bir yöntemi, türlerine göre sınıflandırmaktır. Suda çözünür yapıda olan bağlayıcılar içeren boyalar su ile inceltilebilmektedir. Suda çözünür bağlayıcılar içeren bazı boyalar, kuruduktan sonra suda çözünür halde kalırlar (örneğin zambak içeren modern tüp sulu boya boyaları gibi). Diğerleri ise kuruduktan sonra çözünmezler. Suda çözünmeyen bağlayıcılar, çoğu terebentin veya mineral ispirto gibi organik çözücüler içinde çözülebilse de sonuç olarak suda çözelti haline getirilemeyen maddelerdir. Sık sık kullanılan bir yöntem olarak çeşitli bağlayıcıları birlikte karıştırarak uygulamak mümkündür.

Bazı suda çözünür bağlayıcılar bile, kullanım özelliklerine veya sanatçılara hitap eden optik niteliklere sahip emülsiyonlar üretmek için suda çözünmeyenlerle karıştırılabilir. Farklı bağlayıcıların çözünürlük, uygulama ve kullanım özellikleri nihai olarak genel kimyasal bileşimleriyle ilgilidir (Taft, v.d., 2000: 28).

1.4.4. İncelticiler

İncelticiler, boya ve vernik tabakasının kimyasal özelliklerini değiştirmeden sadece viskozitesini (akışkanlığını) ya da konsantrasyonunu düşüren, böylece düzgün bir film katmanını oluşmasını sağlayan malzemelerdir. İnceltici olarak genellikle terebentin, balsam ve çeşitli esanslar kullanılmaktadır.

Boya ve vernikler için en fazla kullanılan inceltici terebentin'dir. Terebentin, katrançamı reçinesinin damıtılmasıyla elde edilmektedir. Saf terebentin, boya ile karıştırıldığında boyayının akışkanlığını artırarak pigmentlerin yüzeyde homojen olarak dağılmasını sağladıktan sonra neredeyse tamamen buharlaşarak ortamı terk eder. (Langenheim, 2003: 342)

Aynı zamanda oksitlenerek boyanın kurummasına da belli ölçülerde yardımcı olmaktadır. Terebentin çeşitleri oldukça fazladır. Bunlardan bazıları: Venedik terebentini, Strazburg terebentini, Burganya terebentini'dir. Balsamlar, Kuzey Amerika'da yetişen kozalaklı ağaçlardan elde edilmektedir. En fazla bilineni ise *Abies balsamea* ismindeki göknardan elde edilen Kanada 32 balsamıdır. Balsamlar reçine

özelliğindeki, yumuşak ve yarı sıvı terpenlerden oluşarak yüksek oranda uçucu yağ içermektedirler (Yaşayan, 2014: 31).

1.4.5. Kurutucular

Kurutucular, karboksilik asitlerin metal sabunlarıdır. Kurutucularda kullanılabilen metaller başlıca kobalt, manganez, kurşun, kalsiyum, seryum ve zirkonyumdur. Kurutma işlemini hızlandırmak için, kurutucuların eklendiği sistemde çözünür olması gerekir. Kaplama formülasyonlarında iyi bir çözünürlük elde etmek için bu metaller genellikle doğal veya sentetik kökenli karboksilik asitlerle reaksiyona girerek metalik sabunlar oluştururlar. Yaygın olarak kullanılan asitler arasında linoleatlar, tallatlar, naftenatlar ve oktoatlar bulunur. Kurutucular bir füzyon işlemi, çift ayrışma/çökeltme işlemi veya doğrudan metal reaksiyonu yoluyla üretilir. Füzyon işleminde, metal oksit veya hidroksit, 450 °F'ye kadar olan sıcaklıklarda bir karboksilik asit ile reaksiyona girer.

Tablo 1.4: Kurutucuların Sınıflandırılması

Yüzey kurutucuları	İç kurutucular	Yardımcı kurutucular
Co^{+2}	Pb^{+2}	Ca^{+2}
Mn^{+2}	Zr^{+4}	K^{+}
Ce^{+3}	Al^{+3}	Li^{+}
V^{+3}	Bi^{+3}	Zn^{+2}
Fe^{+2}		

Kaynak: Soucek, v.d., 2012: 441.

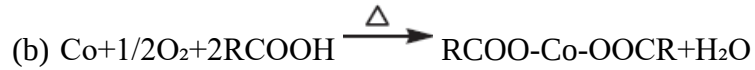
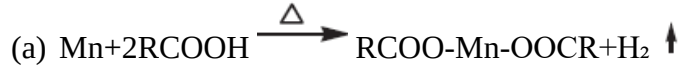
Çift ayrışma reaksiyonunda sülfat veya nitrat gibi inorganik bir metal tuzu, bir karboksilik asidin sodyum tuzu ile reaksiyona girer. Bu reaksiyon, füzyon işlemine kıyasla nispeten daha düşük sıcaklıkta daha hızlı gerçekleşir. Son süreç ise doğrudan metal reaksiyonudur. Bu süreçte, manganez gibi bazı kurutucular indirgeme koşulu altında oluşturulurken, kobalt gibi diğerleri oksitleyici koşul altında üretilir. Kurutucu oluşum süreçleri Tablo 1.5'te gösterilmektedir.

Tablo 1.5: Reaksiyon çeşitlerinin kimyasal formülleri

Çifte Ayrışma



Doğrudan Metal Reaksiyonu



Ergime/Birleşme



Kaynak: Soucek, v.d., 2012: 441.

Ticari olarak temin edilebilen kurutucular tek bir yapı olarak gösterilse de ligand veya reaksiyon parametrelerindeki küçük değişiklikler kurutucunun katalitik aktivitesini etkileyebilmektedir. Naftenatlar, oktanoatlar ve tallatlar, kurutucular için ligand olarak kullanılan tipik karboksilik asitlerdir.

Naftenatlar, iyi bir stabilite dengesi, viskozite, açık renk, yüksek oksidasyon direnci, organik faz (reçineler, yağlar veya çözücüler) ile uyumluluğa sahiptir ve en yaygın şekilde kullanılanıdır (Soucek, v.d., 2012: 441).

Kurutucular yağlı boyaya fazla miktarda eklendiklerinde boya tabakası koyulaşmaktadır. Kuruma bittiğinde çatlama ve kırılma meydana gelmektedir (Emre, 2010: 54).

1.4.6. Dolgu Maddeleri

Dolgu maddeleri; boyanın hacim ve kütle kazanması amacıyla kullanılan ve boya ile kimyasal etkileşime girmeyen, şeffaf ya da beyaz renkte bulunan bileşimlerdir. Ayrıca, boya imalatında kullanılan pigment oranının azalmasını sağlayarak, üretim maliyetinin düşmesine de yol açar. Dolgu maddesi olarak çoğunlukla, doğal minerallerden elde

edilen ve fazla bir işleme gerek duyulmadan kullanılan kalsiyum, magnezyum ve baryum elementlerinin karbonat, silikat ve oksitleri kullanılmaktadır. Doğal minerallerden elde edilen bu malzemeler, arzu edilen boyutlarda öğütülerek boyaya eklenebilmektedir. Bazen bazı durumlar için kimyasal saflaştırma yapmak gerekebilmektedir.

Boya sanayinde en çok kullanılan dolgu maddeleri ve kimyasal bileşimleri; talk ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), barit (BaSO_4), kalsit (CaCO_3), kaolen ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), kuvars (SiO_2), mika ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve alçı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) olarak sıralanmaktadır (Signe, 2010: 12).

1.4.7. Koruyucular

İçerdiği malzemelerin çeşidine göre tablo üzerinde zamanla mikroorganizmalar gelişebilmektedir. Örneğin zambak, tutkal ve yumurta gibi su esaslı maddelerin kullanıldığı tablolarda mikroorganizmaların oluşması nedeniyle uzun süre koruyucusuz saklamak mümkün değildir. Çünkü tablo üzerindeki mikroorganizmalar gelişerek tablonun hem görüntüsünde hem de görünmeyen kısımlarında bütünlüğü bozabilmektedirler. Tablolarda kullanılacak koruyucu madde, yapıştırıcının ağırlığına göre %0,15 oranında veya bu orandan daha az kullanılmalıdır. Son dönemde kullanımı yaygınlaşarak, piyasada kolaylıkla elde edilen Cunilote 2174-NO koruyucu olarak kullanılabildiği gibi borik asit ve sodyum benzoate de kullanılabilmektedir (Emre, 2010: 54).

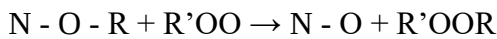
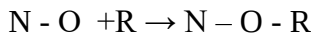
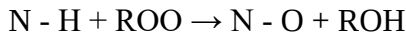
Fenolik Antioksidanlar, Stabilizatörler ve Soğurucular;

Şu an için piyasada çeşitli antioksidan çeşitleri mevcuttur ve bunlara ulaşmak oldukça da kolaydır. Katkı maddeleri, bozulma işlemlerini engellemek için düşük konsantrasyonlarda (genel olarak reçinenin ağırlığına göre %0,5 ile %3 oranlarında) eklenerek kullanılmaktadır (de la Rie 1988a).

1.4.7.1.Engellenmiş Amin Işık Sabitleyiciler

Engellenmiş ikincil veya üçüncül amin tipindeki dengeleyiciler, HALS (Engellenmiş Amin Işık Stabilizatörleri) kısaltması ile bilinmektedir. *Işığın* varlığında radikal süpürücüler olarak üstün etkinlikleri nedeniyle HALS, resimlerin korunmasında kullanılan çeşitli reçine ve mastik reçine vernikleri için dengeleyiciler olarak fenolik antioksidanların yerini büyük ölçüde almıştır. Dengeleyicilerin mekanizmaları karmaşık olup tam olarak anlaşılamamıştır. Engellenmiş aminler, döngüsel bir süreç içinde kendilerini yenileyen nitroksil radikalleri oluştururlar.

HALS, stabilize edici reaksiyonlar tarafından tüketilmez. Bu reaksiyonlar, bir vernik kaplamasının ömrünü uzatmak için katkı maddesinin süresiz olarak işlev görmesi gereken resim verniklerini daha uygun hale getirirler. Bununla birlikte, üçüncül aminler, bir oksidatif işlem yoluyla farklı bir türe, aslında polimer stabilizasyonu işini yapan nitroksil radikaline ($N - R + O_2 \rightarrow NO$) dönüştürülür. Bunu iki yolla yaparlar; ilk olarak, radikal olmayan bir amin-eter türü oluşturmak için bağlayıcının/polimerin bağlayıcı safsızlıklarındaki serbest radikallerle reaksiyona girerler. İkinci olarak, bu ikinci bileşiğin peroksi radikallerini sonlandırmasıyla ($R'OO \rightarrow 6 R'OOR$) bağlayıcıda bulunurlar. Bu son reaksiyon, nitroksil radikalini yeniden üreterek onun radikal süpürme işlemine devam etmesine izin verir (Bourdea, 1996).



Yukarıdaki adımları özetlemek gerekirse:

1. Nitroksil radikal oluşumu
2. Serbest radikal süpürme
3. Peroksi radikallerinin sonlandırılması olarak açıklanabilir.

1.4.7.1.1. Tinuvin® 292, Ciba-Geigy

Raf ömrünün 36 ay olduğu önerilmesine rağmen, bu öneri perakende endüstriyel kullanıcılara yöneliktir. Tinuvin® 292, reaktif olmayan plastik veya cam bir kapta, serin ve karanlık bir ortamda saklanmalıdır. Altı yıldan eski Tinuvin® 292, kullanılarak damar filmlerinde kabul edilebilir stabilizasyon elde edildiği görölmüştür. Tinuvin® 292'nin eski serilerinin etkinliği ölçülememektedir. Bu nedenle, bu katkı maddesini çok küçük miktarlarda satın almak ve depolama geçmişine bağlı olarak üç ila on yıllık olanları atmak muhtemelen faydalı olacaktır.

Reçineler ve dengeleyiciler çözelti içinde daha hızlı bozulmaya uğrarlar, bu nedenle Tinuvin® 292 ile karıştırılan vernikler en fazla bir ay kullanılmadıysa atılmalıdır.

1.4.7.1.2. HALS (Engellenmiş Amin Işık Dengeleyicileri)

Literatürde önerildiği gibi Tinuvin® 292, Regairez® 1094, Arkon® P-90 ve MS2A® gibi kaplamaları stabilize etmek için kullanılmalıdır. Ultraviyole radyasyon içermeyen bir ortamda, damar reçinesini ve daha az etkili bir derecede mastik reçine verniklerini stabilize etmek için kullanılabilir. HALS, optimum yaşlanma özelliklerinden daha azına sahip çok sayıda vernik polimerini ve reçineyi stabilize etmek için kullanılabilmektedir. Ancak her yeni uygulama öncelikle kapsamlı bir şekilde test edilmelidir. Katkı maddesini hesaplamak için reçine konsantrasyonunun bilinmesi gerektiğinden, tescilli verniklere stabilizatör eklemek zordur. Ayrıca;

- (1) Dammar, yalnızca ultraviyole içermeyen bir ortamda stabilize edilebilir (de la Rie ve McGlinchey 1989).
- (2) Laropal® K80, HALS tarafından etkin bir şekilde stabilize edilmemiştir (de la Rie ve McGlinchey 1990b).
- (3) MS2A®, yalnızca %0,5 Tinuvin® 292 ile sınırlı bir süre için stabilize edilmiştir (de la Rie ve McGlinchey 1990b).
- (4) Regalrez® 1094 ve test edilen deneysel aldehit reçinesi, %2'ye kadar konsantrasyonlar tavsiye edilmesine rağmen, iyi stabilizasyon için %0.5 kadar Tinuvin® 292 gerektirmiştir (de la Rie 1993).

(5) Arkon® P-90'daki çözünürlük değişiklikleri, %2 Tinuvin® 292 ilavesiyle, stabilize edilmemiş polimere göre çok daha az belirgindir. %2 Tinuvin® 292 ile stabilize edilmiş Arkon® P-90, bir hava ölçer içinde 6.000 saate kadar yaşlanma boyunca değişmeden kalmış, ardından bazı polarite değişiklikleri meydana gelmiştir (de la Rie 1993).

(Dammar, Laropal® K80, MS2A®, Regalrez® 1094, Arkon® P-90 reçinelerinin hiçbirinde çapraz bağlanma görülmemiştir.)

Tinuvin® 292, Regalrez® 1094 çözeltisine, aşağıdaki Tablo 1.6, Tablo 1.7, Tablo 1.8, Tablo 1.9 ve Tablo 1.10'da belirtildiği gibi ağırlık/ağırlık reçinesinden daha fazla olmayan bir konsantrasyonda eklenmelidir. Belirtilen değerlerden daha yüksek konsantrasyonlarda katkı maddesi filmde farklı bir faz olarak ayrılabilir.

Regalrez® 1094, 15% ağırlık ile ağırlık solüsyonu

%15 çözeltisi:

Tablo 1.6: Regalrez® 1094 %15 çözelti oranı

Regalrez® 1094	50.0 gr (%25 reçine/çözücü)
Tinuvin® 292	1.0 gr (%2 HALS/reçine)
Çözelti	150.0 gr
toplam:	201.0 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 215.

Regalrez® 1094 ve Kraton G kauçuk, ağırlıkça %25 ile ağırlıkça çözelti

%25 reçine/polimer çözeltisi:

Tablo 1.7: Regalrez® 1094 %25 çözelti oranı

Regalrez® 1094	46.0 gr (%23 reçine/çözücü)
Kraton® G1650	4.0 gr (%2 kauçuk/çözücü)
Tinuvin® 292	1.0 gr (%2 HALS/reçine)
Çözelti	150.0 gr
toplam:	201.0 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 215.

Tinuvin® 292, aşağıda belirtildiği gibi ağırlık/ağırlık reçinesinden en fazla %3 konsantrasyonda bir damar solüsyonuna eklenmelidir. Daha yüksek konsantrasyonlarda katkı maddesi filmden farklı bir faz olarak ayrılabilir.

Tinuvin® 292 stok solüsyonu, %25 dammar ağırlık ile ağırlık solüsyonu

%25 stabilize dammar çözeltisi:

Tablo 1.8: %25 stabilize dammar çözelti oranı

Dammar reçinesi	50.0 gr
Tinuvin® 292	1,5 gr (%3)
Çözelti	150.0 gr
toplam:	201.5 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 215.

Daha küçük miktarlarda ve analitik terazi kullanılmadan Tinuvin® 292'nin tam miktarını ölçmek oldukça zordur. Bunun yerine, bilinen bir konsantrasyonda vernik solventine eklemek daha kolay bir yöntemdir. Ardından reçine, istenen konsantrasyonu elde etmek için Tinuvin® 292 çözeltisine eklenebilir (Painting Conservation Catalog, 215).

%10 Tinuvin® 292 solüsyon:

Tablo 1.9: %10 Tinuvin® 292 solüsyon oranı

Tinuvin® 292	10.0 gr
Çözelti	90.0 gr
toplam:	100.0 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 215.

%25 damar solüsyonu:

Tablo 1.10: %25 damar solüsyon oranı

Dammar reçinesi	50.0 gr
%10 Tinuvin® 292 solüsyonu	15.0 gr (%3)
Çözelti	90.0 gr
toplam:	100.0 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 215.

1.4.7.2.UV Soğurucular

Bu katkı maddelerine ultraviyole inhibitörleri de denmektedir. Bununla birlikte, bu terim, işlevini, içinde dağıldıkları tabakanın davranışını değiştiren antioksidanlar veya diğer katkı maddelerinin işleviyle çok kolay karıştırır. Paraloid® B-72 gibi kararlı bir akriliğe eklendiğinde, ultraviyole emiciler normalde polimer matrisleriyle değil, yalnızca ultraviyole ile etkileşime girerler. Ultraviyole soğurucu, HALS'yi daha etkili bir stabilizatör haline getirir. HALS, soğurucuyu yüksek sıcaklık test koşulları altında daha az uçucu ve karbonil gruplarıyla etkileşime karşı daha az savunmasız hale dönüştürür. Ultraviyole soğurucular, film tabakalarında bulunan polimer safsızlıkları veya oksidatif türlerle etkileşime girerek kimyasal değişime yol açabilir. Sadece bu reaktif bölgelerden birkaçına sahip bir polimerde kullanılmaları gerekir, bu nedenle Paraloid® B-72'nin stabil son katlarında kullanımları önerilmektedir. UV ışık soğurucularının bir tabakasını bozulmaya karşı tek başına koruyamayacağı unutulmamalıdır (de la Rie, 1988a).

1.4.7.2.1. Değiştirilmiş Hidroksibenzofenonlar

Benzofenonlar en yaygın kullanılan ultraviyole soğurucu/dengeleyicilerden birisidir. Bunun nedeni ise sadece 290-400 nm aralığında güçlü soğurucular olmalarıdır. Birkaç oksidatif bölgeye sahip kararlı bir kalıpta/matriste, birincil aktiviteleri ultraviyole ışıkları emerek soğurmalarıdır. Soğurma mekanizmaları, ultraviyole radyasyon emildiğinde daha yüksek bir enerji durumuna *atlayan* molekülü içeren kendi kendini yenileyen bir mekanizmadır. Daha sonra uyarılmamış durumuna geri dönerken bu enerjiyi zararsız ısı olarak hızla dağıtır. Teknik olarak bu süreç keto-enol tautomerizmi

içerir. Ürün Örnekleri Univil 400, 497, 490, BASF (renkli bozulma ürünleri oluşturabilir) olarak sıralanabilir.

Bu bileşik ayrıca fenolik hidrojenin triazol halkasının bir nitrojenine dahili hidrojen bağlanmasını içeren uyarılmış bir temel/durum mekanizması aracılığıyla da işlev görmektedir. Genel teorik model, uyarılmış durumdaki bitişik nitrojen ile 2-hidroksil grubunun dahili hidrojen bağlanmasını ve ardından uyarılmamış bir duruma hafif ekzotermik dönüşümü içerir. Molekül yenilenir ve teoride sürekli olarak morötesi enerjiyi emer ve sonrasında dağıtır, bu da uzun ömürlü etkinliklerini açıklar.

Bugüne kadar test edilen tüm ultraviyole soğurucular/emiciler arasında Tinuvin® 327 (Ciba Ltd. AG, Basel, İsviçre) en iyi performansla, yani uzun ömürlülüğe sahiptir, 400 nm'de ultraviyole soğurmayı kesmesine ve en az ultraviyole kaynaklı sararmaya sahip görülmektedir. Bu bileşik, değiştirilmiş bir 2-hidroksibenzotriazoldür ve aşağıdaki uygulama ile tavsiye edilmektedir.

Ürün Örneği - Tinuvin® 327, 328, (Ciba-Geigy)

Tinuvin® 327 toz halinde tedarik edildiğinden, opak, sıkıca kapatılmış bir kaptaki saklandığı takdirde uzun bir raf ömrüne sahip olduğu görülmektedir. 10 yıllık Tinuvin® 327 ile %3 konsantrasyonda dökülen akrilik filmler, katkı maddesinin yeni parti üretimlerinde dökülen filmlerde olduğu gibi aynı spektral eğrileri, yani ultraviyole emilimlerini göstermiştir. Bir etilen glikol çözeltisi içinde sağlanan bir ultraviyole soğurucu olan beş yıllık Tinuvin® 1130 da Paraloid® B-72 filmlerine döküldüğünde, Tinuvin® 1130'un yeni üretimleriyle aynı spektral eğrilere sahip olduğu görülmüştür. Bu da demek oluyor ki, bu ürünlerin raf ömrü oldukça uzun ve yaşlanmaya karşı oldukça dayanıklıdır.

UV Emici Kullanarak Uygulama Örneği:

UV Engelleyici Akrilik Son Kat Solüsyonu

%10 Paraloid® B-72 solüsyonu:

Tablo 1.11: %10 Paraloid® B-72 solüsyon oranı

Paraloid® B-72	40.0 gr
Solvent (ksilenler)	360.0 gr
Tinuvin® 327	1.2 gr

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 217.

Bu vernik tarifi, yüksek ultraviyole ışık seviyelerine sahip bir ortamda bir dammar vernik tabakası üzerinde kullanılabilir (UV filtreli bir ortamda UV emici gerekli olmadığı için). Çok fazla katkı maddesi eklendiğinde, ultraviyole ışık uygulamasında resim siyah görüneceğinden, katkı maddesinin eklenmesi aşamasında kontrollü ve reçeteye uygun gidilmesi gerekir (Painting Conservation Catalog, 216-17).

1.4.7.2.2. Fenolik Antioksidanlar

Irganox®:

Fenolik antioksidanlar termal stabilizatörlerdir ve oda sıcaklığında ya da oda sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda termal olarak indüklenen otooksidasyona karşı koruma sağlamaya başlarlar. Katkı maddelerinin kendilerinden kaynaklanan zayıf ışık dayanıklılığı nedeniyle ortamda ışık mevcut olduğunda genellikle düşük performans göstermektedirler. Bu nedenle, fotokimyasal bozulma reaksiyonlarının rol oynadığı durumlarda sınırlı kullanımları gerekmektedir. Araştırma sırasında numuneler sadece ısıyla yaşlandırılmış ve en sonunda (ultraviyole ışığı içeren bir hava durumu ölçerde) Irganox® 565 ilavesinin artan çözünmezliğe ve sararmaya yol açtığı belirlenmiştir (de la Rie 1988a).

1.4.7.3. Matlaştırıcılar

Genel olarak, mevcut bağlamda kullanılan bir matlaştırma katkı maddesi (matlaştırıcı) veya maddeleri, vernikte oluşan parlaklığı azaltan ilave madde olarak tanımlanabilir. Ticari anlamda bu katkı maddeleri, genellikle metal sabunlardan, özellikle alüminyum stearattan oluşmaktadır (kalsiyum, magnezyum ve çinko stearatlar da bu bağlamda sınırlı bir kullanım bulmuş olsa da genellikle alüminyum stearat kullanılmıştır).

Optik olarak, bir matlaştırma katkı maddesi dahil edilmesi, iki şekilde tablo yüzeyinin parlaklığını azaltacaktır. Bunlardan ilki şeffaf bir verniğin aynasal parlaklığını azaltarak gelen ışığı daha az yansıtacak ve tabloya daha mat bir görüntü kazandıracaktır. İkinci olarak da kurumuş vernik filminin yüzeyinden ışığı dağıtan yüzey düzensizlikleri yaratmak ve/veya daha az şeffaf hale getirmek ve de dolayısıyla ikinci dereceden iç yansımaları daha az eğilimli hale getirerek tablonun matlığını artırmaktadır.

Alüminyum stearat gibi matlaştırma katkı maddeleri, verniğin nihai olarak içinde çözüldüğü solvent sistemi içinde mutlaka aşırı ve ince bir şekilde dağıtılmalı ve büyük ölçüde tablonun yüzeyi ıslatılmalıdır. Hazırlanan öğütme değirmenleri, daha sonra gerekli dağılımı üretmek için öğütülen matlaştırma maddeleri/çözücü macunları oluşturmak için kullanılmaktadır. Daha sonra öğütülmüş macun, bitmiş ticari olarak matlaştırılmış verniğe bir ön karışım olarak ilave edilir. Koruma-onarım laboratuvarında stabil, matlaştırılmış bir hazırlık için gereken dağılım derecesini üretmek oldukça zordur. Matlaştırılmış ticari verniklerin işlenmesinde sıklıkla karşılaşılan ikinci bir sorun, ticari mat verniklerin, orijinal ticari ürün tarafından yağ asidi (stearat) parçasının ıslanmasını bozan çözücülerle laboratuvarında gelişigüzel karıştırılması durumunda meydana gelebilecek solvent karışımı olan "*çözücü şokudur*".

Metalik sabunlar bazen tek başına metalik sabunla elde edilen matlaştırma derecesini arttırmak için silikalar veya diğer inorganik malzemelerle birlikte kullanılmaktadırlar.

Matlaştırma maddelerinin kırılma indeksleri, vernikleri nispeten daha az şeffaf hale getirme özelliğine sahiptir. Bu özellik çok önemlidir. Alüminyum stearatlar tipik olarak 1.35 ve 1.55 değerleri arasında değişiklik gösterir; bu aralığın alt uçlarında üretilen filmlerde eş zamanlı olarak şeffaflık artışı bulunur.

Ayrıca, verniğin oluşturmuş olduğu film tabakasına metal sabunlarının dahil edilmesi, film tabakalarını daha az su geçirgen yapmaktadır (Painting Conservation Catalog, 221).

1.5. Vernik Tabakası

Eski çağlardan beri insanların ürettiği eseri koruma bilinci ile dayanıklılığını artırmak istemiştir. Böylece ortaya çıkardığı eserin kalıcılığını artırmak için çeşitli malzeme ve yöntemler bulmuş-geliştirmiştir. Dönemin şartları dolayısıyla en kolay erişebildiği malzeme ile eserini korumayı amaçlamıştır. Bu bağlamda eski çağlardan itibaren mağara duvarlarındaki ilk resim örnekler bile üre, hayvansal yağ gibi malzemeler ile kaplanmaya başlanmıştır. Böylece resmin silinmesini engellemek ve anlatılmak istenen mesajın daha fazla kişiye ulaşması hedeflenmiştir. Tarihsel süreçte kullanılan malzeme ve yöntemler ilkelden çağdaşa doğru evrilerek gelişmiştir.

Eski dönemlerde yağlı boya tuval resimlerinde son katman olarak; çeşitli reçineler, yumurta akı, tutkal, zamk ve kuruyabilir yağlar vernik olarak kullanılmıştır. Koruyucu kaplamaları (vern timer) ilk kullanan Mısırlılardır. Avrupa'da ise koruyucu kaplamalar ancak Orta Çağ'da kullanılmaya başlanmıştır (Houreh, 2020: 19).

Bazı dönemler sanatçının eserindeki anlatımını desteklemediği için verniğin uygulanmadığı dahi olmuştur. Sanatçının eserindeki anlatımı güçlendirmek için uygulayacağı verniği de çeşitlendirdiği dönemler de mevcuttur. Mesela parlak, mat ya da glaze gibi renkli vernik uygulamaları ile eserindeki optik özellikleri değiştirerek eserinde istediği etkiyi oluşturabilmektedir. Bu nedenle vernik uygulamasını tanımlamadan önce verniğin tarihsel süreçteki çeşitliliğine hâkim olmak bu yolda işleri kolaylaştıracaktır.

İlk örnekler ile günümüzdeki vernik örnekleri ve yöntemleri hayli çeşitlilik göstermektedir. İşte bu nedenle ele alınan eserin öncelikle dönemi iyi kavranmalıdır. Sonrasında kullanılan malzeme ve yöntem üzerine yönelmelidir. Ancak bu şekilde rasyonel bir çizgide devam edilebilir. Uygulanacak konservatif işlemlerde hata payı en aza indirilebilir.

Bir yağlı boya tablo için izleyicisine en yakın kısımda bulunan, tablonun en üst katmanını kaplayan, genellikle saydam olan reçine kökenli malzemelerle oluşturulan film katmanına vernik tabakası denmektedir. Vernik için çok çeşitli malzemeler kullanılmış olup, çoğunlukla reçine kökenli malzemeler tercih edilmiştir. Vernik tablodaki en son kısım olması nedeniyle alt katmandaki boya ve astar tabakalarını örten ve koruyan bir filmidir.

Boya tabakasını atmosferik etkilerden korumak için uygulanan vernik, tablonun yüzeyini yeterince ıslatarak tamamen kaplamalıdır. Bu noktada boya tabakasının yüzeyinin tamamen örtülmesi çok önemlidir. Çünkü düzensiz ve kaba bir boya tabakası çok kolay ıslanır. Bu ıslanma büyük ölçüde boya tabakası ile vernik arasındaki yüzey gerilimine bağlı bulunmaktadır. Uygulandığı eserdeki alt katmanlar ile uyumlu olmalı, zarar vermemeli ve amacına uygun hizmet etmelidir. Vernik tabakası işlevini kaybettiği zaman, eser üzerinden kolayca uzaklaştırılabilir; uzaklaştırılırken de alt katmanlara zarar vermemelidir. Bu noktada ilk uygulandığı andan itibaren doğru/uyumlu malzeme ve yöntemin önemi ortaya çıkmaktadır (Emre, 2010: 55).

Bir vernikten beklenen en önemli özellikler; eskidiği zaman boya tabakasına zarar vermeyecek hafif çözücülerle çıkartılabilir olması, uygulandığı andan itibaren de esnek ve koruyucu bir yapıda olarak esere zarar vermemesidir. Düşük viskoziteli reçine vernikler, yüksek viskoziteli sentetik reçine verniklere göre daha parlak ve düz yüzeyler oluştururlar. Özetle, vernik tabakasının optik özellikleri büyük ölçüde verniğin viskozitesine, ışık kırılma indeksine, ıslatma özelliklerine ve uygulama yöntemi gibi unsurlarına bağlı bulunmaktadır.

Yağlı boya tabloda kullanılacak ideal bir verniğin fiziksel, kimyasal ve optik özellikleri stabil olmalı, zaman içinde değişiklikler göstermemelidir. Aynı zamanda esnek, renksiz, şeffaf olmalı ve oksidasyona karşı direncini kaybetmemelidir. Tablo üzerinde bulunan boya tabakasına zarar verecek çözücüler içermemelidir (Scalarone, Chiantore, 2009: 327).

Vernik, eser üzerine uygulanırken, tablo yüzeyinin kuru olmasına çok dikkat edilmelidir. Aksi takdirde tablodaki nemi içeri hapsedeceğinden boya tabakasında renk değişimi, yumuşama gibi negatif durumlar meydana gelebilmektedir. Özellikle yüzey temizliği işleminden sonra kullanılan solventlerin tamamen eser yüzeyinden buharlaşması için eser bir süre bekletilmeli, daha sonrasında vernikleme işlemine geçilmelidir. Ayrıca kuruma sırasında ortamdaki kir, toz gibi zararlı etkenlerin yüzeyde birikmemesine son derece özen gösterilmelidir. Aksi takdirde yine boya üzerinde renk değişiklikleri ve viskozite özelliğinde farklılaşmalar meydana gelebilmektedir.

Günümüzde vernikleme işlemi için çeşitli araç ve yöntemler mevcuttur. Fırça yardımı ile sürülebilen verniklerin yanı sıra hava tabancası ile püskürtülebilen vernikler de tabloların verniklenmesinde kullanılan yöntemlerdendir. Ayrıca günümüzde hazır sprey vernikler hiçbir işlem gerektirmeden tablo üzerine sıkılarak homojen bir film tabakası oluşturabilmektedirler.

Vernik uygulanırken eser yatay pozisyonda olmalı ve vernik mümkün oldukça ince bir katman olacak şekilde uygulanmalıdır. Eserin ihtiyacına göre eğer daha yoğun bir vernik uygulaması isteniyorsa, birkaç kat uygulanabilir. Fakat bu noktada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, vernik katmanları mutlaka tamamen kuruduktan sonra diğer vernik katı atılmasıdır.

İçerdikleri malzemeler göz önüne alınarak sınıflandırma yapılacak olursa, içerikleri bakımından vernikler şöyle sıralanabilir:

- 1- Yağ Vernikleri,
- 2- Yağlı Reçine Vernikleri,
- 3- Albümin veya Yumurta Akı Vernikleri,
- 4- Yumuşak Reçine Vernikleri (Reçine Özlü Vernikler)
- 5- Alkol Vernikler,
- 6- Mum ve Mum Reçinesi Vernikleri,
- 7- Sentetik Reçine Vernikler,
- 8- Polivinil Asetat Vernikleri,
- 9- Akrilik Reçine Vernikleri,
- 10- Keton Reçine Vernikleri,
- 11- Aldehit Reçine Vernikleri,
- 12- Hidrokarbon Reçine Vernikleri.

1.5.1. Yağ Vernikleri

Boya tabakasının üzerine kuruyabilir yağ uygulanması işlemidir. Kuruyabilir yağlardan (bezir ve ceviz yağı gibi) oluşan verniklerin kuruma sürelerini kısaltmak için içerisine kurutucular da eklenebilir. Çünkü yağ vernikleri uzun kuruma sürelerine sahiptir. Uzun kuruma süresi bir tablo için risk teşkil etmektedir. Bu durumdan dolayı verniğin yüzeyinin ortamdaki kontrolünün zor olduğu, toz ve kir ile kaplanmasına neden olabilir. Geçmişte kuruma süresini azaltmak için kurşun beyazı ve kurşun oksit

gibi metalik bileşikler kurutucu olarak kullanılmaktaydılar. Hatta bazı durumlarda kurutuculara oleik asit (metalik oleat) ya da kolofonik asit (metalik resinat) içeren kobalt, mangan, kurşun metallerinin bileşikleri de ilave edilmekteydi.

Geçmişte uygulanan yağ vernikleri çabuk sarararak, hatta zamanla koyu kahverengiye dönerek tablonun okunurluğunu engellemiştir. Ayrıca eskiyen verniğin yüzeyden alınması da oldukça zor olduğu için uygulandıkları tablolardan uzaklaştırılırken hasarlara yol açabilmekteydi. Günümüzde ise hem modern vernik çeşitlerinin fazlalığı sebebiyle hem de çabuk bozulmaya uğrayarak resimde değişimlere yol açmaları nedeniyle yağ vernikleri tercih sebebi olmaktan çıkmıştır (Nicolaus, 1999: 314).

1.5.2. Yağlı Reçine Vernikleri

Yağlı reçine vernikleri; kuruyabilir yağlar ile doğal reçinelerin (amber, mastik, sandarak vb. gibi) birlikte ısıtılıp eritilmesiyle yani reçinenin yağ içerisinde çözünmesi ile elde edilen vernik çeşididir. En çok tercih edilen doğal vernik reçineleri arasında mastik, dammar, sandrak ve kopal gibi reçineler sıralanabilir. Bu vernik çeşidinde kullanılan reçineler ağaçlardan, bitkilerden veya böceklerden elde edilmekteydi. Doğal reçinelerin kullanımının çok eski zamanlara kadar dayandığı bilinmektedir. Oluşan bu karışımın kuruma süresini azaltmak için içerisine kurutucular da ilave edilebilir.

Mastik ve çam gibi reçinelerin Mısırlılar tarafından mumyalama işlemlerinde kullanılan malzemelerden olması ve ölümlerin mezar taşlarında da kullanıldığı bilinmektedir. M.S. 8.yüzyıldan itibaren ise bu reçineler yağlı boya tablolarda vernik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bununla ilgili en eski kayıtlar Orta Çağ dönemine ait el yazmalarında bulunmaktadır (Scalarone, 2009).

Bu vernik çeşitleri, bir Bizans İmparatoru olan Theophilus tarafından ilk kez M.S. 1100 yıllarında tanımlanması nedeniyle tarihi oldukça eskilere dayanmaktadır. Fakat aynı yağ verniklerde olduğu gibi, bu vernik çeşidinde de çabuk sararma ve yüzey temizliği sırasında geri dönüşümünün çok zor olması gibi olumsuz özellikler mevcuttur. Bu nedenlerden dolayı günümüzde kullanımı önerilmemektedir. 1940'lı yıllarda sentetik verniklerin piyasada bilinirliği yaygınlaşana kadar doğal verniklerin kullanımı devam etmekteydi. Günümüzde de kullanımları hala çeşitli nedenlerle farklı

yüzeylerde devam etmektedir. Bu vernik çeşidi mükemmel derecede optik ve film oluşturma özellikleri gösterse de zaman içerisinde doğal reçinelerin yapısındaki kimyasal özellikler oksidasyon ve polimerizasyon sebebiyle değişiklik göstermektedir. Bunun sonucunda da verniğin yaşlanması ile çözünmesi zorluk yaratmaktadır (Yaşayan, 2014: 35).

1.5.3. Albümün veya Yumurta Akı Vernikleri

Hazırlanışı sırasında içerisine zamburak, şeker, bal gibi malzemelerin de eklenebildiği yumurta akının su ile karıştırılması ile elde edilen bir vernik çeşididir. Fırça ya da sünger yardımıyla boya yüzeyine uygulanabilmektedir. Uygulanan vernik kuruduğu zaman boya tabakasında çatlaklara yol açması ve ışığa maruz kaldığında kırılğan bir yapı olması nedenleriyle günümüzde kullanımı tavsiye edilmemektedir (Erdem, 2005).

1.5.4. Yumuşak Reçine Vernikleri (Reçine Özlü Vernikler)

Geleneksel olarak geçmişte kullanıldığı gibi günümüzde de ağaç özlerinden elde edilen reçineler; fosil, yarı fosil ya da fosilleşmemiş olmak üzere üç farklı çeşitte vernik yapımında kullanılmaktadır. İtalya’da yer alan kaynaklarına göre; yağ vernikleri, 16. yüzyıldan itibaren yumuşak reçine vernikler ile yer değiştirmeye başlamıştır. Bu türdeki vernikler, doğal reçinelerin ester yağları veya petrol ürünü çözücülerde çözünmesiyle elde edilmektedir. Çözücünün buharlaşarak ortamı terk etmesiyle kuruyan reçine, havadaki oksijenin etkisiyle oksidasyona uğrayarak polimerleşir. Bu süreç devamlı tekrar ettikçe vernik sararmaya başlar. Işık ve ısı etkisiyle ilerleyen bu süreç sonucunda da vernik mat bir görünüm kazanarak yapısında çatlaklar oluşturmaya başlar. Ayrıca yapısında suda çözünebilir ürünler de oluşarak, atmosferik nem ve suya karşı daha da hassas hale gelir. Asit grupları ve diğer polar gruplar ise verniği daha kırılğan bir yapıya dönüştürerek zayıflamasına neden olurlar. Sanatçılar, Rönesans’tan bu yana reçine özlü vernikleri sıklıkla eserlerinde kullanmışlardır. Reçine özlü vernikler içinde en çok mastik ve dammar reçineleri tercih edilmektedir. Mastik verniği, mastik reçinesinin terebentin içerisinde çözünmesiyle homojen bir yapıya kavuşur ve uygulamaya hazır hale gelir.

1829 yılında ilk kez Lucanus tarafından özellikleri ve kullanım şekli bahsedilen dammar verniği ise, damar reçinesinin terebentin ya da aromatik hidrokarbon ispiro içerisinde çözünmesiyle elde edilen bir vernik çeşididir. Damar verniklerinde nem ve fazlaca oksitlenmiş reçine asitlerinden kaynaklanan hafif bulutlanma şeklinde çökelmeler gözlemlenebilir. Damar ve mastik gibi doğal reçinelerden yapılan yumuşak verniklerin zamanla sararma eğilimi göstermesi nedeniyle 1930'lu yıllardan bu yana sentetik reçineler araştırılmaya ve araştırmalar sonucunda da kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Yaşayan, 2014: 36).

1.5.5. Alkol Vernikleri

Alkol vernikleri, doğal olarak elde edilen reçinelerin etanol içinde çözülmesiyle meydana gelmektedir. Bu vernik çeşidinin kullanımına ilişkin ilk bulgular arasında yer alan belgeler 16.yüzyıla aittir. Bu vernik türü alkolün hızla buharlaşarak ortamı terk etmesi sonucu çabuk kurur. Bu nedenle de kırılgan bir yapıya sahiptirler ve kırılgan yapıda olmaları nedeniyle kullanımları tartışmalıdır (Nicolaus, 1999: 317).

1.5.6. Mum ve Mum Reçine Vernikleri

Terebentin, yumuşak reçine ya da White Spirit gibi damıtılmış petrol ürünlerinin içinde çözünmüş mum karışımlarından oluşturulan vernik çeşididir. Eritilen balmumunun içerisine White Spirit /terebentin eklenir. Oluşan karışım ılık haldeyken fırça yardımıyla ya da püskürtülerek boya yüzeyine uygulanabilir. Fakat balmumlu karışım ışığı dağıtmasından dolayı kuruduktan sonra mat bir görünüme kavuşur.

Tarihi bir yüzey kaplaması olarak mum kullanımı:

Endüstriyel kullanım açısından balmumu, kaplamalarda ve verniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sanatsal kullanım açısından balmumu en az iki bin beş yüz yıldır bir boya katmanı, yüzey kaplaması ve heykel malzemesi olarak kullanılmaktadır. Reynolds, Delacroix ve Gauguin tarafından kullanıldığına dair belgesel nitelikte kanıtlar da mevcuttur.

Konservasyonda kullanımına bakıldığında ise, 1930'lardan itibaren karışık ve basit formülasyonlar farklı farklı şekillerde kullanılmıştır. Bu farklı amaçlardaki kullanım şekilleri: vernik solüsyonları ile verniklenemeyen resimlerde yüzey kaplaması olarak

tercih edilmiştir. Ayrıca diğer verniklerin parlaklığını eşitlemek için de kullanılmıştır. Yansımayı kontrol etmek (genellikle azaltmak) için diğer verniklere katkı maddesi olarak tercih edilmiştir. Sağlamaştırıcı olarak ve dolgu malzemesi olarak (özellikle diğer dolgu malzemeleriyle doldurulması zor olan çok sığ kayıplar için) kullanılmıştır (Painting Conservation Catalog, 201).

Sanatsal anlamda kullanılan mumun kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılması:

"Mum" terimi, yaygın olarak, düşük erime noktalı yarı saydam katı maddeler olmaları bakımından kimyasal olarak heterojen bir malzeme grubunu ifade etmektedir. Kimyasal olarak mumlar genellikle uzun zincirli hidrokarbonlar, asitler, alkoller, esterler veya bunların karışımlarını içeren malzemelerdir (Mills ve White 1987, 49).

1.5.6.1.Doğal Mumlar

Tablolarda kullanılmış olan ve hala da kullanılmakta olan mumlar farklılık göstermektedir. Fakat elde ediliş şekillerine göre iki ana başlıkta toplanabilir. Bu başlıklar:

- Hayvansal Kökenli Mumlar
- Bitkisel Kökenli Mumlar

olarak sıralanabilir.

1.5.6.1.1. Hayvansal Kökenli Mumlar

Doğal mumlar başlığı altındaki iki ana kategoriden ilkinin oluşturan hayvansal kökenli mumların elde edildiği hayvan dolayısıyla “beeswax” adını aldığı ve Türkçe olarak da *balmumu* olarak adlandırıldığı malzeme ile ilgili bilgiler şu şekildedir:

1.5.6.1.1.1. Balmumu

Bal peteğinin hücrelerinin oluşturulmasında kullanılmak üzere çalışan (kısır) arıları karınlarının alt tarafında yer alan, eritilerek sarı renkli malzemeler oluştururlar. Ağartılarak ve eritilerek beyaza dönüştürülen organların salgısı veya işlenmemiş olarak satılanlar; 63-66°C aralığında erilmektedir. Birçok işlemci ve satıcıdan

kolaylıkla temin edilebilmektedir. Karbon tetraklorür, eter, terebentin içinde çözünür olarak bulunurken; petrol distilatlarında etanolde, asetonda Cellosolve® asetatta az çözünür olarak bulunmaktadır. Ayrıca MEK (Metil Etil Keton) içinde çözünmez olarak özellik göstermektedir (Painting Conservation Catalog, 201).

Sprey olarak kullanımlarda önerilen ve kullanılan solüsyon ve solüsyondaki malzemelerin oranları değişiklik göstermektedir. Sprey olarak uygulanacak solüsyon reçetesi için 1 ölçü kaplama mumu (tanımlanamayan) 10 ölçü karbon tetraklorür ile (zehirli olmasına rağmen, yanıcı olmadığı için karbon tetraklorür kullanılır) mum tamamen eriyene kadar ısıtılır.

Bloklar veya pullar halinde bulunan balmumu değişime uğramadan süresiz olarak kalabilir. İstendiği zaman kullanıma hazır olarak muhafaza edilebilir. Balmumu haricindeki diğer mumlar mühürlü (hava geçirimsiz, açılmayan) kaplarda süresiz olarak saklanabilir. Ancak ürünün saklanma önlemleri ve koşulları, karışımdaki çözücünün tipine bağlı olacak şekilde değişiklik gösterir.

Balmumu vernikleri, sürülen yüzeyi parlatır ve kullanılan balmumu seçimiyle bir şekilde kontrol edilebilen düşük bir parlaklığa sahip ürünlerdir. Genel olarak, balmumu ne kadar sertse, parlaklığı da o kadar fazla olur; karnauba mumu en sert doğal mum olma özelliği taşır ve tüm doğal mumlar içerisinde en fazla parlaklığa sahip olandır (Painting Conservation Catalog, 203).

Bozulma sürecinde kimyasal olarak mum asitlere karşı çok dirençli ve kararlı bir yapıda bulunur. Alkali çözelti ile emülsiyon oluşturur. Sabit yağlar gibi oksitlenmez ve sararma veya gevşeme yapmaz. Çok eski resimlerde bile yaşlanma belirtisi göstermeden, değişmeden bulunmuştur. Tüm yüzey kaplamaları arasında su, su buharı ve gazlara karşı en az geçirgen olanıdır (Rosen 1934).

Fiziksel bozulma açısından balmumu kaplamalar çizilebilir ve kolayca şekilleri bozulabilir. Yüksek ortam sıcaklıklarında oluşabilecek yumuşama veya plastik bir yapı alması nedeniyle ortam kirlerine karşı savunmasız hale gelir ve bünyesinde kir tutabilir.

Çözünürlük ve geri alınabilirlik açısından bakıldığında türü ne olursa olsun, her türdeki mumlar orijinal seyretilicilerinde çözünür kalan çok kararlı malzemelerdir.

1.5.6.1.2. Bitkisel Kökenli Mumlar

Doğal mumların ikinci başlığını oluşturan bitkisel kökenli mumlar elde edildiği bitki dolayısıyla “*carnauba*” adını aldığı ve Türkçe karşılığı *karnauba* olarak adlandırılan malzeme ile ilgili bilgiler şu şekildedir:

1.5.6.1.2.1. Karnauba Mumu

Brezilya palmyesi *Corypha Cerifera*'nın (karnauba ağacı) yapraklarında eritilerek ve ağartılarak işlenen ve sert bir yapı oluşturan bir eksüda/sızıntı olup; yüksek erime noktasına (83-86°C) sahip sarımsı, kırılgan bir malzemedir. Parlatıldığında çok parlak bir yapıdadır. Pek çok işleyici ve satıcıdan kolaylıkla temin edilebilmekle birlikte; terebentin içinde rahatça çözünür. Petrol distilatlarında, karbon tetraklorürde, eterde, etanolde, kloroformda ve asetonda az miktarda çözünür ve MEK (Metil Etil Keton) içinde çözünmez bir yapıdadır.

1.5.6.2. Petrolden Elde Edilen Mineral Mumlar

Adını, petrol ve petrol türevi maddelerden elde edilmesi ile almaktadır.

1.5.6.2.1. Parafin Mumları

$C_{nH_{2n+2}}$ genel formülüne sahip, çoğunlukla katı düz zincirli doymuş hidrokarbonların bir karışımıdır (The Merck Index 1952, 719). Bu karışımın çeşitli mevcut formülasyonları 37-66°C ısı aralığında erimektedir. Bu formülasyondaki mumların moleküler ağırlığı ne kadar yüksek olursa, erime noktası da o kadar yüksek olmaktadır. Molekül ağırlıkları 350 ila 420 arasında değişebilmekte; kalıplanmış bloklar veya pullar olarak satılmaktadır. Bu mumların renkleri yarı saydam veya süt beyazı olarak değişiklik gösterebilir. Bu çeşide ait mum birçok üretici ve satıcıdan kolaylıkla temin edilebilmektedir. Benzol, eter, kloroform, karbon disülfür, karbon tetraklorür, terebentin, petrol distilatları ve sabit yağlarda çözünmektedir. Ayrıca asetonda kısmen çözünür. Diaseton alkol, MEK (Metil Etil Keton), etanol ve izopropanol içinde çözünmez yapıdadır (Painting Conservation Catalog, 202).

1.5.6.2.2. Mikro-Kristal Mumlar

Parafin mumlarından daha ağır olan petrol damıtma fraksiyonlarından türetilen mikrokristal mumlar, genellikle farklı kollara ayrılmış doymuş hidrokarbon zincirlerine sahiptir. Mevcut çeşitli formülasyonlar, orantılı olarak daha yüksek moleküler ağırlıkları (yaklaşık 500 ila yaklaşık 800 arasında değişebilir) 60-94°C aralıklarında erimektedir. Bu mumlar genellikle daha esnektir ve parafin mumlarından daha düşük parlaklık düzeyine sahiptir. Kahverengiden beyaza değişen renkte kalıplanmış bloklar veya pullar olarak satılırlar. Mikrokristalin mumlar birçok üretici ve satıcıdan kolaylıkla temin edilebilirler (Painting Conservation Catalog, 202).

1.5.6.2.3. Madenden Çıkarılan Mumlar

Bugün mikrokristalin mumlardan ayırt edilemeyen toprak mumları olan ozokerit, orijinal olarak madenden geldiği gibi saf ozokerit/taşıl kum serezinden de üretilmektedir (Davidsohn ve Milwidsky 1968).

Madenden çıkarılan mumlar için bazı formülasyonlar geliştirilmiş ve belli oranlara sahip reçeteler oluşturulmuştur. Fırça veya bez yardımıyla uygulanacak kaplamalar için “Rosen”, “Massey”, “Taubes” formülleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu formüller ve içerdikleri malzemelerin oranları şu şekildedir:

Rosen Formülü:

- balmumu (1 ölçü),
- karnauba mumu (2 ölçü),
- serezin mumu (2 ölçü),

Yumuşak bir macun yapmak için yeterli nafta/neft yağı ile birleştirilir; daha sonra bileşenler homojen bir karışım sağlamak için ısıtılır (Rosen 1934, 114-115).

Massey Formülleri:

1. Massey Formülü:

- balmumu (1 ölçü),
- terebentin veya mineral ispirotolar (3 ölçü);

Mum çözelti haline gelene kadar benmari usulü ısıtılır. Çözelti çok yumuşak bir macun kıvamı alana dek ara ara karıştırılarak ısıtılmaya devam edilir.

2. Massey Formülü:

- beyaz serezin mumu (1 ölçü),
- toluen (4 ölçü);

Malzemeleri kapaklı bir şişeye konur ve bu şekilde çözülmesine izin verilir.

3. Massey Formülü:

- karnauba mumu (2 ölçü),
- serezin mumu (2 ölçü),
- balmumu (1 ölçü),
- terebentin (15 ölçü);

karnauba çözelti içinde eriyene kadar diğer malzemeler bir mum kabında eritilir; şişeye dökülene kadar sıvının soğuması beklenmelidir.

4. Massey Formülü:

Dördüncü Massey formülü balmumu emülsiyonu, çözücü içinde mum karışımları ile yumuşatılabilen vernik üzerindeki boya sathında kullanım için uygundur.

- balmumu (1 ölçü),
- su (8 ölçü),
- amonyum karbonat (1 ölçü);

Balmumu ve su karıştırılıp, çözelti köpükleri olarak bileşenlerin hacminin en az üç katı kadar kapta eritilir. Amonyum karbonat azar azar ilave edilerek karıştırılmaya devam edilir; köpük taşma tehlikesi varsa, ocaktan alınır ve köpük azalana kadar karıştırılır. Yapımı sırasında su hacminin yaklaşık yarısı kaybolur ve daha sonra soğuk su ilave edilebilir. Tamamen doğal mumlar, alkalilerle sabunlaştırılabilir olup; mineral mumlar alkalilerle sabunlaştırılmaz yapıda bulunurlar.

Taubes Formülü:

Balmumu (29 gr./349 gr.), "berrak bir merhem" kıvamı elde edilene kadar (Taubes 1944) White Spirirt (85 ml.) içinde çözülmelidir.

Eski kaynaklarda çoğu yazar, genel olarak yüzeyin parlaklığını azaltmak veya verniği kirden korumak için reçine filminin üzerine bir kat olarak mum kullanıldığını

önermektedir. Böylece balmumu, alttaki verniği bozmadan gerekirse çıkarılabilir ve değiştirilebilir özelliğe sahiptir. Balmumu, istenmeyen ve başka yollarla ortadan kaldırılamayan kaba bir yapıya sahip bir boya filmi için son kaplama olarak kullanılabilir. Mumun düşük parlaklıktaki görünümü, tablonun yüzeyindeki parlak noktaları ortadan kaldırır. Lokal uygulama, vernikli bir resmin aşırı parlak alanlarını matlaştırmak için parmak veya bezle yapılabilir (bu amaç için Renaissance® Wax gibi tescilli mum karışımları kullanılabilir).

Günümüzde balmumunun tek başına ayrı bir son yüzey kaplaması olarak kullanılmamaktadır (Painting Conservation Catalog, 203).

Mumlar toksik olmayan malzemeler grubunda yer almakla birlikte; eriyik haldeki mum ciddi yanıklara neden olabilir. Bu nedenle herhangi bir mumu ısıtırken önlem alınması önerilmektedir. Sıcak çalışırken yüz ve el koruması kullanılmalıdır. Eğer mumların ısıtılması anında ya da sıcak haldeki eriyik mumlar ile bir kaza ortaya çıktığında yanıklar hemen soğuk su ile yıkanmalıdır. Solvent karışımı halindeki mumlardan olası bir koku, duman çıkması durumunda ortamın havalandırması yeterli olmalıdır. Tüm mumlar yanıcıdır ve ısıtma işlemleri sırasında ocaktan ya da alevlerden uzak tutulmaya özen gösterilmelidir. Aksi taktirde kolay alev alacağından yangın riski oluşturması çok yüksektir (Painting Conservation Catalog, 204).

1.5.7. Sentetik Reçineler

1930 yılında Roma Uluslararası Müzeler Ofisi'nin himayesinde düzenlenen “Sanat Eserlerinin İncelenmesi ve Korunması Konferansı”nda resimler için yüzey filmlerinin arzu edilen nitelikleri ortaya konmuştur. Özellikleri tanımlanan bu koruyucu filmlerin başlıca özellikleri şöyle sıralanmıştır:

- Tabloya, atmosferin kirletici etkilerinden koruma sağlamalı
- Ortam değişiklikleri sırasında esnekliğini ve yapışkanlığını korumalı
- Boya filminin esnekliğini korumalı
- Saydam ve renksiz olmalı
- İnce katman halinde uygulanabilir olmalı
- Buğulanma/gölgelenmeye karşı direnç göstermeli
- Geri alınması kolay olmalı

- Parlak olmamalıdır.

1933 yılında W.G. Constable tarafından bir araya getirilen bir grup, doğal reçinelerin başarısızlığının yanı sıra uygulanabilir test edilmiş alternatiflerin eksikliğini de kabul ederek, yeterli koruyucu ve estetik özelliklerin yalnızca bir balmumu tabakası ile ince bir doğal reçine verniği ile kaplanmış, iki parçalı bir sistemle elde edilebileceği sonucuna varmışlardır. Vernik araştırmalarının ana itici gücü, kısa süre içinde, arzu edilen tüm koruyucu ve estetik nitelikleri yerine getirebilecek tek bir film malzemesi arayışı olmuştur. Oberlin, Ohio'daki 1957 yılı “*Reçineli Yüzey Kaplamaları Semineri*” ve ardından 1959 yılında “*Tablo Üzerindeki Vernikler ve Çözücüleri*” adlı yayın ile, bu araştırmalar doruk noktasına ulaşmıştır. Bununla birlikte, sentetik reçinelerin keşfinin en başında onların da sınırlamaları olduğu anlaşılmıştır. Daha dayanıklı bir kaplama türü oluşturabilseler de uzun vadeli geri alına bilirlikleri ve sınırlı renk doygunluğu ile ilgili sorular ortaya çıkmıştır. Gelişmekte olan sentetik kaplama endüstrisi ile hem doğal hem de sentetik reçinelerin eksikliklerinin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte, bu probleme çok bileşenli sistemlerin bir çözüm sunduğu ortaya çıkmıştır. Katmanlama, stabilizatörlerin ve polimerik katkı maddelerinin eklenmesine dayalı olarak hem doğal hem de sentetik reçineler bir vernik kaplamanın sınırlı koruyucu kapasiteleri, uzun vadeli stabilizesi ve çıkarıla bilirligi ile istenen görsel efektler arasında makul bir dengeye izin veriyor gibi görünmektedir (Painting Conservation Catalog, 35).

Resimler için yüzey kaplamalarını değerlendirmeye yönelik ilk girişimlerden birinde, çeşitli kaplamalar üzerinde çalışılmış ve bunların karşılaştırmalı değerleri olarak şeffaflık, geçirgenlik, yapışkanlık, esneklik ve çözünürlük gibi kategorilerde değerlendirilmiştir. 1950 yılında Washington DC'deki Ulusal Sanat Galerisi, konservatör Dr. Robert L. Feller'i Mellon Enstitüsü'nde yeni kurulan “*Sanatçı Materyalleri Bölümüne*” atamış ve böylece burada vernik özellikleri ve teknolojileri hakkında derinlemesine bir çalışmaya başlanmıştır. Daha sonrasında da yapılan çalışmalar neticesinde hem mevcut sentetik reçinelerin hem de damar ve mastik gibi doğal reçinelerinin fiziksel özellikleri üzerinde ilk kapsamlı testin sonuçları yayınlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, çeşitli reçinelerin üç temel özellik açısından karşılaştırılmasına izin vermiştir. Bu özellikler çözünürlük, viskozite seviyesi ve sertliktir. Feller, “*çözünürlük derecesini*”, bir reçinenin hidrokarbon çözücüler içinde

çözünme eğilimi ve "*viskozite derecesini*" ise 21 °C'de tolüen içinde bir reçinenin ağırlıkça yüzde 20'lik bir çözeltisinin santipoz cinsinden viskozitesi gibi kavramlarını geliştirmiştir. Yapılan bu çalışmada seçilen konsantrasyonların, teorik bir temeli yoktur. Ancak yaygın olarak kullanılan bir vernik çözücüsü olan tolüen içinde, reçinelerin kısmi çözünürlüğünü ve viskozitesini değerlendirmek için basit bir yol sağlamıştır (de la Rie 1987a, 5).

Polimer çapraz bağlama araştırmaları, reçine özelliklerini belirlemek için standartlaştırılmış tekniklerin geliştirilmesini ilerletmiştir. 1956 gibi erken bir tarihte, Londra Ulusal Galerisi Bilimsel Departmanı'ndan Garry Thomson, hem doğal hem de yapay olarak hafif yaşlandırılmış numunelerde çapraz bağlı malzemelerin varlığını tespit etmek için basit bir nicel olmayan "*kağıt liçi/özütlemesi*" tekniğini geliştirerek sonuçlarını sunmuştur. Aynı zamanda Mellon Enstitüsündeki konservatör Feller da dahil olmak üzere diğer araştırmacılar, her laboratuvarın farklı deneysel koşullar kullanmasına rağmen hem termal hem de ışık kaynaklı çapraz bağlanmayı araştırmaktaydılar. (Feller, Stolow ve Jones 1985, 196).

Ayrıca, test panellerinde doğal yaşlandırma sırasında reçinelerin ortalama moleküler ağırlığındaki artışı belirlemek için kâğıt kromatografi tekniği geliştirerek hızlandırılmış yaşlandırma verilerini sıradan ortam koşullarıyla ilişkilendirmeye çalışmıştır (Feller, Stolow ve Jones 1985, 197-200).

1975 ve 1978 yıllarında sunulan yapay ve doğal yaşlanma verilerinin ilişkilendirilmesinin nihai sonucu, Feller ve Bailie eskitilmiş vernik filmlerinin çözünürlüğünün test edilmesini standartlaştırma girişimlerinde, daha sonra de la Rie, De Witte, Lafontaine ve diğerleri tarafından kullanılan aseton, tolüen ve sikloheksanon bazlı bir dizi solvent karışımı sunmuştur. Tolüen, incelenen vernikler için neredeyse yalnızca çözücü olarak kullanılmış olsa da daha fazla çalışma gerektiren son araştırmalar, bir reçinenin çözücü bileşimindeki değişikliklerin reçine verniklerinin uzun vadeli özelliklerini etkileyebileceğini göstermektedir (Painting Conservation Catalog, 36).

1.5.8. Polivinil Asetat Vernikleri

Vinil asetat, asetik asidin etilene oksidatif eklenmesiyle üretilmektedir. Bu reaksiyon, paladyum ve bakır tuzları içeren bir katalizör varlığında gerçekleştirilir. Vinil asetat, radikal başlatıcıların ultraviyole ışığa maruz kalmasıyla hızla polimerleşmektedir. Üretimi sırasında polimerizasyon işlemi herhangi bir aşamada durdurulabilir. Farklı viskozitelere ve moleküler ağırlıklara sahip reçineler elde edilebilmektedir. Endüstriyel olarak vinil asetatın polimerizasyonu çözelti, yığın, süspansiyon ve emülsiyon teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Poli(vinil asetat) malzemelerin çoğunluğu emülsiyon formunda üretilmektedir. Poli(vinil asetat) kuru reçineler (homopolimerler) mevcut endüstriyel üretimin %10'undan daha azını oluşturmaktadır.

PVA, dünya çapında yaklaşık 40 ila 50 şirket tarafından farklı isimlerle üretilmektedir. Bu isimlerden başlıcaları şu şekildedir; Vinylite® AYA, Gelva®, Mowilith®, Vinnapas®, Vinalak®, Rhodopas®, Vinavil® (Painting Conservation Catalog, 192). Vinil bileşiklerinin polimerizasyonu 1835 yılına kadar uzanmaktadır. 1912 yılında poli(vinil asetat) Klatte ve Rollett tarafından literatüre sunulmuştur. Almanya ve Kanada'da 1917 yılında endüstriyel üretimine başlanmış 1930'lu yıllarda da Amerika Birleşik Devletleri'nde üretimi devam etmiştir.

Poli(vinil asetat), koruma literatüründe potansiyel bir resim verniği olarak bahsedilecek en eski sentetik reçinelerden birisidir. Rutherford Gettens, 1935 tarihli makalesinde, en umut verici sentetiklerin polimerize vinil asetat ve diğer vinil esterler olduğunu belirtmiştir. 1956'da Garry Thomson, poli(vinil asetat)'ın termal olarak indüklenen çapraz bağlanmaya uğramadığını tespit etmiştir. Ertesi yıl, Thomson, ışığa maruz kalmanın neden olduğu, çapraz bağlanmanın sonuçlarını yayınlamıştır. Kuzey Nijerya'da doğal reçinelerin parçalanmasına neden olan aydınlatma koşullarına maruz kaldıktan sonra, poli(vinil asetat) numuneleri iyi durumda kalmış ve organik çözücüler içinde orijinal çözünürlüklerini korumuştur. O zamandan itibaren, poli(vinil asetat) reçinesinin hem doğal hem de yapay ışıkla yaşlandırma altında çapraz bağlanmaya direnerek en kararlı sentetik reçinelerden biri olduğu görülmüştür. Ayrıca, bu reçine, hafif oksidasyona ve farklı değişikliklere maruz kalmasına rağmen, gözle görülür şekilde çapraz bağlanmaz veya hava şartlarından dolayı bozulma göstermemektedir (Painting Conservation Catalog, 191).

Reçine çözeltilerinin spreya veya fırça ile uygulanmasına yönelik formüller çok sayıda koruma kılavuzlarında yer almasına karşın, optik özellikleriyle ilgili tartışmalar da mevcuttur. Doğal reçinelerle karşılaştırıldığında, boya renklerinin daha düşük doygunluğu özellikle dikkate değer şekilde fark edilmektedir. Hem Thomson hem de Feller, daha düşük doygunluk derecesinin, düşük kırılma indeksi veya bir yapışma probleminden ziyade, esas olarak hem izin verilen düşük vernik çözeltisi konsantrasyonlarından hem de kurutma sırasında gelişen çok yüksek viskoziteden kaynaklandığına yönelik açıklamalarda bulunmuştur. Poli(vinil asetat) solüsyonu kurudukça, kuruyan reçine filmi alttaki boyanın düzensizliklerine uyum sağlayarak daha mat bir yüzey elde edilmesini sağlamaktadır. 1935 yılında poli(vinil asetatın) suya ve suda çözünür gazlara karşı nispeten yüksek bir geçirgenliğe sahip olduğu gösterilmiş, bu özellik daha sonra hem Thomson hem de Feller tarafından da doğrulanmıştır. Ayrıca 1930'larda poli(vinil asetat) filmlerin ultraviyole ışığa karşı şeffaf olduğu öne sürülmüştür (Feller, Stolow ve Jones 1985, 148-50).

Üretimi sırasında polimerizasyon işlemi herhangi bir aşamada durdurulabilir, bu da çözeltileri aynı koşullar altında farklı viskozitelere sahip olacak şekilde farklı moleküler ağırlıklarda poli(vinil asetat) reçineleri ile sonuçlandırabilmektedir. Polivinil asetatın artan önemi nedeniyle, 1958 yılında Ulusal Sanat Galerisi Araştırma Projesi ile o zamanlar çeşitli ülkelerde mevcut olan farklı moleküler ağırlık derecelerinin bir listesini hazırlamıştır. Polivinil asetatın mevcut en eski formlarından biri ve ilk testlerin çoğunun üzerinde yapıldığı Union Carbide Vinylite® A isimli ticari üründür. Vinylite® A, daha sonra üretilen Union Carbide Bakelite® serisi AYAF ile benzer moleküler ağırlığa sahiptir. Ancak, düşük ikinci dereceden sıvı/cam geçiş sıcaklıkları nedeniyle, kir birikimi eğilimini azaltmak için AYAC ve AYAB oda sıcaklığının oldukça üzerinde bir ikinci derece sıvı/cam geçiş sıcaklığına sahip bir son vernik ile kaplanmasını önermiştir.

1972 yılındaki IIC Lizbon Konferansı'nda son vernik olarak poli(vinil asetat) kullanımından bahsedilmiş, ancak bir alt boyama olarak tercih edilen rolü ima edilmiştir. Gustav Berger tarafından kullanılan ve *Conservator's Products Company* tarafından satılan bir izolasyon verniğinin, tescilli bir solvent karışımı içinde çözülmüş Hoechst Mowilith 20'den daha sert poli(vinil asetat) reçineleri içerdiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte, düşük cam (ikinci derece) geçiş sıcaklığı nedeniyle bu rötuş verniği,

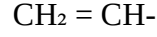
daha yüksek bir cam geçiş sıcaklığına sahip farklı bir vernik ile üzerinden bir kat olarak geçilmelidir ibaresi yer almaktadır.

Poli(vinil asetat) PVA reçineleri, 1930'lu yıllardan itibaren piyasada bulunan yüksek moleküler ağırlıklı, termoplastik reçinelerden birisidir. Mükemmel stabilizesi, esnekliği ve yapışma özelliği nedeniyle, PVA reçineleri ticari ve endüstriyel uygulamalarda çoğunlukla emülsiyon formunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sertlik, esneklik ve viskozite gibi değişen fiziksel özelliklere sahip reçinelerin çok çeşitli moleküler ağırlıklarda versiyonları mevcuttur. PVA reçineleri, korumada kullanılan ilk sentetik malzemeler arasında yer almaktadır. Piyasaya sürüldüğü andan itibaren bu vernik tipi, sağlamlaştırıcı ve yapıştırıcı olarak da yaygın bir şekilde kullanılmıştır.

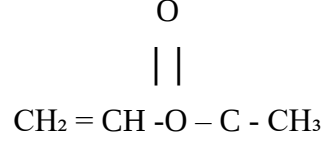
Polivinil reçinelerin, ana endüstriyel ve evsel kullanım şekilleri ticari paketleme işlemleri için yapıştırıcı, ahşap yapıştırıcısı (beyaz yapıştırıcı), i ve dış polimer emülsiyon "lateks" boyalar için yüzey kaplaması olarak sıralanabilir. Ayrıca kağıtlar için pigment bağlayıcısı olarak ve kaplamalarda güçlendirmede, dokumada tekstilleri bitirme işlemlerinde de kullanılmaktadır.

PVA'nın korumada ilk belgelenmiş kullanımı, bir fresk aktarımı için yüzey yapıştırıcısı olarak kullanıldığı 1932 yılına kadar uzanmaktadır. Kısa bir süre sonra PVA, "su beyazı şeffaflığı ve genişletilebilirliği" nedeniyle resimler için bir vernik olarak önerilmeye başlanmıştır. Fogg Sanat Müzesi'nde 1930'lardan 1970'lere kadar koleksiyondaki birçok tabloya PVA verniği uygulanmıştır. Bu süre zarfında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir dizi başka koleksiyonda da sıklıkla diğer verniklerle, muhtemelen en yaygın olarak bir poli(n-bütil metakrilat) son kat ile birlikte kullanılmıştır. Avrupa'da bir vernik çeşidi olarak çokça rağbet görmüştür. 1970'li yılların sonlarında, vernik olarak kullanımı büyük ölçüde azalmıştır. Günümüzde, koruyucu vernik olarak kullanılmaktadır (Painting Conservation Catalog, 196).

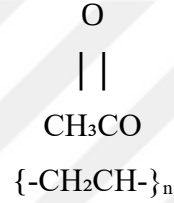
Kimyasal ve fiziksel özellikleri baz alınarak sınıflandırması yapılan malzemenin kimyasal sınıflandırma şekli vinil asetat, vinil grubunu içeren doymamış bir ester şeklinde tanımlanabilir ve kimyasal olarak gösterimi ř şekildedir:



Poli(vinil asetat), yapısı şu şekilde olan vinil asetat monomerinin tekrar eden birimlerinden oluşur:



Monomerin polimerizasyonu, 20.000 birime kadar içerebilen ve yapısı şu şekilde olan uzun zincirli bir polimer üretir:



PVA reçineleri çok çeşitli moleküler ağırlıklarda mevcuttur. Düşük moleküler ağırlıklı PVA reçineler, oldukça viskoz sıvılar veya yumuşak, düşük erime noktalı katılardır. Molekül ağırlığı arttıkça reçinenin çekme mukavemeti, uzama kabiliyeti ve erime noktası da artar. Bu da daha sert bir reçine olması ile sonuçlanır. Bununla birlikte, kırılma indisi ve yoğunluğu gibi özelliklerin sabit kaldığı ve bir dizi içinde sertliğin sadece çok az değiştiği kaydedilmiştir (Painting Conservation Catalog, 192).

Tablo 1.12: PVA-AYAC çözünürlük dereceleri*PVA-AYAC:*

Shell Kokusuz White Spirit/Shell Sol® 71	I
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	I
Shell Mineralli İspirto 145	I
Petrol Eteri	I
Terebentin	I
Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	PSG
Ksilen	S
Toluen	S
İzopropil Alkol	PSG
Etil Hidroksil	PSG
Aseton	S
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	S

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 193.**Tablo 1.13:** PVA-AYAA çözünürlük dereceleri*PVA-AYAA:*

Shell Kokusuz White Spirit/Shell Sol® 71	I
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	I
Shell Mineralli İspirto 145	I
Petrol Eteri	I
Terebentin	I
Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	PIG
Ksilen	PSG
Toluen	S
İzopropil Alkol	PIG
Etil Hidroksil	PIG
Aseton	S
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	S

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 193.

Tablo 1.14: PVA-AYAF çözünürlük dereceleri*PVA-AYAF:*

Shell Kokusuz White Spirit/Shell Sol® 71	I
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	I
Shell Mineralli İspirto 145	I
Petrol Eteri	I
Terebentin	I
Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	PIG
Ksilen	PSG
Toluen	S
İzopropil Alkol	PIG
Etil Hidroksil	PIG
Aseton	S
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	S

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 193.**Tablo 1.15:** PVA-AYAT çözünürlük dereceleri*PVA-AYAT:*

Shell Kokusuz White Spirit/Shell Sol® 71	I
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	I
Shell Mineralli İspirto 145	I
Petrol Eteri	I
Terebentin	I
Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	PIG
Ksilen	PSG
Toluen	S
İzopropil Alkol	PIG
Etil Hidroksil	PIG
Aseton	S
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	S

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 193.

Tablo 1.16: Şemada geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları

Şemada geçen ifadeler ve anlamları:

S	Çözünür	Berrak bir şekilde çözünür
SC	Bulanık Çözünür	Tamamen çözünmüş, hafif bulanık çözelti
SV	Ağdalı/Koyu Çözünür	Berrak, son derece viskoz çözelti
SR	Kalıntılı/Tortulu Çözünür	Alt kısımlarda kalıntı/tortulu çözelti
PSG	Kısmen Çözünür Jel	Reçine, üstünde solvent bulunan iki fazlı bir karışımda berrak yumuşak bir jel içinde çözünür haldedir
PIG	Kısmen Çözünür Sabit Jel	Reçine, üstünde solvent bulunan iki fazlı bir karışımda sert bir jel içinde çözünür haldedir
IM	Beyazımsı Renkli Çözünmez	Çözünmez ama çok küçük bir kısmı şişmiş ve beyazlamıştır, solvent sütlü bir görüntüdedir
IC	Şeffaf Şekilde Çözünmez	Çözünmez ancak reçinenin küçük bir kısmı şişenin dibine yapışacak kadar şişmiş haldedir, çözücü berrak yapıdadır
I	Çözünmez	Çözünmez, çözünmemiş reçine berrak bir solvent içinde dibe oturur

Kaynak: Painting Conservation Catalog, 193.

(Örnekler: S'den PSG'ye = çoğunlukla çözünür; PIG'den I'ye = çoğunlukla çözünmez)

Tek kat vernik uygulamaları için, viskozite derecesi 4 ila 15 arasında olan PVA reçinelerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Molekül ağırlıkları/viskozite dereceleri bu aralığın üstünde ve altında olanlardan kaçınılması gerekmez, çünkü bunlar çözelti içinde çok yumuşak veya çok viskoz durumdadır. Tarihsel olarak, Fogg Sanat Müzesi'nde kullanılan ilk tip PVA verniği Vinylite® A ticari isimli üründür. Bu reçine çeşidi günümüzdeki AYAF sınıfına benzerdir.

Fogg'daki uygulama kayıtlarının gözden geçirilmesi, standart PVA reçine sınıfının AYAF olduğunu göstermiştir. Bu, koleksiyondaki resimlerin yüzeylerine çeşitli şekillerde uygulandığı anlaşılmıştır. Genellikle tek vernik olarak ya fırçalanarak ya da püskürtülerek uygulanmıştır. Bazen PVA verniği, bir sert mum tabakası veya bir poli(n-bütül metakrilat) ile kaplanmıştır. Örneklerin az bir kısmında ise, toluen içinde PVA-AYAC, bir izolasyon tabakası olarak fırça yardımıyla uygulanmış ve ardından bir AYAF üst kaplama katı uygulanmıştır veya daha düşük moleküler ağırlığa ve biraz daha parlak görünüme sahip olan MAC kaplama, yüzeyi doyurmak için bir AYAF tabakası üzerine uygulanmıştır. Uygulamalar içerisindeki bir örnekte ise, bir metakrilat reçine vernik tabakası üzerine bir PVA vernik katı uygulanmıştır. Diğer koruyucular, vernikleme için en yaygın kullanılan reçine olarak AYAB'ı belirtirler, daha sonra AYAB artık mevcut olmadığından dolayı %50 AYAF %50 AYAC karışımı ile değiştirilmiştir.

Fırça ile uygulama için, 1930'ların sonlarından 1970'lerin başlarına kadar Fogg Sanat Müzesi'nde kullanılan standart PVA formülü şu şekildedir:

(a) PVA, M12 solventi içinde 10g-20g/100ml'yi çözölmüştür. Etil alkolden daha yavaş buharlaşma hızına sahip olan M12 çözücünün bileşimi ise şöyledir:

Toluen %70

Etil alkol %10

Etilen diklorür %10

Cellosolve® %5

Cellosolve® Asetat %5

(Gettens, 1935, 19)

Bu solvent formülü ayrıca sprey uygulamaları için yaygın olarak da kullanılmıştır.

Sprey ile uygulama için, Fogg Sanat Müzesi'nde 1930'ların sonundan 1970'lerin başına kadar kullanılan standart PVA tarifleri şu şekildedir:

(a) Etil alkol içinde PVA: 100 ml etil alkol içinde çözülmüş 10 g PVA (AYAF)

(b) Vinylite® A - sprey solüsyonu: etil alkol içinde PVA (10g/100ml) 500 ml

Cellosolve® Asetat 100 ml diaseton alkol 35 ml

Stabilitesi ve doğal esneklik gibi nedenlerden dolayı, fiziksel özelliklerini değiştirmek için tipik PVA vernik formüllerine, katkı maddeleri genellikle dahil edilmemiştir. PVA vernikler doğal reçine verniklerinden daha mat olduğu için mum gibi katkı maddeleri de kullanılmamıştır. Bununla birlikte, mumun boya katmanlarını neme karşı koruyacağı inancıyla, mum genellikle PVA kaplamalar üzerine uygulanmıştır (Painting Conservation Catalog, 195-196).

PVA reçineleri, oda sıcaklığında uzun süreler boyunca soğuk akış sergilerler. Reçine boncukları, özellikle daha düşük viskozite dereceleri, katı bir kütle halinde (şişme, kabarma) eğilimine sahiptir. Bu nedenle kuru reçine, serin bir ortamda küçük miktarlar şeklinde saklanmalıdır. Reçine çok kararlı olmakla birlikte, bir çözücü içinde uzun süre çözünmüş halde bırakılmamalıdır. PVA dispersiyonlarının altı ila dokuz ay içinde kullanılması tavsiye edilmektedir. Bu nedenle bir çözücü içinde PVA bu süreden daha uzun tutulmamalıdır.

Çalışma Özellikleri açısından konservasyon alanında kullanıma girer girmez PVA reçine verniklerinin, doğal reçine verniklerinden farklı optik özelliklere sahip yüzey kaplamaları ürettiği fark edilmiştir. PVA vernikleri, doğal reçine verniklerinden daha düşük bir kırılma indeksine sahiptir. Bu özellik, önemli ölçüde daha yüksek moleküler ağırlıklarla birlikte, boya katmanlarını damar veya mastik ile aynı derecede doyurmayan, düzleştirmeyen ve koyulaştırmayan bir yüzey kaplaması ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca, PVA vernikler daha az parlaktır. Bir sentetik reçine ve doğal reçine vernikleri ile karşılaştırıldığında PVA vernikler, düşük parlaklığa sahip alt tabakalar üzerinde ara parlaklık ve görüntü belirginliği (G/B) değerleri üretir. Ve bazen çok parlak alt tabakalar üzerinde en düşük G/B parlaklık değerlerini bile sergileyebilir.

1950'lerden 1970'lere kadar Amerika'da oldukça sık kullanılmasına rağmen, mat görünimleri ve düşük doygunlukları, estetik sorunlar nedeniyle resimlerden PVA vernikleri geri alınmıştır.

Fırça ile kullanımda, çalışma süresini artırmak için PVA reçineleri daha yavaş buharlaşan solventlerde çözülmelidir. Örneğin, etanol çözeltisi içinde bir PVA kullanılmamalıdır.

Püskürtme sırasında PVA reçinesi, yavaş ve hızlı buharlaşan çözücülerin karışımlarında çözülebilir. Bu işlemde en çok endişe duyulan nokta, solventlerin kuruma oranları ve püskürtme tabancasının boya yüzeyinden ne kadar mesafeden tutulduğudur. Çok uzak tutulursa, çözücünün boya tabakası üzerinde birikmeden önce buharlaşması için daha fazla zamanı olduğundan, reçine farklı granüller olarak çökeltilebilir. Bu durum çok mat ve pürüzlü bir görünüm ile sonuçlanabilir. Hızlı buharlaşan çözücülerin yavaş buharlaşan çözücülerle ikame edilmesi, doyma etkilerini büyük ölçüde iyileştirebilmektedir (Feller, Stalow ve Jones 1985, 141).

Sprey ile püskürtme uygulaması, farklı vernik gruplarının çeşitli katmanlarının uygulanması aşamasında fırça ile uygulama tekniğinden daha fazla çok yönlülük sağlayabilmektedir.

1.5.9. Akrilik Reçine Vernikleri

İlk akrilik ve metakrilik çözelti reçineleri 1936 yılında tanıtılmış olsa da polimerler 1931 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde ticari olarak mevcut bulunmaktaydı. Redtenbacker'in akroleinin (en küçük doymamış aldehit) oksidasyonu yoluyla akrilik asit hazırlaması, konservasyon literatüründe 1850 tarihi gibi erken bir dönemde dahi tarif edilmekteydi. 1901 yılındaki doktora tezinde, Darmstadt'tan Otto Rohm, hem metil ve etil metakrilattan elde edilen sıvılaştırılmış yoğunlaşma ürünlerini tanımlamış hem de katı akrilik polimerler üretmiştir. Dr. Rohm, 1927 yılında ticari olarak akrilik esterleri sentezlemiş ve metakrilat monomerin ticari üretimi 1936 yılında başlamış olsa da poli(metil metakrilat) reçinenin uçak cephe kaplamaları için dökme levhalar olarak büyük hacimlerde üretilmesi II. Dünya Savaşı'na kadar uzanmaktadır. Vernik olarak kullanılan akrilik polimerlerin çoğu, metakrilik asitten türetilen metakrilatlar, akrilik asitten türetilen akrilatlar veya her grubun kopolimerleridir. Alkil grubu, bir dizi polimer üretmek için seçilebilmektedir. 1940'lı yıllardan, 1950'li yıllara kadar, bir sanatçının malzemesi olarak akrilik reçinenin kullanımı, metilen klorür ve

ilgili çözücüler kullanılan bir aerosol vernik ile yaygınlaşmıştır (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings).

1.5.9.1.İzo-amil Metakrilat

1953 yılında konservasyon alanında çalışan ünlü kimyager, Robert L. Feller tarafından seçilen film mukavemeti, sararmaya karşı yüksek direnç ve aromatik bileşik içermeyen bir petrol solventinde çözünürlüğe sahip 27H olarak bilinen deneysel bir poli(izoamil metakrilat) verniği geliştirilmiştir. Ardından 27H örnekleri Feller tarafından Ohio'daki *Müzeler Arası Koruma Derneği ve Londra Ulusal Galeri* dahil olmak üzere çeşitli laboratuvarlara gözlem ve uygulamada kullanım için temin edilmeye başlanmıştır. 1955 yılında Ulusal Sanat Galerisi Araştırma Projesi kapsamında poli(izoamil metakrilatın termal depolimerizasyonunu araştıran deneyler esnasında konservatör Stuart Raynolds, polimerin ısıtıldıktan sonra sıcak benzen ve toluen içinde çözünmez hale geldiğini gözlemleri neticesinde tespit etmiştir. Ayrıca, bir fadometreye (ışığa karşı direnci ölçen cihaz) maruz bırakılan izoamil metakrilat reçinesi ile kaplanmış bir test panelinin, solventler tarafından uzaklaştırılmaya karşı oldukça dirençli olduğunu da bulunmuştur. Bu bilgi, diğer güncel araştırmalarla birlikte yayınlanmıştır. Ayrıca Feller, ultraviyole radyasyonun ve ısıнын bir grup metakrilat polimer üzerindeki etkilerini daha fazla araştırmaya yönelmiştir. Yapay olarak yaşlandırılmış örneklerin çıkarılmasının kolaylığına dayanan çalışmalar, çeşitli metakrilatların çapraz bağlanma eğilimleri arasında büyük bir fark göstermiştir. Poli(izoamil metakrilat), bir fadometrede ışığa maruz kaldığında çapraz bağlanmaya en duyarlı reçinelerden biri olarak görülmüştür.

Fogg Sanat Müzesi'nden alınan doğal olarak yaşlanmış numuneler üzerinde, numunelerin çapraz bağlanmasından dolayı çözünürlükte gerçekleşmiş olabilecek herhangi bir düşüşü göstermek için geliştirilmiş yarı niceliksel bir kâğıt kromatografi kullanılarak ilave testler ile analiz edilmiştir. Bu testler, reçinenin "hafif" çözücüler içinde en az 28 yıl boyunca çıkarılabilir kalabilmesine rağmen, izoamil metakrilatın çapraz bağlanmasının normal galeri yaşlanmasına maruz kaldığı koşullar altında meydana gelebileceğini göstermiştir.

Poli(izoamil metakrilat) reçinenin renk stabilitesi de aşırı güneş ışığına maruz kalma koşulları altında test edilmiş ve renginin önemsiz bir şekilde bozulduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma projesi ekibi tarafından yapılan diğer araştırmalarda benzofenonların yerine kullanılmış malzemelerin dahil edilmesiyle izoamil metakrilatın çapraz bağlanma eğilimlerini engellemenin mümkün olduğu görülmüştür. Ancak, bu çalışmalar daha stabil bir reçine arayışı lehine durdurulmuştur.

Aynı zaman diliminde, Garry Thomson, kuzey Nijerya'daki bir açık hava istasyonunda altı buçuk ay boyunca, aynı değerlere maruz kalan sentetik ve doğal reçine örneklerini incelemekteydi. Thomson'ın izoamil metakrilatların çapraz bağlanmasına ilişkin gözlemleri, onun "*kâğıt liç*" tekniğine dayanmaktadır. İzoamil metakrilatın hafif yaşlanmış örneklerinde değişen derecelerde çapraz bağlı malzeme bulgularına dayanarak, metakrilat ve diğer uzun zincirli lineer polimerlerin kullanımı, Londra Ulusal Galerisi'nde askıya alınmıştır (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings, 38-39).

1.5.9.2.Bütil Metakrilat

1930'lu yılların başlarında izobütil (daha sonra Lucite® 45, şimdi Elvacite® 2045) ve n-bütil metakrilat (daha sonra Lucite® 44, şimdi Elvacite® 2044) polimerleri resim verniği olarak kullanılmaya başlanmıştır. Metakrilat verniklerin kullanımı günümüzde oldukça artmış olsa da bu verniklerin kullanımları döneminde diğer metakrilat polimerlerinde olduğu gibi, bütil metakrilatlar, uygun moleküler ağırlıklardaki mevcudiyetleri, sararmaya karşı dirençleri, hidrokarbon çözücülerde çözünürlükleri, esneklikleri ve en azından izobütil metakrilat için önemli ölçüde yüksek bir cam geçiş sıcaklığı ile resim verniği olarak umut vaat etmiştir.

1953 yılında konservatörler Drinberg ve Yakovlev, polibütil metakrilatın termal çapraz bağlanmasına dikkat çekerek bu konuya işaret eden ilk kişiler arasında yer almıştır. 1957 yılında Thomson, poli(n-bütil metakrilat) reçinenin termal çapraz bağlanması ile poli(izoamil metakrilat) arasındaki bir karşılaştırmaya dayanarak termal çapraz bağlanmasını ortaya koymuştur. Londra'daki National Gallery'de metakrilat kullanımının yasaklanmasında, poli(izoamil metakrilat) ile birlikte, güçlü

floresan ışığına maruz kalma altında n-bütül metakrilat çapraz bağlarının oluşumu önemli bir rol oynamıştır (Thomson 1957, 64-79).

1957 yılında Ulusal Sanat Galerisi (Washington, D.C.) *Araştırma Projesi*, yapay olarak yaşlandırılmış metakrilat örneklerinin görelî olarak çıkarılabilirliği üzerine birkaç test gerçekleştirmiştir. 1957 yılında, *Oberlin Konferansı* 'nda sunulan sonuçlar poli(izobütül metakrilat) ve poli(n-bütül metakrilat) reçinenin çapraz bağlanma olasılığı en yüksek olan metakrilat polimerleri arasında olduğunu göstermiştir.

1976 yılında Feller, poli(n-bütül metakrilat) reçinenin düşük cam geçiş sıcaklığı ve bunu takip eden kiri emme eğilimi nedeniyle son yüzey kaplaması olarak büyük ölçüde reddedildiğini bildirmiştir.

Ayrıca, Paraloid® B-67 gibi daha iyi tesviye gücüne sahip reçinelerin daha düşük viskozite dereceleri bulunabilir hale geldikçe, Lucite® 44 ve Lucite® 45 gibi daha eski ve daha yüksek viskozite dereceli reçineler, genel olarak yavaş yavaş gözden düşmeye başlamıştır.

Eskime testleri sadece saf poli(izobütül) metakrilat olmadığını gösterdiği için Rohm ve Haas'a ait tescilli reçine Paraloid® B-67, Feller'in ilgisini çekmiştir. İnfrared spektrometre, gaz kromatografik analizi ve çözünürlüğü poli(izobütül) metakrilat ile tutarlıyken, çapraz bağlanmaya karşı karakteristik olmayan bir şekilde direnç göstermekteydi. Bundan dolayı Feller, stabilitesinin hem düşük moleküler ağırlığından hem de çözücü olarak terebentin kullanan çapraz bağlama testleri ile gösterilen bir inhibitörün varlığından kaynaklandığını öne sürmüştür. Ayrıca, bir inhibitörün varlığı hiçbir zaman Rohm ve Haas tarafından resmi olarak kabul edilmemiş olup konsantrasyonu büyük olasılıkla %1'den az olduğu için kızılötesi spektrometre ile tespit edilememiştir.

1972 *JIG Uluslararası Kongresi*, koruyucular tarafından kullanılan sentetik verniklerin çoğunu keşfetmek ve daha fazla değerlendirmek için bir çalıştay sunmuştur. Paraloid® B-67 vernikleri hem tek bileşenli vernikler olarak hem de çok bileşenli katmanlı sistemler arasında yer alarak bu çalıştayda gösterilmiştir.

Poli(izoamil metakrilat) ve poli(bütül metakrilat) reçinelerinde çapraz bağlanma kanıtı olarak, Feller tarafından metakrilatlardaki çapraz bağlanma eğilimi çok az olan yapılar

için daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur. 1957 yılında birkaç metakrilat örneğinin yapay yaşlanmasına dayanarak, Feller çapraz bağların gelişimi için polimer zincirinde özellikle hassas bölgelere sahip olmayan başka polimer türlerinin bulunabileceğini de öne sürmüştür. Poli(n-propil metakrilat) reçinesi test edilen vernik türlerinden birisidir ve yaşlandırma testi ile çözünürlükteki değişikliğe direndiği sonucunu ortaya çıkarılmıştır.

Akrilik reçinelerin konservasyon tarihi göz önüne alındığında belirli akriliklerin ve metakriliklerin kopolimerleri de stabilite açısından test edilenler arasında yer almış ve yapay yaşlandırma üzerine çözünürlüklerindeki değişikliğe direndikleri bulunmuştur. 1963 yılında Feller, Rohm ve Haas'a ait Paraloid® B-82 verniğinin çapraz bağlanmaya karşı oldukça dirençli olduğunu içeren bir çalışma yayımlanmıştır. Polimerin yaşlanmadan sonra uzaklaştırılması için daha polar bir çözücü gerektirmesine rağmen, çözünürlükteki değişiklik, yüksek oranda çözünür malzeme kaldığından, çapraz bağlanmadan ziyade kısmi oksidasyon olarak yorumlanmıştır. Rohm ve Haas Paraloid® verniğine benzer ticari olarak temin edilebilen polimerler; Rohm ve Haas Paraloid® B-72 ve Paraloid® B-82 gibi, Feller tarafından dietil benzen veya buharlaşmayı geciktirmek için eklenen tüm aromatik petrol fraksiyonları ile ksilen içinde uygulanmasına izin veren belirli işlemler için önerilmiştir. Bununla birlikte "*Tatmin edici bir görünüm*" sağlamalarına rağmen hafif buğulu/bulanık çözeltiler de gözlemlenmiştir.

1972 yılında Feller, Paraloid® B-72 "*hidrokarbon çözücülerde çözünen en kararlı termoplastik reçine*" olduğunu ve aynı zamanda herhangi bir ağırlık kaybı göstermediğini de belirtmiştir. Ancak Paraloid® B-72 reçine verniğinin bileşimi 1978 yılına kadar bilinmemekteydi. 1978 yılında De Witte, 1976 ve 1978 yılında üretilen Paraloid® B-72 reçine verniğinin yeni üretilen örneklerinin hem fiziksel görünümü hem de çözünürlüğü arasında bir fark olduğunu kaydetmiştir. Refraktif indeksleri, viskozite derecesi, çözünürlüğü ve kızılötesi spektrumları karşılaştırılarak kapsamlı testler yapılmış ve "*eski*" B-72 reçine verniğinin % 68/32 oranında etil metakrilat/metil akrilat kopolimeri ve "*yeni*" B-72 reçine verniğinin % 70/30 oranında etil metakrilat/metil akrilat kopolimeri olarak literatüre geçmiştir. Feller ise Paraloid® B-72 reçine verniğinin kabaca 50/50 metil metakrilat ve etil akrilat karışımı olduğunu savunmuştur. Paraloid® B-72 verniklerini, 1972 *IIC Uluslararası Kongresi*

çalıştayında hem tek bileşenli vernikler hem de çok bileşenli katmanlı sistemler içinde gösterilmiştir (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings, 39-41).

1.5.10. Keton Reçine Vernikleri

Keton reçinelerinin sentezine ilişkin patentler 1930 yılında ortaya çıkmaya başlamıştır. 1950'li yıllardan itibaren ise sanat eserlerinin korunması için kaplamalar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Keton reçinelerinin sentezi, metanolik alkali varlığında metil sikloheksanonun bir poli-yoğunlaşma reaksiyonundan meydana gelebilmektedir. İlk dönem keton reçineleri, ışığa dayanıklı vernikler ve sararmayan emayeler için parlaklık ve sertlik sağlamak üzere özel tipte bir bileşen olarak üretilmektedir. Keton reçineler hiçbir zaman endüstriyel olarak şeffaf bir kaplamanın tek bileşeni olarak tasarlanmamış olsa da White Spirit içerisindeki keton reçinelerinin vernikleri, resim vernikleri olarak kullanılmıştır.

AW-2®, 1930 yılında Almanya'da üretilen bir polisikloheksanon reçinesidir. BASF bu malzemenin üretimine 1967 yılına kadar da devam edilmekteydi. MS2® ise sikloheksanon ve metil sikloheksanonun bir yoğunlaştırma ürünüdür. MS2®, 1950 yıllarının başında mevcut sikloheksan ürünü *Methyl Sektone* olarak üretilmiştir.

Tüm karbonil gruplarının sodyum borohidrit yoluyla hidroksil gruplarına indirgendiği bir keton reçinesi olan MS2A®, 1950'li yılların sonlarında Garry Thomson'ın önerisiyle geliştirilmiş olsa da ilk kez 1961 yılında ticari olarak piyasaya sürülmüştür. 1963 yılında Ilford'dan Howards, BASF'nin MS2® yerine AW-2® ürününün azaltılmasına dayalı olarak MS2A® reçine verniğinin üretim sürecini değiştirmiştir. Ortaya çıkan MS213®, MS2A® isimli üründen biraz farklı bir çözünürlüğe ve daha yüksek viskoziteye sahip bulunmaktadır. MS2A®, 1963 yılında MS2® üretiminin değiştirildiğinde de farklılık göstermiştir. 1967 yılında BASF, AW-2® isimli ürününü ve ardından Howard of Ilford, MS2B® isimli ürününün üretimini durdurmuştur.

AW-2® reçine verniği yalnızca sikloheksanonun bir yoğunlaştırma ürünü olan Keton Reçine N® ile değiştirmiştir. Eski yoğunlaşma ürünü MS2® ve AW-2® isimli ürünlerdeki metil gruplarının varlığının dahili bir plastikleştirici olarak hizmet etmiş

olabileceği öne sürülmüştür. Keton N Reçine® ise 1982 yılında üretimi durdurulmuş ve yerini yine sadece sikloheksanon bazlı bir reçine olan Laropal K80 isimli ürünün üretimine başlamıştır. 1960'ların sonlarında MS2A® aşamalı olarak piyasadan kaldırılmıştır. 1993 yılında ise MS2A® üretilmeye tekrar devam edilmiştir.

Keton reçine verniklerinin konservasyon tarihi göz önüne alındığında Thomson, metakrilat polimerlerinin çapraz bağlanmasına ilişkin bulgularını açıklarken, aynı zamanda polisikloheksanon reçinelerinin güçlü ve zayıf yönlerinin çoğunu da tanımlamış bulunmaktadır. Thomson, düşük çözelti viskozitelerini, kırılgenliklerini ve doğal reçinelere göre buğulanma, kırışma ve sararma eğilimlerinin azalmasını tanımlamıştır. Feller hem 1957 hem de 1963 yılındaki sikloheksanon reçinelerini tartışmış, ancak deneylerinin ana itici gücü olarak bütül metakrilatlar ve diğer akrilikler oluşturmuştur. 1963 yılında Thomson, belirli fonksiyonel grupların fotokimyasal oksidasyona duyarlılığı ve ayrıca uygulama konsantrasyonu ve parlaklık modifikasyonu gibi sikloheksanon reçinelerinin çalışma gereksinimleri hakkında daha fazla araştırmayı literatüre sunmuştur. Thomson ayrıca MS2A® reçine verniğinin hem MS2® hem de AW-2® için üstün bir reçine olduğunu da belirtmiştir. Oksidasyonun doğrudan bir sonucu olan kırışmanın, bir polivinil alkol üst tabakası uygulanarak önlenebileceğinden de söz edilmiştir. Feller'in aksine Thomson, kaplama gücünün ne ölçüde rol oynaması gerektiğini sorgulamaya devam etmiştir. Thomson, sikloheksanonlardaki çatlamanın, kırılgenlik kadar oksidatif bozulmaya bağlı olarak eşit derecede muhtemel olduğunu ve yüksek mukavemetli ve yapışkan filmlerin temizleme sırasında boya kaybına veya kazara aşınmaya neden olabileceğini belirtmiştir (Thomson 1963, 177).

1972 yılında Herbert Lank, MS2A® ile ilgili deneyimlerini aktarmış ve kullanım özelliklerinin damar ve sakızinkilerle yakından eşleştiğini ve sararmaya eğilimin azaldığını belirtmiştir. Lank, mat bir yüzey elde etmenin yanı sıra aşınmayı önlemek için son kaplamaya mum eklenmesini de çalışmalarında belirtmiştir. Ayrıca ıslanmayı arttırmak için n-bütül asetat ilavesinden de söz edilmiştir. Lank ayrıca MS2A®'nın parlaklığının zamanla azalabileceğini de çalışmalarına eklemiştir.

Mills, 1960'lı yılların başlarında MS2A® reçine verniğinde mevcut olan hidroksil gruplarının kısmi esterifikasyonunu denemiştir. Ancak bu ürünler hiçbir zaman tam olarak test edilememiştir. 1989 yılında de la Rie, keton gruplarının indirgenmesi ve

kısmi esterleşme üzerine Laropal® K80'in gelişmiş stabilitesi ve esnekliği hakkında rapor yayınlamıştır. MS2A®, engellenmiş bir amin ışık stabilizatörü olan %2 reçine ağırlığı Tinuvin® 292 ilavesiyle etkin bir şekilde ışığa stabilize edilebilirken, Laropal® K80 reçinesine eklenen Tinuvin® 292 tarafından sağlanan bir miktar stabilizasyona rağmen, doğal kararsızlığı nedeniyle önerilmemeye devam etmiştir. Ancak 1995 yılında Jerzy Ciabach, Laropal® 80 reçinesinin esnekliğinin %10 reçine ağırlığı Plexigum® P28 (poliizobütil metakrilat) veya Plexigum® PQ610 (bütil ve daha yüksek C5-C10 metakrilatlardan oluşan bir kopolimer) ilavesiyle artırılabilirliğini bildirdiği bir çalışma yayımlamıştır. Bu düşük polimerizasyonlu metakrilatlar ve Sanduvor® 3050 (engellenmiş amin ışık stabilizatörü), Laropal® K80 reçinesine eklendiğinde, ortaya çıkan filmler artan esneklik, ışığa karşı geliştirilmiş direnç ve iyileştirilmiş çözünürlük sergilemiştir.

1950'lerin başlarında artan moleküler ağırlık ve polarite çeşitliliği sunan sentetik, düşük moleküler ağırlıklı reçineler yaygın olarak kullanılabilir hale geldikçe doğal reçinelere olan talep de azalmaya başlamıştır.

Tüm sentetik, düşük moleküler ağırlıklı reçineler, az sayıda monomerin bağlanmasından sonra sona eren polimerizasyonlarda oluşturulan ya döngüsel ya da yüksek düzeyde dallanmış moleküllerdir. Bu dallanmış ve hacimli küçük polimerler veya oligomerler amorfudur ve nispeten yüksek kırılma indekslerine sahiptirler. Düşük moleküler ağırlıklı reçinelerin geliştirilmesini destekleyen noktalardan birisi de çapraz bağlanmanın reçinelerin çözünürlüğü üzerinde büyük bir etkiye sahip olma ihtimalinin düşük olmasıdır. Bu reçinelerin moleküler ağırlıkları yaşlanma üzerinde artış gösterse de elde edilen moleküler ağırlıklar, birçok sentetik polimerin başlangıç moleküler ağırlıklarına göre oldukça düşük düzeyde bulunmaktadır. Bu reçinelerin birçoğunun modifiye edilmemiş terpenler ve diğer hidrokarbonlar gibi polar olmayan başlangıç malzemelerinden türetilmesi, alifatik çözücülerde çözünen reçinelerle sonuçlanır. Bunlar da resimlere en az zarar veren materyaller arasında yer alır. Ayrıca, keton grupları veya karbon-karbon çift bağları gibi aktif fonksiyonel grupların eksikliği, otoksidatif bozulmaya karşı direnç göstermektedir (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings, 41-42).

1.5.11. Aldehit Reçine Vernikleri

Ticari olarak temin edilebilen aldehit reçineleri, düşük moleküler ağırlıklı alifatik aldehitlerin ve ürenin yoğunlaştırılmış halindeki ürünlerdir. Aldehit reçineler, arttırılmış ultraviyole stabilitesinin gerekli olduğu keton reçinelerinin yerini alacak şekilde geliştirilmişlerdir. De la Rie, araştırma için bir grup sentetik düşük moleküler ağırlıklı reçine seçerken, BASF'dan temin edilebilen birkaç aldehit reçineyi de test etmiş, ancak düşük aromatik seviyeye sahip alifatik çözücülerde çözünürlüğü ve fotokimyasal bozulmaya karşı direnci birleştiren, ticari olmayarak üretilmiş yalnızca bir reçine bulabilmiştir. Reçinenin hem düşük aromatik seviyedeki içeriğe sahip çözücülerde hem de alkol veya aseton gibi daha polar çözücülerde çözünürlüğü, üstboyama olarak olası bir için kullanımına sıcak bakılmamaktadır (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings, 43).

1.5.12. Hidrojenize Hidrokarbon Reçineler

Mevcut hidrojenize edilmiş hidrokarbon reçinelerinden ya doymamış C9 izomerlerinin ya da C10 moleküllü disiklopentadien'in oligomerizasyonundan türetilmektedir. Her iki durumda da polimerizasyondan sonra, doymamışlığı ortadan kaldırmak için oligomer yüksek sıcaklık ve basınç altında hidrojenlenir. 1940'lı yıllarda doymamış hidrokarbon reçinelerinin hidrojenlenmesinin, ultraviyole radyasyona ve atmosferik oksidasyona son derece dirençli reçineler ürettiği bilinmemektedir. Arkon® Escorez® ve Regalrez® en çok bilinen reçine çeşitleridir. Hidrojene hidrokarbon reçineleri hem alifatik hem de aromatik hidrokarbonlarda çözünür.

De la Rie ve McGlinchey tarafından yapılan araştırmalar neticesinde, hidrojenize hidrokarbon reçinelerine dayanan birkaç tescilli vernik olan Tinuvin® 292 stabilizatör katkı maddesinden hariç, Gamvar®, Conservator's Products Company'nin UVS® Vernikleri ile tescilli hidrokarbon solvent karışımı içinde bir Regalrez® 1094 çözeltisi, Tinuvin® 292 haricinde bir hidrokarbon solvent içinde Regalrez® 1094 ve tescilli bir plastikleştirici karışımı 292 katkı maddesi tanıtılmıştır (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings, 44).

İKİNCİ BÖLÜM

VERNİK TABAKASINDA MEYDANA GELEN BOZULMALAR VE NEDENLERİ

2. Vernik Tabakasındaki Bozulmalar

Verniğin tabloya sürülmesiyle başlayan fiziksel ve kimyasal bozulma süreci üç bölüm altında incelenebilir. İlk bölümde, çözücü yavaş buharlaşsa dahi vernik tabakasına dokunulduğu zaman herhangi bir yapışkanlık hissedilmez. İkinci bölümde, çözünme buharlaşmadan sonra başlar. Burada herhangi bir değişikliğe rastlanmaz. Üçüncü bölümde ise vernik ışık ve iklimsel etmenler nedeniyle oksidasyona uğrar. Vernik tabakasındaki kimyasal reaksiyonlar neticesinde sararma, kırılma gibi bozulmalar başlar. Bir bölümden diğer bir bölüme geçiş net bir şekilde gözlenememekle birlikte, bu bölümleri net bir şekilde birbirlerinden ayırt etmek de oldukça zordur. Vernik tabakası koruma koşullarına bağlı olarak ortalama 50-100 yıl arası bir zaman diliminde yaşlanmaya başlar ve eskimeye uğrar. Eskiyen vernik, ilk baştaki durumunu ve özelliklerini muhafaza edemez ve geri alınması gerekir. Eskiyen verniğin görüntüsü ve özellikleri değişime uğrar ve bu değişim ile verniğin tablodaki mevcudiyeti yarardan çok zarar göstermeye başlayabilir (Emre, 2010: 63).

Vernikler kuruma sırasında çapraz bağlar kurarak, kimyasal olarak değişime uğrarlar. Bu değişim sonucunda yüzeyde kuvvetli bağlar oluşur. Eskiyen verniği yüzeyden almak için polar çözücüler veya polar çözücülerin içerisinde bulunduğu karışımları kullanmak gerekmektedir (Scalarone, Lazzari, Chiantore, 2003: 116).

Eskiyen vernik sararma, hatta devam eden süreçte kahverengi bir renge dönüşerek kararır dahi meydana getirebilmektedir. Dolayısıyla vernikte olması beklenen şeffaflık zaman içerisinde kaybolmakta ve tablonun okunurluğunda azalmalar görülebilmektedir. Verniğin sararması ve sonrasındaki süreçte de kararır boyanın tabakasının barındırdığı renklerin görünümünü ve renk niteliklerini de değiştirebilmektedir. Bu durumda verniğin yüzeyden alınması gerekmektedir. Alınan vernik ile resmin orijinal renk ve okunurluğu geri kazandırılmış olur.

Vernik katmanını tabloyu nem, ışık ve tozdan; darbe ve gerilimlerden koruma özelliğine sahiptir. Tablodaki boyaların renklerine canlılık/parlaklık katarak, resmin okunurluğuna katkı sağlar. İdeal bir vernik tabakası renksiz ve şeffaf olmalıdır. Vernik katmanında oluşacak değişimler, tablonun görünümüne doğrudan etki etmektedir.

Yağlı boya tablolarında alt katmanlarını koruma görevine sahip vernik tabakası inceliğine, içeriğine, çevresel etmenlere ve mekanik baskılara bağlı olarak eskimeye uğrar. Bu eskime bu etmenlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Kayser, 35).

Vernikler, renk doygunluğu ve parlaklık gibi özellikleri ile resimlerin görünümünü önemli ölçüde değiştirme yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle eğer bir tablo orijinal olarak böyle bir katmana sahipse, vernik bu tablonun önemli bir parçası haline gelir. 19. yüzyılın sonlarında sanatçıların malzeme ve tekniklerinde meydana gelen değişimle birlikte, günümüzde birçok sanatçı tarafından uygulansa da resim verniklerinin kullanımında düşüş yaşanmıştır. Yüzyıllar boyunca vernik hazırlamak için birçok farklı malzeme denenmiş ve kullanımlarında değişikliklere gidilmiştir.

Bu farklı malzeme ve kullanımlardan kaynaklı oluşan çeşitlilik sonucunda, tabloda kullanılan her türden vernik çevrenin bozucu etkilerine maruz kalır. Doğal reçineler kullanılarak yapılan geleneksel resim vernikleri zamanla bozularak sararmaya, şeffaflık kaybına ve nihayetinde çatlamaya neden olmaktadır.

Stabilize edilmemiş bir doğal reçine üzerine akrilik vernikte kullanılan Tinuvin® 327 gibi bir ultraviyole stabilizatör, verniğin renk atmasını geciktirebilir (Painting Conservation Catalog Volume:1 Varnishes and Surface Coatings).

Vernikte bozulma, fiziksel ve kimyasal bozulmalar olarak iki ana başlıkta incelenebilir. Güncel araştırmalar neticesinde, boyanın çatlaması ve pullanma özelliği gibi gözlemlenen fiziksel etkilerini vernik tabakası içerisinde meydana gelen kimyasal süreçlere bağlıdır. Genellikle vernik bozulması kavramının büyük kısmı bozulmanın kimyasal yönleriyle ilgili olarak ele alınmaktadır. Bununla birlikte, verniklerin bozulmasındaki etkenlerin tamamen fiziksel değişikliklerden sorumlu olabileceği olasılığı göz ardı edilmemelidir. Jelin büzülmesi veya katman içindeki gerilmelerin serbest kalması gibi değişiklikler, kimyasal değişikliklerden kaynaklanmayan fiziksel nedenli olaylardır.

2.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, havanın katı, sıvı veya gaz halindeki maddelerle (toz, duman ve gazlar) kirlenmesi anlamına gelir. Farklı boyutlardaki kir parçacıkları aerosol olarak adlandırılır. Bu farklı boyutlardaki partiküllerin tablo üzerinde birikmesi ve bu birikmeler sonucunda da esere zarar vermeye başlaması bu bozulmanın ana nedenidir.

Hava kirliliğinin başlıca nedenleri ise sanayi, enerji üretimi, ev yangınları ve trafik olarak sıralanabilir. Rüzgâr, atmosferik nem ve termal akımlar, partikül boyutu gibi faktörlere bağlı olarak kirleticileri dağıtır ve seyreltir. Aerosoller, yerleştikleri ve yüzey kiri ile birleştii resim tabakası ile temas eder. Resim tabakasının görünümünü bozmanın yanı sıra asit veya alkali bileşenleri de hasara neden olabilmektedir. Ayrıca kir parçacıkları da oluşur. Bu oluşun ya da zaten mevcut olup maruz kalınan kir parçacıkları, sadece tozu veya daha doğrusu, aşınma ürünlerini (iplikler, kıllar, deri parçacıkları, silika jel tozunu) değil, aynı zamanda katran, kül ve yemek dumanlarını da içermektedir.

Ayrıca bitkiler, damıtılmış yağlar, polen veya sporlarla havayı kirletmektedirler. Bu kirlenme tablonun ömrünü kısaltması açısından değerlendirilmektedir. Bir diğer husus ise, bu kirleticiler resimlerin yüzeylerinde kir birikmesine yardımcı olan böcekleri de çekerler (Nicolaus, 1999: 335).

Özel ve umumi sergi salonlarında havanın kirlenmesi, binanın bulunduğu yere ve teknik donanımına göre değişiklik göstermektedir. Dışardaki havadan gelen kirleticiler, havalandırma ile odaların içinde ve de ziyaretçilerin giriş ve çıkışları ile iç mekanlara taşınır. Sergi alanı dışındaki ortamlarla daha az hava geçişi, uygun bir filtreleme düzenine sahip bir iklimlendirme sistemi, bina içindeki kirlilik miktarını ve dolayısıyla resim katmanındaki tortu miktarını azaltmaya yardımcı olacaktır (Nicolaus, 1999: 335).

2.2. Sararma

Zamanla eskiyen vernik sararabilir, devam eden süreçte ise kahverengi bir renge dahi dönüşerek kararmalar meydana gelebilmektedir. Dolayısıyla da şeffaflık kaybolmakta ve okunurlukta azalma olmaktadır. Vernik tabakasının sararması veya kararması boya tabakasındaki renklerin de görünümünü ve renklerini doğrudan etkilemektedir. İşte bu

gibi durumlarda işlevselliğini kaybeden verniğin tablonun yüzeyinden alınması gerekmektedir. Vernikte meydana gelen sararma, tablolarla en sık görülen bozulma çeşidi olup verniğin bileşimine bağlı olarak da tablodan tabloya değişiklik göstermektedir (Bullock, 1978: 48).

Doğal reçine vernikleri sararmaya karşı daha fazla meyil gösterirken, sentetik reçine vernikleri bu dezavantajdan yola çıkarak geliştirildikleri için daha az sararmaktadır. Sararmayı etkileyen en önemli faktörlerden başlıca olanları; nem, sıcaklık, vernik tabakasının kalınlığı ve ışıktır.

Yağlı boya tablolarla tabloyu korumak ve kalıcılığını artırmak için uygulanan vernikler, ilk uygulandıkları andaki parlaklık ve canlılıklarını zaman içinde çeşitli faktörlerden dolayı kaybeder ve renk değiştirerek sararma, hatta ilerleyen dönemlerde kahverengileşmeye doğru dönen bir renk oluşturabilir. Şeffaf olan bir vernik, zaman geçtikçe ve UV ışığına maruz kaldıkça çapraz bağlanma yaparak ve eskimeye bağlı olarak orijinal görünümünü kaybedebilmektedir. Zaman içinde oluşan bu renk değişimi verniğin eskimesinden kaynaklanmakta ve bu bozulmaya da vernikte sararma denmektedir.

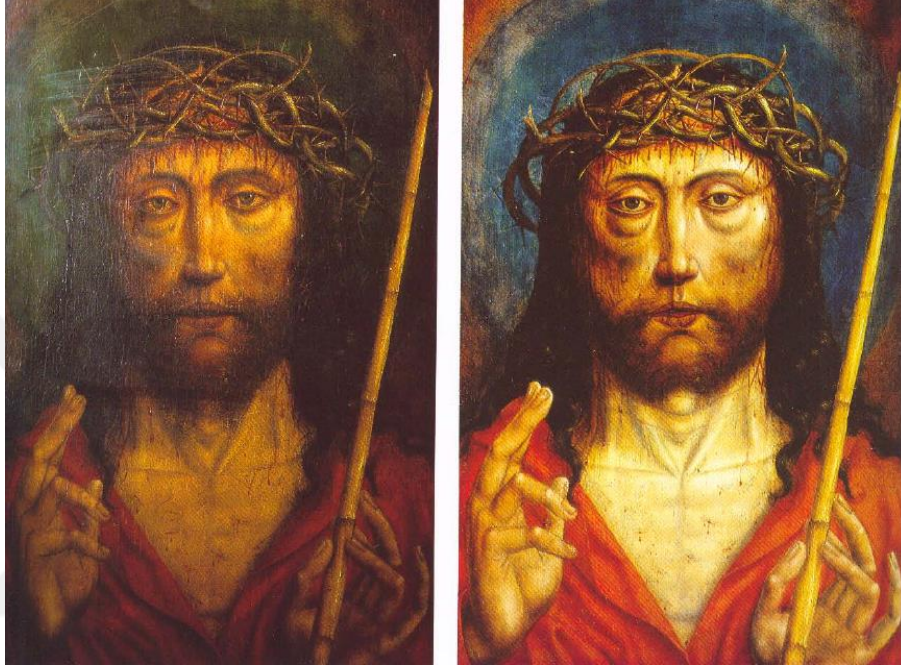
Doğal reçineler içeren vernikler, oksijeni absorbe ettiği için sarı, oksidasyon oluşturan doymamış bileşikler olarak ortaya çıkarlar. Sararmaya uğramış verniklere sahip tablolarla boya tabakasının görüntüsü ve yapısını büyük oranda değişime uğrar. UV ışınımına maruz kalan verniklerde de sararma görülmekte ve zamanla resmin okunurluğunu zorlaştırmaktadır (Büyükakıncı, 2010: 51).

Degradasyon olarak adlandırılan bu bozulmaya uğrayan sararmış vernikler boya tabakasının renklerini, yapısını, önemli ölçüde değiştirebilmektedirler. Canlı renk tonları zamanla koyulaşır veya tümüyle rengini kaybedebilir. Bunun sonucunda yağlı boya tabloda sanki tek bir renk boyanın alt tonları kullanılmış gibi bir izlenim meydana gelir.

Sararmanın bütün bu olumsuz etkilerine rağmen, ultraviyole ışık filtresi görevi görmeye devam etmesi tablo için bir avantaj olmaya devam eder. Sararmanın bozulmanın derecesine göre, dalga boyu kısa olan görünür ışığı ve UV ışıkları süzerek boya tabakasını korumaya devam edebilir. Sararmanın oranı kullanılan verniğin yapısı ile maruz kaldığı ışığın dalga boyu şiddetine ve süresine bağlıdır. Işık ve çevre

koşullarına karşı daha dayanıklı olan sentetik reçine vernikleri doğal reçine verniklere göre daha az sararma gösterir. Bir yağlı boya tabloda sararma degradasyonunun olup olmadığını anlamak için beyaz boyanın uygulandığı alanlara bakılır ve sararmanın olup olmadığı ya da ne derecede sararma olduğu bu alanlardan yapılacak çıkarımlar ile söylenebilmektedir (Emre, 2010: 63).

Şekil 2.1: Sararma bozulması gösteren tablonun temizlik öncesi/sonrası



Kaynak: Nicolaus, 1999: 330.

Berrak, şeffaf bir verniğin zamanla orijinal görünümünü kaybederek sarı veya kahverengimsi bir renge dönerek, yaşlanmaya da bağlı olarak bu renk değişikliğinin bozulma olduğuna karar verildikten sonra, bozulma türüne uygun yaklaşmak önem arz etmektedir. Sararmanın derecesi verniğin bileşimine bağlıdır. İşlem, yağın sarı renk değişimi ile karşılaştırılabilir. Bu nedenle eserin bozulmasını anlamak için eserin yapısını malzemesini iyi bilmek gerekir.

Sararmış vernikler, boyanın etkisini ve boya tabakasının yapısını önemli ölçüde değiştirebilme özelliğine sahiplerdir. Hassas renk nüansları ve sanatçının bilinçli olarak yaratacağı sıcak ve soğuk renklerin etkileşimi ya yumuşar ya da tamamen kaybolur. Bu düzeltirmenin yarattığı genel etki “*tek renklilik, vurgusuzluk ve rengin bir tabloya kattığı çekicilikten yoksunluk*” olarak tanımlanabilir. Bu nedenler tablodaki vernik yenileme işlemi öncesinde ve sonrasında dramatik farklar meydana

çıkabilmektedir. Günümüzde sahip olduğumuz bilgiler ışığında restorasyon tarihine bakıldığında en azından 19. yüzyıldan önce yapılmış tüm resimlerin en az bir kez, hatta belki birkaç kez temizlenmiş olacağını varsaymamız gerekmektedir (Nicolaus, 1999: 328-329).

Şekil 2.2: Sararma bozulması gösteren tablonun temizlik işlemi sırasında ortaya çıkardığı görüntü



Kaynak: <https://mashable.com/article/oil-painting-200-year-old-varnish-restoration>

2.3. Ağarma (Blanching)

Ağarma veya beyazlaşma olarak da tanımlanabilen *blanching*, boya tabakasında veya vernik tabakasında görülebilmektedir. Ağartmanın meydana gelmesinde etkili olan en önemli faktör bağıl nem-su veya asitlerle doğrudan temas etmesidir. Ağarma genellikle herhangi bir optik yüzey beyazlatmasını ilgilendiren durumdur. Buğulanma terimi ise yüzeydeki yağlı boyadan geri alınabilir bileşenlerin gücü veya birikme sürecini ifade eder. Buğulanma, boyada bulunan serbest yağ asitleri, metal sabunları, balmumu gibi organik malzemelerin beyaz renkli birikintilerini tarif etmek için kullanılan bir terimdir. Ayrıca boya üzerinde, çoğunlukla suda çözünür tuzlar içerisindeki inorganik tortuların varlığını göstermektedir. Genel olarak boya tabakasından yüzeye çıkan serbest yağ asitlerini ve sabunlarını tarif etmek için kullanılır (Kayser, 2021: 36).

Yaşlanmış tabakalarda tanelenmeden kaynaklanan ışığın saçılımı olarak tanımlanabilir. Resim üzerinde buğulu-bulutlu bir görünüm oluşur ve resmin okunurluğunu olumsuz yönde etkiler (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.3: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan ağarma/blanching



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.4. Buğulanma (Blooming)

Vernik katmanında oluşan diğer bir bozulma çeşidi ise buğulanma olarak adlandırılan *blooming*'dir. Buğulanma, çoğunlukla resmin yüzeyine uygulanan kalın parlak bir vernik katmanında görülür ve yine çoğunlukla resimdeki koyu renkli alanlarda rastlanır. Buğulanma resmin yüzeyinde beyaz, hafif sisli bir görüntü oluşması şeklinde meydana gelmektedir. Vernik tabakasının altında bulunan boya tabakasındaki amonyum sülfatın kristalleşerek yüzeye çıkması sonucunda *blooming* meydana gelmektedir. Bu bozulma çeşidinde, higroskopik özelliklerden dolayı oluşan bu tuz birikintileri yoğunlaşmayı artırmaktadır. Asit oranı daha yüksek olan verniklerde buğulanma ihtimali daha fazla bulunmaktadır. Bu bozulma çeşidinde ışık katalizör etki göstererek bozulmanın hızını ve şiddetini artırmaktadır.

Vernik tabakasına işleyen nem, bu bozulmaya en sık neden olan etkidir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.4: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan buğulanma bozulması örneği



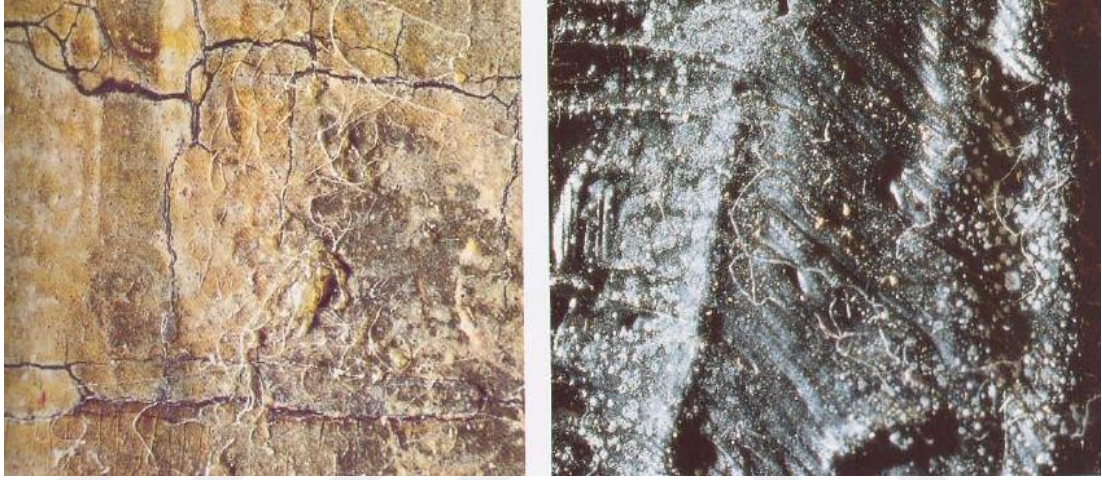
Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.5. Yüzey Kiri

Vernik katmanı resmin en üstünde yer almasından dolayı, vernik veya boya katmanı üzerinde biriken partikülleri ifade eden yüzey kiri oluşumu da bu katmanda meydana gelmektedir. Yüzey kiri oluşumu resmin görünümünü ve okunurluğunu etkilemektedir. Büyük oranda çevresel etkenlerden dolayı oluşan yüzey kiri, resmin üstünde birikerek ve biriken bu kısımların temizlenmemesiyle gelişim göstermektedir. Havada asılı bulunan partiküller, resim yüzeyinde birikerek kir tabakası oluşmasına neden olmaktadır. Havadaki partiküllerin resim üzerinde oluşması sonucu meydana gelen kir tabakasının resme etkisi de vernik sararmasından çok farklı değildir. Aynı vernik sararmasında olduğu gibi, resmin yüzeyinde gri-beyaz veya sarı bir görünüm oluşturmaktadır. Çoğunlukla resimlerin hava geçirimsiz mekanlarda sergilenmemesinde dolayı, normal bir ortamda teşhir edilmektedir. Bir mekânda sergilenen resmin, yüzeyine havada bulunabilen kirlerin birikmesi ortamın bağıl nem ve sıcaklık değerleri gibi çevresel koşullarıyla da doğrudan bağıntılıdır. Resmin üstünde bulunan yüzey kiri, yüzeydeki çatlaklarda birikme göstererek, tablo üzerindeki hasarın boyutunu büyötmektedir.

Havadaki kir parçacıklarına ek olarak, bu tortular daha önceki restorasyonlardan kaynaklanan yabancı maddeleri, resmin kendisinden kaynaklanan maddeleri ve biyolojik aktivitenin yan ürünlerini içerebilir. Resmin etrafındaki hava, resim tabakasında bir kir tabakası olarak biriken katı, sıvı ve gaz halindeki maddelerden oluşur. Geçmiş restorasyonlardan arta kalan kalıntılar arasında gömülü pamuk lifleri (filamentleri) solvent kalıntıları, çerçeve restorasyonlarından kalan altın veya bronz varak izleri ve parmak izleri bulunabilir.

Şekil 2.5: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri örnekleri



Kaynak: Nicolaus 1999, 334.

Verniklenmemiş boya katmanlarının yüzeyinde zaman zaman gevşek pigment ve diğer elementler görülür. Bu “*çiçeklenme*”, doymuş yağ asitleri ve/veya boya tabakasındaki bozulma ürünleri gibi maddelerden oluşabilmektedir. Bunlar da yüzey kiri olarak kabul edilir ve yüzey temizliği sırasında çıkarılırlar. Daha önceki küf ataklarının kalıntıları da yüzey kiri ile benzerlik gösterebilir. Yüzeydeki kir, resmin görünümünü ve okunurluğunu etkiler. Pürüzsüz, vernikli boya katmanlarının, üzerlerine belirli bir açıyla ışık düştüğünde parlak görünmesi beklenir; mat görünüyorsa, konservasyona ihtiyaç duyulabilir. İnce yapılı mat boya katmanları ise, fark edilmeden çok daha fazla kir toplayarak bozulmaya uğrayabilir.

Resimlerde, resim verniğinin sararmasından ayırt edilmesi zor olan, izole yamalar ve/veya düz gri ve sarımsı renkli bir tabaka şeklinde yüzey kirleri bulunabilir. Özel veya halka açık odalarda asılı olan tablolarda zaman zaman beklenmeyen nedenlerle yüzey kiri oluşumu olabilir. Ziyaret sırasında içilen gazlı içeceklerden, sergileme

sırasında meydana gelebilen aksiliklerden kaynaklı yüzeyde istenmeyen maddeler birikebilir.

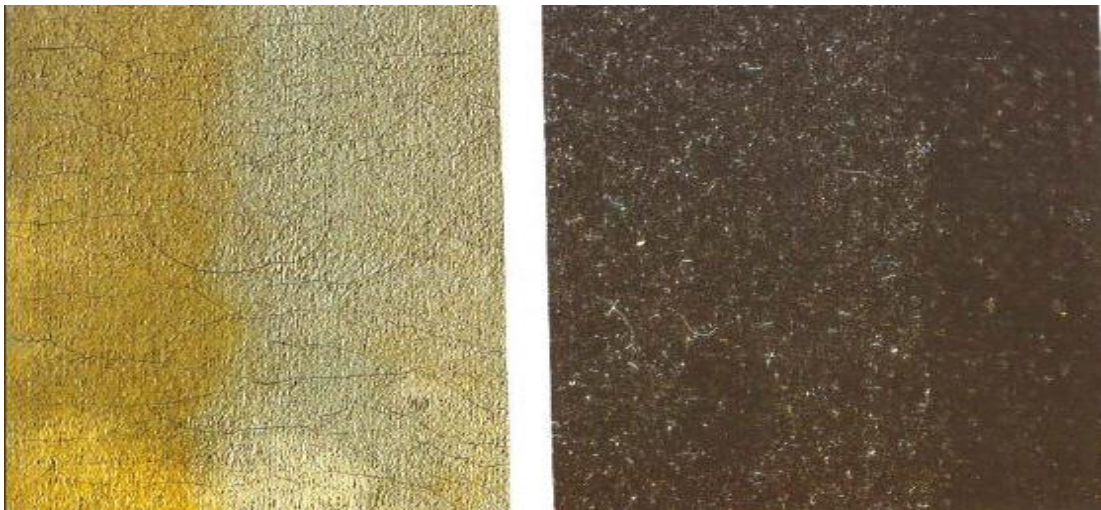
Toz parçacıklarının yalnızca yapışkan kuvvetlerle bağlandığı ve havayla çevrili olduğu yerlerde, bu parçacıklar üzerlerine düşen ışığı saçarlar. Üzerlerinden yansıyan ışık dağınık olup, parlak olan vernik tabakasının üzerinde gri bir örtü gibi görünebilir (Nicolaus 1999, 335-336).

Şekil 2.6: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kirliliğinin öncesi/sonrası görseli



Kaynak: Nicolaus 1999, 336.

Şekil 2.7: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kirliliği çeşitleri



Kaynak: Nicolaus 1999, 337.

Yüzey kiri, sinek lekeleri olarak bilinen böcek dışkılarını da içerir. Bu tür yüzey kirinde böceğin yediği son besinlerin kalıntılarının yanı sıra, amonyak, üre, ürik asit, amino asitler, fosfatlar ve sülfatlar da bulunabilir. Bu istenmeyen maddelerden bazıları dışkının resim tabakasına çok sıkı bir şekilde yapışmasına neden olur. Bu kirlerin yüzeyden çıkarılması ise oldukça zordur. Yüzey kiri ile boya tabakası (yani vernik) arasında net bir bariyer yoksa, yüzey kirini sanatçının bilinçli olarak kullandığı malzemelerden ayırt etmek genellikle zordur.

Şekil 2.8: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yüzey kiri örneği



Kaynak: Nicolaus 1999, 337.

Sanatçının aktarımının önüne geçebilen, resmin okunurluğuna zarar verebilir. İleri boyutlu birikmeler sonucunda tabloda figür kayıpları, renk algısında tek düze bir görünüm ya da gerçek renklerin dışında renk oluşumları gerçekleşebilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.9: Tablo üzerinde meydana gelmiş olan birikme örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.6. Aşınma

Tablonun taşınması ya da yer değişikliği sırasında meydana gelebileceği gibi temizlik işlemleri sırasında yanlış yaklaşımlar ile de meydana gelebilir. Tablonun sathının sürtünme ya da sıyrılmalardan kaynaklanan zemin kaybıdır. Yüzeyde vernik olmasından dolayı, aşınmadan ilk etkilenecek katman vernik olabilir. İyi paketlenmeden nakliye edilmesi sonucunda tablo yüzeyinde çizik, aşınma, malzeme kaybı gibi farklı derecelerde bozulmaya uğrayabilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.10: Aşınma bozulması gösteren yağlı boya tablo örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.7. Çiçeklenme

Vernik tabakasında görülen ve ilk başta kahverengimsi renkte olup, verniğin kalınlığı arttıkça da mavimsi ya da grimsi bir renk alan bozulma şeklidir. Daha ziyade renkli boya tabakalarında belirgin olan bu durum vernik tabakasının yüzeyinde ufak parçalar halinde meydana çıkar. Vernik çok kalın bir film oluşturacak şekilde uygulandığında çiçeklenme şekilleri de oluşmaya başlar. Vernik tabakasının, dumanlı veya beyazımsı bir film gibi görünmesinin nedeni tabloların bulunduğu ortamların atmosferik şartlarından kaynaklanmaktadır. Vernikteki çiçeklenme, ışık yoğunluğuna bağlı olarak artış gösterebilir.

Çiçeklenmenin temelde iki ana nedeni vardır. Birinci neden ya atmosferdeki ya da boya tabakasındaki amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) kristalleri ile ilişkilidir. Amonyum sülfat kristallerin nem çekme özelliğinden dolayı, tuz tortuları yoğunlaşma süresinin artmasına neden olur. Atmosferik kirlilik nedeniyle boya tabakasında oluşan amonyum sülfat yüzeyde kristalleşerek pürüzlü yüzeyler oluşturur ve çiçeklenme degradasyonuna yol açar. Bunun neticesinde de tablo üzerinde renk değişimleri meydana gelir. İkinci neden ise kuruyan vernik tabakasından kaynaklanan çiçeklenmedir. Maddelerin çözücü bileşenleri, vernikteki kirlenmelerle birlikte çözünme bileşkelerinin gizli kalmasıdır; yani görülememesidir. İkinci neden ancak kristallerde maddelerin varlığının gösterilmesiyle ispatlanabilir. Atmosfer ve toz kaynaklı kirlenmeler vernikli yüzeyi biraz kapatan çiçeklenmeye neden olur. İçerdiği bileşikler sebebiyle bünyelerinde çok asit gurubu bulunduran vernikli tabakaları, çiçeklenme şeklinde bozulmaya meyillidirler. Tablo üzerindeki nemli alan yoğunlaşarak nemin kaybolmasına rağmen, deneyler sonucunda çiçeklenmenin tekrar aynı alanda oluşup orada meydana gelebileceğini göstermiştir (Karataş, 2019: 54).

Şekil 2.11: Çiçeklenme bozulması gösteren tablo



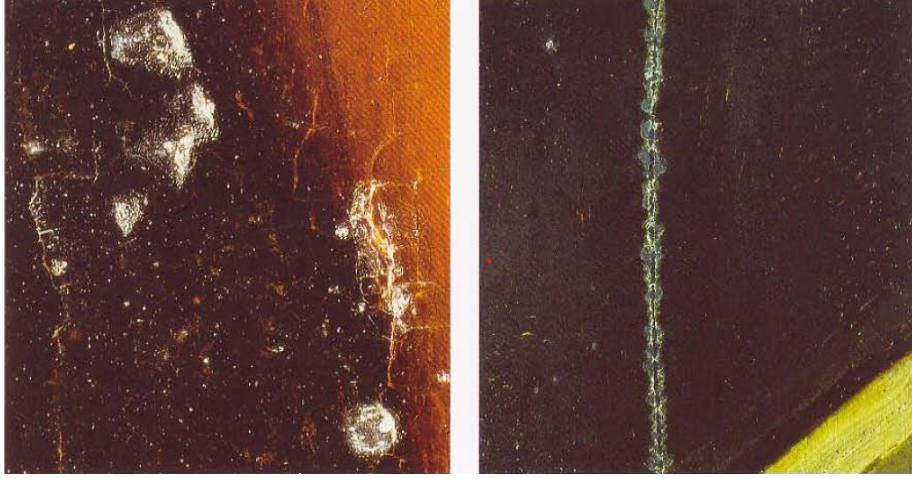
Kaynak: Nicolaus 1999, 331.

2.8. Gevrekleşme/Kırılma

Vernik tabakasının zaman içinde kendi elastikiyetini kaybetmesiyle oluşan bozulma çeşididir. Doğal veya sentetik reçinelerle uygulanmış vernik tabakası, çözücünün tamamen buharlaşması sonucunda ve çeşitli iç ve dış kaynaklı degradasyon sonucunda esnekliğini kaybederek kırılmağa. Yumuşak reçine verniklerin tamamı ile bazı sentetik reçine vernikler, atmosferik etkiler veya içerdikleri çözücülerin buharlaşması neticesinde mevcut esnekliğini kaybederek kırılmağa başlarlar. Yumuşak reçine verniklerinin kırılmağa göstergelerinden bir tanesi de öncelikle oluşan ince çatlaklardır.

Elastikiyet kaybı, vernik uygulandıktan hemen sonra solventin buharlaşmasıyla erken bir aşamada başlar. Bu durum yumuşak reçine verniklerinde solventin kaçma hızı olarak tanımlanır ve kaçma hızının değişikliğine göre farklılaşır. Mastik vernik solventi, dammar vernik solventinden çok daha hızlı bir süre olarak kabul edilebilen bir ay içinde buharlaşarak kaybolur. Bu kuruma hızı ise mastik verniğinin dammar verniğine göre neden daha kırılmağa olduğunu açıklamaktadır. Şiddetli gevrekleşme belirtileri, özellikle boya yüzeyindeki en ufak bir baskının sonucu olarak, büyük pullar halinde boya tabakasından ayrılabilen, yaşlanmış polisikloheksanon reçine vernikli resimlerde görülmektedir. (Nicolaus 1999, 331-332).

Şekil 2.12: Kırılma/Gevrekleşme bozulması örneği



Kaynak: Nicolaus 1999, 333.

2.9. Çatlak Oluşumu

Tablodaki verniğin yapısına, bozulma şekli ve derecesine, boya tabakasına ve desteğin özelliklerine bağlı olarak çatlak oluşumu; genel olarak yaşlanma çatlakları, kuruma çatlakları ve ince çatlaklar olmak üzere üç şekilde kendini belli etmektedir. Ayrıca kuruma çatlakları ile özdeş özelliklere sahip olarak timsah görünümlü çatlaklar da meydana gelebilir. Bu tip bozulma kuruma çatlakları ile özdeş olup, tablo üzerinde timsah derisi görünümlü yoğun çatlak ağı geliştirebilmektedir.

İnce Çatlak Oluşumu/Dik Kopma:

Resmin herhangi bir katmanında meydana gelebilen ince çatlaklar şeklinde tanımlanabilen bozulma türüdür. İnce çatlaklar şeklinde meydana gelen bu bozulma, ilerleyen dönemlerde çatlakların sıklaşması sonucunda resmin yüzeyinden dikey şekillerde kopma-düşme yapacak kadar bozulmaya dönüşebilmektedir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Vernik tabakasının bileşiminde, yaş, boya tabakası ve destek (şase) tarafından oluşturulan küçük çatlaklar vardır. Vernikteki bu küçük çatlak, yaşlanan çatlaklar ve kuruyan çatlaklar olmak üzere iki şekilde oluşabilir. Vernikteki eskime çatlaklarına kalın, elastik olmayan bir vernik tabakası, alttaki boya tabakasının reaksiyonları ve desteğin hareketleri neden olur. Bu tür çatlaklar, gerekli koşullar sağlandığında tüm

resimlerde görölse de ahşap panel resimlerinde, erken aşamalarda birbirine paralel uzanan ince bir çatlak ağı olarak en belirgin şekilde kendini belli eder. Küçük çatlağın şiddeti, atmosferik nem düzeyine ve resmin maruz kaldığı sürenin uzunluğuna göre değişmekte; özellikle dekoratif çerçevenin yakınında yoğunken, çerçevenin oluşuyla korunan dar şeritte çok nadiren veya hiç oluşmamaktadır.

Boya tabakasının üzerine uygulanan vernik tabakasında zaman içinde yaşlanmanın da etkisiyle ince çatlaklar meydana gelir. Bu çatlak degradasyonu boya katmanına ulaşamayan, nüfus edememiş birbirine çok yakın yüzeysel çatlaklar olarak tanımlanmaktadırlar. Bu çatlakların oluşmasında boya tabakası, verniğin içeriğindeki bileşenler, verniğin yaşı ve tabloda kullanılan malzemelerin birbirleriyle olan etkileşimleri hayli etkilidir. Verniğin eskimesine ve atmosferik koşullarla bağıntılı olarak ince çatlaklar tablonun yüzeyinin donuk bir görünüm kazanmasına yol açarak tablonun okunurluğunun zorlaşmasına neden olabilir (Nicolaus 1999, 332).

Şekil 2.13: Yağlı boya tablo üzerinde görülen ince çatlaklar



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

Yaşlanma Çatlakları:

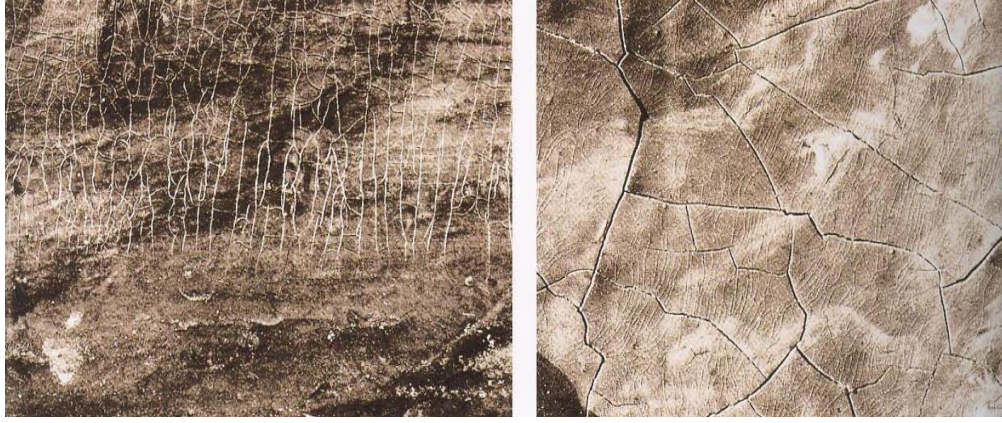
Vernik tabakasındaki yaşlanma çatlaklarına neden olan en önemli nedenler, kalın, elastik olmayan verniklerin uygulanması ve boya tabakasının tepki ve hareketleri sonucunda meydana gelen gerilmelerdir (Nicolaus 1999, 332).

Uzun bir zaman içinde gelişen olumsuz ortam koşullarının, mekanik veya diğer nedenlerin sonucunda gelişen gerilmeler şeklinde oluşan bozulma şeklidir. Destek katmanından başlayan çatlaklar, resmin tüm katmanlarına geçer. Münferit çatlaklar veya ayrılmalar, düz ya da eğri hatlardan oluşan bir ağ şeklinde gelişme gösterebilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Belli koşullar altında zamanla tüm yağlı boya tablolarında oluşan bir çatlak tipi olarak karşımıza çıkar. Bu tip çatlakların ana nedeni; elastik olmayan veya elastikliğini yitiren kalın sürülmüş, yanlış hazırlanmış vernik içerikli karışımların yanı sıra, boya tabakasındaki ve şasedeki değişimler bu çatlak degradasyonuna neden olabilir. Öncelikle doğrusal olarak tanımlanabilen görünümüyle bu çatlaklar, boya tabakasının renklerini donuklaştırır. Ve bu degradasyonun ilerlemesi durumunda da tablodaki renkler tanınmaz hale gelebilir. Yaşlanma çatlaklarının birbirine çok yakın olduğu durumda ise, vernik tamamen opaklaşarak resim yüzeyi görünmez bir hal alabilir (Emre, 2010: 63).

Vernikteki yaşlanma çatlaklarının yerleşimi, resmin desteğine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Belirgin eskime çatlaklarına sahip tuval resimlerinde, vernik çatlakları resim katmanının ayrı alanlarında yoğunlaşır ve bu alanlarda mevcut olan iç gerilmeleri yansıtır. Ahşap panel boyamalarında birincil çatlaklar paralel olarak (meşe panellerdeki damarlara dik açılarda) ilerler ve ızgaralar (veya bir çatlak kafesi) oluşturur. Zaman geçtikçe vernikteki yaşlanma çatlakları giderek daha ince çatlaklara dönüşür. Vernikteki eskime çatlakları, bir resimdeki rengin etkisini etkiler. İnce çatlaklar ışığın kırılmasını değiştirir, bunun sonucunda da boya tabakasının renk efekti kaybolur ve “donuk” bir havaya sahip olur. Yaşlanma çatlaklarının birbirine çok yakın olduğu ve verniğin “kör” olduğu, yani kısmen veya tamamen opak olduğu durumlarda verniğin “sır çatlağı” olduğu düşünülmektedir. Vernikteki eskime çatlakları, solvent buharları kullanılarak “yeniden oluşturulabilir”. Bu yeniden oluşturma ile vernik üzerindeki çatlaklar ilk formuna dönmese de optimum geri dönüş ile yeniden yapılandırılabilir (Nicolaus 1999, 332).

Şekil 2.14: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan yaşlanma çatlak örnekleri



Kaynak: Nicolaus 1999, 333.

Kuruma Çatlakları:

Kuruma çatlakları çok geniş veya yay şeklinde oluşan gerilim çatlakları olarak tanımlanabilen degradasyon türüdür. Kuruma çatlaklarının oluşmasında kuruyabilir yağlar, kurutucular gibi katkı maddelerinin verniğe eklenmesi de etkili olabilmektedir. Bu çatlak degradasyonunun temel sebebi yüzeye sürülen verniğin üst katmanı hızlı bir şekilde kururken, alt katmanının daha yavaş bir şekilde kurumasıdır. Vernikte meydana gelen bu kuruma çatlakları sarı-koyu sarı renge sahip olabilmektedir. Bu çatlakların boya tabakasından alınması, temizlenmesi diğer bozulma çatlaklarına göre daha zordur (Nicolaus 1999, 332).

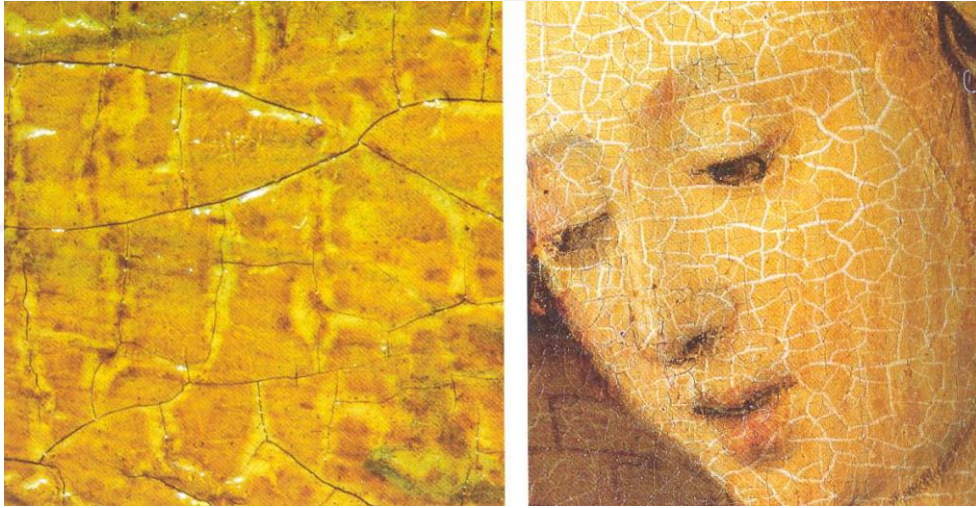
Kimyasal işlemler ve/veya fiziksel etkiler sonucunda renk tabakalarının kuruması aşamasında oluşan eğri ve geniş çatlaklardır. Bu tür çatlaklar sadece boya katmanında oluşur ve diğer katmanlarda meydana gelmez. Boya katmanında oluşan başlıca çatlaklar kuruma çatlaklarıdır ve zaman içinde diğer formdaki çatlaklara dönüşebilir ya da diğer katmanlardaki bozulmaları tetikleyebilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.15: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan kuruma çatlakları



Kaynak: Nicolaus 1999, 334.

Şekil 2.16: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan kuruma çatlak örnekleri



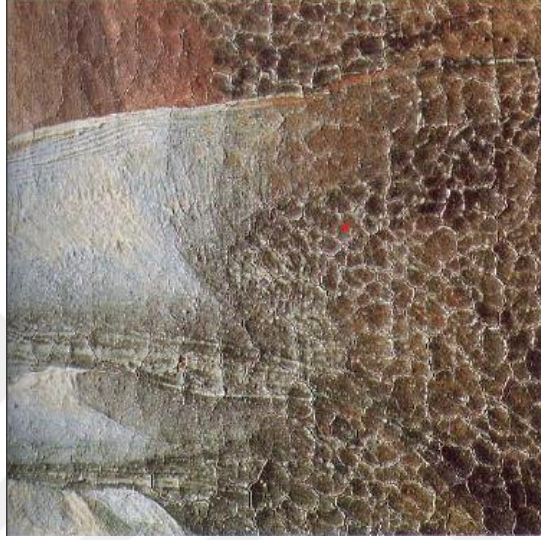
Kaynak: Nicolaus 1999, 313.

Vernik tabakasındaki yaşlanmadan dolayı ortaya çıkan mikroskobik çatlamlar, sisli görünümünü etkileyen ışık yansımasının kırılmasına yol açar. Bu durumun ilerlemesi ve aşırı boyutlara ulaşmasıyla vernik katmanı tamamen opak hale gelebilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Bir vernik tabakası, birbirine çok yakın çatlaklar halinde parçalandığında bu olaya sır çatlağı adı verilir. Sır çatlama bozulması, bir dizi ince çatlağın gelişmesiyle oluşur ve özellikle İtalyanlar tarafından cam kırılmasını veya parçalanmasını tanımlamak için

kullanılan bir terimdir. Latince *crepare*, fiilinden türetilmiş olup “ölmek” anlamına gelmektedir, bu bağlamda da verniğin bozulması kastedilmiş olabilir. Hem vernik tabakasında hem de boya tabakasında çatlama meydana gelebilir ve buna göre iki tip arasında bir ayrım yapılır. Fiziksel açıdan bakıldığında resimdeki uyum kaybının, optik olarak homojen olmayışının, donuk bir ortama indirgeyen çatlamlar sorumludur.

Şekil 2.17: Vernik çatlaması örneği gösteren bir yağlı boya tablo



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

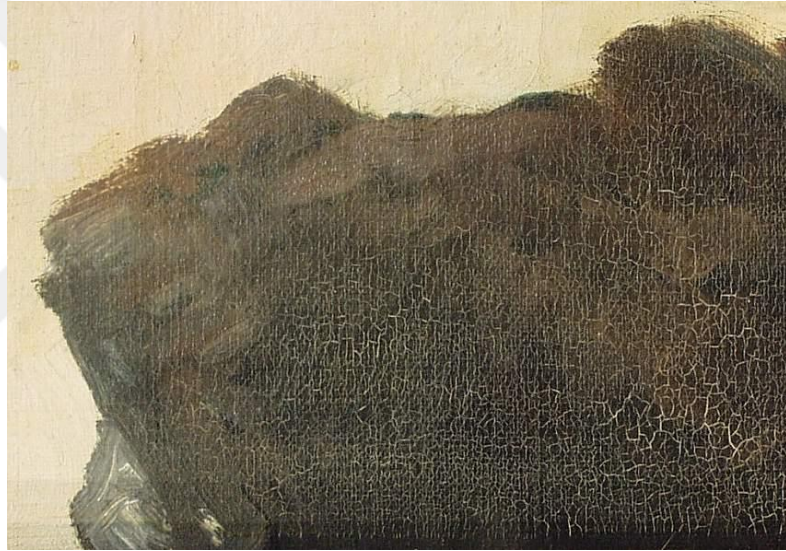
Bu tür bozulmanın nedenleri 19. yüzyılın ortalarında keşfedilmeden önce, genellikle "bulutlanma" veya "küflenme" ile ilişkilendirilmekteydi. Küf saldırısının başlangıçta bir resmin yüzeyindeki çatlama olduğundan, ona gri ve küflenmiş bir görünüm verdiğinden şüphelenilmekteydi.

Çatlamanın ortaya çıkması, verniğin yaşına ve sanat eserinin maruz kaldığı iklime bağlı olarak genellikle oldukça uzun zaman aldıktan sonra ortaya çıkar. Eski vernik katmanlarında ise aniden, neredeyse bir gecede ortaya çıkabilir. Su borularında veya kalorifer borularında fark edilmeyen kırılmalar veya uygun olmayan iklim koşullarında bir resim taşınırken yetersiz paketleme sonucu maruz kaldığı ısı, nem sonucunda kısa bir zaman dilimi içinde oluşabilir.

Timsah Görünümlü Çatlaklar:

Kuruma sürecinin riskli olduğu durumlarda üst boya katmanları timsah derisi görünümüne benzer bir desen alabilir. Alt katman görünür bir hal alır ve üst katmanda da yükselme meydana gelir. Bu bozulma şekli “*Kuruma Çatlakları*” olarak da bilinir ve görsel örnekleri kuruma çatlakları ile özdeştir. Verniğin tam anlamıyla kuruması gerçekten uzun bir süre alır. Bu uzun süren kuruma süresi sırasında dramatik değişikliklerin yaşandığı ortamlarda (ısı, ışık, nem, bağıl nem, vb.) bozulma başlayabilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.18: Yağlı boya tablo üzerinde görülen timsah görünümlü bozulma



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.10. Bitüm Bozulması

Kömür katranından yapılmış ve 19. yüzyıl resimlerinde sıkça kullanılan koyu bir boya olan bitüm boya, yaşlanırken içerisindeki olumsuz kimyasal tepkimeler nedeniyle yanık gibi kabarcıklar oluşturarak bozulmaya neden olmaktadır. Bitüm bozulması sonucunda vernik tabakasının da dahil olduğu bozulma ile tablonun sathında kabarmalar ve bu kabarmaların etrafında çatlamlar şekil deformasyonları meydana gelir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.19: Yağlı boya tablo üzerinde oluşan bitüm bozulma örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

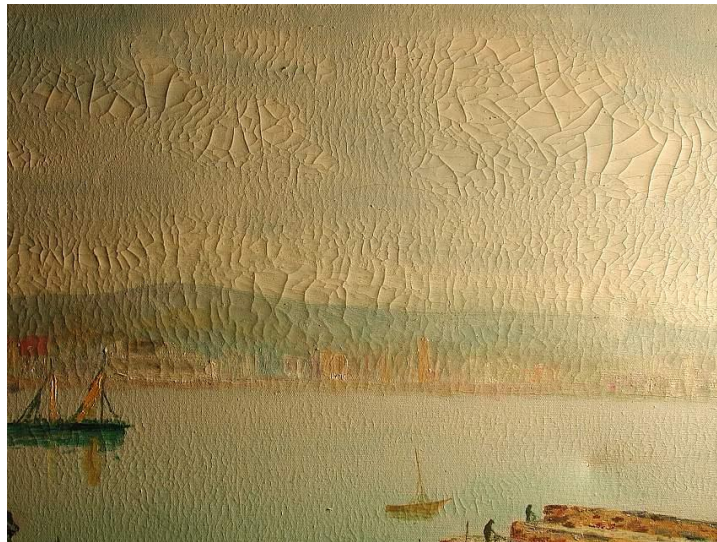
2.11. Bleeding/Kanama-Terleme

Genellikle nem veya çözücülerden kaynaklanan bir rengin bitişik alanlara yayılması şeklinde tanımlanabilen bir bozulmadır.

2.12. Çukurlaşma

Tablodaki eski boya veya vernik, çatlamlar dolayısıyla gevşer ve kenarları kupa gibi çukurlaşarak bozulmaya uğrar. Tablo yüzeyinden çukurlaşmalar ya da potlar meydana gelebilir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.20: Çukurlaşma bozulması gösteren bir yağlı boya tablo örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

2.13. Yapraklanma

Tablonun zemin, boya ve/veya vernik katmanlarının ayrılması şeklinde tanımlanabilen bozulmadır (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.21: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen yapraklanma bozulması



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

Şekil 2.22: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen yapraklanma bozulma örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

Katman Arası Yapraklanma:

Zeminin iç ve dış şartları doğrultusunda boya tabakası ve vernik katmanı birbirinden ayrılarak bozulmayı meydana getirir (http://www.art-conservation.org/?page_id=1170).

Şekil 2.23: Yağlı boya tablo üzerinde meydana gelen katmanlar arası yapraklanma örneği



Kaynak: http://www.art-conservation.org/?page_id=1170.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DAMMAR, KETON VE REGALREZ 1094 REÇİNE VERNİKLERİNİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

3. Dammar, Keton ve Regalrez® 1094 Reçine Vernikleri

Düşük molekül ağırlığına sahip Dammar (triterpenoid), Keton ve Regalrez® 1094 reçine vernikleri; kullanım alanlarına göre farklılıklar göstermiştir. Dönem dönem tercih edilme nedenleri değişiklik göstermiştir. Konservasyon açısından mukavemet, kararlılık ve uzun ömürlü olma özellikleri tercih sebeplerini oluşturmaktadır.

Tez kapsamında bu bölümde, yapay olarak yaşlandırmaya maruz bırakılarak bozulmaya uğratılan reçinelerin köken, üretim, ticari-konservasyon kullanımı gibi detaylara yer verilmiştir. Ayrıca reçinelerin kullanımı sırasında spre-y-fırça-hava tabancası uygulamaları için bilgiler de bulunmaktadır. Uygulama aşamasında karşılaşılabilecek olumsuz şartların bertaraf edilmesi konularında da detaylı bilgiler yer almaktadır.

3.1. Dammar Reçine Verniği

Menşei ve Coğrafyası:

Doğal ve yumuşak reçineden yapılan triterpenoid içerikli dammar, 400'ü aşkın tür ve 15 cins içeren Dipterocarpaceae familyasının Dipterocarpoideae alt familyasına ait ağaçlardan çıkarılarak üretilmektedir.

Sadece Borneo'da (Güneydoğu Asya'da bulunan Borneo adası, yüzölçümü açısından dünyanın en büyük üçüncü adası olup; Endonezya, Malezya ve Brunei tarafından paylaşılmış olan) 280'i aşkın tür bulunmaktadır. Hindistan, Burma ve Tayland'da çoğunlukla Balanocarpus heimii, Shorea robusto, Vateria indica ve Hopea odorato isimli bu türleri ile Sri Lanka'da ise sadece Doona'nın iki ana türü kullanılmaktadır.

Menşei ve tedarik:

Dammar reçinesi, Malezya ve Endonezya'da üretilmektedir. Dammar reçinelerin isimlerini sıklıkla üretildikleri ve nakliye edildikleri yerlerden alır. Singapur dammarı,

yüksek-kaliteli olarak sınıflandırılır, büyüklüğüne ve de 1-3 numaralar arasında kalitesine göre gruplandırılır. Jakarta dammarı ise özellikle kalite seviyesinde A grubundan F grubuna (pudra) kadar yer alır. Genellikle “A”, “B”, ve “C” seviyeleri Avrupa’da satılmaktadır. Dammar genellikle alkol eklenerek balmumundan arındırılır, daha sonra çalkalanır ve kaptan ayrılmadan önce mumlu çökeltinin şekil almasına izin verilir.

Avrupa'da çok eski zamanlardan beri kullanılan mastiğin aksine, dammar 19. yüzyıla kadar Avrupa'ya tanıtılmamıştır. Dolayısıyla 19. yüzyıla kadar Avrupa’da yaygın olarak mastik kullanımı mevcuttur. Avrupa'da ilk kullanımı (Almanya'da) için genellikle verilen tarih 1827 yılıdır. Ancak Almanya'da kullanımı bu tarihten birkaç yıl sonrasına kadar yaygınlaşmadan sınırlı şekilde üretilmiş ve kullanılmıştır. Ayrıca dammar reçinesi üreten ağaçların cins ve kimliği konusunda sürekli bir kafa karışıklığı olduğu için yaygın olarak kullanıma geçmesi süre almıştır (Mayer, 2002: 134).

Toplanması ve fiziksel yapısı:

Dammarın hasat edilmesi hayli zor bir işlemdir. Dağınık halde bulunan ağaçlar öncelikle vahşi ormanlardaki diğer türlerin arasından bulunmalıdır. Kaliteli reçine ürünleri bulmayı beklemek için, ağaçlar mutlaka 50 yıllık olgunluğa erişmiş olmalıdır. Olgun ağaçlarda artan haşere istilası, toplama işlemlerinde sakıncalar doğurmakta ve dammar reçinesinin kalitesini azaltma eğilimindedir. Uygun bir ağaç bulunduğunda ağaç gövdesine bir yarık açılarak reçine dışarı akıtılır. Yarık açıldığı zaman dammar reçinesi, akışkan kıvamda uçucu aromatik kokular ile sertleşip akmaya başlar. Açık veya uçuk sarı renkli reçinenin yuvarlak kümeleri toplanır ve büyüklüklerine göre ayrılır. Kir, ince dallar, taşlar ve diğer yabancı maddeler dammar ile neredeyse her zaman bütünleşmiş olarak bulunmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 64).

Endüstriyel ve Sanatsal Kullanım Alanları:

Resim verniği olarak kullanılmaya başlamadan önce dammar reçinesi, Endonezya’da kil kapları kaplamak için kullanılmaktaydı. Ayrıca 18.yüzyıl İtalya’sında müzik aletleri için yağlar ile karıştırılarak da kullanılmıştır.

Dammar'ın 1829 yılında vernik olarak kullanıldığı düşünülmektedir ve ardından 15 yıl sonra daha da yaygın kullanılmıştır. Ressam William Turner'ın 1851 yılında ölümünden sonra, atölyesinde şişe içerisinde dammar reçine kalıntıları bulunmuştur. Erken dönem belgelerde dammar verniğinde görülen, sararmanın ve kırılganlaşmanın durdurulması için kauçuk eklenmesi tavsiye edilmiştir.

Ticari olarak dammar, yağ bağlayıcılar ile karıştırılmış ve yağlı boya için tescilli bir ürün olarak satılmıştır. Sanatçılar dammarı, kendi yağlı boya resimleri için dolgu maddesi ve glaze bağlayıcısı olarak kullanmışlardır. Bugün bile sanatçıların dammarın glaze veya rötuş için bağlayıcılar ile karıştırılması tavsiye edilmektedir. Dammar ayrıca tempera emülsiyonlarında kullanımı ve pastel renk sabitleştirici olarak da tavsiye edilmektedir. Yağlı boya tablolarında 19.yüzyılın ilk çeyreğinden itibaren vernik olarak kullanılmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 63).

Konservasyon Kullanımı:

Resim verniği için dammar, konservatörlerce mastikten daha istikrarlı bir malzeme olarak sunulmuştur. Yıllar geçtikçe konservatörler tarafından sağlamlaştırıcı, bağlayıcı ve de vernikleme için kullanılmaya başlanmıştır. Uzun süredir kullanımda olmasından dolayı, dammarın özellikleri iyi bilinmektedir ve bu da uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır.

Mastik reçine ile kıyaslandığında yaşlanma neticesinde daha az sarı ve daha az kırılgan hale gelen dammar reçinesi bu bakımdan mastiğe göre tercih sebebi olarak görülmektedir. Ancak, dammar reçinesinin vernik kullanımı neticesinde de modern verniklere göre oldukça sarıya dönme eğilimi bulunmaktadır (Duijn, 2016: 128).

Özel uygulamalar için değişiklikler:

Dammar verniğe matlık katması için saf balmumunun az miktarlarda eklenmesi, geçmişte kullanılmış bir yöntemdir. Bu mum, final vernik uygulamasından önce veya final vernik katının kuruması bittikten sonra dammar çözeltisine eklenirdi. Final vernik düzeltmeleri için bir seçenek olarak eğer bu tekniğe ihtiyaç duyulursa, konservatöre uygulama öncesinde hazırlanan farklı seyretileri test etmesi ve mikro kristal mum

kullanması tavsiye edilir. Verniğe mumun eklenmesi ya da final katı olarak sürülmesi, dışarıdaki vernik katlarını hava aracılığıyla gelen kirleticilere karşı daha hassas hale getirecektir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 68-69).

Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri:

Kimyasal olarak sınıflandırıldığında “triterpenoid” olarak adlandırılan bir reçinedir. Molekül ağırlığı bakımından; ortalama molekül ağırlığı 424-506¹ arasındadır. Sayısal ortalama moleküler ağırlığı ise şu anda bilinmemektedir. Yansıtma göstergesi; 1.535-1.538³ olarak saptanmıştır. Hal değişim ısısı ise, 67-75° arasında gerçekleşmektedir.

Fiziksel olarak incelendiğinde, dammar reçinesi tam olarak kuruduğu zaman oldukça kırılgan olarak kabul edilir. (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 64).

Çiçeklenmenin (bloom) oluşmasını engellemek ve nemin zararından kurtulmak için yüksek nem oranı süresi boyunca vernikleme işleminden kaçınılmalıdır.

Çalışma niteliği ve uygulama özellikleri:

a) Katman Biçimi

İlk kuruma safhaları sırasında dammar reçinesinin katmanı düşük viskozite (akışmazlık) ve düşük molekül ağırlığı dolayısıyla akıcı olmaya devam edecektir. Reçine, pürüzsüz parlak bir katman oluşturan resim yüzeyinde karışır ve pürüzleri doldurur.

b) Doygunluk

Dammar reçinesinin düşük molekül ağırlığı ve düşük viskozite (akışmazlık) özellikleri, yüksek kırılım katsayısının katman oluşturmada temel ilkelerdir. Sonuç olarak dammar vernik ile kaplanan resim katmanları, yüksek akışkan olmaya özellikte polimer ve yüksek molekül ağırlığı ile kaplananların aksine doymuş görünür.

c) Parlaklık

Dammar vernik tabakası, kolaylıkla pürüzsüz yüksek parlaklıkta yüzey oluşturan %70-80 civarındaki yüksek yoğunluklarda dahi, akışkan olmaya devam edecektir. Parlaklık eklenen bazı katkı maddeleri veya uygulamada yapılan müdahaleler ile kontrol edilebilir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 68).

Kimyasal Formülü:

Damar reçinesi iki reçine asidinden [dammarolik (C₅₆H₈₀O₈) ve dammarylik (C₃₁H₅₀O₃)], ilk reçine (C₁₁H₁₈O), ikinci reçine (C₃₁H₅₀O) ve az miktarda terpenik uçucu yağdan [dammaryle (C₁₀H₁₆)] meydana gelmektedir.

Damar, büyük ölçüde, 8-resen adı verilen polimerik hidrokarbonların oranlarına ve bir zamanlar a-resen olarak tanımlanan nötr bir fraksiyona sahip tetrasiklik dammaran serisinin triterpenoid bileşiklerinden oluşur (Mills ve White 1987, 93).

Bazı saflığı bozan maddeler yüksek kaliteli dammar reçinesinin dahi içinde olabilir. Bu nedenle en temiz ve belirgin parçalar seçilmelidir. Reçine solvent içerisinde çözüldükten sonra, geriye kalan atıklardan ve çözünmeyen metallere arındırmak için süzülür. Karışım bulanık olabilir fakat süzme işlemi, karışımı temizlemek için polar çözücüler eklemekten daha iyidir.

3.1.1. Kimyasal Yapısı

Tablo 3.1: Dammar reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri

Çözünürlüğü:

Shell Kokusuz White Spirit/Shell Sol® 71	IC
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	SC
Shell Mineralli İspirto 145	SC
Petrol Eteri	SC
Terebentin	SC

Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	S
Ksilen	S
Toluen	SC
İzopropil Alkol	IM
Etil Hidroksil	IM
Aseton	I
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	I

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings,

66.

Tablo 3.2: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları

Kullanılan ifadelerin açılımı:

S	Çözülebilir	Berrak çözelti
SC	Bulanık Çözülebilir	Tamamen çözünmüş, hafif bulanık çözelti
SV	Ağdalı Şekilde Çözülebilir	Berrak, yüksek viskoz çözelti
SR	Tortulu Çözülebilir	Alt kısımda tortulu çözelti
PSG	Bölgesel Çözülebilir Jel	Üstünde çözücü bulunan iki fazlı bir karışımda berrak yumuşak bir jel içinde çözülür reçine
PIG	Bölgesel Çözülebilir Sabit Jel	Üstünde çözücü bulunan iki fazlı bir karışımda sert bir jel içinde çözülür reçine
IM	Beyazımsı Çözünmez	Çözünmez olan ama çok küçük bir kısmı şişmiş ve beyazlamış, süt görünümlü çözelti
IC	Berrak Çözünmez	Çözünmez olan ancak reçinenin küçük bir kısmı şişenin dibine yapışacak kadar şişmiştir, çözücü berraktır
I	Çözünmez	Çözünmez olan, berrak solvent içinde çökelmiş çözünmemiş reçine

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings,

66.

Üreticiler:

- Utrecht Manufacturing Corp. Firmasından; Utrecht Finest Pure No. 1, Singapur Damar Kristalleri,
- Seattle, WA markasından; Daniel Smith,
- Seattle, WA markasından Sakız Damar Kristalleri,
- Conservator's Emporium, Reno, NV'den Gum Damar #1,
- Talas, New York, NY markasından; Damar Reçinesi 1 lb.,
- Kremer Pigments, Inc. Firmasından; Dammar Varnish Matte,
- Sigma Chemical Company, Saint Louis

gibi başlıca üreticiler dammar reçine üretim ve dağıtımında rol almaktadır.

MO markasından 1.Derece Mumdan Arındırılmış Damar ve Winsor & Newton markasından petrol distilatında damar bulunmaktadır.

Üreticilerin tavsiyeleri göz önüne alındığında birçok dammar tedarikçisi, reçinenin hazırlanması için benzer önerilerde bulunur. Birçok vakada ortalama olarak tüm çözeltinin ağırlığının %30'u ağırlığında çözücü olarak terebentin tavsiye edilir. Günümüzde White Spirit ile de karıştırılmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 64).

Ürünlerin üretim yolları:

Kristaller tüy bırakmayan gözenekli bir beze sarılır ve bir terebentin dolu bir kaba daldırılır. Ara sıra sallanması gerekmektedir. Tam çözünme 24-36 saat içinde gerçekleşebilmektedir. Damarın doğal balmumu bileşenleri nedeniyle bir miktar bulanıklık oluşabilir, ancak vernik kurduğunda berrak ve şeffaf olacaktır. İsteğe bağlı olarak bulanıklığı gidermek için az miktarda aseton, etil alkol veya metanol eklenebilir. (Bu tür çözücüler, boya katmanları üzerindeki etkilerinin anlaşılmasıyla birleştirilmelidir.)

Tipik Fırça Çözeltisi:

Konservatörler en yaygın şekilde, %10 ağırlık/hacim oranından %25 ağırlık/hacim oranına değişen çözücü içindeki dammar yoğunluğunda fırça ile uygulama için çözelti hazırlarlar. Dammara, %30 veya daha az ağırlık/hacim oranında terebentin ya da aromatik hidrokarbon içinde çözünebilir.

Tablo 3.3: Dammara reçine verniğinin %10-20 fırça ile uygulama oranı

FIRÇA UYGULAMASI: %10-20 (AĞIRLIK/HACİM)

Solvent	Çalışma Zamanı	Kuruma Süresi
Ksilen veya toluen	5 ile 15 dakika arası	1 ile 2 hafta
TS-28 ve 135 White Spirite	30 ile 40 dakika arası	1 ile 2 hafta

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 68.

Doygun ve eşit görünümlü katlar elde etmek için vernik, birçok ince katman şeklinde uygulanmalıdır. Tek bir kalın kat uygulaması, aşırı parlak ve eşit olmayan bir görüntü yaratmaya yatkındır. İnce vernik katmanları oluşturmaya yardım etmek için, vernik uygulamasından önce fırçadaki fazla miktardaki vernik alınmalıdır. Bu işlem, fırçayı vernik kabının kenarında sıyırarak veya tiftiksiz (tüy bırakmayan) bir kâğıt havlu üzerine fırçayı bastırarak kolaylıkla gerçekleştirilebilir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 67).

Tipik Sprey Çözeltisi:

Konservatörler tarafından kullanılan tipik spreyci çözeltileri, aromatik hidrokarbon ya da terebentin içindeki %5 ile %20 arasındaki ağırlık/hacim oranlarındaki karışımlarda uygun bulunmaktadır. Bazı uygulayıcılar özellikle terebentininden saf halde bulunmamasından dolayı kaçınmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 67).

Tablo 3.4: Dammar reçine verniğinin %10-20 sprej uygulama oranı
SPREY UYGULAMASI: %5-15 (AĞIRLIK/HACİM)

Solvent	Çalışma Zamanı	Kuruma Süresi
ksilen veya toluen	5 ile 15 dakika arası	1 hafta
TS-28 ve 135 Mineral White Sprite	30 ile 40 dakika arası	1 ile 2 ay

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 68.

Katkı Maddeleri:

Geçmişte son katmanda daha az parlaklık olması için balmumu, mikro kristal mum ya da stearat (doymuş yağ asitlerinin sabunlaştırılmış balmumu kristalli maddesi) dammar verniğine eklenmekteydi. Dammar verniklerinin kararlılığını sağlama ve ömrünü uzatma konusunda katkı maddeleri önem arz etmektedir. Bunlar UV emiciler, dengeleyiciler, antioksidanlar ve fenolik asitlerdir. Araştırmalar, reçinenin ağırlığına eklenen %3 Tinuvin ile ultraviyole ışığının zararlarının engelleneceğini belirtmektedir (de la Rie 1990, 160-164).

Depolama ve Raf Ömrü:

Dammar vernikler ağzı sıkıca kapalı kaplarda tercihen karanlıkta ve oda sıcaklığında saklanmalıdır. Dammar vernik için reçeteler görece basit/kolay olduğu için küçük miktarlarda hazırlanabilir ve kısa süre içerisinde kullanılabilir. Tinuvin®292 ilaveli ya da ilavesiz dammar solüsyonu uzun süre saklanmamalıdır. Kristal haldeki dammar, karanlık ve kuru alanda hava geçirimsiz kapta ağzı sıkıca kapalı şekilde süresiz olarak saklanabilir. Eğer dammar çok eski ise, çözünmesi için daha yüksek aromatik içerikli çözücüler gerekebilir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 67).

3.1.2. Yaşlanma Özellikleri

Kimyasal süreç:

Dammarın bozulmasının birincil aşaması otoksidasyondur (kendi kendine oksitlenme). Otoksidasyon için birincil başlangıçlar fotokimyasal (özellikle ultraviyole yakınındaki alanlarda) ve termik enerjilerdir. Fotokimyasal oksidasyon; çift karbon bağlarında metal ve karbon içeren kimyasal bileşik gruplarında ve üçüncü derece hidrojen gruplarında ortaya çıktığı bilinen üç ana yerdir. Otoksidasyon, ozon, hidrojen peroksit, klor, sülfür dioksit ve diğer gazların ortamda bulunmasıyla hızlanabilir. Otoksidasyon ürünleri arasında ikincil tepkimelerden kaynaklanan sararma, oksidatif olmayan termal bir süreçtir. Solma bozulması, daha az arıtılmış/işlenmiş derecedeki solventlerin kullanıldığı durumlarda ortaya çıkabilir (Feller v.d. 1985, 155).

Meydana gelen kimyasal ve/veya fiziksel değişimler:

Yaşlanan dammar molekül bileşiği, düşük molekül ağırlığı ile daha polar olarak düşünülür. Dolayısıyla geriye çapraz bağ kurmayan, düşük molekül ağırlıklı sınıfla azami polar solventler ile geri alınmaya olanaklı kılan ketonlar ve alkoller kalır.

Yaşlanmanın reçine üzerine etkileri:

Görsellik açısından başlıca ayırt edilebilir özelliği reçinenin giderek artan sararmasıdır. Ayrıca vernikte çatlama, kırılma ya da çiçeklenmeden kaynaklanan bozulmalar meydana gelebilir. Çözünürlük ve geri alınabilirlik açısından incelendiğinde, yaşlanan dammar, daha polar ve daha az çözünebilir olmaya başlar. Bununla birlikte çapraz bağ oluşturmaz hale gelmektedir. Dammar verniğinin kuruyan tabakası, yüksek molekül ağırlığı nedeni ve yaşlanmanın etkileri sonucunda ortamdaki kir-toz çekimi ve bunların yüzeyde tutulması nadir görülmektedir. Ancak yavaş kuruma özelliğinden dolayı yeni uygulanan venik mutlaka kirden arındırılmış çevrede saklanmalıdır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 69).

Yaşlanma süresi:

Dammarın yaşlanma süresi ağırlıkla bulunduğu ortamın koşullarına ve tabaka kalınlığına bağlı olarak değişmektedir. Yaygın olarak, renk solmaları veya değişiklikleri 25 ile 50 yıl içinde görülmektedir. Ultraviyole den arınmış bir ortamda Tinuvin® 292 ile hazırlanan dammarın renk değişikliği olmadan 50 ile 100 yıl arasında süreceği tahmin edilebilir.

Sağlık Durumu ve Kullanım Güvenliği:

Gözler açısından:

Çözünmüş ürün, duman ve/veya toz gözlerde tahrişe neden olabilir. Sıcak ürün gözlere sıçarsa, derhal temiz su ile yıkanmalı ve mutlaka tıbbi yardım alınmalıdır.

Soluma açısından:

Toz zerrecikleri, rahatsızlık yaratan tozlar olarak tehlike arz ederler. Aşırı dumana maruz kalınırsa derhal bulunan ortam terkedilmeli ve tıbbi yardım alınmalıdır. Nefes alıp vermede düzensizlikler ya da durma meydana gelirse, hava almayı kolaylaştırıcı yardım yapılmalıdır.

Deri ile temas halinde:

Erimiş mum, deri ile temas ettiğinde yanıklara neden olacaktır. Eğer sıcak ürün tarafından yanma meydana gelirse derhal tıbbi yardım alınmalıdır. Diğer koşullarda ürün deri ile temas gerçekleştiğinde doğrudan su ve sabun ile yıkanmalıdır. Eğer rahatsızlık başlar ve devam ederse de tıbbi yardım alınmalıdır.

Yutma durumunda:

Şu ana kadar yutma nedeniyle akut zehirlenmeye karşı bir bilgi bulunmamış ve gerçekleşmemiştir. Bununla ilgili tanımlanabilen ya da belirtilen özel bir bilgi yoktur. Ama rahatsızlık başlar ve devam ederse derhal tıbbi destek alınmalıdır.

Özel koruma gerektiren durumlarda:

- Gözler için; tam kapsamlı yüz maskesi takılabilir.

- Havalandırma gereklilikleri için; uygun bir havalandırma sistemi sağlanmalıdır.
- Eldivenler; cilt ile temastan kaçınmak için kimyasal olarak dayanıklı eldivenler kullanılmalıdır.
- Diğer; sıcak veya erimiş malzemeler ile çalışırken uygun koruyucu kıyafetler veya sıcağa dayanıklı kimyasallara dirençli eldiven ve önlükler tercih edilmelidir.

(Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 70)

3.2. MS2A Reçine Verniği

Kimyasal olarak indirgenmiş bir siklo (cyclo) keton reçinesi, metil sikloheksanon ve alkalın alkol (MS2®, metil seton ile sonuçlanan) arasındaki polikondenzasyon reaksiyonu ve ardından kimyasal bir indirgeme ile hazırlanan reçine türüdür.

Kimyasal olarak azaltılmış keton reçine, ilk olarak Londra'daki National Gallery tarafından araştırılmıştır. Ardından MS2®'nin üreticileri tarafından, 1950'li yılların sonunda MS2® keton reçineden geliştirilerek ilk kez üretilmeye başlanmıştır. 1963 yılında Howards, MS2®'nin, MS2A® için temel teşkil eden ve daha fazla uygun olmayan üretim aşamasını tamamen değiştirmiştir. Howards, daha sonra MS2A® reçinesini, Alman menşeli bir marka olan BASF'ın keton reçinesi olan AW2®'nin indirgenmiş halinden elde edilen MS2B® ile değiştirerek üretime başlamıştır. 1967 yılında BASF, AW2® ile Keton N Reçine® değişikliğine gittiğinde, MS2B® üretimi tamamen durdurulmuştur. 1963 yılından sonra üretilen MS2®'ye kadar Keton N Reçine de kullanıcı yorumlarına dayanarak azaltılan içeriği nedeniyle kullanışsız bir şekilde kırılğan ürünler meydana getirmeye başlamıştır

Bu değişiklikler başlangıç malzemeleri arasındaki kimyasal farklılıklardan kaynaklanmaktaydı. 1963 yılından sonra üretilen MS2® ve Keton N Reçine'nin, "yeni" MS2 ve Keton N Reçine'nin bir sikloheksanon ve metilsikloheksan karışımından ziyade sadece sikloheksanonun kondenzasyon ürünleri olmasından dolayı, indirgeme aşamasından sonra kırılğan ürünler meydana getirmiştir.

Ancak konservatörlerden gelen talep, Laporte'un 1982 yılından başlayarak İngiltere Widnes şehrindeki Araştırma ve Geliştirme Pilot Fabrikasında sınırlı ölçüde üretimine

yeniden başlamasına yol açmıştır. Bu durum, Widnes şehrindeki pilot tesisin kontrolünün Laporte'den başka bir yere devredildiği 1992 yılına kadar devam etmiştir. 1993 yılının sonlarında Linden Chemicals (şimdiki adıyla Linden Nazareth) MS2A® üretimini devralmıştır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 81).

Endüstriyel ve Konservasyon Kullanımı:

Endüstriyel kullanımı:

MS2A® reçine verniği her zaman sadece konservasyon amacı için üretilmiş ve pazarlanmıştır. Literatürdeki ilk yazılış şekli MS-2A® şeklindedir. Fakat Lank tarafından 1972 yılının başlarından itibaren MS2A® şeklinde kullanılmaktadır. 1970 ve 1980'lerde her iki yazılışı da kullanılmaktaydı fakat 1980'lerin sonlarında, özellikle de De la Rie'nin bu reçine verniği ile ilgili yaptığı çalışmaların yer aldığı makale ve yayınlarda MS2A® ön plana çıkmıştır.

Konservasyon kullanımı:

MS2A® ilk kez 1950'lilerin sonunda Garry Thomson'ın tavsiyesiyle, AW® ve MS2® keton reçinelerini geliştirmeyi amaçlayan araştırmalar neticesinde adını duyurmuştur. Tanıtılmasından itibaren, öncelikle konservatörler ve İngiltere'deki müzelerde kullanılmaktaydı. MS2A®, 1960'ların sonundan 1980'lerin başına kadar üretilmemiş ardından 1980'lerde ise sadece çok küçük miktarlarda üretilmiştir. 1993 yılında üretimi Linden Chemicals (şimdiki adıyla Linden Nazareth) tarafından devralınmış, bu durum büyük miktarlardaki ulaşılabilirliği ile sonuçlanmıştır.

Mat Alanlarda Parlaklık Oluşturmak için Lokal Vernik Uygulama Teknikleri:

Bu, boyama dikey olarak, şövale üzerinde, genellikle üst boyama sırasında gerçekleştirilmektedir. Yaklaşık 3-4 cm genişliğinde bir samur fırçası kullanımı tavsiye edilebilir; bazı konservatörler kullanım kolaylığı sağlamak için fırçanın kollarını hafif bir açıyla uzunluğunun yaklaşık yarısına kadar kesmektedirler. Fırçayı, gerekli parlaklığa bağlı olarak kalın veya ince bir çözelti içerisinde çözünmüş olan verniğe batırdıktan sonra bir kâğıt havluya bastırarak çok az ıslak kalması sağlanır. MS2A® reçine verniği mat alana kuvvetli bir şekilde fırça ile uygulanmalıdır. Bazı konservatörler, büyük üst boyama fırçaları kullanmayı ve verniği mat alanlara paralel

darbelerle eřit řekilde uygulamayı tercih etmektedir. Her iki teknikte de yeni MS2A® reęine vernięi dűzgűn bir řekilde uygulandıęı takdirde iyi bir sonuę elde edilebilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 88).

űst Boyama:

űst boyama, bir MS2A® reęine vernikleme sistemi ile biręok řekilde geręekleřtirilebilmektedir. űrneęin, űst boyama poli(vinil asetat) gibi bir malzeme ile veya “*daha yumuřak*” ęűzűcűler ięinde ęűzűnűr olabilir. Bu űst boyama, bir izolasyon MS2A® reęine vernięi tabakası űzerine uygulanır ve daha sonra gerektięinde MS2A® reęine vernięinin son spre y katları ile kaplanabilmektedir.

Bileşik Kullanımları:

İngiliz konservatűrler eskiden, Paraloid® B72 vernięinden sonra izole edici bir fıręa tabakası űzerine pűskűrtűlen son katman olarak MS2A® kullanıldıklarını bildirmiřtir. Bűylece en kararlı katman bo ya tabakasıyla aynı dűzlemde ve bo ya tabakasının yanında, daha kolay deęiřiklięe uęratılabilen, daha “*estetik aęıdan hoř*” olan katman ise onun űstűnde yer almaktadır. Gűnűműzde ise bu kullanım řekli ęok sınırlıdır.

MS2A® vernik katmanının kırılğan, ęizilmelere, aşınmaya karşı hassas olduğu unutulmamalıdır. Taşıma sırasında uez dikkat gűsterilmelidir. Resmin tozu alınırken de iz bırakmayan malzemeler ile temizlik işlemi yapılmalı ve iz bırakılmamaya uez gűsterilmelidir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 88).

3.2.1. Kimyasal Yapısı

MS2A reęinesi, aęık sarı olarak kűçük partikűllű yapıda űretilmekte olan bir reęine ęeřididir. Aęırlıklı ortalama molekűl aęırlıęı, 1776 gr/mol olarak hesaplanmıřtır. Adet ortalama molekűl aęırlıęı ise, 769 gr/mol řeklinde bulunmaktadır. Kırılma indisi, 1.505 olarak bulunmaktadır.

Ağ gibi olma eğilimi:

Lank, düzgün bir şekilde hazırlandığında ve uygulandığında ağ gibi olma durumunun diğer verniklerde olduğundan daha fazla meydana gelmediğini belirtmektedir.

De la Rie, hangi vernik tipi kullanılırsa kullanılsın her uygulama için yeni bir vernik hazırlamayı tavsiye etmektedir. Hazırlanan bu vernikler üç haftadan fazla saklanmamalıdır. Bu nedenle, konservatörlerin bir MS2A® stok solüsyonu oluşturması ve bunu aylarca saklaması iyi bir uygulama sonucu vermeyebilir.

Çalışma Özellikleri ve Pratik Özellikler:

MS2A® reçine verniğinin optik görünümü, en büyük avantajlarından biri olarak kabul edilir: ipeksi bir parlaklığa sahiptir. MS2A® verniği pahalı bir verniktir. (Carlyle ve Bourdeau 1994, 53).

MS2A® reçine verniğinin doygunluğu dammar veya yeni düşük moleküler ağırlıklı sentetik reçine vernikleri kadar iyi olmadığı gibi, uzun zincirli polimerlerden çok daha iyidir. Boya sathına iyi uyum sağlar ve uygun şekilde uygulandığında boya yüzeyine çok canlı bir görünüm vermektedir.

Tablo 3.5: MS2A reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri

Çözünürlük:

White Sprite/Shell Sol® 71	S	Ksilenler	S
Stoddard Solventi/ Shell Sol® 340 HT	S	Tolüen	S
Shell Mineralli İspirto 145	S	İzopropil Alkol	S
Petrol Eteri	S	Etil Hidroksit/Etanol	SR
Terebentin	S	Aseton	IC
Shell Cyclo Sol® 100/ Shell Cyclo Sol® 53	S	Arcosolv® PM/1-Metoksi-2-Propanol	S

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings,

Tablo 3.6: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları

Şemada geçen ifadeler ve anlamları:

S	Çözünür	Berrak bir şekilde çözünür
SC	Bulanık Çözünür	Tamamen çözünmüş, hafif bulanık çözelti
SV	Ağdalı/Koyu Çözünür	Berrak, son derece viskoz çözelti
SR	Kalıntılı/Tortulu Çözünür	Alt kısımlarda kalıntı/tortulu çözelti
PSG	Kısmen Çözünür Jel	Reçine, üstünde solvent bulunan iki fazlı bir karışımda berrak yumuşak bir jel içinde çözünür haldedir
PIG	Kısmen Çözünür Sabit Jel	Reçine, üstünde solvent bulunan iki fazlı bir karışımda sert bir jel içinde çözünür haldedir
IM	Beyazımsı Renkli Çözünmez	Çözünmez ama çok küçük bir kısmı şişmiş ve beyazlamıştır, solvent sütlü bir görüntüdedir
IC	Şeffaf Şekilde Çözünmez	Çözünmez ancak reçinenin küçük bir kısmı şişenin dibine yapışacak kadar şişmiş haldedir, çözücü berrak yapıdadır
I	Çözünmez	Çözünmez, çözünmemiş reçine berrak bir solvent içinde dibe oturur

Örnekler: S'den PSG'ye = çoğunlukla çözünür; PIG'den I'ye = çoğunlukla çözünmez

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 83.

Kırılgenlik ve esneklik açısından bakıldığında reçine oldukça kırılgen bir yapıdadır. Esneme sınırı/Kopma noktası “*uygun değil*” olarak sınıflandırılmıştır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 84).

Kimyasal Olarak Sınıflandırılması:

MS2A® reçine verniği, kimyasal indirgemeyi takip eden alkali alkol ve metil siklohegzan arasındaki çoklu-yoğunlaşma tepkimesi tarafından hazırlanan periyodik keton reçinenin kimyasal olarak indirgenmiş bir hali olarak tanımlanabilmektedir.

İndirgeme sürecinde, sodyum *borohydride* kullanan hidroksi gruplara indirgenen karbonil gruplardır. Kimyasal indirgeme evresi keton fonksiyonları ve doymun olmasını ortadan kaldırmaktadır (de la Rie ve Shedrinsky 1989, 12).

Tipik Fırça Çözeltisi:

Stoddard Solüsyonu içinde %5-20'lik oranda hazırlanan MS2A® reçine hacmi

Solüsyon içerisindeki yüzdelik oran çalışma özelliklerine ve arzu edilen son kat etkisine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

500gr. MS2A®

1.25 litre kokusuz White Spirit, düşük aromatik içerikli beyaz ispiro.

(125 ml. n-bütil asetat ,lake ve vernik solventi olarak kullanılan renksiz ve kokusuz sıvı ester, Lank tarafından daha fazla tavsiye edilmemektedir)

“Polimeri iyi bir şekilde öğütmek tercih edilebilir çünkü daha büyük parçacıklı MS2A® reçine verniğinin kokusuz White Spirit içinde çözünmesi daha uzun zaman almaktadır. Bu tarif, uzun depolama gerektiren çok büyük miktarlarda geçerli görülmektedir; son zamanlardaki literatürde yer alan yayınlarda ise tavsiye edilmemektedir.

Fırça ile uygulamada dikkat edilmesi gerek bazı püf noktalar bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışma süresi için detaylı zaman bilgisi hesaplanmış ve reçetelendirilmiştir. Standart uygulamalarda kuruma süresi tam olarak bilindiği takdirde, konservasyon uygulamasının başarısı daha da artmaktadır. Bu nedenle, doğru hesaplamalar ile doğru uygulamalar birbirini destekler niteliktedir.

Açık/Çalışma Süresi:

Ürünün açık kullanım süresi, kullanılan solvente bağlıdır, ancak Stoddard Solvent kullanıldığında bu süre genellikle orta uzunlukta olmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 85).

Kuruma zamanı:

Yine, kullanılan çözücüye bağlı olmakla birlikte, genellikle çok yavaştır. Fırça uygulamasından sonra, toz birikimini önlemek için tablo çok kısa sürede dikey olarak bekletilebilir.

Genel Uygulama:

MS2A® reçinesi, verniğin alt katmandan sonra ve püskürtülen son katmandan önce izolasyon tabakası olarak bir fırça ile uygulanabilir. MS2A® genellikle 5-6 cm genişliğinde ve kesiti ince olan sentetik/samur vernik fırçasıyla uygulanır. Uygulama yöntemleri birbirinden değişiklik gösterebilmektedir (Lank 1996).

Tipik Sprey Uygulaması:

- a) Stoddard Çözeltisi içinde 5-15% yoğunluğunda MS2A® arzu edilen çalışma özelliklerine bağlıdır.
- b) White Spirit içerisinde 30% MS2A® reçine verniği
- c) Mikro kristalli balmumu sıklıkla verniğin kırılgenliğini azaltmak, parlaklığı ayarlamak için son sprej kat(lar)a eklenebilmektedir. Son zamanlarda konservatörler, balmumunu eritmek için çift kaynatıcıya sahip bir alet içinde sonradan ısıtabilen sprej tabancasının vernik haznesindeki MS2A® verniğine kadar değışen miktarlarda mikro kristalli balmumu eklemektedirler.

d) Mat MS2A® Vernik

White Spirit içerisinde 30% MS2A®	270 ml
Cosmolloid 80H balmumu	60 g
White Spirit	1.3 L

1972 yılında yayınlanan Herbert Lank tarafından önerilen solüsyonlar için 1996 yılında bir güncelleme yapılmış ve reçeteler yenilenmiştir.

Standart Çözelti (%25 - 31):

500 gr MS2A® 1100 ml White Spirite içinde çözündürülür. Yüksek aromatik içeriğe sahip White Spirite, püskürtüldüğünde bir film oluşturmaz, bu nedenle içindeki aromatik içeriği düşürmek için seyreltme uygulanabilir. 5-6 saat sürekli karıştırarak reçine tamamen çözünür hale gelir. Bu çözünme 2-5 kg/cm² püskürtme basınçları için tasarlanmıştır.

Sprey uygulaması için mat vernik reçetesi:

- 270 ml standart solüsyonu,
- 60 gr Cosmolloid® mum 80H,
- 1300 ml White Spirite.

Balmumu az miktarda White Spirite ile benmari usulü eritilir. Beyaz ispiro önceden ısıtılarak daha sonradan eklenmekte, ardından da standart vernik çözeltisi eklenmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 84-85).

Son kat vernik olarak reçetelendirildiğinde:

- Her birim için 3 birim standart MS2A® solüsyonu
- Parça başına 5 miktar mat vernik (Not: 1972 oranı parça başına 1 miktardır.)

Resimlerde son kat olarak püskürtülerek uygulanmaktadır. Aşırı parlak verniği matlaştırmak için ideal yapıdadır.

Sprey ile uygulamada da dikkat edilmesi gerek bazı püf noktalar bulunmaktadır. Çalışma/açık kalma süresi için detaylı zaman bilgisi hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Standart uygulamalarda kuruma süresi tam olarak bilindiği takdirde, konservasyon uygulamasının başarısı daha da artmaktadır.

Genel Uygulama:

Genellikle fırçalanmış izolasyon katmanının üzerine ve mevcut herhangi bir üst boyamanın üzerine istenilen sayıda katman halinde uygulanabilmektedir. Bazı konservatörler, sprej ile uygulanan ince katmanlar arasındaki üst boyamanın son ara katını vernikleyerek cam gibi bir görünüm elde etmektedirler. Son katmana genellikle

az miktarda balmumu eklenir. İstenen matlığı ve parlaklığı “toz toplayıp doygunluğu bozabilecek” mum ilavesi yerine fırça ve püskürtme tabancası değişimleri ile elde etmek tercih edilebilir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 86-87).

3.2.2. Yaşlanma Özellikleri

Yaşlanmanın MS2A® reçine verniği üzerindeki etkileri şöyledir:

MS2A®, doğal reçinelerden çok daha az sararmakta ve yüksek ultraviyole ışık koşullarında kullanımı için rahatlıkla tercih edilebilmektedir. Tablolardaki parlaklığın, netliğin ve doygunluğun 1950’lerin sonlarından 1960’ların başlarından itibaren, genellikle uygun koşullarda sergilenen resimler üzerinde yapılan sayısız uygulamada önemli ölçüde değişmediğini görülmüştür. 1963'te Thomson tarafından kırışma sorunları gözlemlenmiştir. Lank, 30 yıllık bir tablo üzerinde MS2A® reçine verniğinin çıkarılmasından sonra herhangi bir renk değişikliği tespit etmemiştir (Lank 1996).

Tablo Üzerinde Toz ve Kirin Tutulması:

En son katman olan vernik tabakasına mikro kristal mum ilavesi, toz ve kir tabakalarının yüzeyde tutulmasına neden olabilir. Ve dolayısıyla resim yüzeyinde toz, kir birikimi ve bunlardan kaynaklı hasarlar oluşmasına yol açabilir. Balmumu ilavesi olmadan, önemli bir toz-kir çekiciliği kaydedilmemiştir.

De la Rie'nin araştırması, MS2A® reçine verniğinin uzun ömürlülüğü konusunda kırılabilirliğinden ve eski testlerinin eskime üzerine azaltılmış çıkarılabilirliğini göstermesinden dolayı şüpheli yaklaşımlar içermektedir. Bu araştırmaların çoğu, MS2A® reçinesini son derece kararlı, düşük moleküler ağırlıklı sentetik reçinelerle karşılaştırmıştır, ancak bunlar manipüle edilmesi daha zor reçine gruplarıdır ve bazen daha az estetik olarak kabul edilirler. Uygulamalarda resimlerdeki MS2A® reçinesinin 30-37 yıllık örnekleri değişmeden kalmıştır. MS2A® verniğinin geri dönüşümü de kolaydır. Ancak kırılabilir yapısı ile dikkat çekmektedir. Bu sebeple vernik tabakası üzerinde ince çatlaklar, buruşmalar ve bozulmanın başlamasına yol açan diğer etmenler için uygun ortamlar ortaya çıkabilmektedir (de la Rie 1993, 568).

Kimyasal Süreç:

Bozulma, indirgenmemiş ketonların yaşlanmasına benzer bir otooksidasyon sürecidir, ancak indirgeme sürecinde -keton moleküllerinin en zayıf kısımları olan- keton gruplarının ortadan kaldırılması nedeniyle daha yavaş işlemektedir. MS2A® reçinesinde karbonil grupları, onları daha kararlı hale getirmek için hidroksi gruplarına indirgenmiştir. Keton molekülündeki bozulmaya duyarlı diğer yerler arasında eter grupları, üçüncül karbon atomları ve karbon-karbon çift bağları bulunmaktadır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 89).

Meydana Gelen Kimyasal/Fiziksel Değişimleri:

MS2A® reçinesinin geleneksel olarak ana keton reçinelerinden önemli ölçüde daha kararlı olduğu bulunmuştur, bunun nedeni oksidasyona karşı daha dirençli yapıda olması ve çapraz bağlanma ile ilgili ciddi bir sorunun olmamasıdır. Oksidasyon sonucunda apolar solventlerde çözünürlük hızla azalmakta ve mikroskopik buruşma gibi diğer kusurlar meydana gelebilmektedir. Bu oksitlenmiş keton vernikler suya duyarlı yapıda olup, sıcaklık veya bağıl nem dalgalanmaları nedeniyle yoğunlaşma meydana getirebilir ve zarar görebilmektedirler (de la Rie 1993, 568)

Sağlık Durumu ve Kullanım Güvenliği:

Parlama noktası: 105 °C'den daha büyük seviyelerde gerçekleşmektedir.

Söndürme Malzemesi: Olası bir yangın durumunda su veya CO₂ ile söndürülebilmektedir.

Yangın ve Patlama Tehlikeleri: Olası bir yangın halinde malzemenin yanması sonucunda ortamda zararlı duman birikmesi olabilir.

Özel Yangınla Mücadele Prosedürleri: Ortaya çıkabilecek acil durumlarda mekân ve mekandaki sistemlerden bağımsız solunum cihazı gerekli olabilir.

Tehlikelerin Tanımlanması: Uluslararası düzenlemeler ve kodlu tehlikeli ürünler altında yer almamaktadır.

Sağlık Tehlikesi Verileri:

Gözler: Hafif tahriş ve kızarıklığa yol açabilmektedir.

Cilt: Ürün ile temas halinde, şu zamana kadar sağlığı tehdit edecek kadar önemli bir durum rapor edilmemiştir.

Yutma: Ürünün yutulması durumunda hafif bir yan etki ve zarar görülebilir. Benzer ürünler için toksikolojinin değerlendirilmesinden sonra LD50 oral oranının 2000 mg/kg'dan daha yüksek olacağına karar verildi. Dolayısıyla belirtilen oranın altındaki eser miktardaki yutma durumları için endişelenilmemesi gerekmektedir.

Soluma: Ürünün soluma yoluyla vücuda alımı hafif de olsa zararlı olabilir. Dolayısıyla derhal mevcut ortam haricindeki bir yere ya da temiz havaya çıkılmalı ve bir süre solumanın gerçekleştiği ortama geri dönülmemelidir.

Kanserojenlik: Yapılan araştırma ve bu araştırmalar neticesinde henüz kesin bir veri bulunmamaktadır.

Acil Durum ve İlk Yardım Prosedürleri:

Gözler: Hemen ve nazikçe temiz su ile en az 15 dakika yıkanmalıdır; tahriş gelişirse mutlaka bir doktora başvurulmalıdır.

Cilt: Ürün ile temas eden kirlenmiş giysileri çıkarılmalı; üründen etkilenen cilt kısmı sabun ve bol su ile yıkanmalıdır; tahriş gelişirse derhal uzman bir doktora başvurulmalıdır.

Yutma: Ürünün yutulması halinde, yutan kişiye hemen içmesi için yarım litre süt veya su verilmeli ve derhal bir doktora danışılmalıdır. Ürünün çıkarılması için, yutan kişi kusturulmaya çalışılmamalıdır. Bu kişiye daha çok zarar verebilir ve tahriş varsa, tahriş olan kısımları daha da kötü bir hale getirebilir.

Soluma: Soluma halinde kişi temiz havaya çıkarılmalı, dinlendirilmelidir. Semptomlar ortaya çıkarsa ve uzun süre devam ederse doktora başvurulmalıdır.

Taşıma ve Depolamada Alınacak Önlemler:

İyi bir genel havalandırma ile serin ve kuru koşullar altında kapalı kaplarda saklanmalıdır.

Maruz Kalma Kontrolleri (normal kullanım): Lastik veya PVC eldiven takılmalı, gözlerde tahrişi önlemeye yardımcı olması için ise gözlük kullanılmalıdır. Solvent bazlı formülasyonlardaki uygulamaların hazırlanması ve uygulaması sırasında solunum koruması için maske veya solunum sorunlarını ortadan kaldıracak malzemeler takılmalıdır.

İmha Etme: Yerel ve ulusal yönetmeliklerde yer alan malzeme ile uygun olan imha yöntemleri öğrenilmeli ve kullanılmalıdır. Yerel ve ulusal yönetmeliklerin takip edilmediği veya yanlışlıkla bu yönetmeliklere uygun imha edilmediği takdirde önemli bir ekolojik tehlike olması beklenmemektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 90).

3.3. Regalrez® 1094 Reçine Verniği

Regalrez® 1094, 100% alfa-metil stiren ve stirenin hidrojenle birleşmiş oligomerlerinden meydana gelmektedir.

Endüstriyel/Sanatsal Kullanımı:

Bu reçine grubundaki vernikler, öncelikle yapıştırıcı olarak tutkalların formüllerinde kullanılmaktaydı. Dolgu macunlarında kullanımı tavsiye edilmektedir. Ayrıca resim verniği olan Gamvar® markasının başlıca bileşiği olarak yağlı boya, akrilik ve alkit resimlerde kullanımı için tavsiye edilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 109).

Konservasyon Kullanımı:

Resim verniği olarak konservasyon alanında potansiyel kullanımı 1990 yılındadır. 1991 yılından itibaren de koruyucu resim verniği olarak kullanılmaya başlanmış olup, günümüzde de kullanımına devam edilmektedir. Zaman içerisinde ortaya çıkan, kullanımı devam eden diğer verniklere muadil bir seçenek olarak varlığını sürdürmektedir. Tablolarda kullanılan verniklerin çeşitli nedenlerle koruma-onarıma uygun bulunmadığı bazı vakalarda, mevcut vernik yerine bu vernik çeşidi

kullanılabilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 109).

3.3.1. Kimyasal Yapısı

Regalrez® 1094 reçine verniğinin fiziksel özelliklerinden bahsetmek gerekirse; sağlam, renksiz, yarı saydam taneciklerle karışık ve beyaz renklidir. Kimyasal yapısı düşünüldüğünde ise; 100% hidrojeniz edilmiş, düşük molekül ağırlıklı, hidro karbon reçine olarak sınıflandırılmaktadır.

Kimyasal yapısı stiren ve alfa-metik stirenin hidrojenize oligomeri şeklindedir. Molekül ağırlığı olarak incelendiğinde; ortalama molekül ağırlığı: 900 olup sayısal ortalama molekül ağırlığı ise 630'dur. Regalrez® 1094 çözeltisinin viskozitesi uygun değildir. Polimerlerin camlaşma sıcaklığı açısından ele alındığında, 33°C ile 43.8°C arasında camlaşma özelliği sergilemektedir.

Boyalı veya plastik yüzeylerde çizilmeye karşı direnci belirlemek için yapılan testler sonucunda, Regalrez® 1094'ün dammar ve polivinil asetatla kıyaslanabilir olduğunu; ayrıca mastik, keton reçineler ve ARKON® P-90'na göre çatlamaya daha dayanıklı olduğunu göstermiştir.

Cam değişim ısısı (Tg) bakımından diğer reçineler ile kıyaslandığında, molekül ağırlığı daha belirleyici bir gösterge olabilmektedir. Buna rağmen kırılgenliğinin iç yüzünü anlamada molekül ağırlığını karşılaştırmak daha faydalı olmaktadır. Düşük molekül ağırlıklı Regalrez® 1094 nispeten kırılgen bir reçinedir.

Resim üzerindeki görünümü baz alınacak olursa; doygunluk ve sergileme parlaklığı keton ya da doğal reçineler ile benzerlik göstermektedir. Keton ve doğal reçinelerden çok az miktarda daha parlak yapıdadır. Ancak Arkon® P-90 reçine verniği ile kıyaslanacak olursa daha az parlaklık göstermektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 110).

Tablo 3.7: Regalrez® 1094 reçine verniğinin farklı solüsyonlardaki çözünürlük dereceleri

Regalrez® 1094 reçine verniğinin çözünürlük değerleri:

White Spirit/Shell Sol® 71	S
Stoddard Çözücüsü/ Shell Sol® 340 HT	S
Shell Mineralli İspirto 145-EC	S
Petrol Eteri	S
Terebentin	S
Shell Siklo Çözücü® 100/Shell Cyclo Sol® 53	S
Ksilen	S
Toluen	S
İzopropil Alkol	I
Etil Hidroksil	I
Aseton	IC
Acrosolv® PM/1-Metoksi-2-propil	I

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 110.

Tablo 3.8: Tabloda geçen ifadelerin anlam ve açıklamaları

Kullanılan ifadelerin açılımı:

S	Çözülebilir	Berrak çözelti
SC	Bulanık Çözülebilir	Tamamen çözünmüş, hafif bulanık çözelti
SV	Ağdalı Şekilde Çözülebilir	Berrak, yüksek viskoz çözelti
SR	Tortulu Çözülebilir	Alt kısımda tortulu çözelti
PSG	Bölgesel Çözülebilir Jel	Üstünde çözücü bulunan iki fazlı bir karışımda berrak yumuşak bir jel içinde çözülür reçine
PIG	Bölgesel Çözülebilir Sabit Jel	Üstünde çözücü bulunan iki fazlı bir karışımda sert bir jel içinde çözülür reçine
IM	Beyazımsı Çözünmez	Çözünmez olan ama çok küçük bir kısmı şişmiş ve beyazlamış, süt görünümlü çözelti

IC	Berrak Çözünmez	Çözünmez olan ancak reçinenin küçük bir kısmı şişenin dibine yapışacak kadar şişmiştir, çözücü berraktır
I	Çözünmez	Çözünmez olan, berrak solvent içinde çökelmiş çözünmemiş reçine

Kaynak: Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 110.

3.3.2. Yaşlanma Özellikleri

Regalrez® 1094 reçine verniğinin kimyasal bozulma süreci incelendiğinde, öncelikle fotokimyasal olarak (ultraviyole/görünür radyasyon açısından) otooksidasyonu göstererek yaşlanma özelliği göstermektedir.

Bozulma sonucundaki kimyasal ve/veya fiziksel değişiklikler:

Yaşlanma testlerinde, %0,5 Tinuvin® 292 ile stabilize edilen Regalrez® 1094'ün yaşlanmaya bağlı hidroksil ve karboksilik asit grupları değişmeden kalmayı başarmıştır (de la Rie, 1993).

Oleik, linoleik ve linolenik gibi doymamış yağ asitlerinin yapısında bulunan hidrojenin ayrılmasıyla oluşan serbest radikalın, oksijenle birleşip peroksitli radikali meydana getirerek başlattığı ve devamında oksidasyonun sürekli kılındığı olayı, radikal zincir reaksiyonunu başlattığı görülmektedir.

Regalrez® 1094 reçine verniğinin, Londra Ulusal Sanat Galerisi'nde gerçekleştirilen eskime testinde herhangi bir sararma göstermediği kayıtlara geçmiştir. Regalrez® 1094 reçinesinin stabilize edilmemiş film katmanları, 1700 saatlik eskitmenin ardından %100 sikloheksan içinde çözünür olarak kalmaya devam etmiştir (ancak aşırı derecede kırılğan bir yapıda bulunmaktaydı) (de la Rie 1993).

%0,5-1 Tinuvin® 292 ile stabilize edilmiş film katmanları, 6.000 saatten fazla yaşlanmadan sonra %100 sikloheksan içinde çözünür olarak kalmaya devam etmiştir. Regalrez® 1094, Kraton® G 1652 ve %2 Tinuvin® 292 ile birleştirildiğinde, 2.269 saat yaşlandırmanın ardından hiçbir çözünürlük değişikliği kaydedilmemiştir.

Karbonil indeksi (bozulma ürünleri), aynı film katmanlarında 5.000 saatten fazla bir süre sonra neredeyse değişmeden kalmayı başarabilmiştir (de la Rie 1993).

Yaşlanmanın etkisi ile kir ve toz tutma özelliği açısından incelendiğinde, yapılan testler neticesinde yüksek cam geçiş sıcaklığı nedeniyle kiri çekme olasılığı düşük olarak bulunmuştur.

Teorik ömür boyu açısından bakıldığında, kızılötesi spektroskopi ile gösterilen çözünürlük ve karbonil değerlerinin tümü, 2.000 saatten fazla yaşlandırma testine maruz kaldıktan sonra sabit kalmaya devam etmiştir (de la Rie 1993).

Tüm bu test ve analizler ışığında stabilize edilmiş Regalrez® 1094 reçine verniğinin günümüzde restorasyon ve konservasyon alanlarında kullanılan en stabil ürünlerden biri olduğu tahmin edilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 114).

Hazırlanışı/Formüleştirlmesi:

Regalrez® 1094 verniğinin olumlu yönü, alifatik (sıvı yağ veya içyağı ile ilgili olan) hidro-karbon çözücülerde (aromatik olmayan içerikteki) çözünabilir olmasıdır. Regalrez® 1094 reçine verniğinin diğer bir özelliği ise aseton, etanol-ispirto veya izopropil alkol gibi polar çözücülerde çözünmez olmasıdır.

Verniği genel olarak matlaştırmak için, Regalrez® 1094 reçinesinin ilk fırça verniği, 100 ml petrol benzenine, hızlı buharlaşan nafta veya Shell Cypar® 9'a 15-20 g uygulanabilir. Benzen içerisinde Regalrez® 1094, sprey olarak uygulanabilecek yöntemlerden birisidir.

Vernik ayrıca, düşük reçine konsantrasyonu ve hızlı buharlaşan bir çözücü kullanılarak balmumu eklenerek biraz mat hale getirilebilir. Bu reçine ile mat bir vernik elde etmek için çok yüksek konsantrasyonlarda mum veya füme silika eklenmelidir. Regalrez® 1094, doğal parlaklığı nedeniyle mat bir vernik için başlangıç noktası olarak kullanılacak en iyi reçine olmayabilir.

Regalrez® 1094 reçine verniği konservasyon alanında doğal reçinelerin yerini alacak şekilde tanıtılmış olsa da akrilik boya ile yapılmış çağdaş resimlerde de kullanılabilir. Eskiye vernik, geri alındıktan sonra farklı şekilde eskimiş veya

düzensiz görünen mat ve parlak alanları eşitlemek için hem lokal olarak hem de genel olarak uygulanabilmektedir. Regalrez® 1094, genel bir vernik görünümü vermeden fırça darbelerini, boya karakterini ve mat/parlak farklılıklarını korurken boyayı yeniden doyurmak için tablolarla kullanılabilir. Orijinal olarak verniksiz yüzeylere vernik uygulanması tercihi yapıldığında, Regalrez® 1094 reçine verniği alifatik hidrokarbonlar ile geri dönüşümü mümkündür (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 111-112).

Tipik Fırça Uygulama Çözeltisi:

Fırça vernik yoğunluğu, alt tabakaya bağlı olarak 10-40 gr/100 ml arasında değişiklik gösterebilen ve elde etmeye çalıştığınız etkiye göre çeşitlenebilir. Eğer yalnız uygulanacaksa, 20-25 gr/100 ml genellikle uygun olabilmektedir. Diğer bir verniğin üzerine uygulamada ise 15-20 gr/100 ml kullanılabilir. Regalrez® ilk katman düzeltilecek veya yeniden uygulanacaksa mutlaka spreyle uygulanmalıdır. Önceki vernik alındıktan sonra verniklenen yüzey eşit değilse (parlak ve mat alanlar olarak), 30-40 gr/100 ml gibi daha yüksek yoğunluktaki ya da başka bir reçinenin ilk katı ile başlanır.

Fırça ile uygulama:

Solvent seçimine ve ortam koşullara bağlı olarak, fırça ile uygulama 30 saniyeden 10 dakikaya varan değişiklik gösterebilmektedir. Arkon® P-90 ve Regalrez® 1094 ilk kez piyasaya çıktığında Shell Solvent® 71/72 gibi solventler ile karıştırıldığında buharlaşma süresi 5140 saniyede %90 buharlaşma oranına sahiptir. Bu reçinelerin hidrokarbon solventler ile karıştırıldığında daha yavaş kurumaktadır. Böylece daha yavaş buharlaşan solvent, büyük resimlerde fırça ile uygulanan vernik için kullanışlı olabilen çok uzun çalışma süresi verebilmektedir. Bu nedenle Shell Solvent® 340 HT (0.4% aromatik ve 1725 saniyede 90% buharlaşma) gibi hızlı buharlaşan solvent daha genel uygulamalar için iyi çalışma imkânı sağlamaktadır.

Regalrez®' 1094 verniği, yavaş kurumaktadır. Alt kat olarak uygulandığında birkaç dakikada dokunulacak kadar kurur. Ancak Kraton® G kauçuk eklenmesi ve yavaş

buharlaşan solvent kullanımı kuruma zamanını arttırır (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 112).

Tipik Sprey Uygulama Çözeltisi:

Vernik uygulamasının yapılacağı sprej solüsyonları kendi içerisinde de farklılık göstermektedir. Bunun nedeni, düşük moleköl ağırlıklı bir reçine olan Regalrez® 1094 reçinesinin sprej tabancasını tıkamadan ancak çok yüksek yoğunluklarda kullanılabilir olmasıdır. Eğer Regalrez® 1094 sadece vernik tabakası olarak kullanılacaksa, 100 ml içerisinde 20-25 gr eklenerek doygun bir yüzey sağlayabilmektedir. Mevcut bir verniğin üzerine uygulamada 100 ml içinde 15-20 gr Regalrez® 1094 genellikle yeterli bulunmaktadır.

En iyi sonuçlar Chiron® gibi yüksek yoğunluklu düşük basınçlı sprej kullanımı veya resimden 40-60 cm uzaklıkta tutulan hava tabancası ile elde edilebilmektedir. Benzen (buharlaşma oranı tolüen ile aynıdır) gibi hızlı buharlaşan solvent içerisinde karıştırıldığında ve sprej kabiniinde spreylendiyse, tablo neredeyse kuru his verebilmektedir. Eğer White Spirit veya Shell Sol® 340 HT kullanılırsa, vernik tabakası kurumadan önce verniği yeterli miktarda fırçalanabilecek süreye sahip olunur (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 111).

Katkı Maddeleri:

Tinuvin® 292, engelleyici amine ışık dengeleyici (HALS), reçinenin ağırlığının %2'si kadar tavsiye edilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 111).

Depolama ve Raf Ömrü:

Regalrez® 1094 reçine verniği, kuru toz haldeyken iki yıl (endüstriyel kullanım için üretici tarafından tanımlandığı üzere), solüsyon halinde ise birkaç ay, Tinuvin® 292 ile güçlendirildiğinde ise 4 haftaya kadar depolama imkânı vermektedir.

Yanıcı buharların (yani solvent buharlarının neden olabileceği) yakınında bir paketin boşaltılmasıyla oluşan statik yükler, ani yangına sebebiyet verebilmekte; yanıcı

toz/hava karışımları oluşturabilmektedir. Dolayısıyla oluşabilecek yangınların göz önüne alınarak ürün takviyelerinin yapıldığı aşamada bu durum göz önünde tutulmalıdır. Yapılacak işlemler ortamdaki yanıcı-yakıcı bölgelerden uzakta ve kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmelidir.

Olası sağlık sorunları açısından incelenecek olursa; ufak miktarda bir temas nedeniyle dahi olsa göz tahrişine neden olabilir. Tozun solunması solunum yollarında tahrişe sebebiyet verebilir. Ürün kullanıldıktan sonra mutlaka olası kalıntıların vücut ile temasını ve işlemler sırasında eldiven dahi kullanılsa eller mutlaka iyice su ve sabun ile detaylı olarak yıkanması gerekmektedir.

İmha etme sırası geldiğinde ise, önerilen bertaraf yöntemi geçerli yönetmeliklere uygun olarak incelenmeli ve yerine getirilmelidir. Teknik düzenleyici gerekliliklerini tam olarak karşılayan, izin verilen bir katı veya tehlikeli atık tesisinde depolama uygun bir alternatif olarak da kabul edilebilmektedir (Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, 115).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DAMMAR, KETON VE REGALREZ® 1094 VERNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMALI OLARAK İNCELENMESİ

Bu tez çalışması sırasında yapılan uygulamalar, ışık mikroskobu, SEM ve NMR analizleri ile desteklenmiştir. Yapılan UV ile yaşlandırma işlemlerinin etkileri/sonuçları, analizler ile rasyonel sonuçlara dayandırılmıştır. Görünür ışık ve UV görüntülemenin yanı sıra SEM ve NMR analizleri ile de fiziksel ve kimyasal degradasyon çeşit ve oranları saptanmak istenmiştir. Analiz sonuçlarının yorumlanmasından önce kısaca SEM ve NMR analizlerinin çalışma prensipleri ve özellikleri hakkında temel bilgiler paylaşılarak yorumların anlaşılabilmesinin kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

4.1. Dammar, Keton (MS2A) ve Regalrez® 1094 Vernik Numunelerinin Analiz İçin Hazırlanması

UV ile yaşlandırma işlemine başlamadan önce lamalar üzerine reçine vernikleri, koruma alanında en yaygın ve en sık uygulanan kombinasyonlarıyla sürülmüştür. Her reçine grubu için, reçinelerin kullanım özelliklerinden dolayı gerekli kombinasyonlar ayarlanmıştır. Reçinelerin üst üste uygulanması aşamasında, güncel ve geleneksel olarak yine koruma alanında en yaygın kullanılan kombinasyonlar seçilmiştir. Ayrıca hava tabancası üzerine fırça uygulaması gibi, pratik kullanımda yeri olmayan kombinasyonlar uygulama aşamasından önce yapılan incelemeler neticesinde elenmiştir. Dolayısıyla, uygulanan kombinasyonların bu şekilde oluşturulması, literatür taraması ve yaygın uygulama şekillerinden yola çıkılarak gerçekleştirilmiştir. Düşük molekül ağırlıklı doğal bir reçine olan dammar için uygulanan kombinasyon sayısı 11 adet olarak belirlenmiştir. Bu kombinasyonlar ise:

- Rötüş verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası),
- Rötüş verniği (sprey) + Dammar (fırça),
- Rötüş verniği (hava tabancası) + Dammar verniği (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Dammar verniği (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Dammar verniği (fırça),

- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Dammar (fırça),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Dammar (sprey),
- Rötüş verniği (sprey) + Rötüş verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası),
- Rötüş verniği (sprey) + Rötüş verniği (sprey) + Dammar (fırça),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça)

şeklinde oluşturulmuştur.

Lamlar üzerine reçine kombinasyonları; iki kat, üç kat ve son olarak da en sık uygulanan yöntemlerden seçilen dört kat olmak üzere uygulanmıştır. Verniklerin uygulanış şekli üç ana prensipte gerçekleştirilmiştir. Fırça uygulaması için, yaklaşık 1 cm genişliğindeki özdeş fırçalar her reçine grubu için ayrı olarak seçilmiş ve kullanılmıştır. Sprey uygulaması için literatür taramalarında en sık karşılaşılan MAIMERI marka dammar vernik seçilmiştir. Uygulama kolaylığı açısından spreyl başlığı aracılığıyla uygulanan dammar, homojen bir katman oluşturacak şekilde lamların üzerine püskürtülmüştür. Son olarak da, “*mgf compressors*” marka, CS 30/155 kodlu 2014 model hava tabancası cihazı ile lamlar üzerine dammar uygulanmıştır.

Sıvı olarak hazırlanan dammar solüsyonu fırça ile uygulanmıştır. Fırça ile uygulanan bu solüsyon %20 dammar/terebentin olarak hazırlanmıştır. Cam kaptaki sık sık metal bir karıştırıcı ile karıştırılarak, solüsyonun homojen bir yapı alması sağlanmıştır. Hava tabancası ile sürülen katlarda da aynı orandaki solüsyon hava tabancasının haznesine doldurulmuştur. Hava tabancası ile uygulamanın bu aşamasında, ekonomik tüketimi ile öne çıkmıştır.

Bir diğer vernik türü olarak seçilen düşük molekül ağırlıklı Regalrez® 1094 ticari isimli reçine, aynı şekilde literatür taramaları sonucunda en sık karşılaşılan kombinasyonlarıyla uygulanmıştır. Bu reçine verniği grubunda, en sık karşılaşılan ve pratikte uygulaması olan 12 farklı kombinasyon seçilmiş ve lamlar üzerine ikili, üçlü ve son olarak da dörtlü katmanlar şeklinde uygulanmıştır. Bu reçine grubundaki 12 kombinasyon şu şekildedir:

- Rötüş verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Rötüş verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça),
- Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça),
- Rötüş verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça),
- Rötüş verniği (sprey) + Rötüş verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası),
- Rötüş verniği (sprey) + Rötüş verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça),
- Rötüş verniği (fırça) + Rötüş verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)

Regalrez® 1094 reçine gurubunda da hava tabancası üzerine fırça uygulamasının pratik kullanımda yeri olmaması nedeniyle yer verilmemiştir. Bu gruptaki reçinelerde iki kat üst üste Regalrez® 1094 reçine verniği uygulaması yapılmıştır. Ayrıca dammar reçine verniğindeki grupta yer alan rötüş verniği üzeri Regalrez® 1094 reçine verniği de uygulanmıştır. Literatür taramaları neticesinde en sık karşılaşılan iki, üç ve son olarak da dört katlı reçineler, belirlenen teknikler aracılığıyla lamlara uygulanmıştır. Fırça ile uygulanan solüsyon için 1 cm ebatındaki özdeş fırçalardan, diğer vernikleri uygulamada kullanılmamış temiz bir fırçadan yararlanılmıştır. Hava tabancası uygulaması için “*mgf compressors*” marka, CS 30/155 kodlu 2014 model hava tabancasından yararlanılmıştır. Bu reçine grubundaki verniğin spreylenmesi için, Regalrez® 1094 sadece sıvı halde fırça yardımı ile ve hava tabancası yardımı ile lamlara yerleştirilmiştir.

UV ile yaşlandırma işlemi öncesinde lamlara belli kombinasyonlarla sürülen son vernik çeşidi, düşük molekül ağırlığına sahip olan MS2A isimli keton reçine verniğidir. Literatür taramaları sonrasında bu gruba ait kombinasyonlar oluşturulmuştur. Ayrıca bu gruba ait verniklerin de hava tabancası üzerine fırça uygulamasının olmayışı nedeniyle, oluşturulan kombinasyonlar şu şekilde sıralanmıştır:

- Rötüş verniği/MS2A (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (hava tabancası),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprey),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (hava tabancası),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (sprey),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (fırça) + Rötüş verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça),
- Rötüş verniği/MS2A (sprey) + Rötüş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey).

Oluşturulan kombinasyonların setler halinde gruplandığı laboratuvar ortamında, gerekli olan kuruma süreleri tamamlandıktan sonra hızlandırılmış yapay UV yaşlandırma işlemine başlanmıştır. Yedekli olması ve olası bir aksilik durumunda bir set fazladan hazırlanmıştır. Aynı kombinasyonları içeren tüm bu setlerin kademeli yaşlandırma işlemi bu noktadan sonra başlamaktadır. Fakat öncesi ve sonrası durumlarını mukayese etme açısından, her reçine grubu için bir set yaşlandırılmadan laboratuvar ortamında saklanmıştır. Böylelikle yaşlandırmanın süre ile paralel ilerleyip ilerlemediğinin kontrol edilebilmesi için referans oluşturulmuştur. Yaşlandırma aşamasında, UV floresanlardan faydalanılmıştır. Yapılan literatür

taraması neticesinde, önceki yapay yaşlandırma işlemlerinde kullanılan UV lamba sayısı ve güçleri hesaplanarak deneye başlanmıştır.

Oluşturulan UV kabini için, hava ve ışık geçirimsiz kalın ahşap/sunta malzemelerden portatif kapaklı bir kutu yapılmıştır. Yapılan bu yaşlandırma kabini içerisine, SYLVANIA marka Blacklight-Blue F36W/BLB-T8 ürün detay bilgisine sahip floresanlardan 4 adet monte edilmiştir. Yaklaşık 20 – 30 cm mesafeye yerleştirilen floresan yuvalarının içlerine floresanlar yerleştirilmiş ve numuneler konmadan önce gerekli teknik testler gerçekleştirilmiştir. Birbirine paralel 4 adet 36W değerindeki floresanın altındaki reçine setleri, kademeli olarak yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır.

Literatür taramaları neticesinde, elde edilen bilgiler ışığında bir verniğin ortalama yaşlanma/bozulma süre başlangıcı da hesaba katılarak 10 yıl ve 20 yıllık yaşlandırma işlemleri uygulanmıştır. 10 yıl için belirlenen UV yaşlandırma kabininde kalma süresi 28 saat olarak hesaplanmış ve uygulanmıştır. Yaklaşık olarak 1 gün 4 saat kabinde kalan her üç reçine (dammar, MS2A ve Regalrez® 1094) grubuna ait numuneler, yaşlandırma periyodunu tamamladıktan sonra kabinin güç bağlantısı kesilmiştir. Numuneler belli bir süre (yaklaşık olarak yarım saat) bulunduğu ortamda bekletilmiştir, böylelikle ekstrem ortam değişikliklerinden etkilenmeden en standart sonuç elde edilmek istenmiştir (Whitmore, Colaluca, 1995).

Yaşlandırma işleminin ikinci periyodu olan 20 yıllık süre için 56 saate tekabül eden bir zaman dilimi seçilmiştir. Yapılan hesaplama ve araştırmalardan sonra yaklaşık olarak 2 gün 8 saatlik bir süre zarfında, numuneler UV kabininden hiç çıkarılmadan ve devamlı kontrolleri gerçekleştirilerek yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma sonrası elektrik tamamen kesilmiş ve oluşturulan yaşlandırma kabininin kapağı aralanarak ekstrem değişiklikler olmadan numunelerin periyotları tamamlamaları sağlanmıştır.

Laboratuvar ortamında kurulan bu yapay yaşlandırma kabini, aşırı nem ve ısı farklılıklarından muaf tutulmuştur. Hem kabin içerisinde hem de kabinin yer aldığı laboratuvar ortamı için ortalama sıcaklık aralığında ısı sabit tutulmaya çalışılmıştır. Gerektiği durumlarda ısı artışı ile soğutmaya; ısıнын düştüğü özellikle gece vakitlerinde de ısıtmaya gidilerek bir standart ısı aralığı yakalamaya çalışılmıştır. Tüm bu numunelerin hazırlanması ve tatbik edilmesi aşamalarında gözlük-maske ve eldiven kullanımına özen gösterilmiştir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deney

aşamasında, deneyin sonuna gelindiğinde hem UV gözlük takılarak kabinden numuneler çıkarılmıştır hem de ortamda hava sirkülasyonu sağlaması için tüm kapı ve pencereler açık tutulmuştur. Yapılan deneyin sonunda numunelerin kabinden çıkarılması için, kabinin bulunduğu ortamın özellikle iyi hava alıyor olduğundan emin olunmuştur.

Her iki yaşlandırma periyodunun tamamlandığı setlerin ortamdaki olumsuz şartlardan etkilenmemeleri için lam kaplarında muhafazası yoluna gidilmiştir. Yaşlanma periyoduna dahil olmayan referans seti önceden lam kutusunda saklanmaya başlanmıştır. Her lam örneğinin üzerine (reçine sürülü olmayan sathına) şeffaf yapışkan not kağıtları yardımı ile numunelerin hangi sıralama ve yöntemlerle uygulandığının yer aldığı kısaltmalar yazılmıştır. Böylelikle ileride olası bir karışıklığa mahal vermeden lam kutularında her bir numune için üzerindeki uygulama şekil ve sayıları not düşülmüştür.

Bu aşamadan sonra yapay UV yaşlandırma işlemi gerçekleştirilen reçine numunelerinin SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) taramaları gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan her gruptaki (10 yıl-20 yıl) numuneler SEM ile taranarak analiz sonuçları aynı şekilde gruplandırılmıştır. Daha sonrasında SEM analizlerinin 10 yıl ve 20 yıl yaşlandırma yorumları karşılaştırmalı ve kademeli olarak yapılmıştır.

4.2. Numunelerin Görünür (VIS) Işık ile İncelenmesi

Yaşlandırılmamış Dammar Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

SEM ve NMR çekimleri gerçekleştirilmeden önce, laboratuvar ortamında görsel incelemelerine başlanan numunelerin görünür ışık çekimleri Canon EOS 600D 18-55 IS II Dijital fotoğraf makinesi ile gerçekleştirilmiştir.

18 MP çözünürlüklü ve APS-C şekilli CMOS sensöre sahip bulunan kamera, yüksek çözünürlüklü ve geniş yazdırma boyutlu CMOS sensör, fotoğraf çekimlerinde net ve detaylı görüntüler elde edilmesini sağlamıştır. Manuel olarak kontrol edebilmek için çekimler gerçekleştirilmiş ve numunenin özeline göre ISO ayarları ayarlanarak görsel kayıt kısmı tamamlanmıştır. Numuneler ile kamera arasında yaklaşık 20-25 cm mesafeden çekimler gerçekleştirilmiştir.

Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça) + Dammar (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



10 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

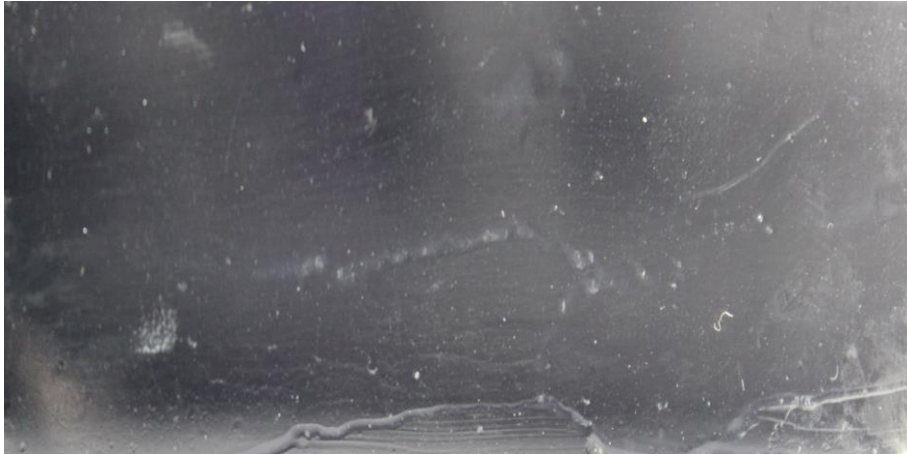
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği ş (fırça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça)



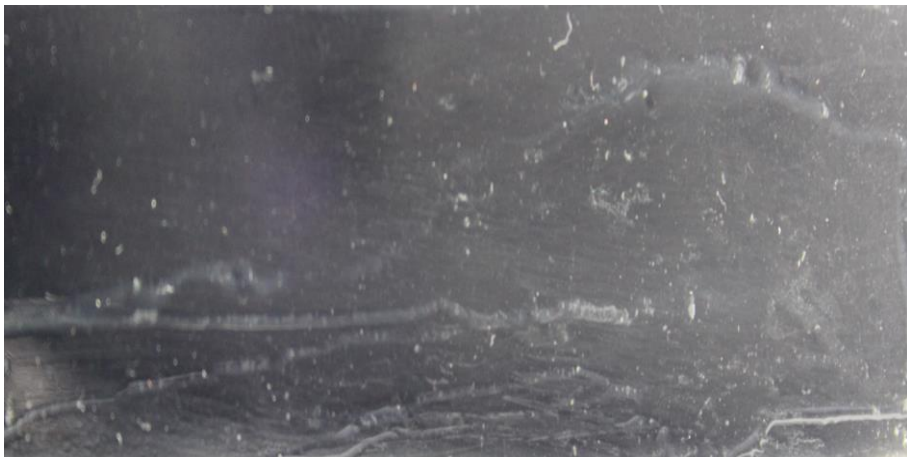
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



20 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (hava tabancası)



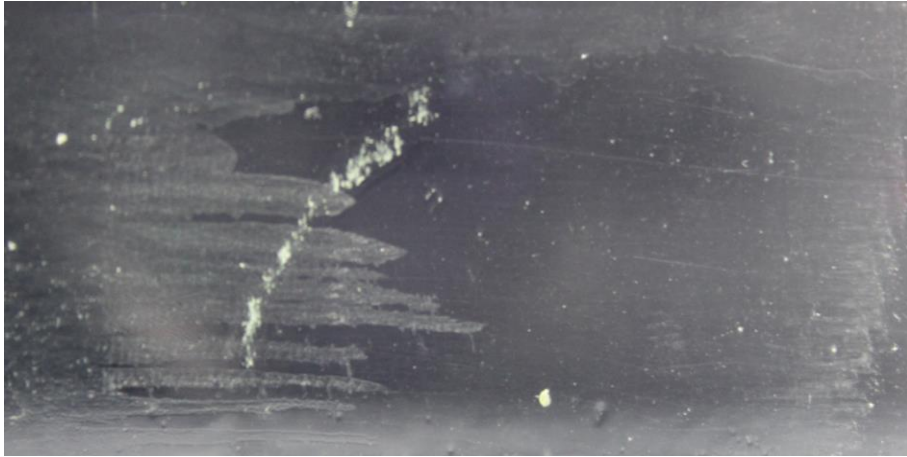
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça) + Dammar (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)

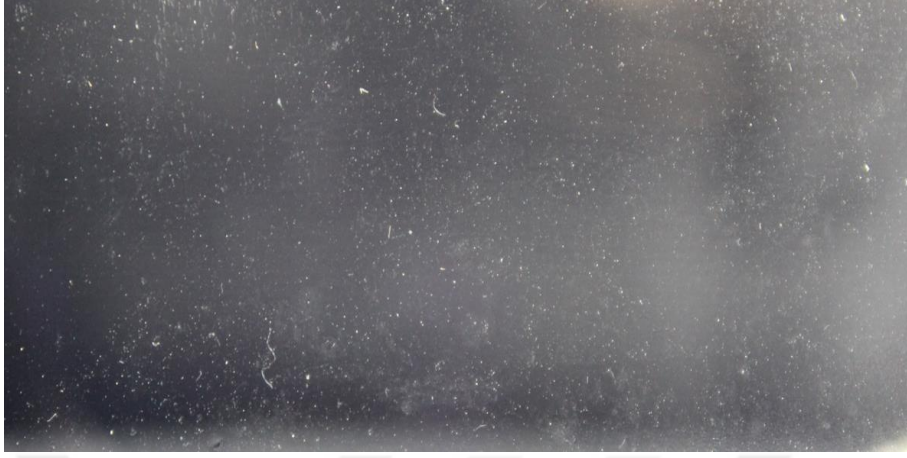


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)

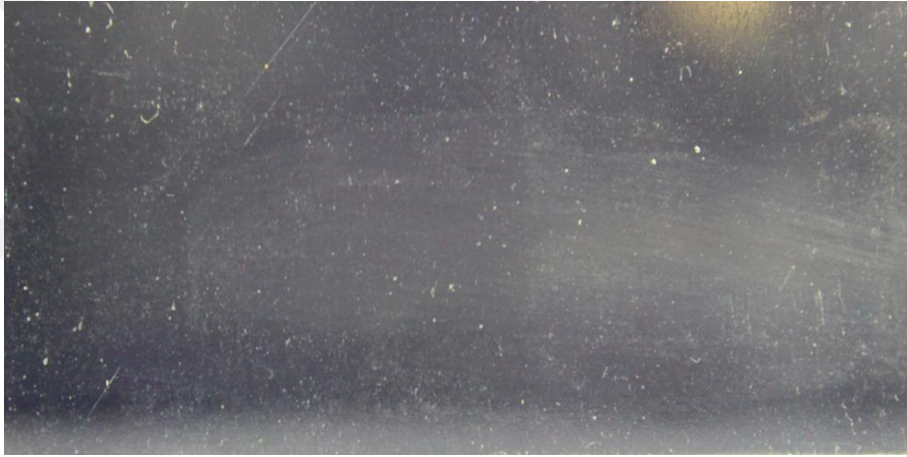


Yaşlandırılmamış MS2A Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



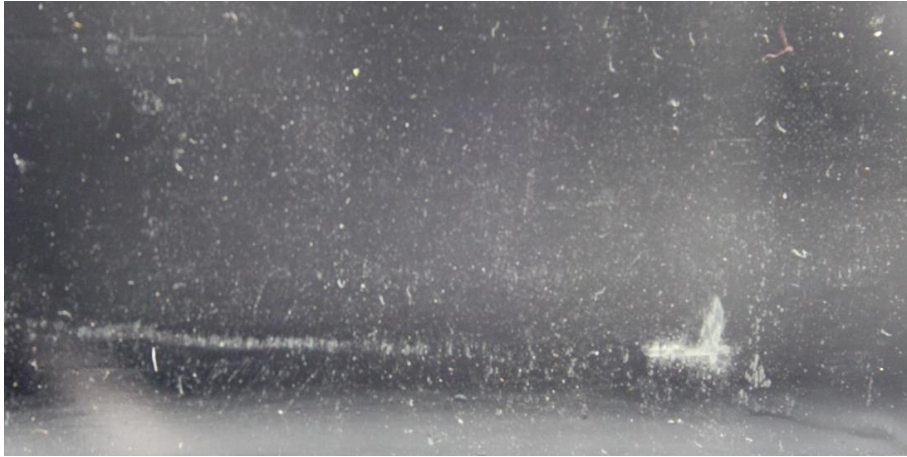
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



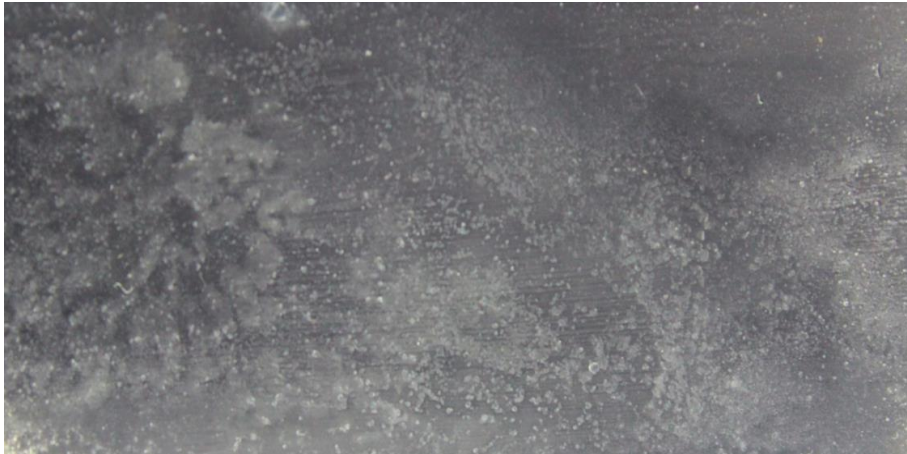
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



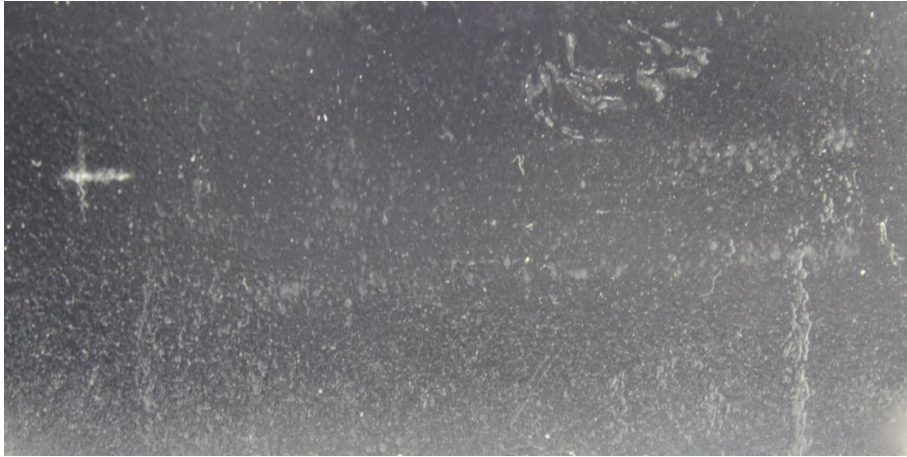
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



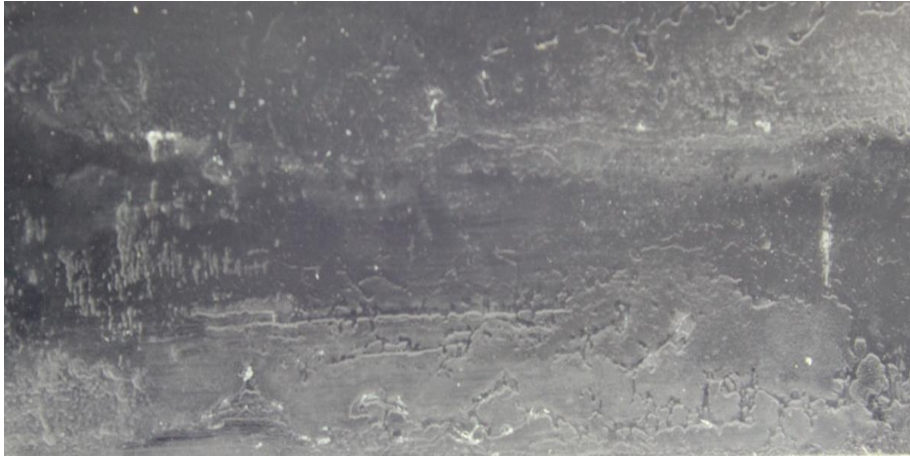
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



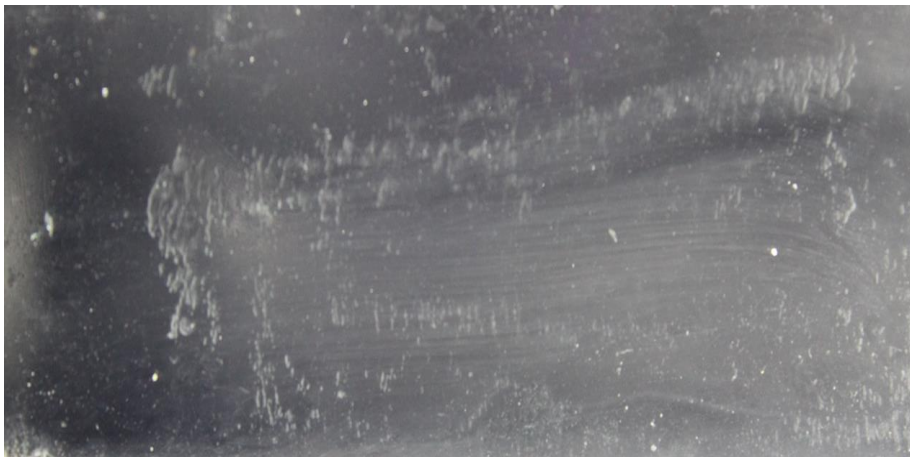
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



10 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



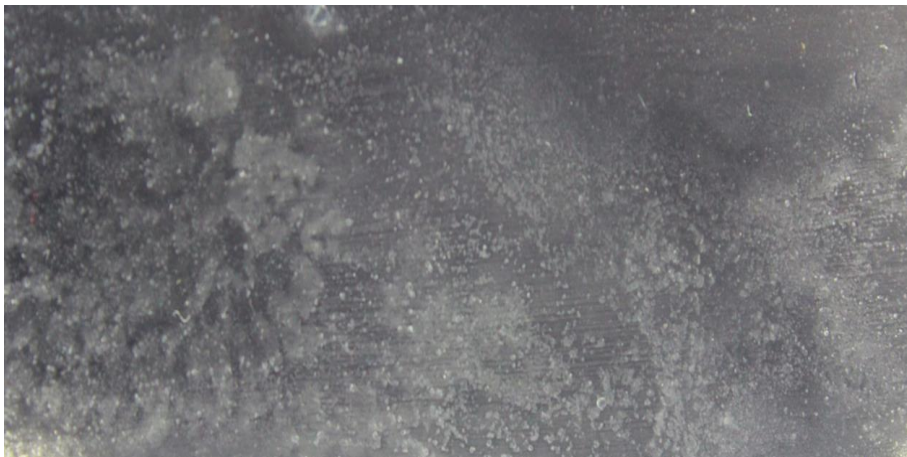
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



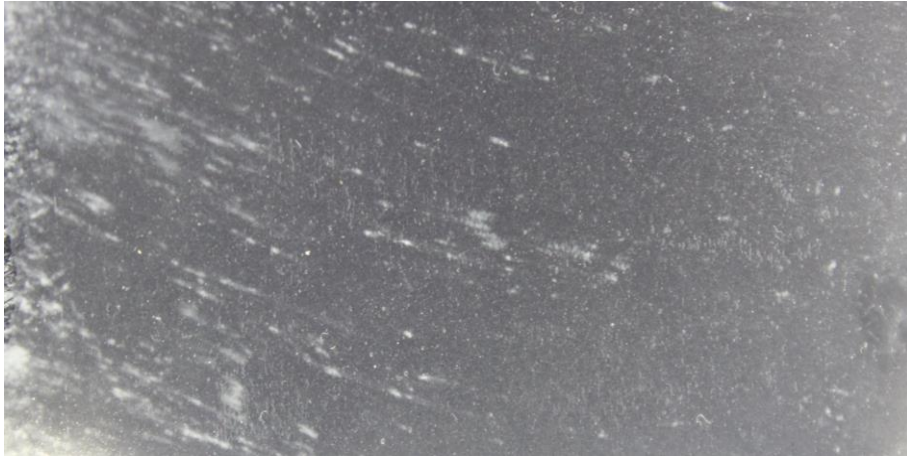
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



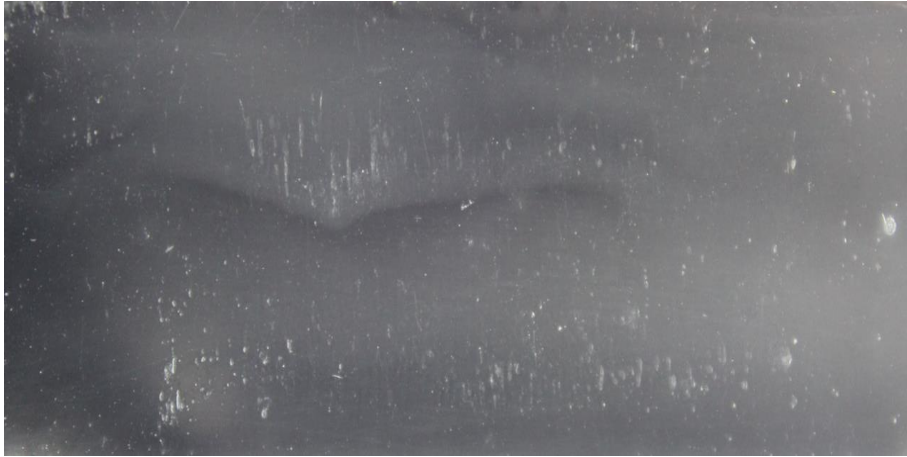
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)

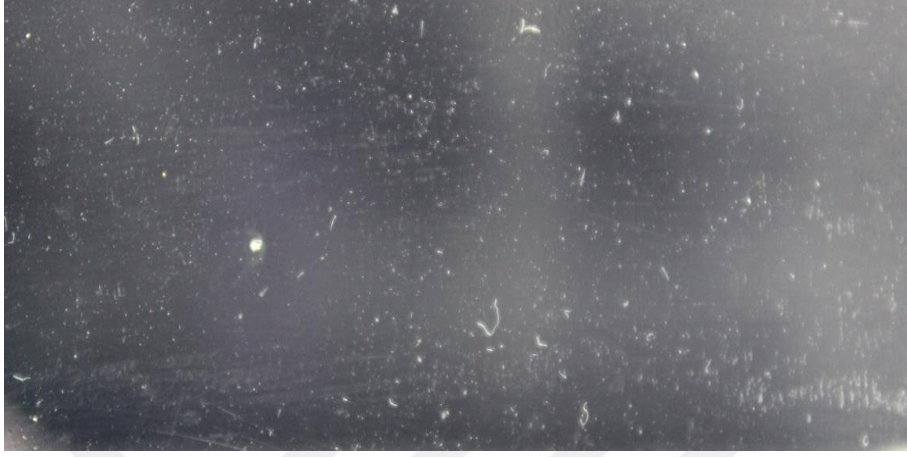


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



20 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



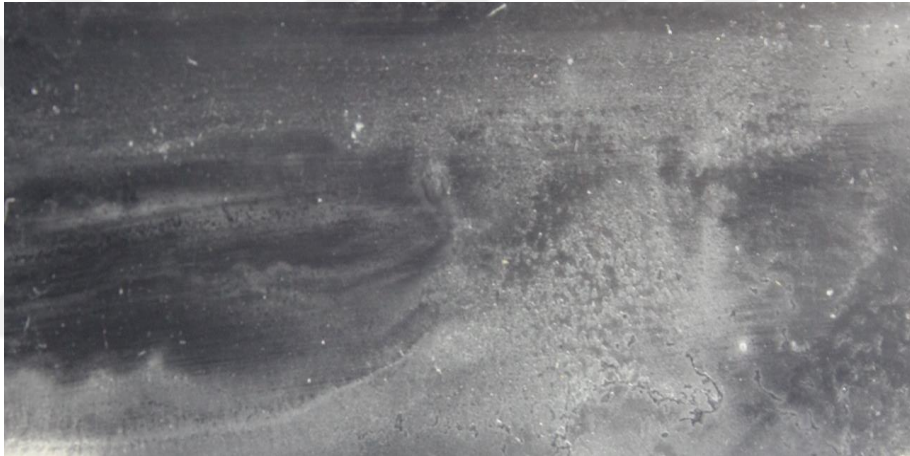
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



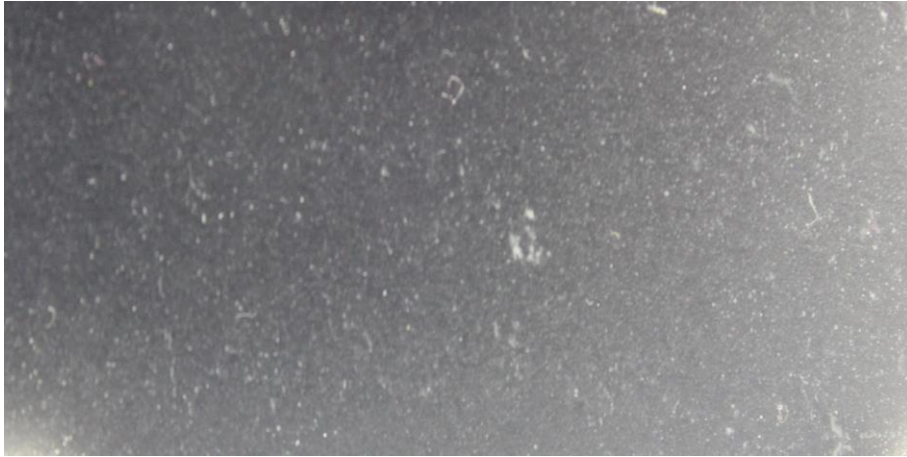
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



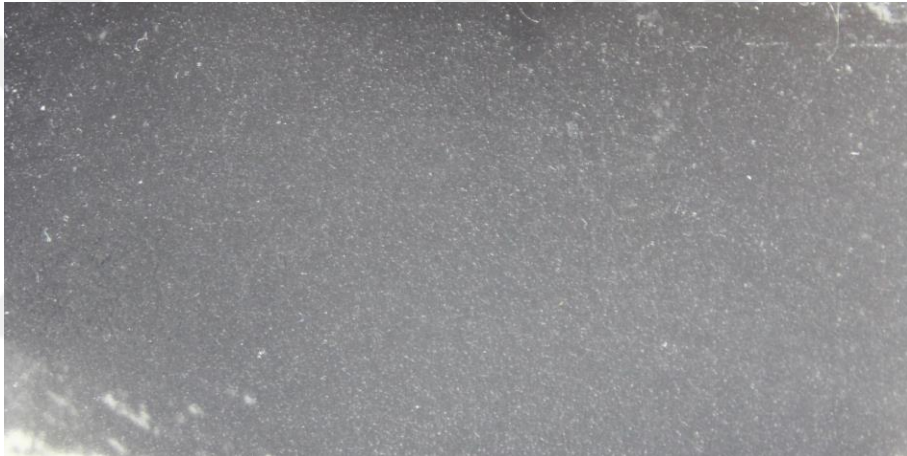
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



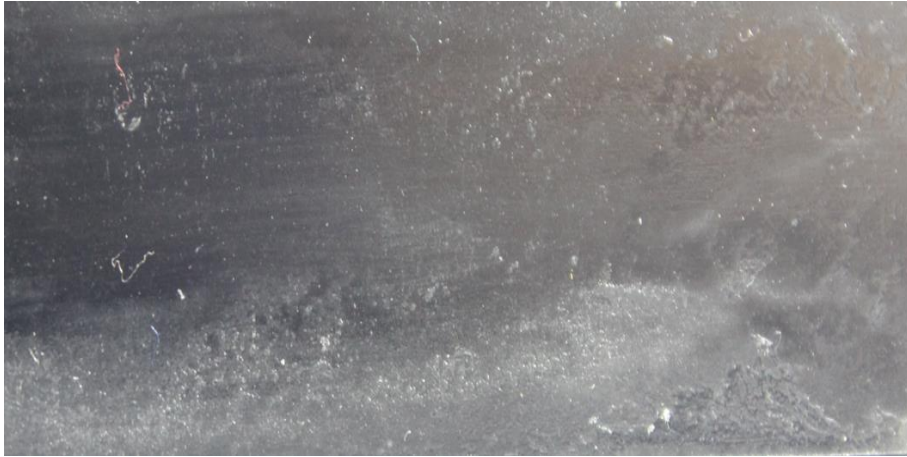
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



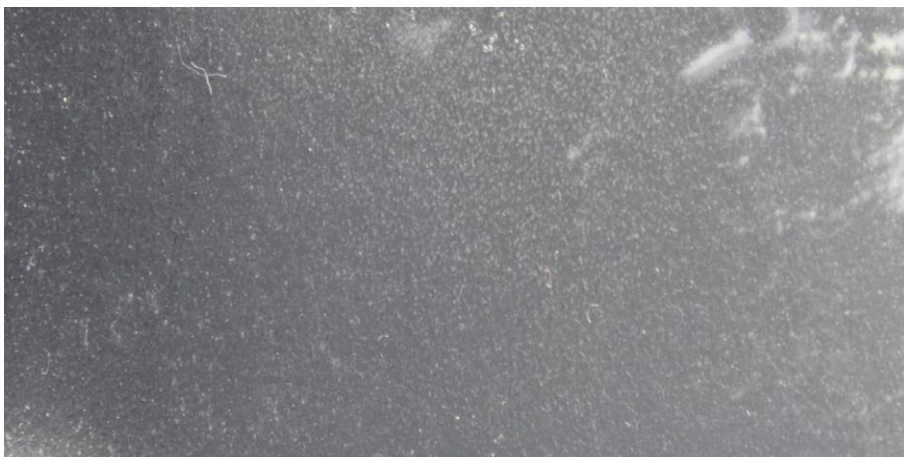
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)

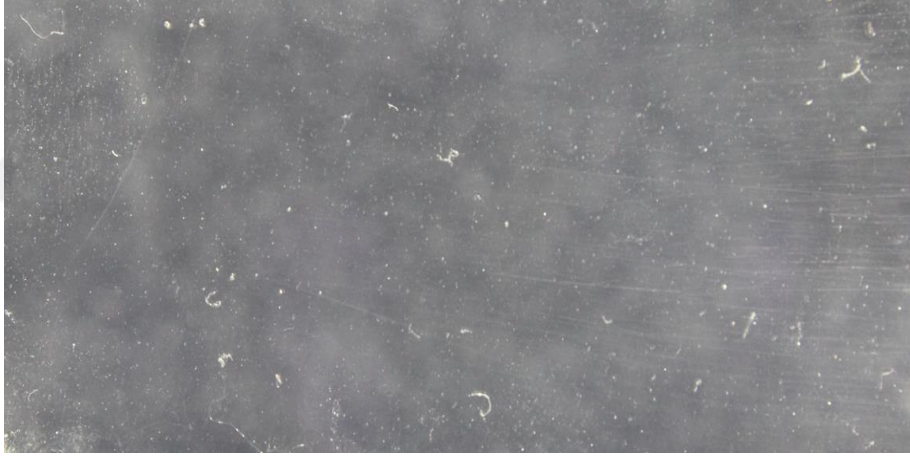


Yaşlandırılmamış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



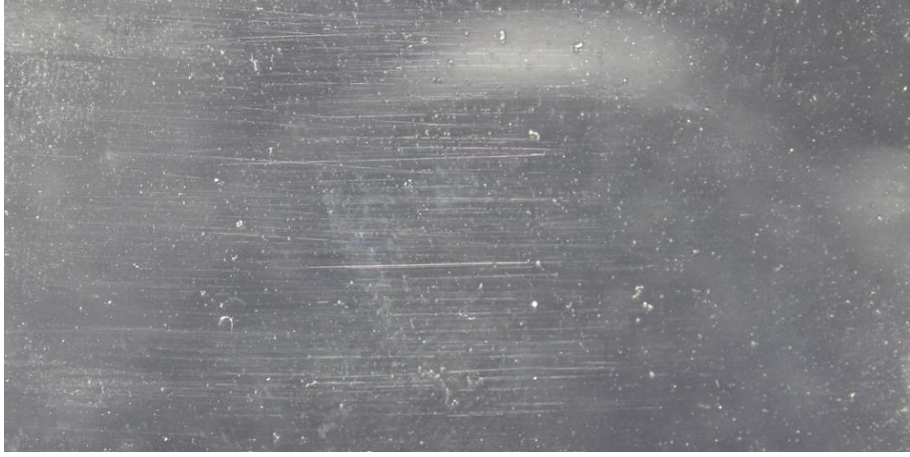
Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



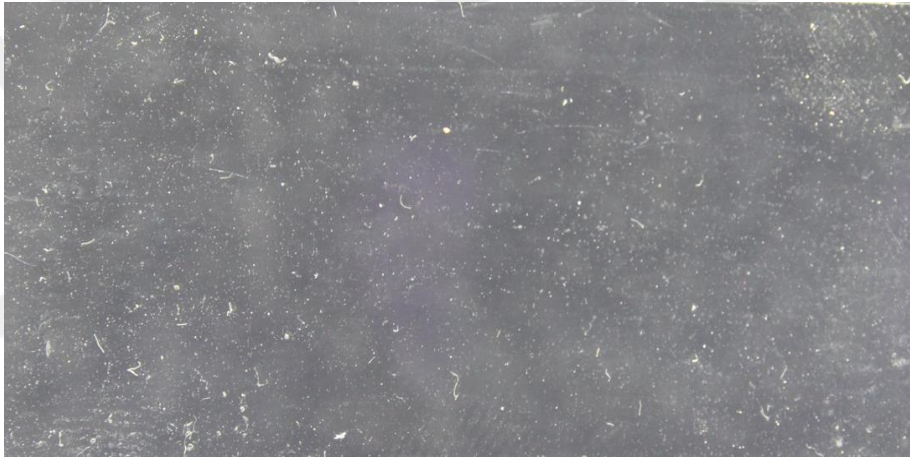
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)

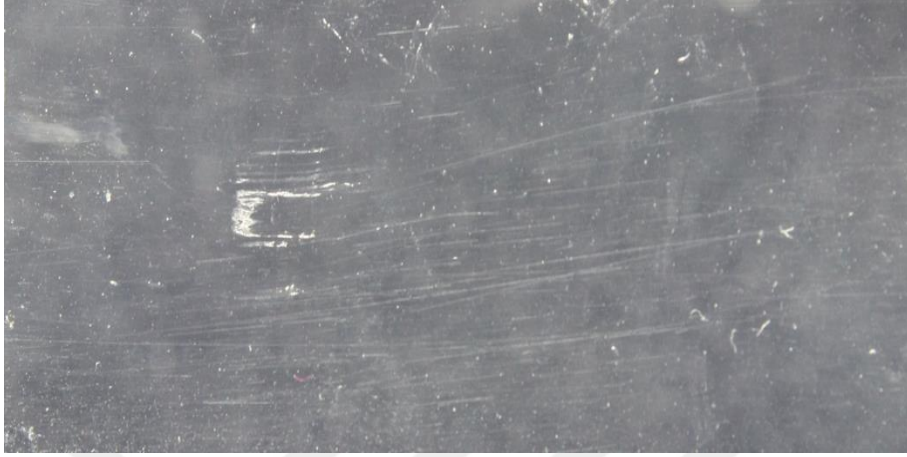


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)

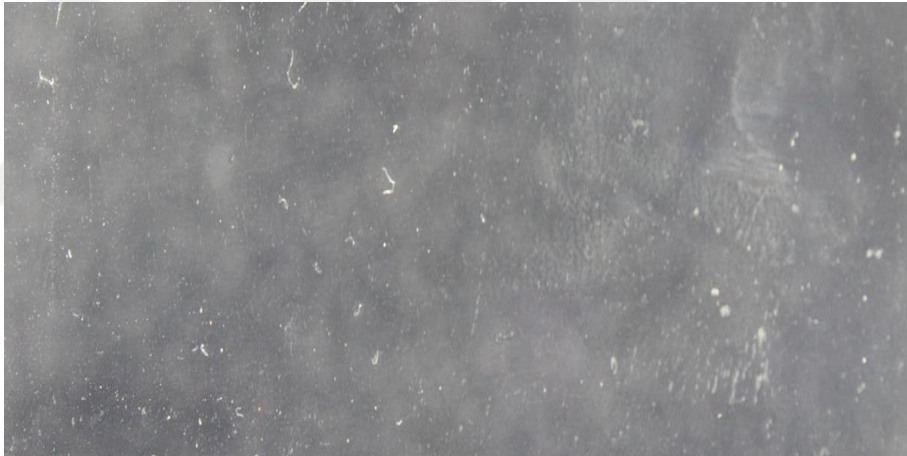


10 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



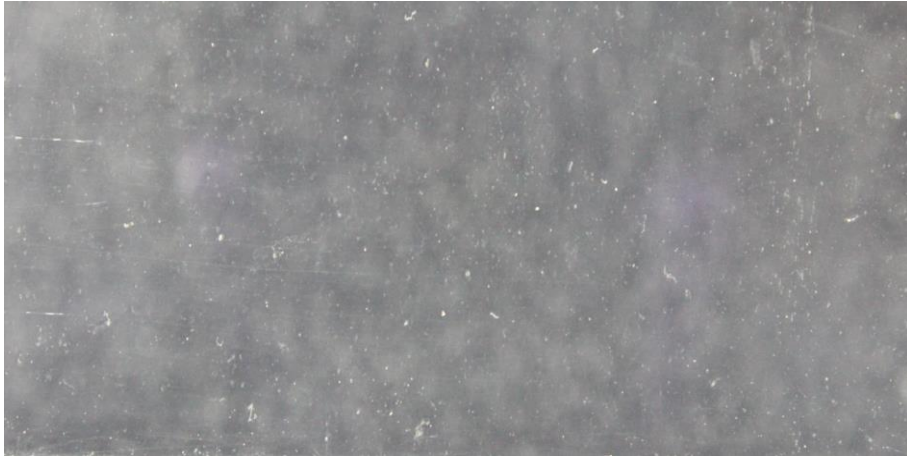
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



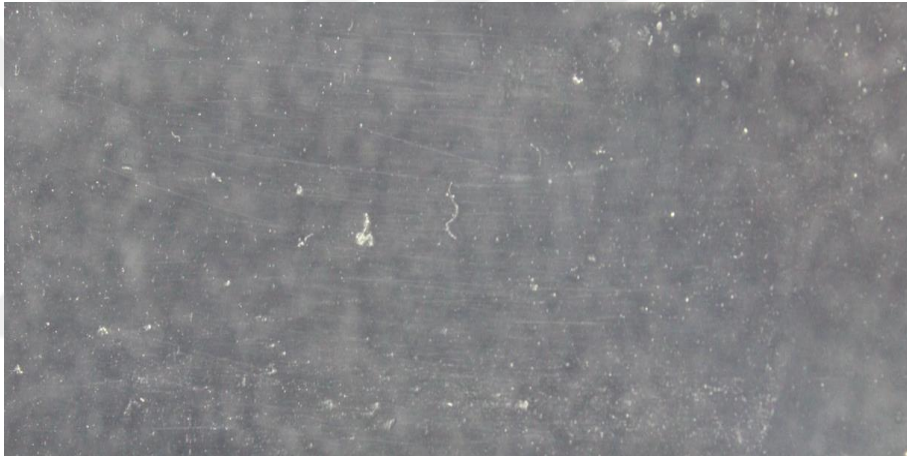
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



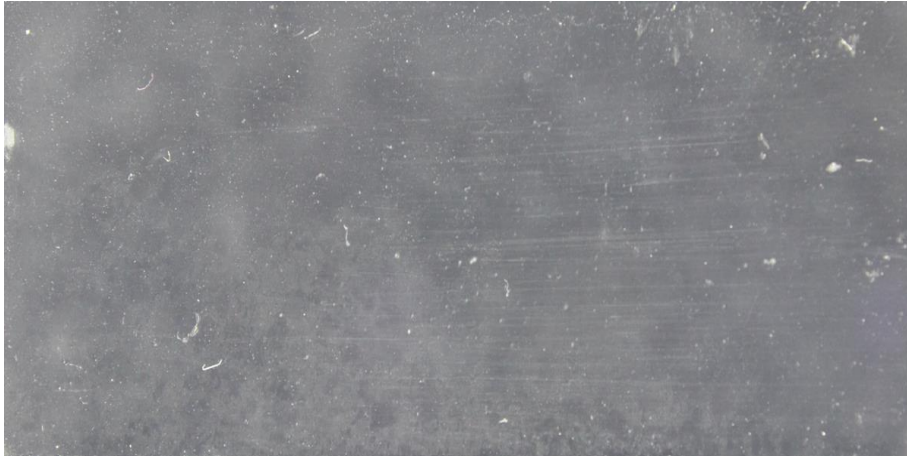
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



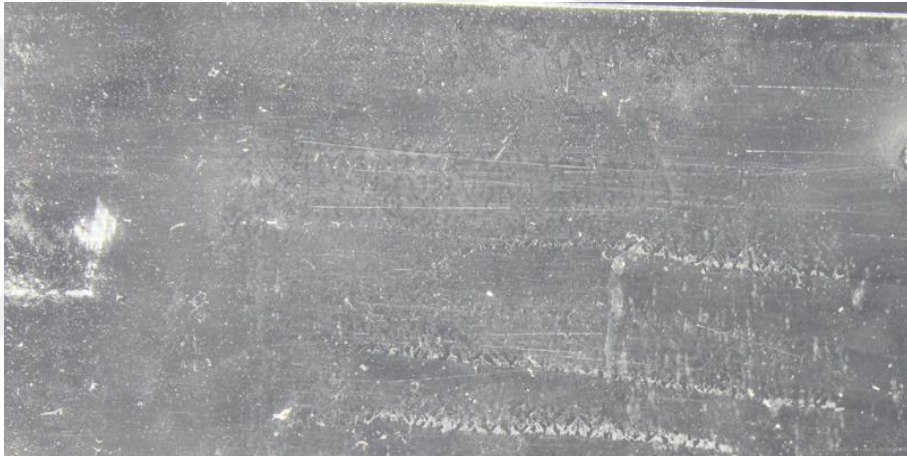
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)

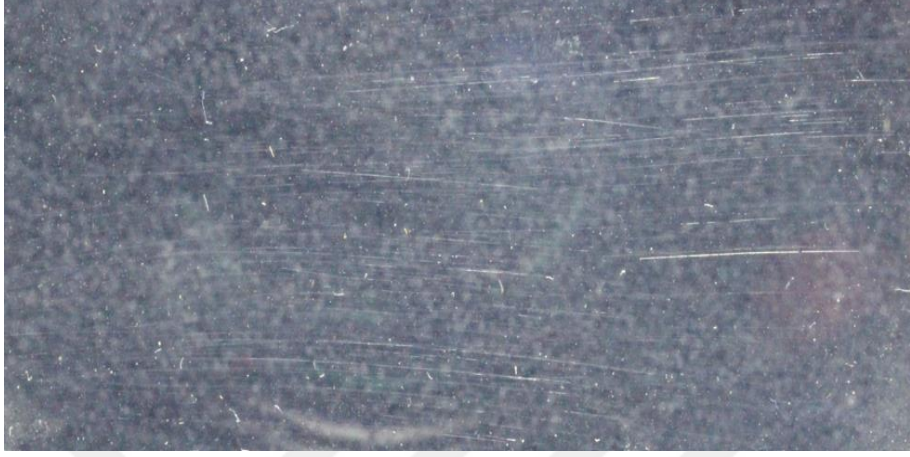


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)

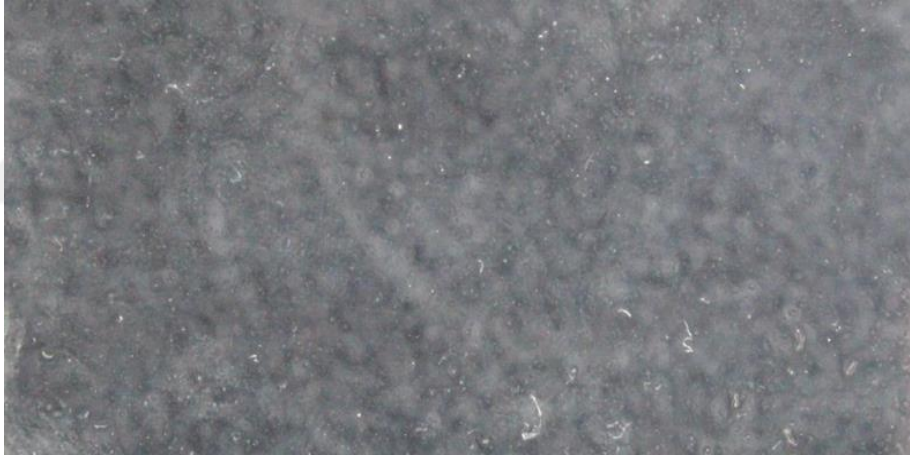


20 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Görünür (VIS) Işık Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



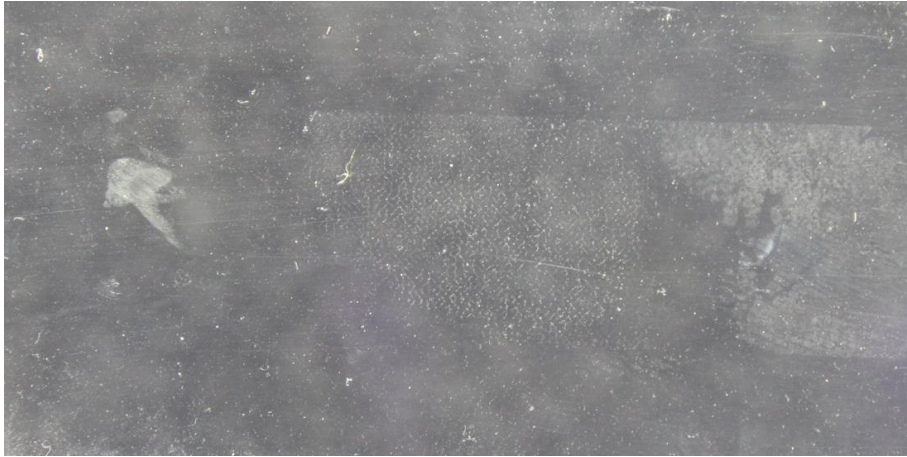
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



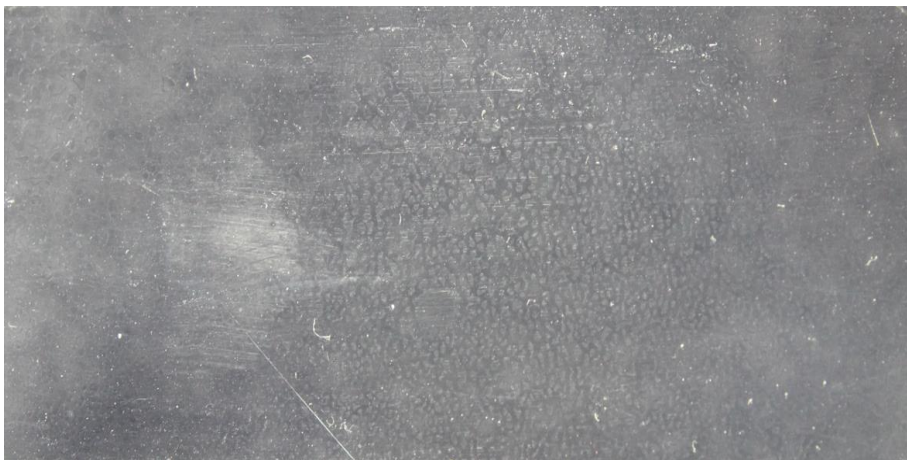
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (firça)



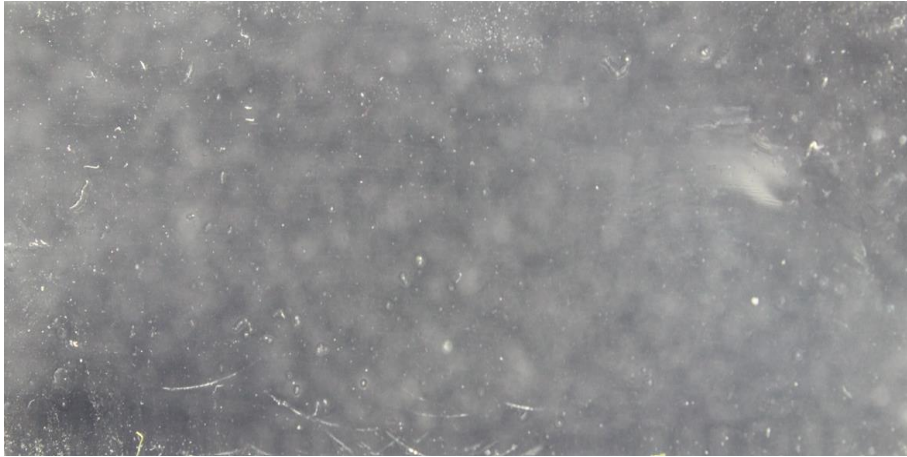
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



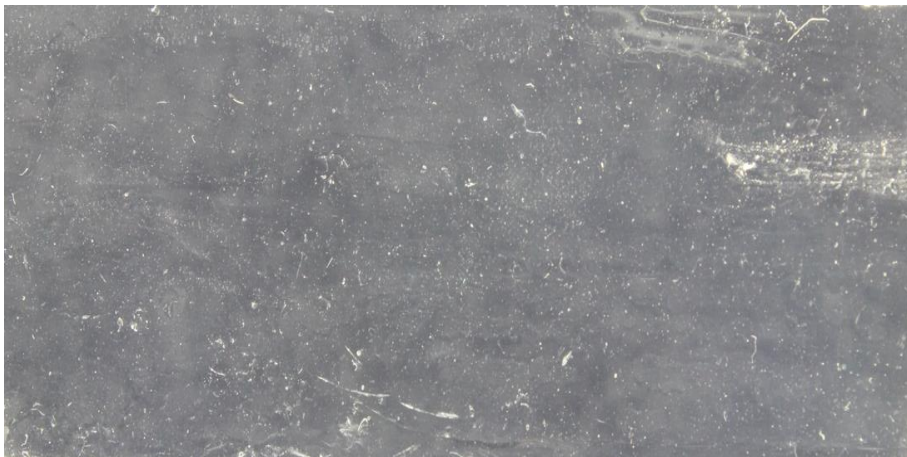
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)

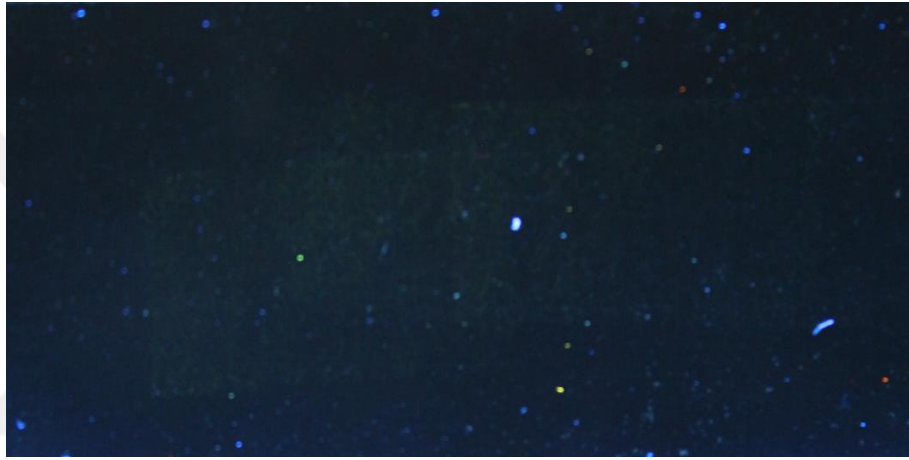


4.3. Numunelerin Morötesi (UV) Işık ile İncelenmesi

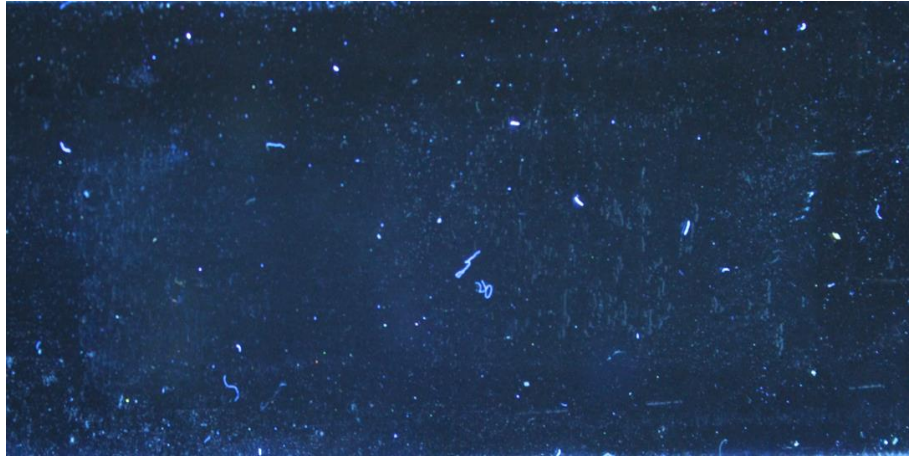
Yaşlandırılmamış Dammar Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

Morötesi (UV) çekimler için laboratuvar ortamı tamamen doğal ve yapay ışıktan arındırıldıktan sonra Canon EOS 600D 18-55 IS II Dijital fotoğraf makinesi lensine UV görüntülemeyi sağlayan lensler takılarak çekimler gerçekleştirilmiştir. Morötesi ışık ile aydınlatılan numunelerden yaklaşık 20-25 cm uzaklıktan fotoğraflamaları yapılmıştır.

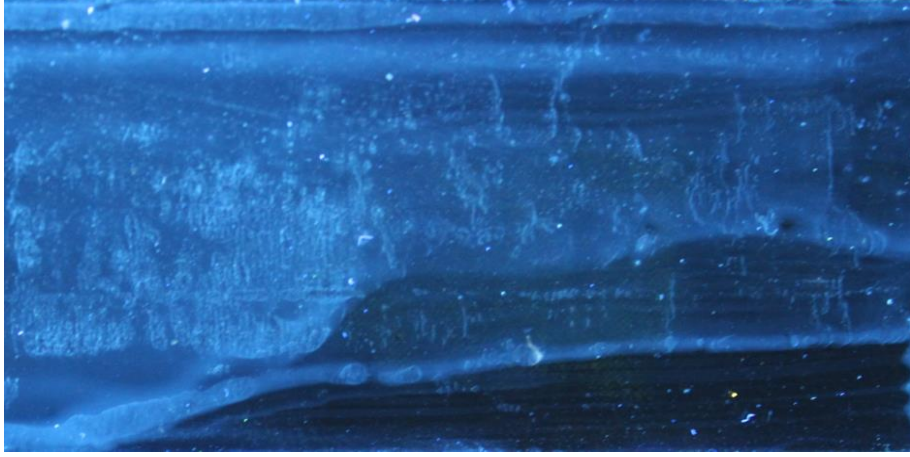
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



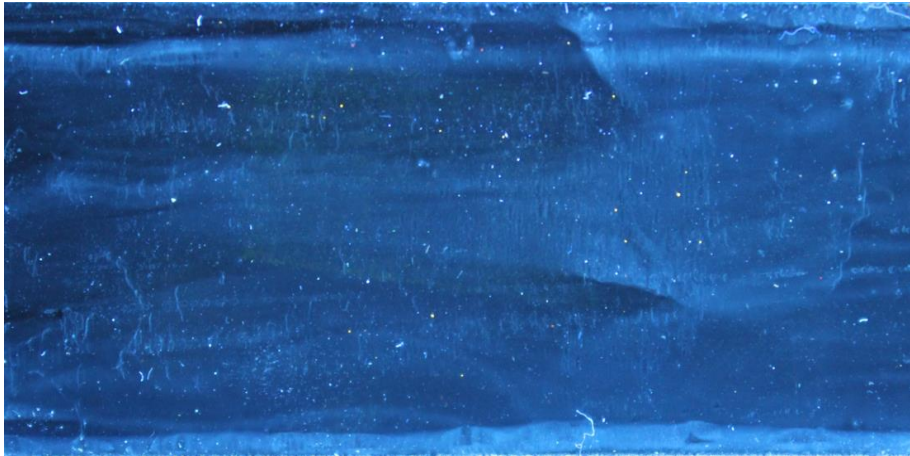
Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça)



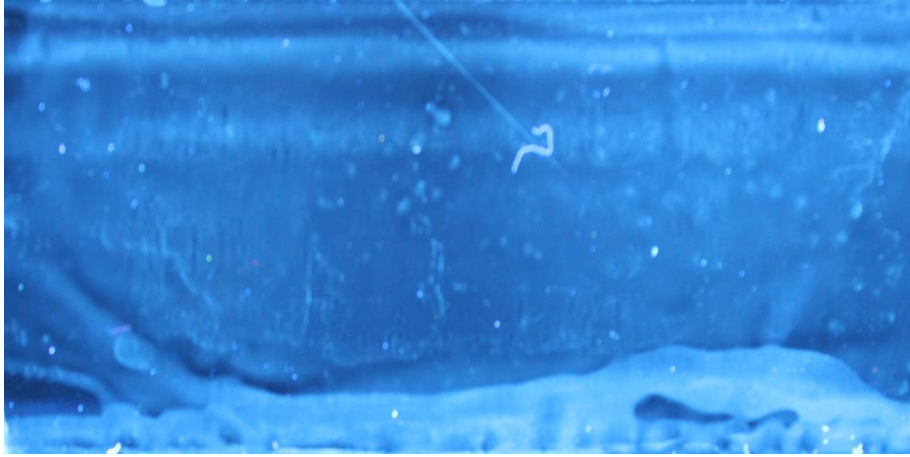
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + dammar (hava tabancası)



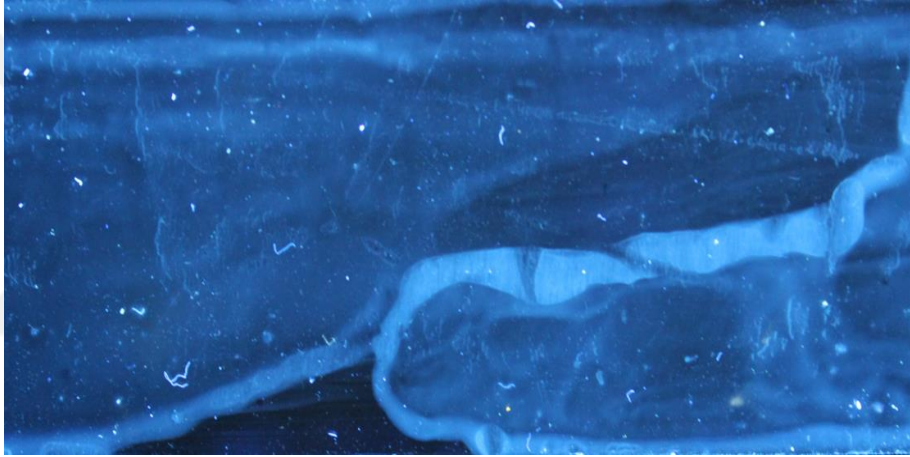
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça)



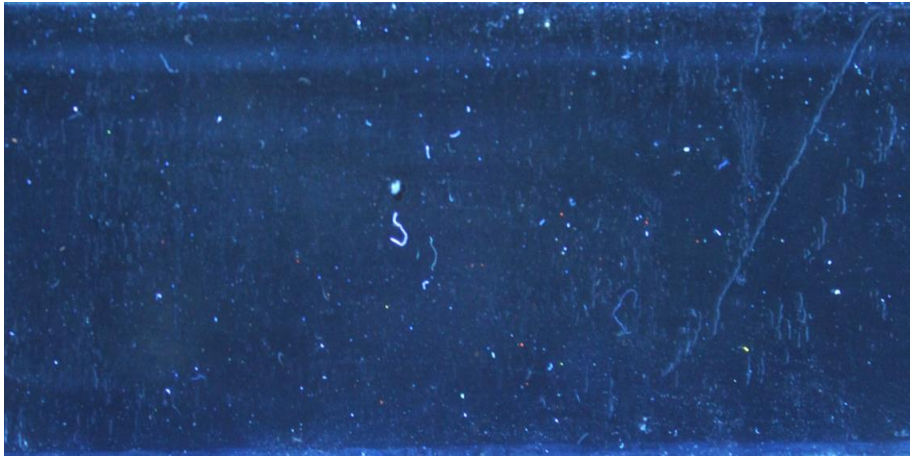
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça)



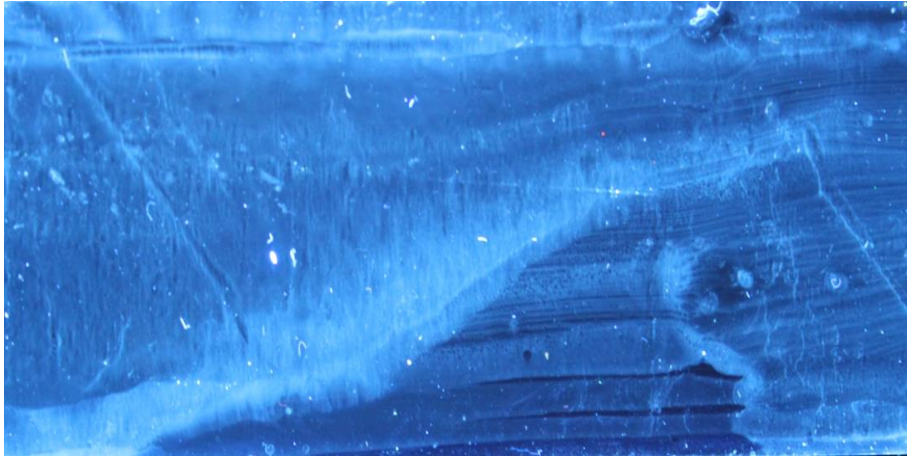
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



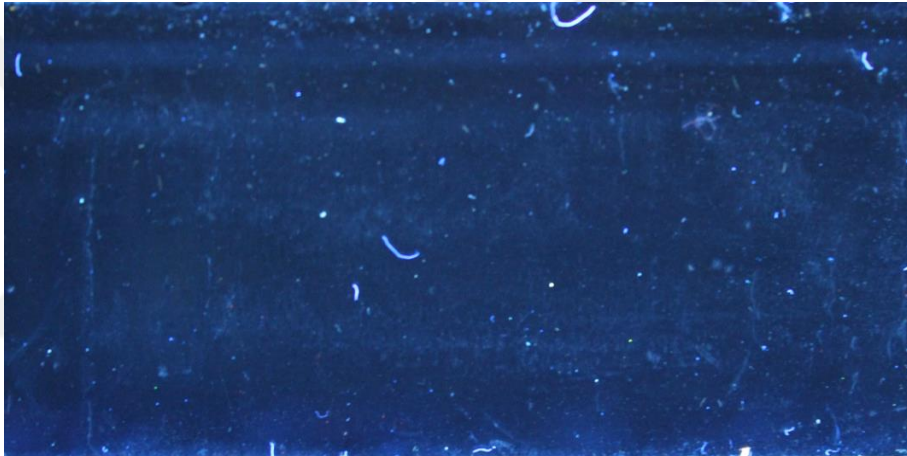
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



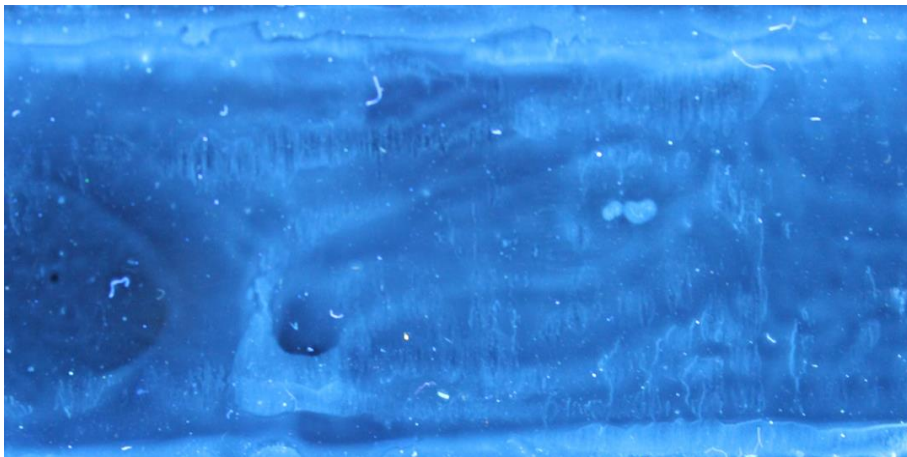
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)

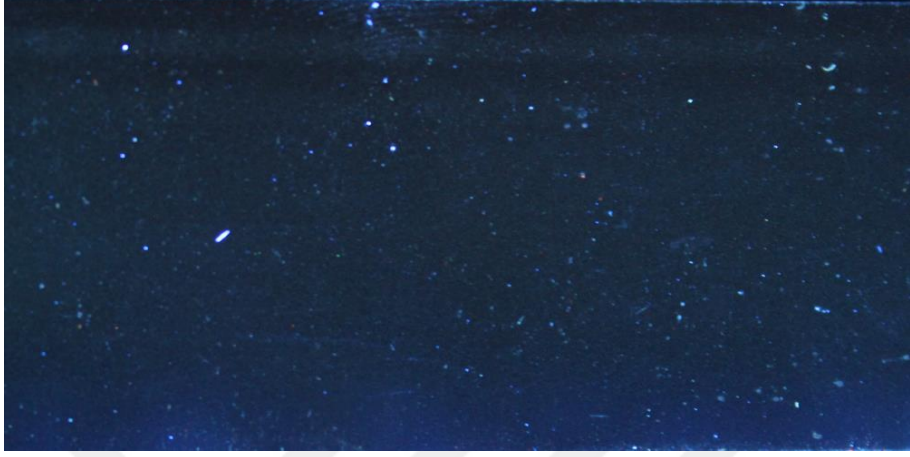


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)

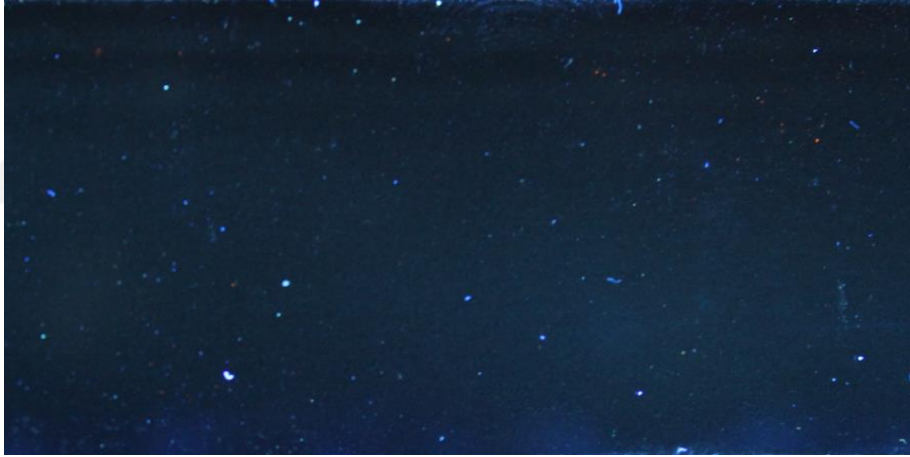


10 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

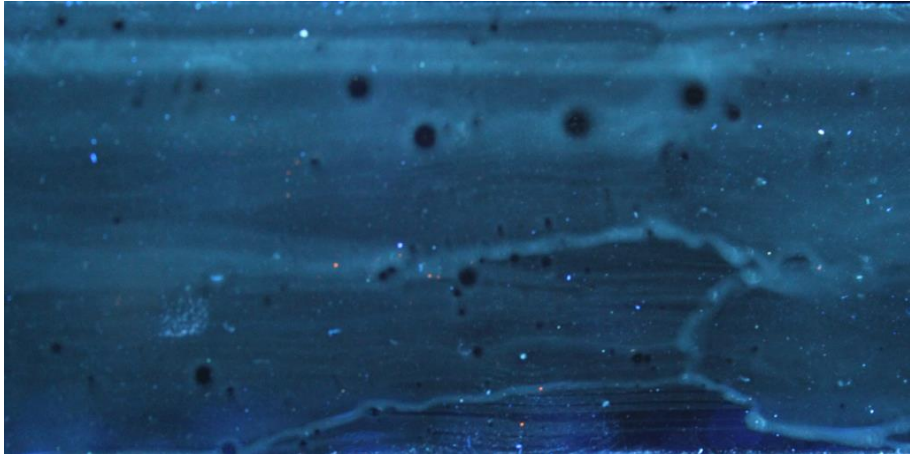
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



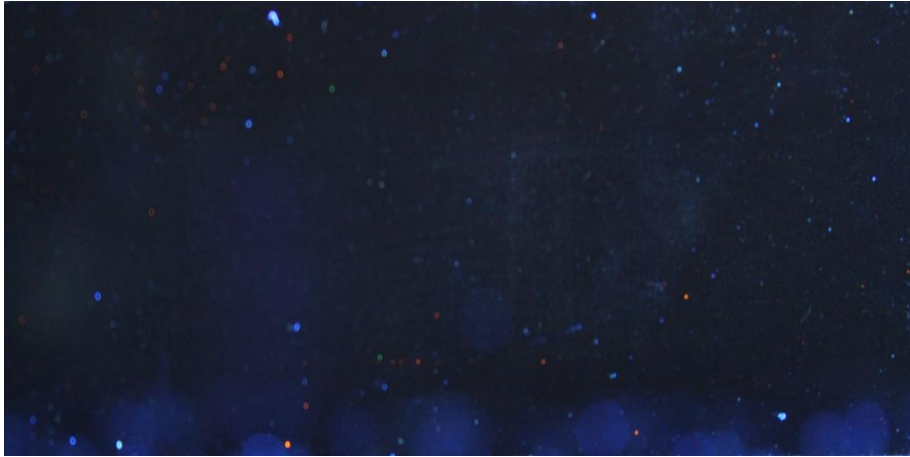
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



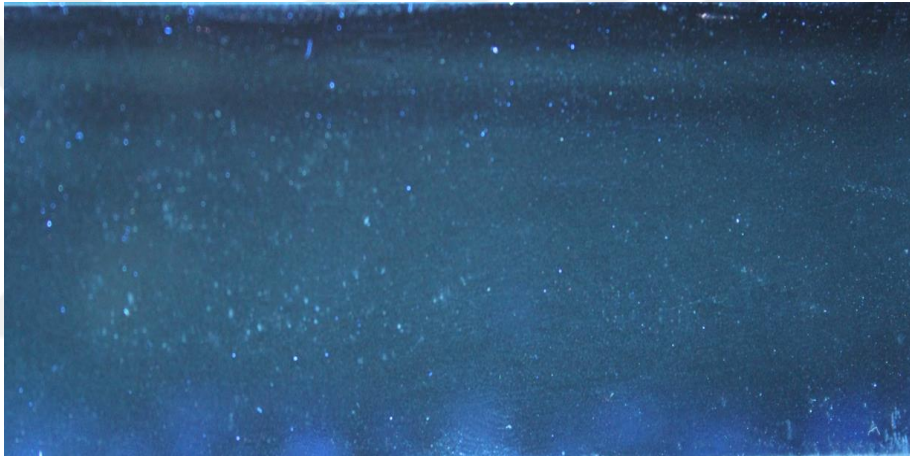
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



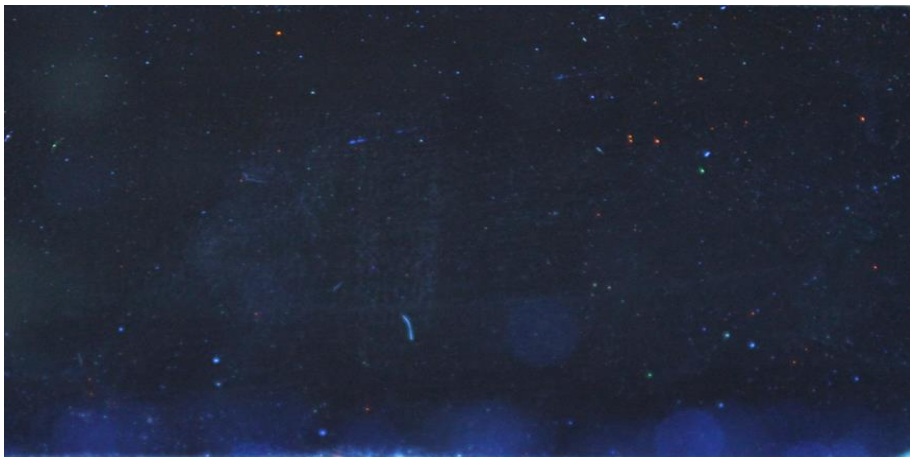
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



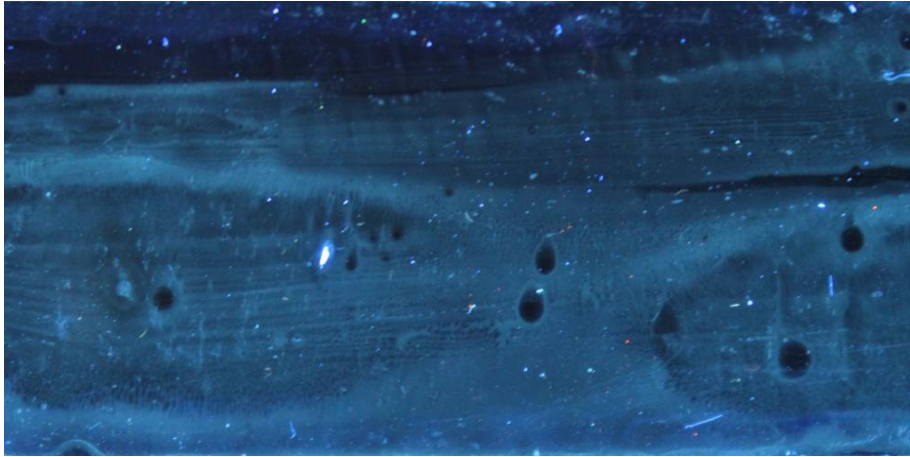
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça)



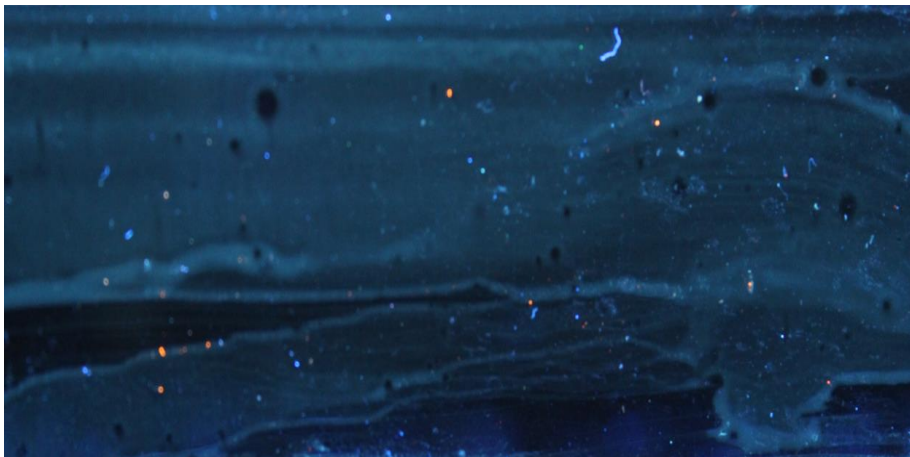
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



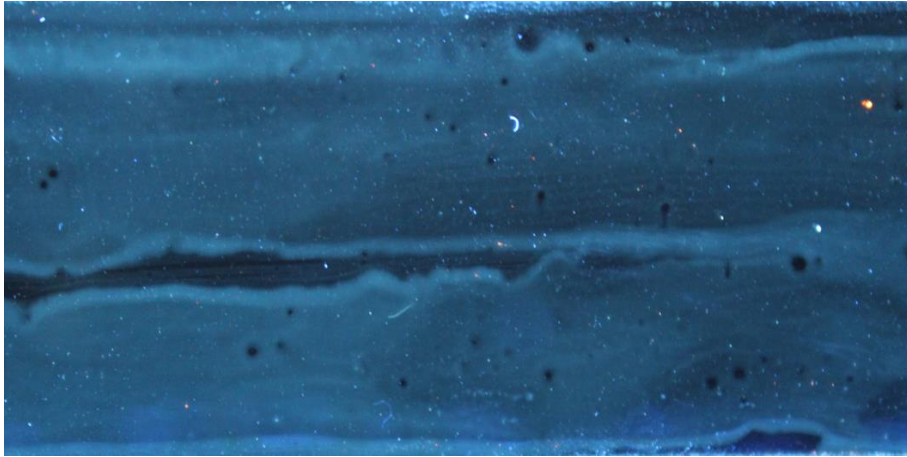
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



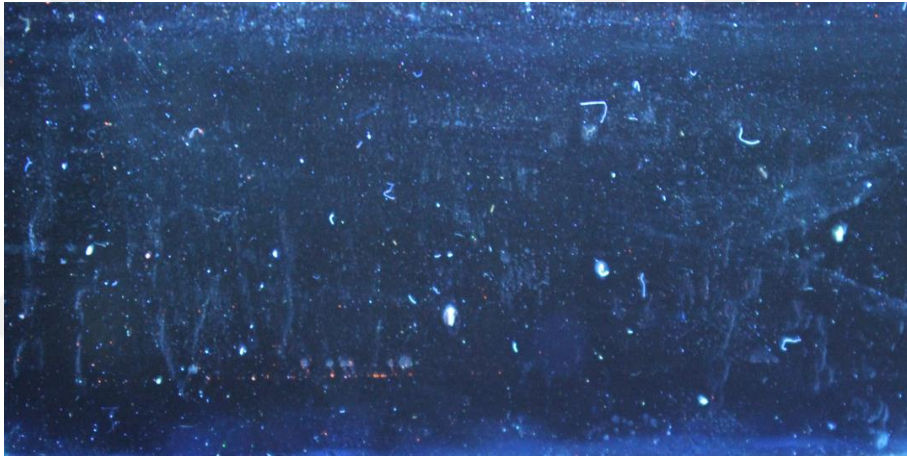
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)

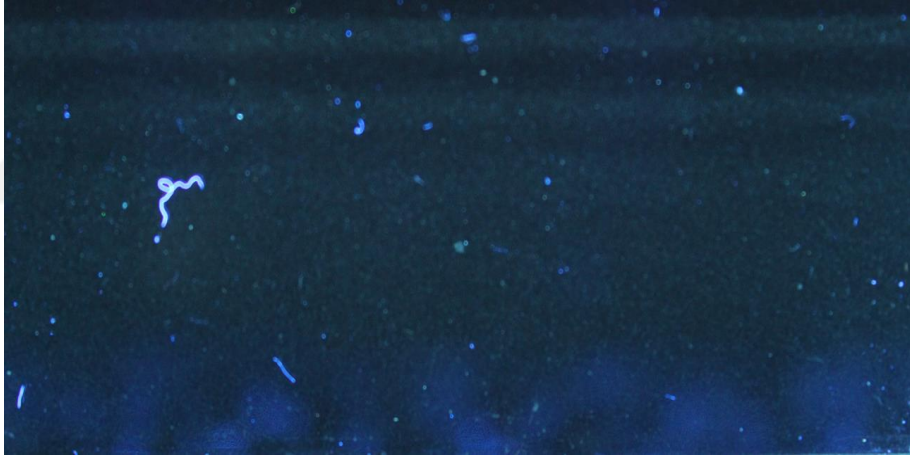


20 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

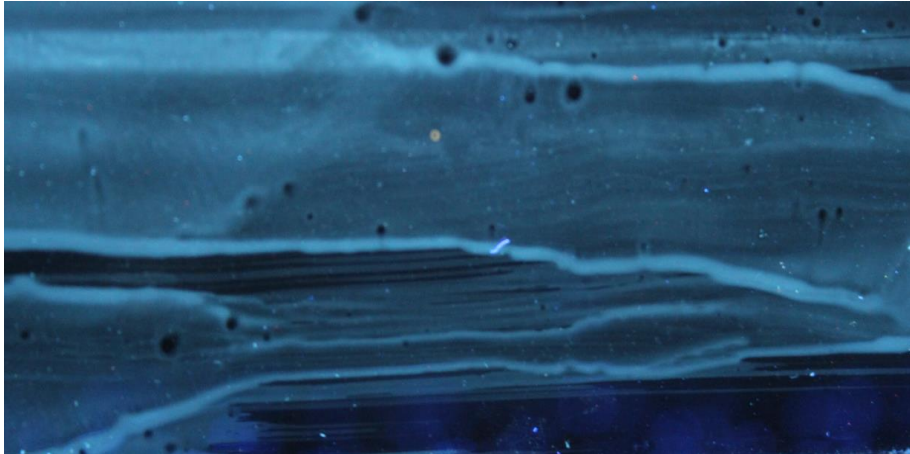
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça)



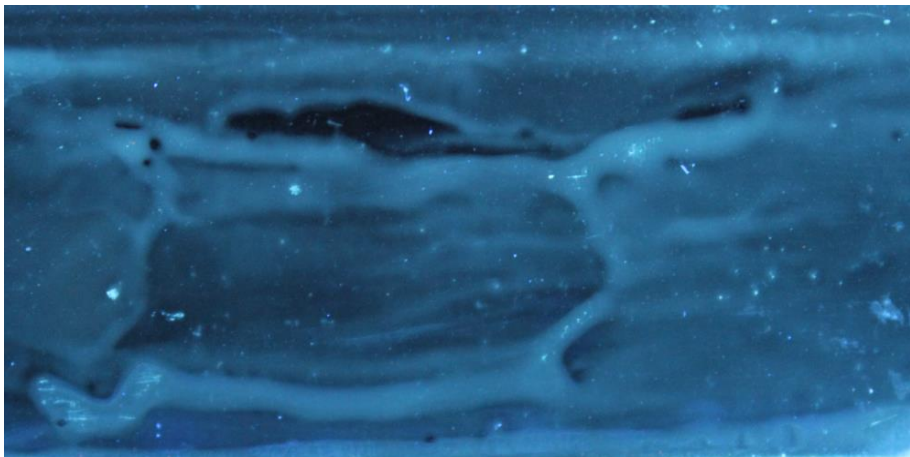
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (hava tabancası)



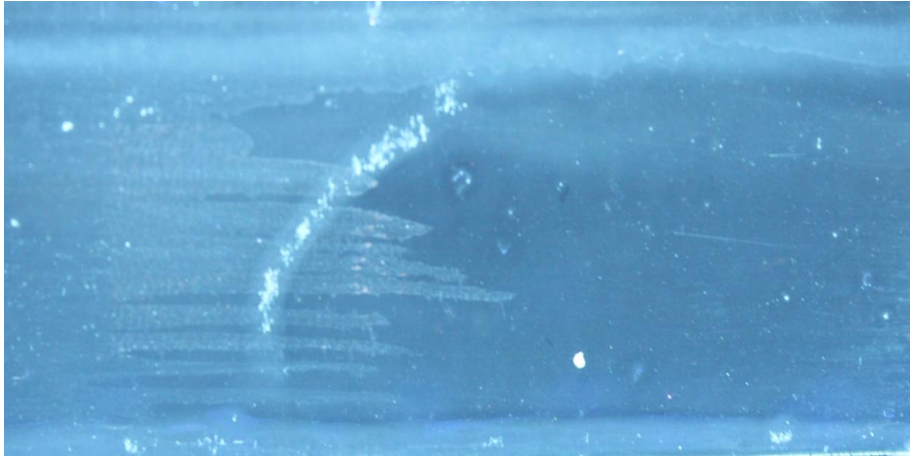
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça)



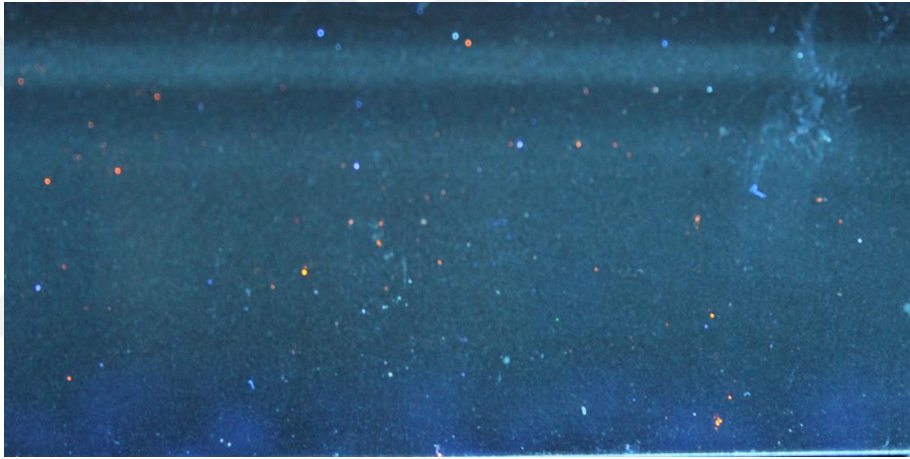
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça) + Dammar (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey)



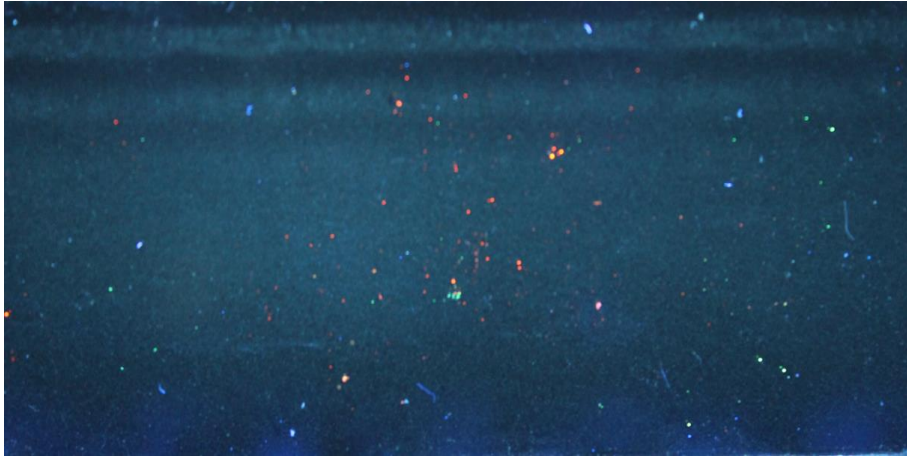
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



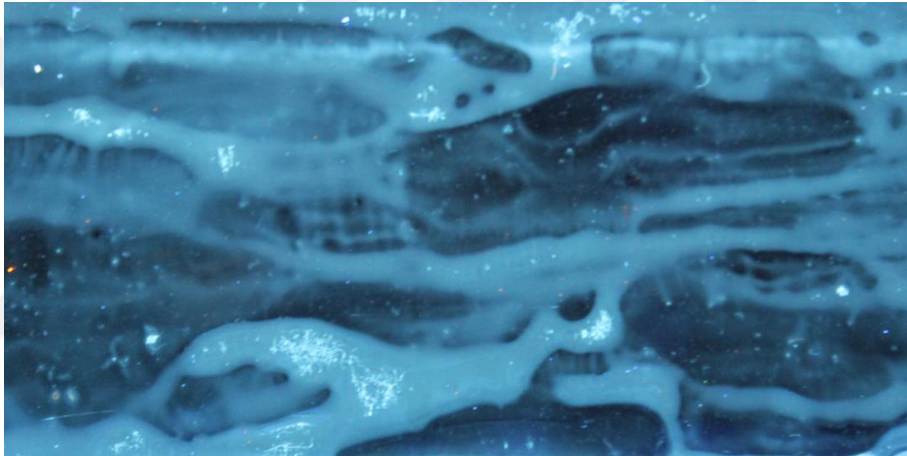
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça)



Yaşlandırılmamış MS2A Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



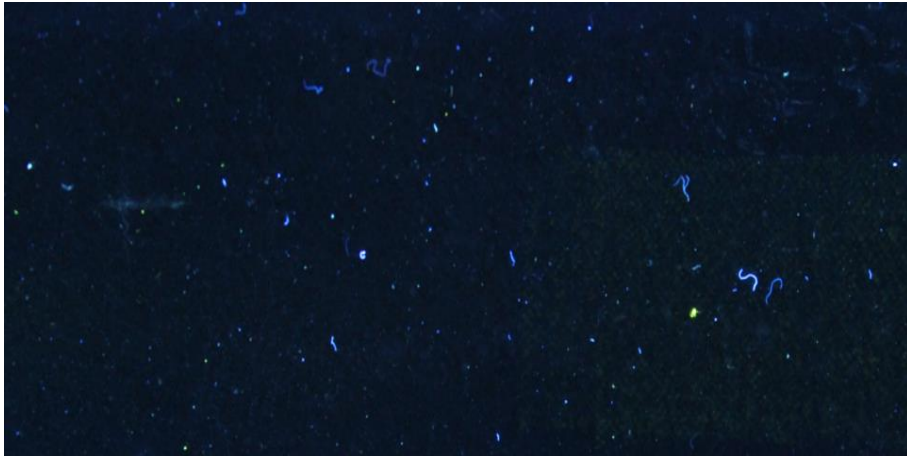
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



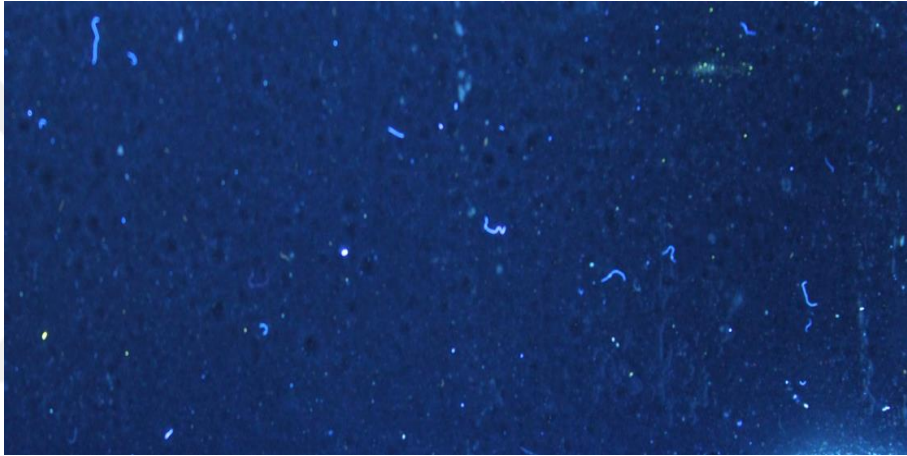
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



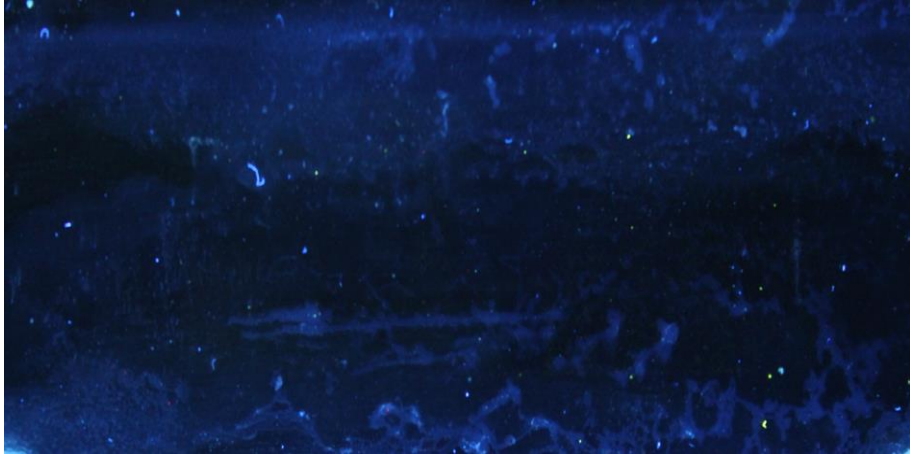
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



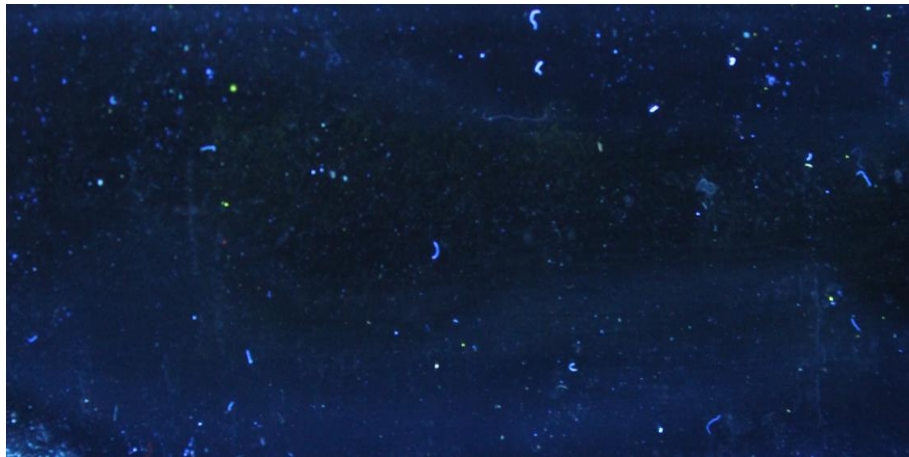
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



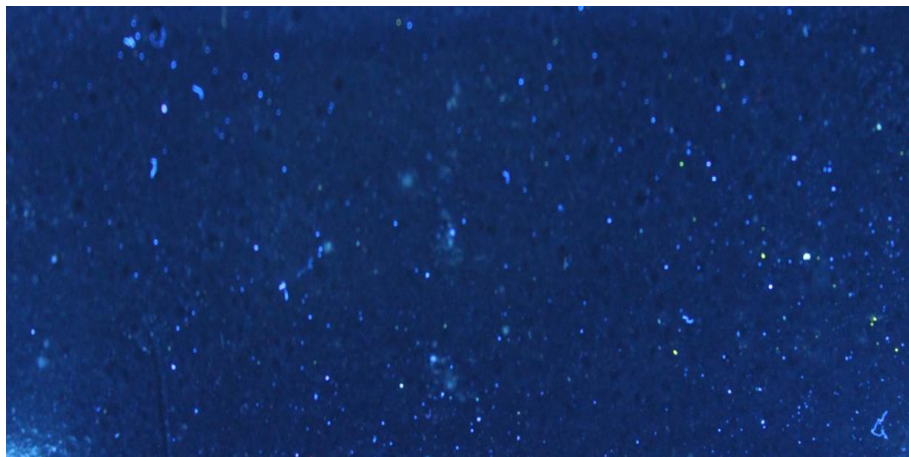
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



10 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

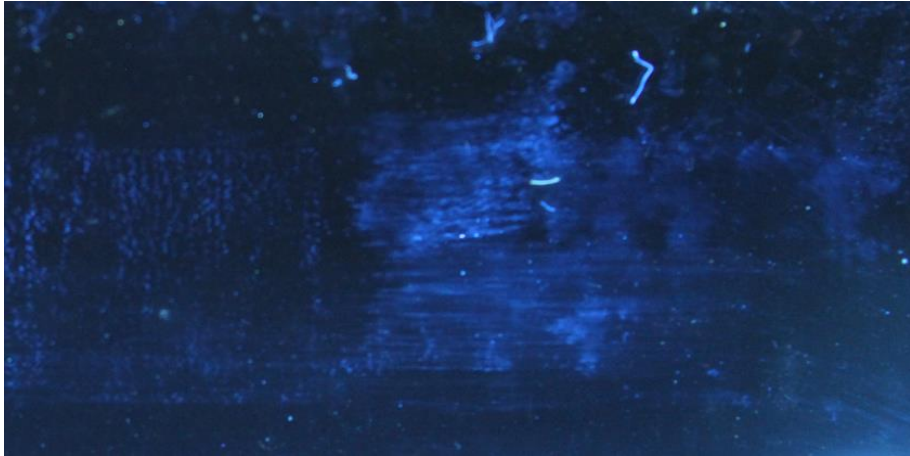
Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



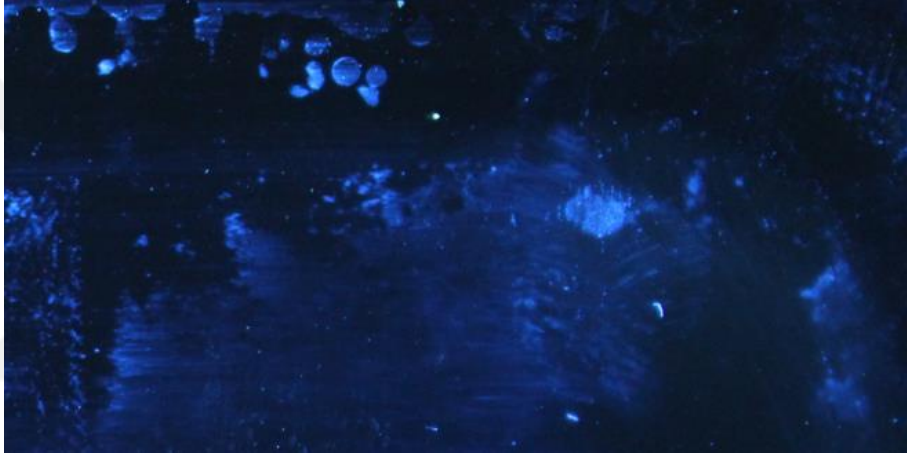
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



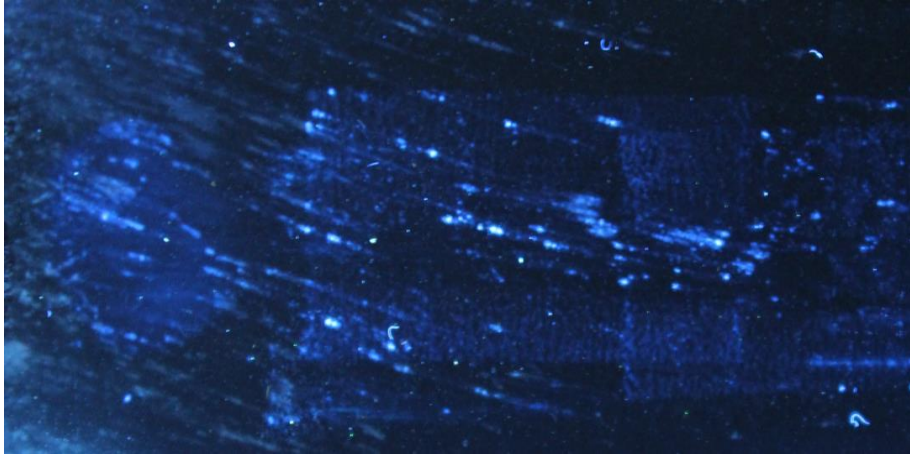
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



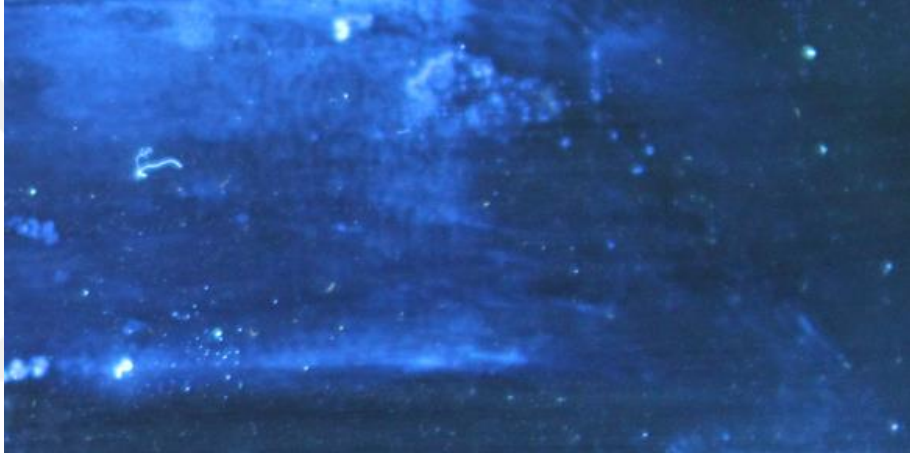
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



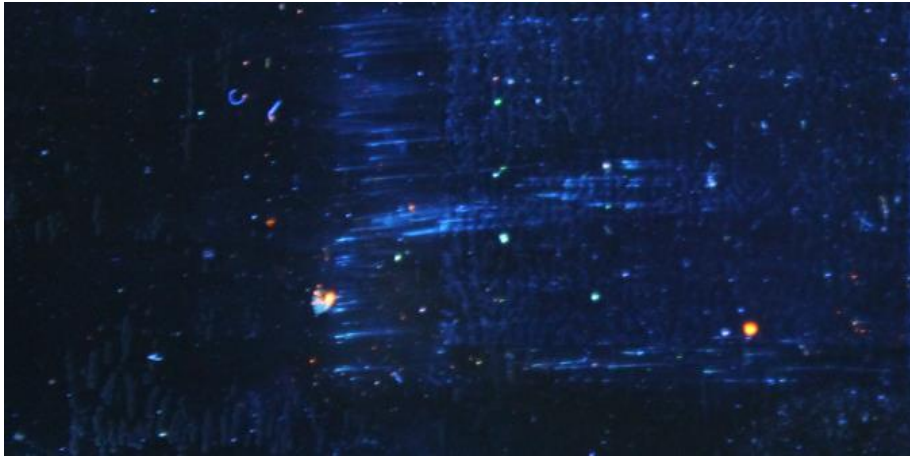
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



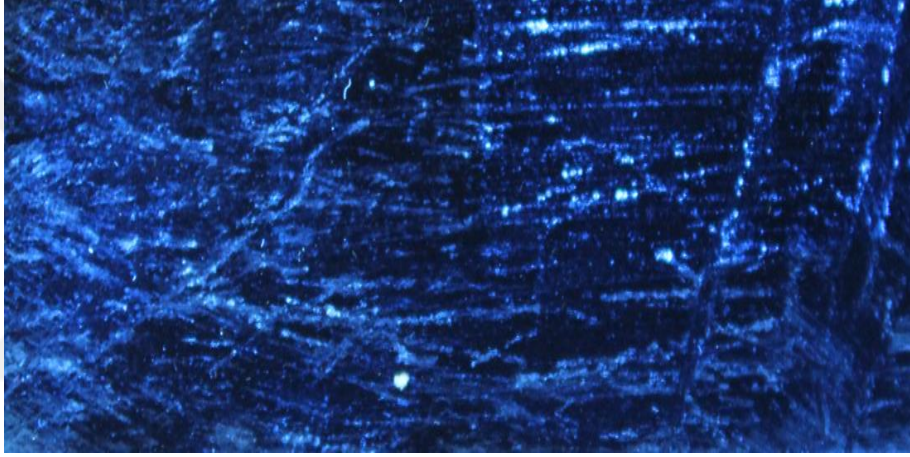
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



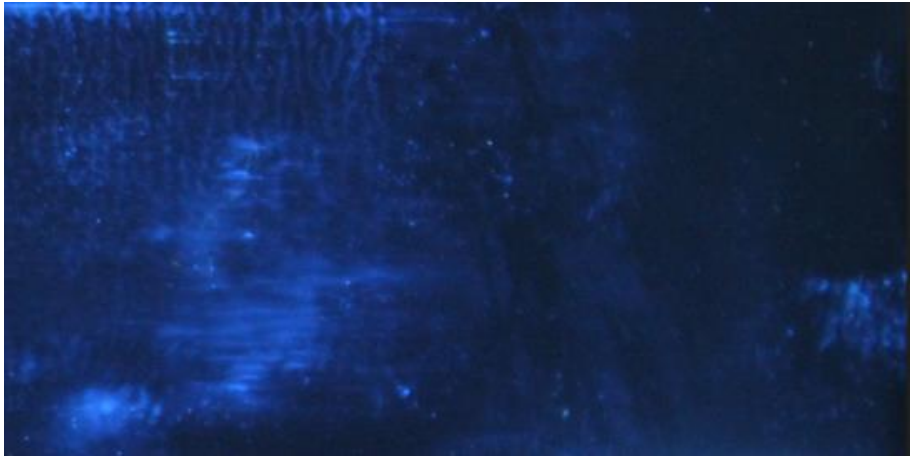
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



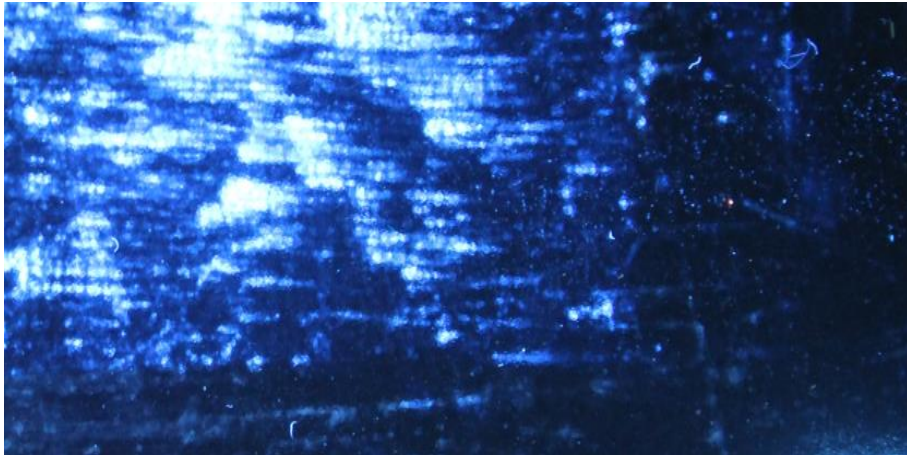
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



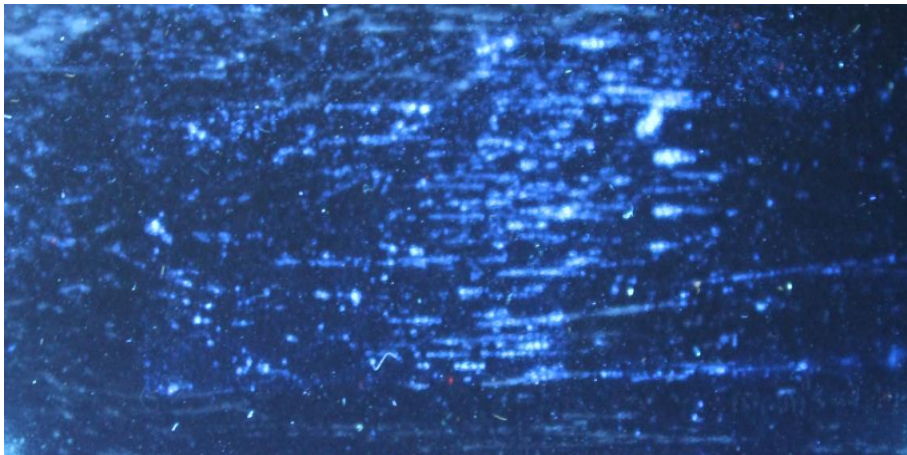
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)

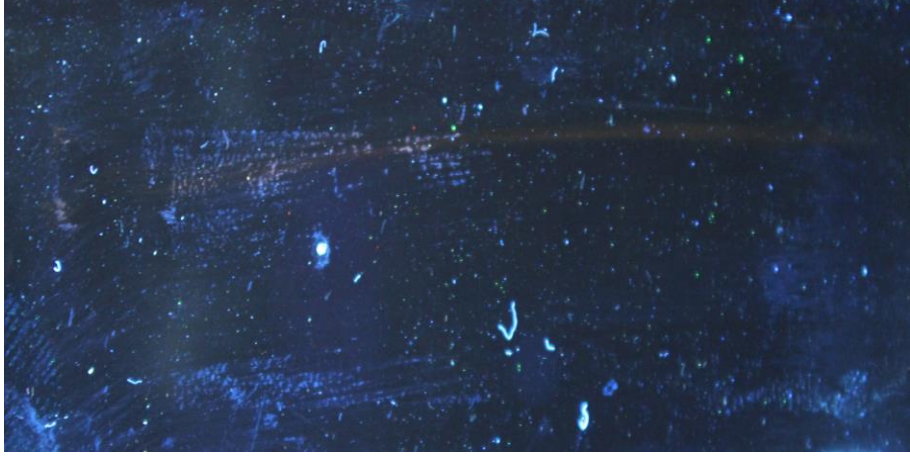


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



20 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

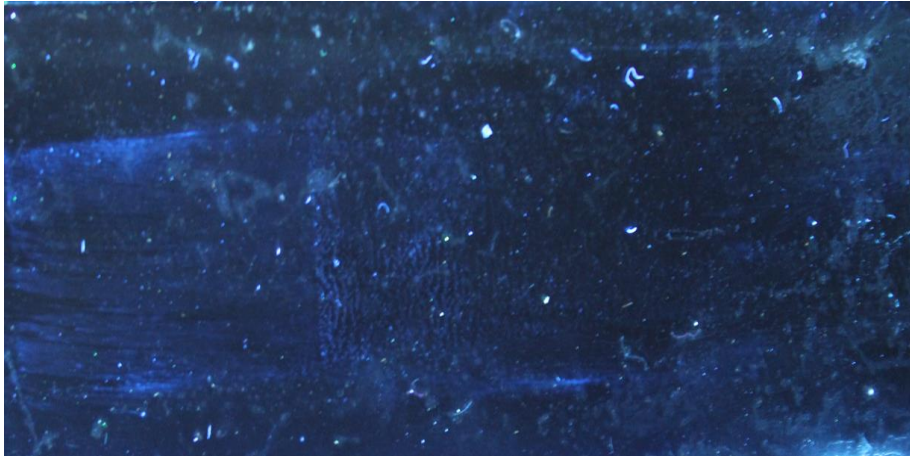
Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası)



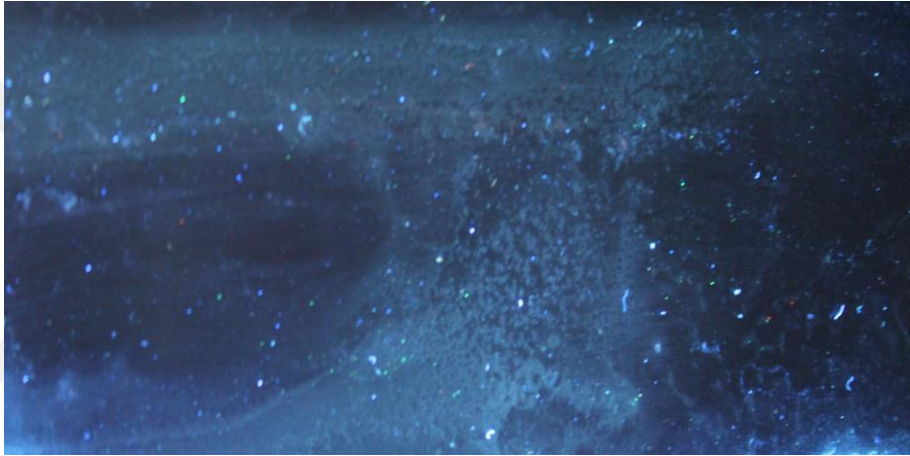
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası)



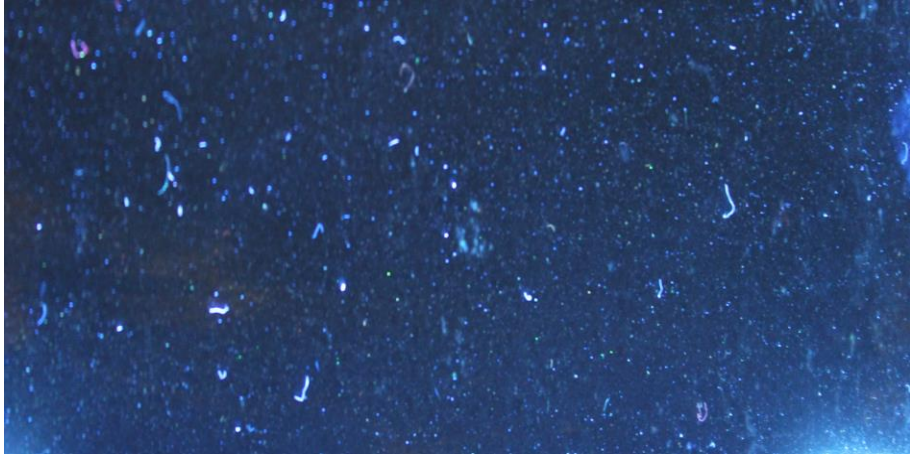
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça)



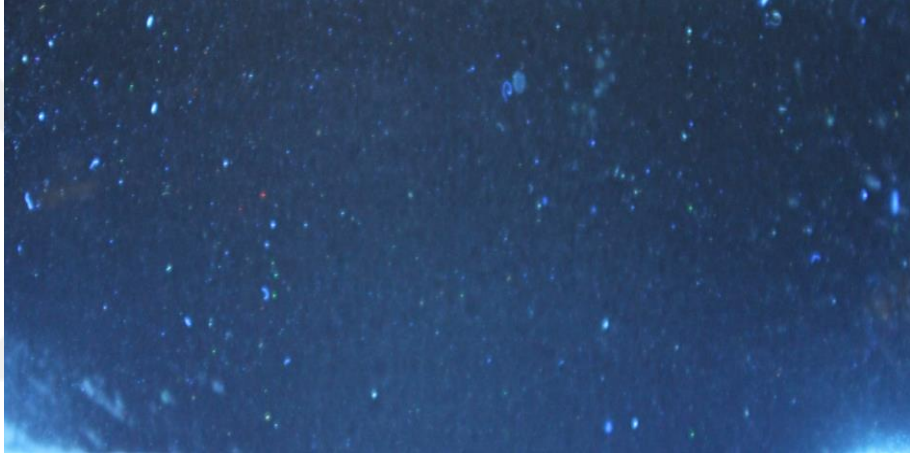
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça)



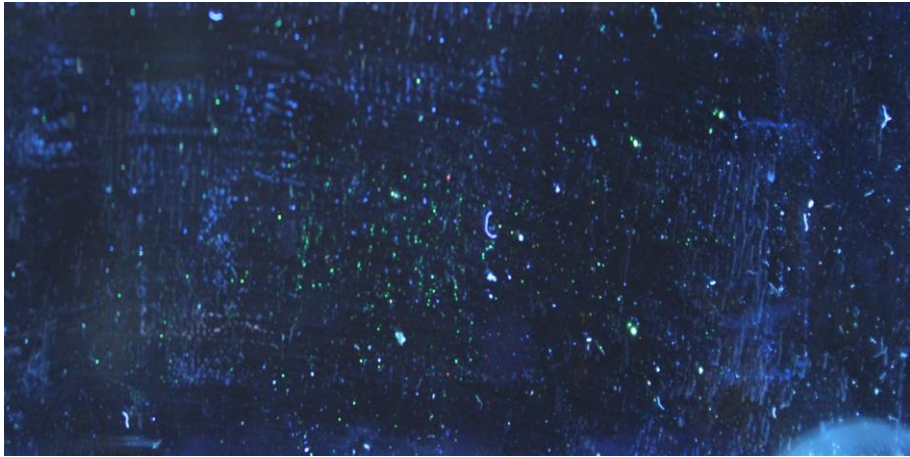
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey)



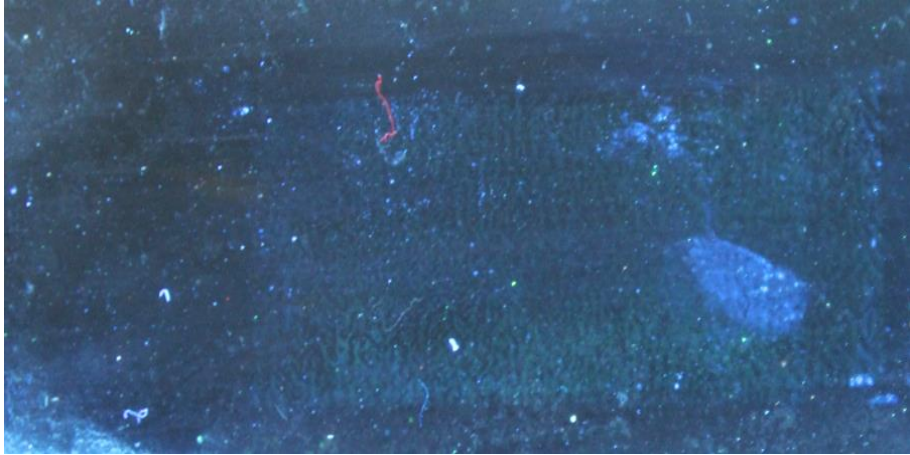
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



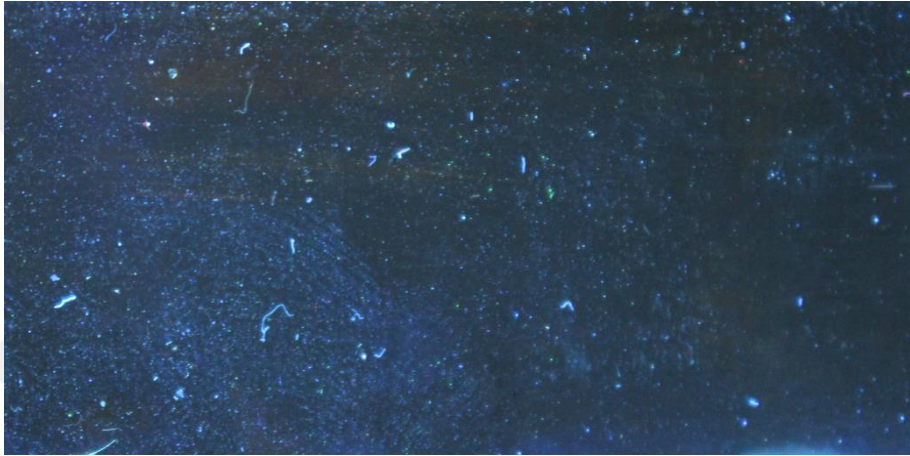
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



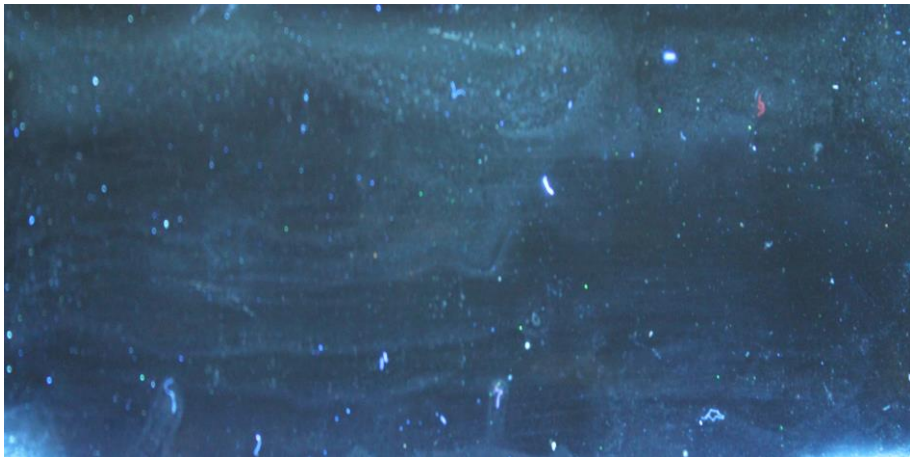
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası)



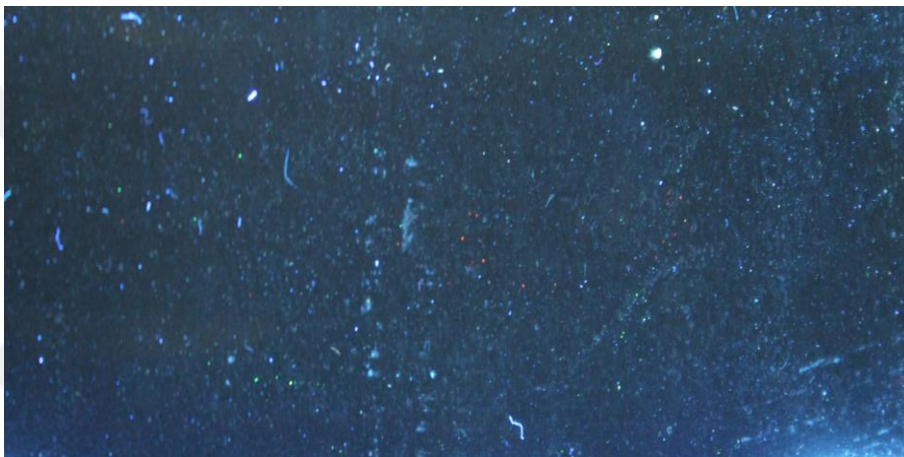
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça)



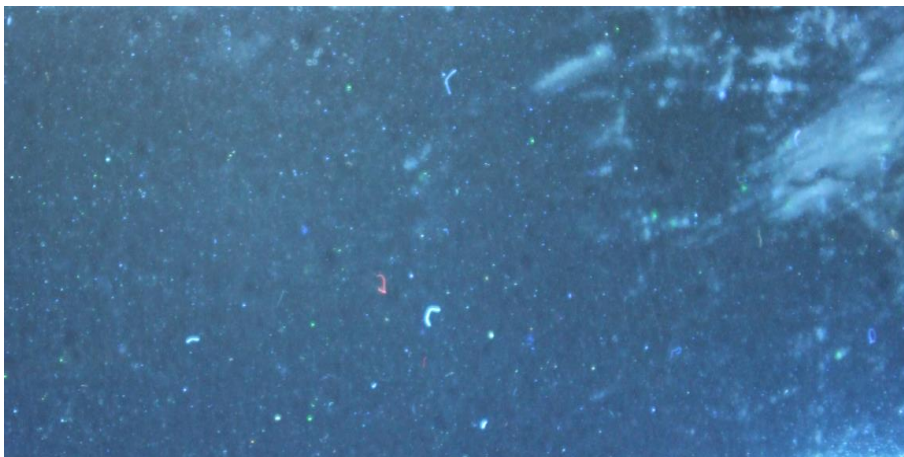
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey)

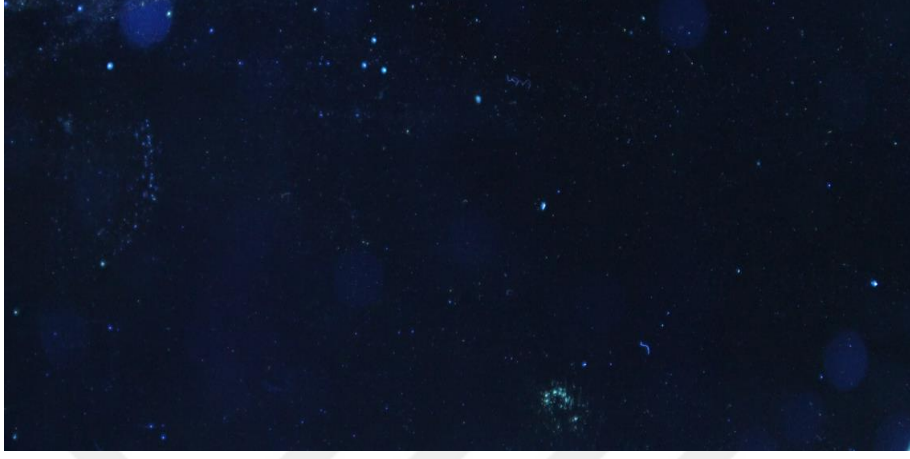


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey)



Yaşlandırılmamış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



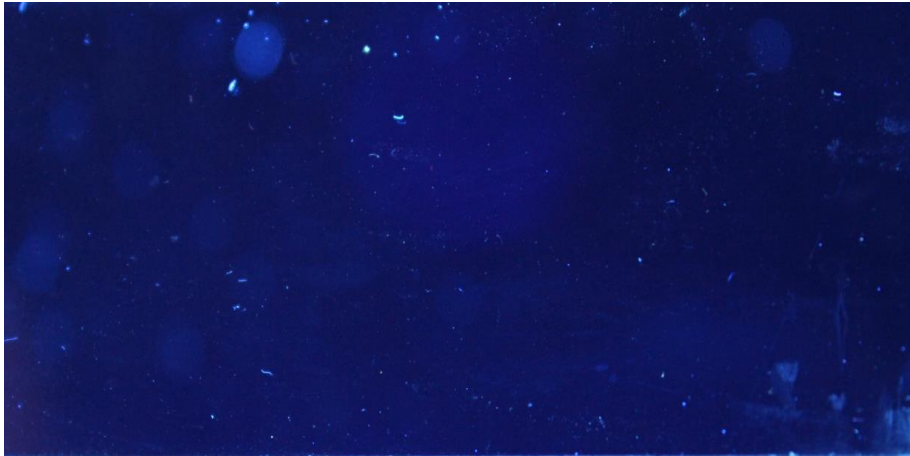
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



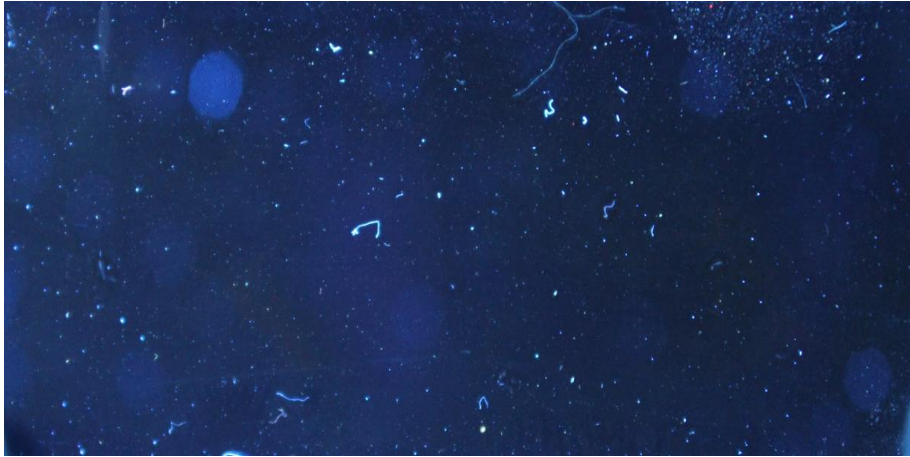
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (firça) + Regalrez® 1094 (firça)



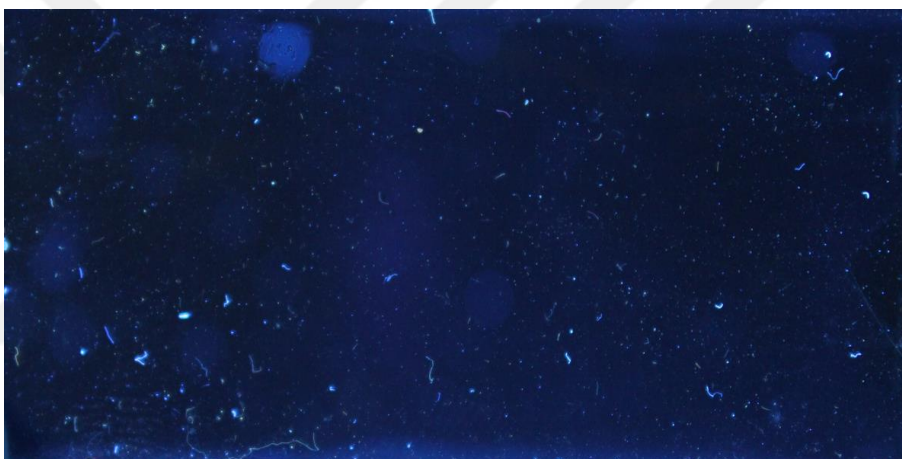
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



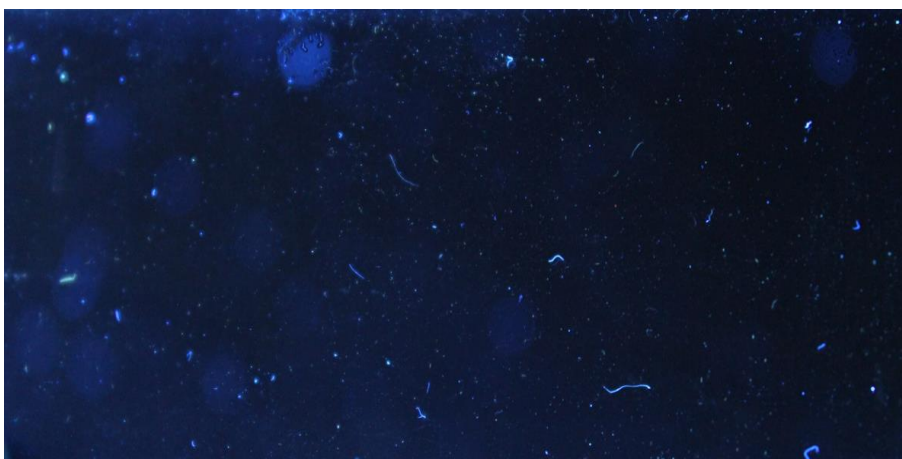
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



10 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

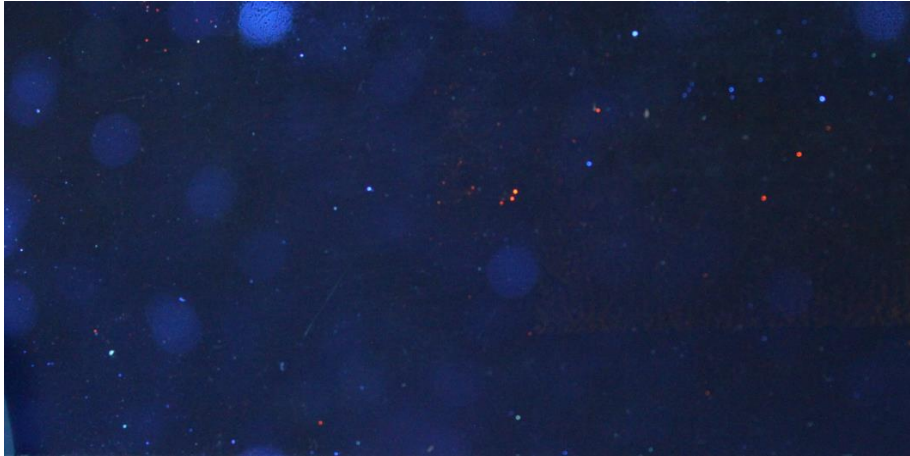
Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



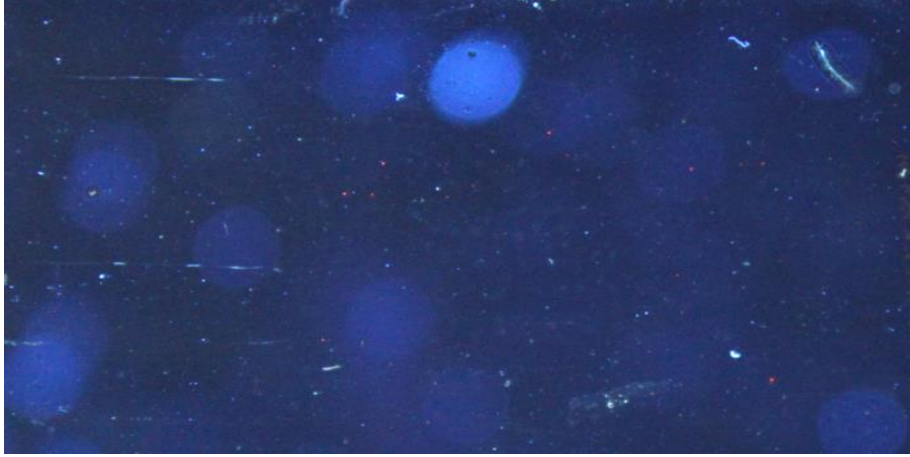
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



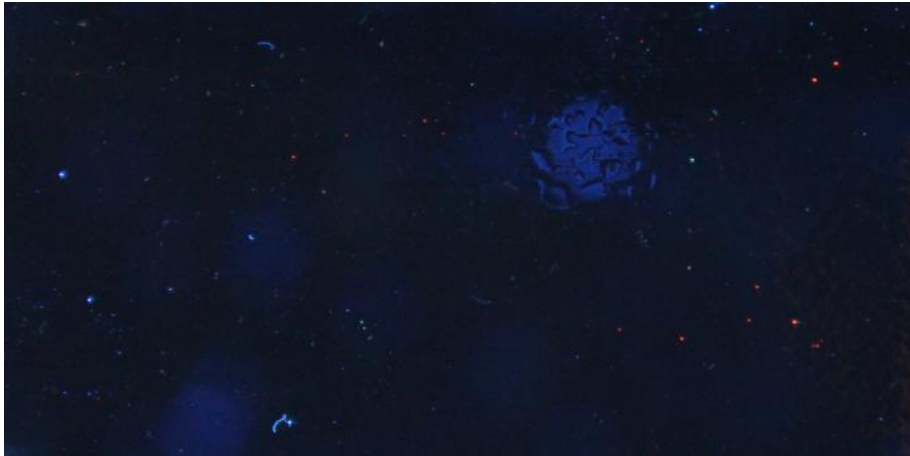
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



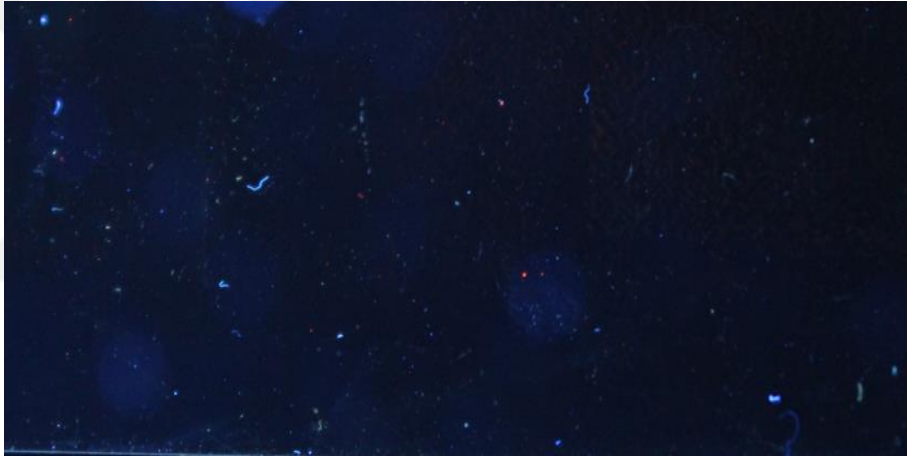
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)

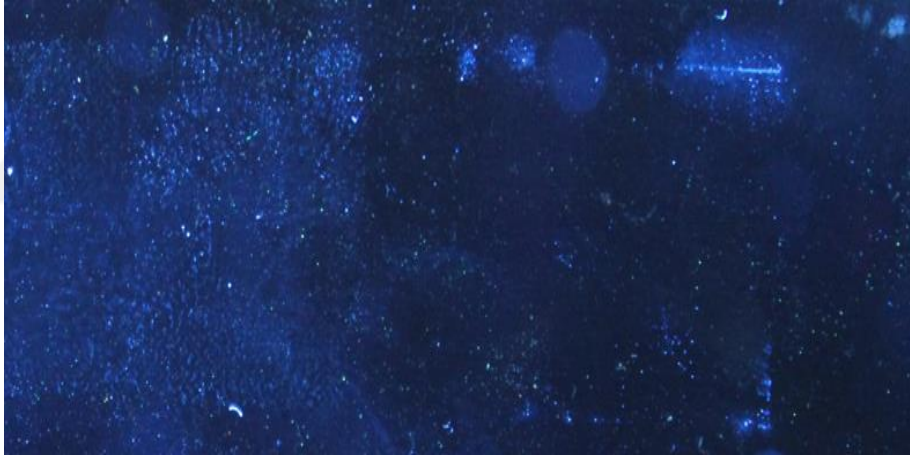


20 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Morötesi (UV) Işık Görüntüleri

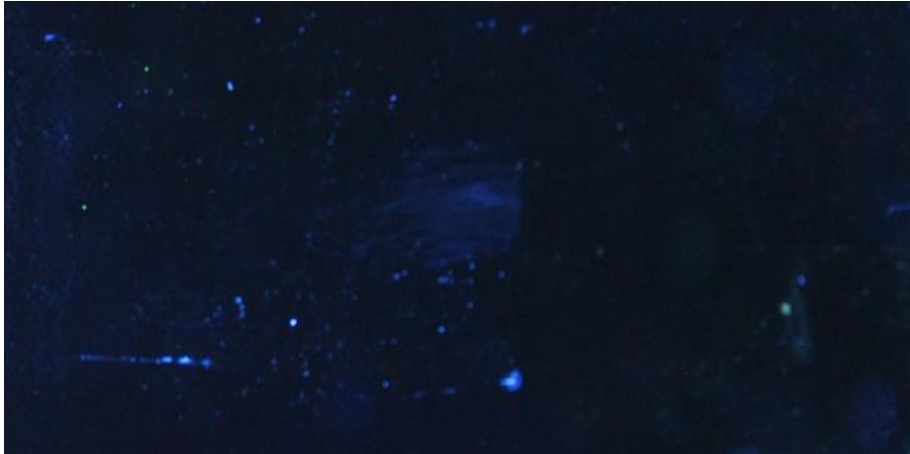
Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



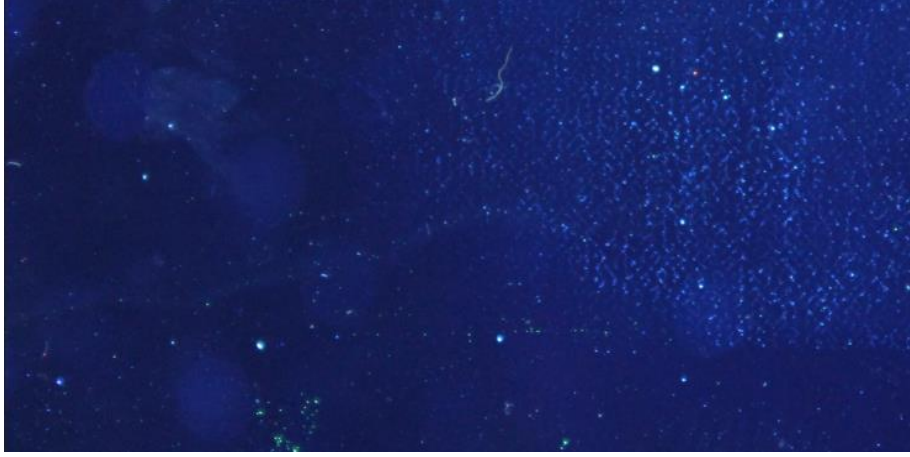
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça)



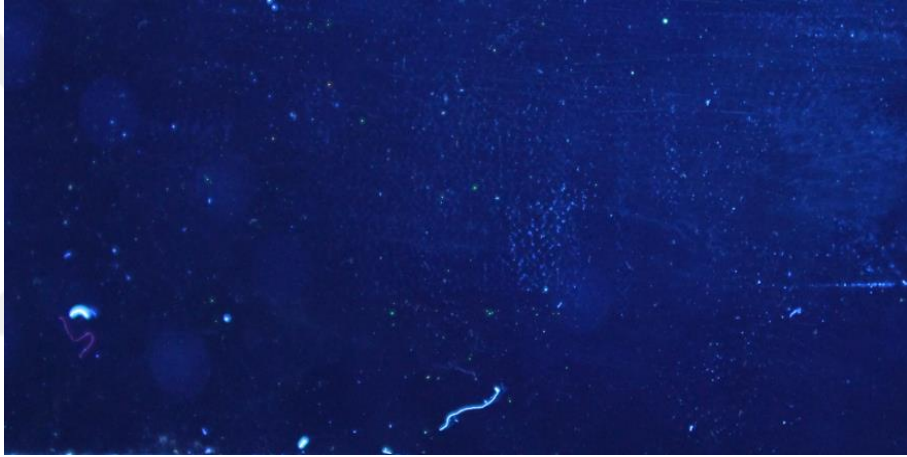
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (firça)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça)

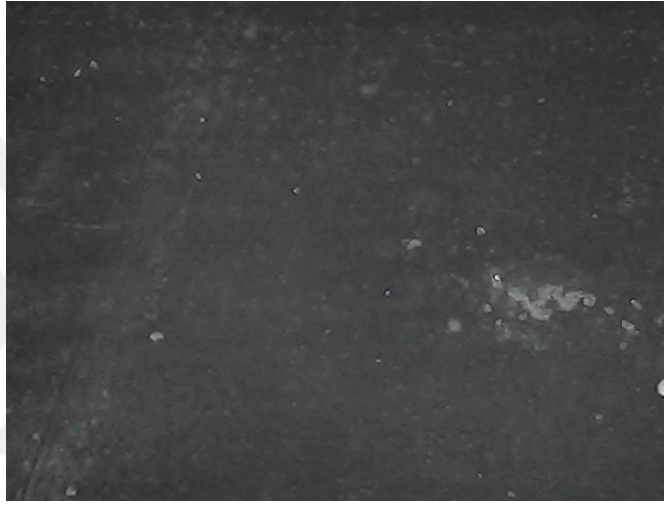


4.4. Numunelerin Işık Mikroskobu ile İncelenmesi

Yaşlandırılmamış Dammar Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

Numunelerin ışık mikroskobu ile incelemesi her üç grup (referans grubu, 10 yıl ve 20 yıl yaşlandırılan gruplar) için X 2.0 büyütme oranı sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan numunelerin ışık mikroskop görüntülerinin en detaylı ve üzerindeki değişimleri en iyi gösterdiği oran olan X 2.0 büyütme, en uygun olan büyütme ölçeği olarak tercih edilmiştir.

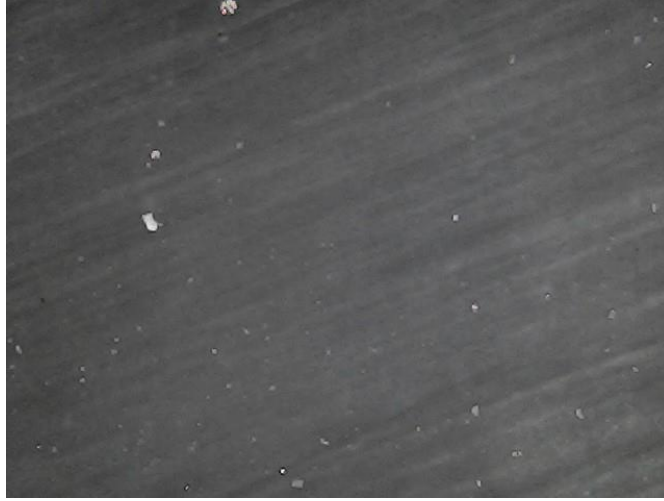
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



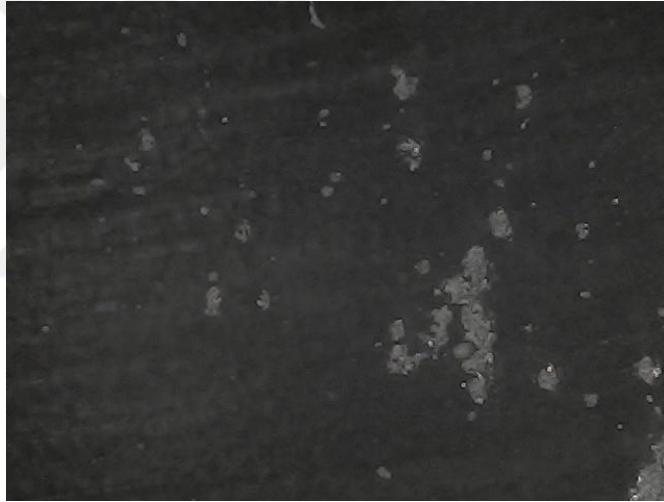
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



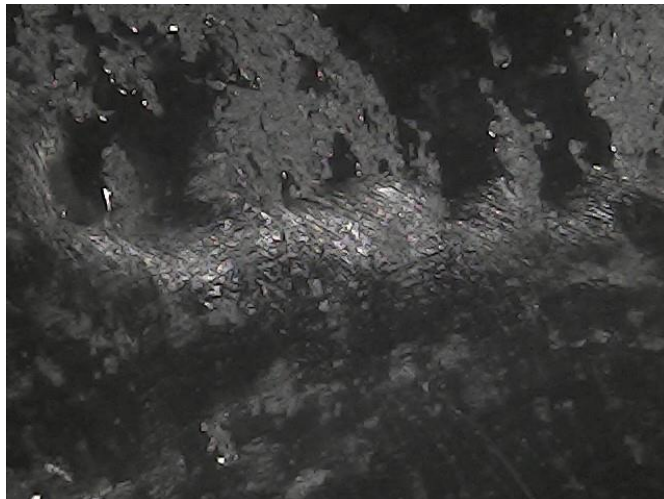
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



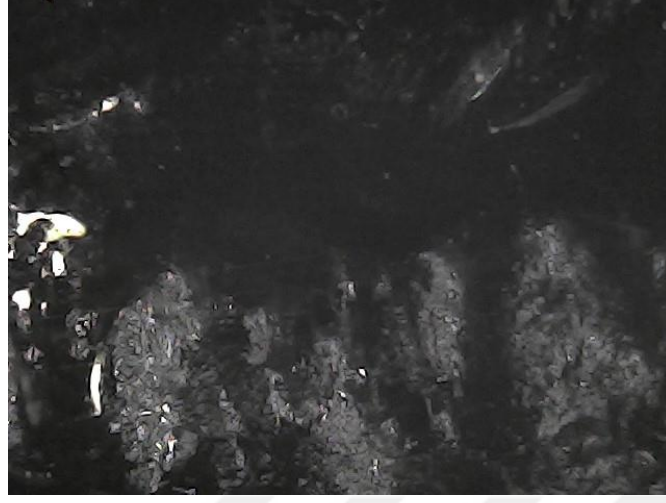
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



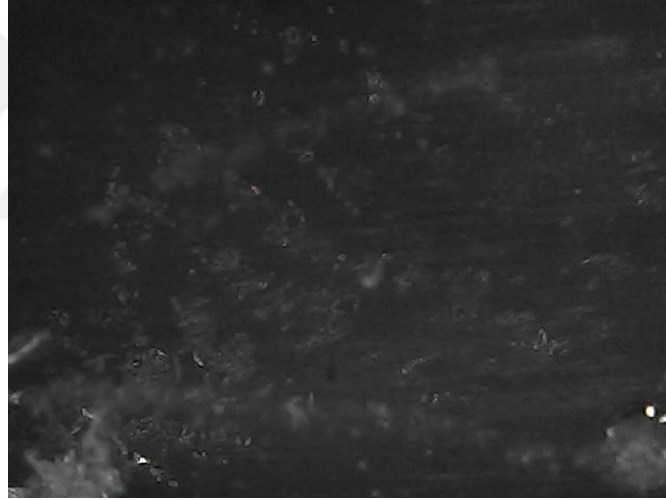
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



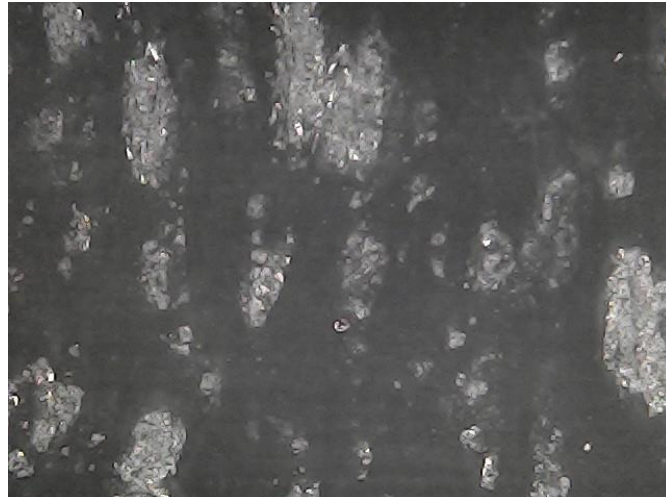
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça) –
(X 2.0 büyütme oranı)



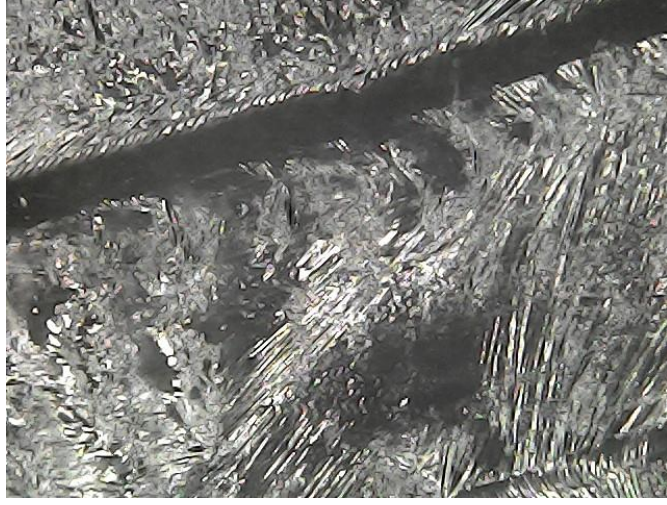
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey) – (X 2.0 büyütme
oranı)



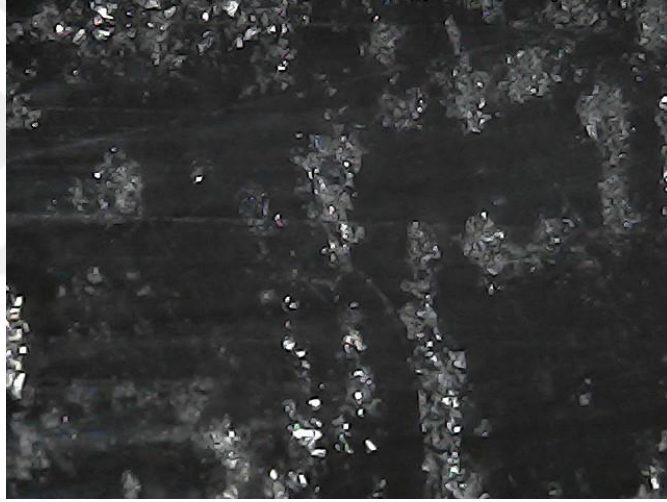
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



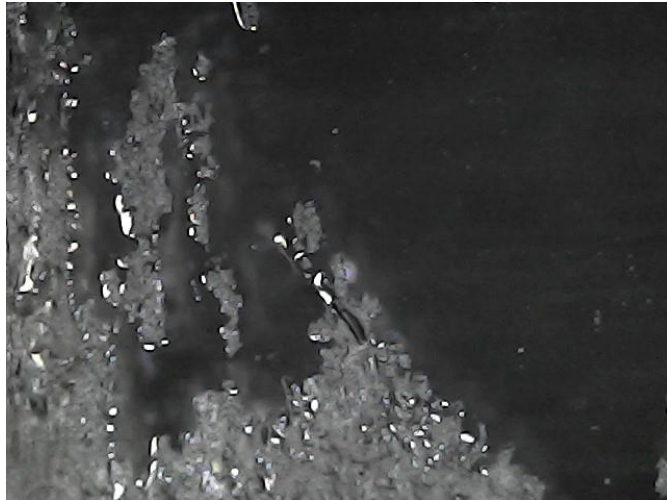
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



10 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

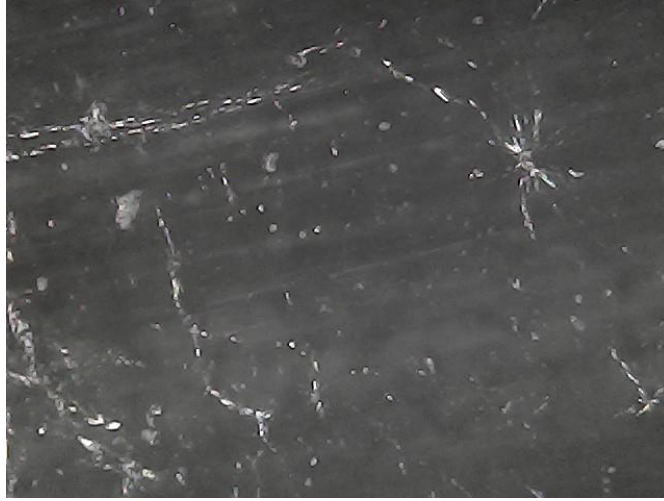
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



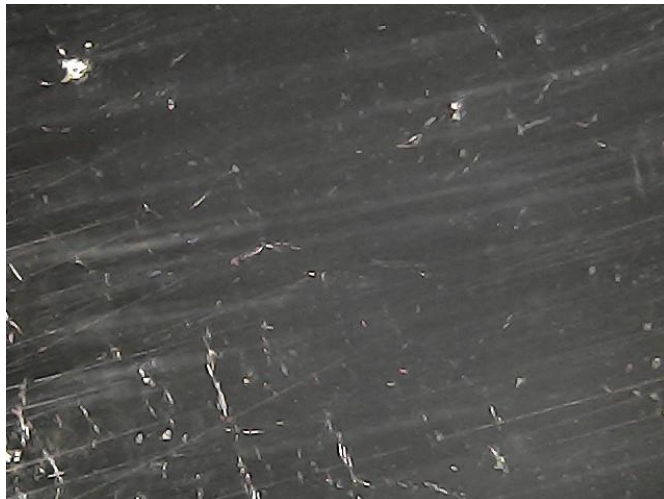
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



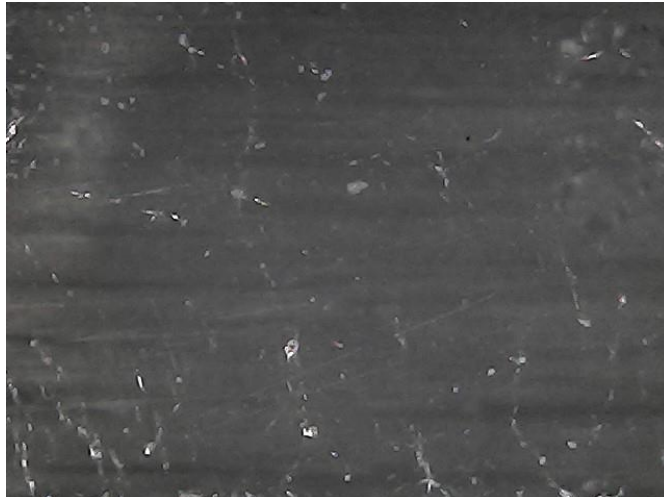
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (firça) + Dammar (firça) –
(X 2.0 büyütme oranı)



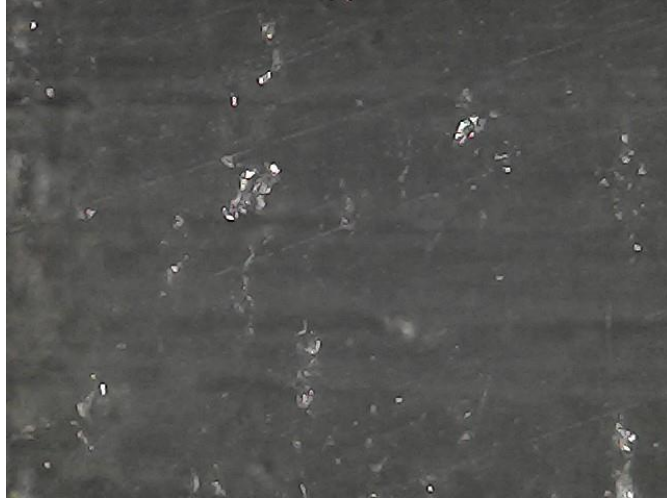
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + Dammar (sprey) – (X 2.0 büyütme
oranı)



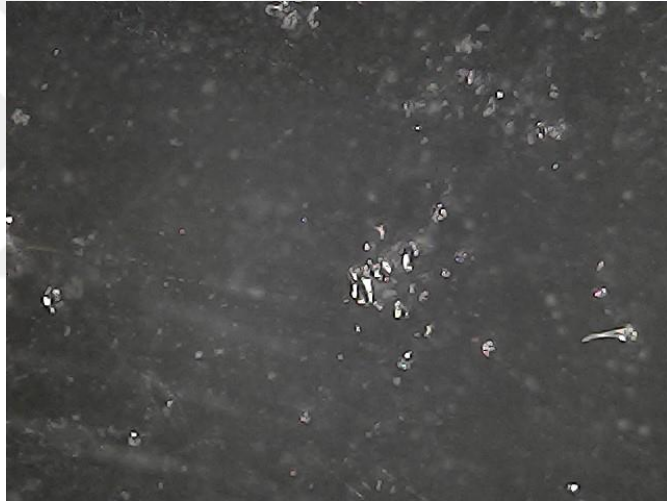
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



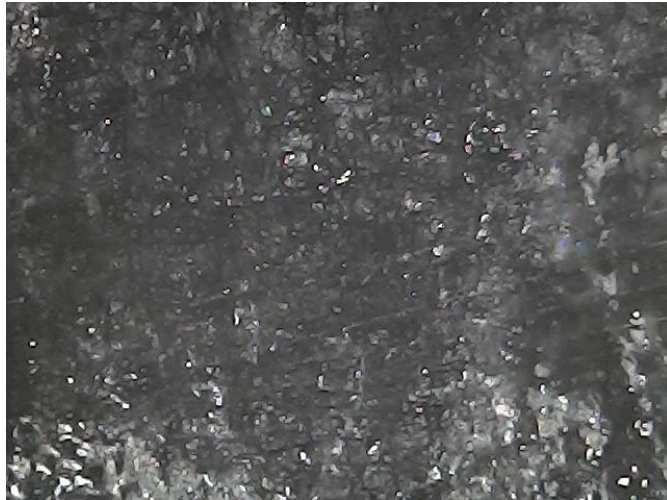
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)

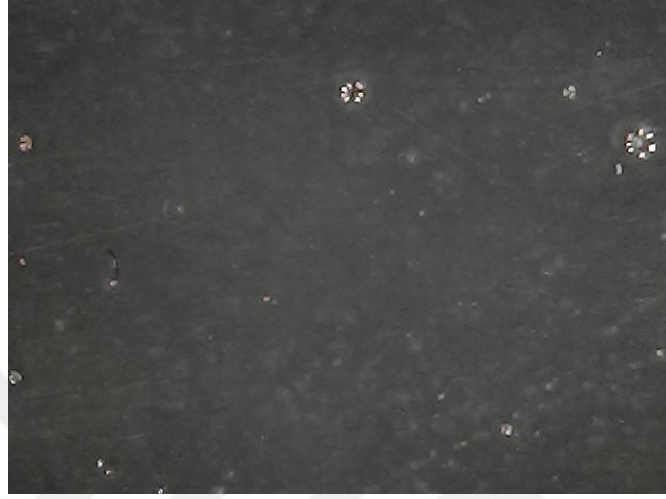


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



20 Yıl Yaşlandırılmış Dammar Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



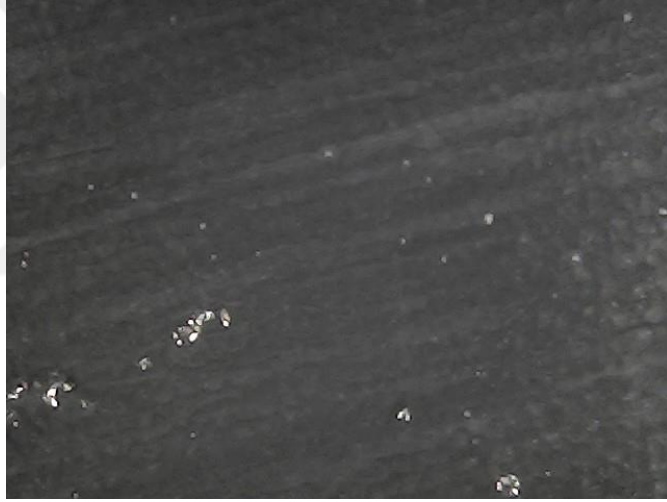
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



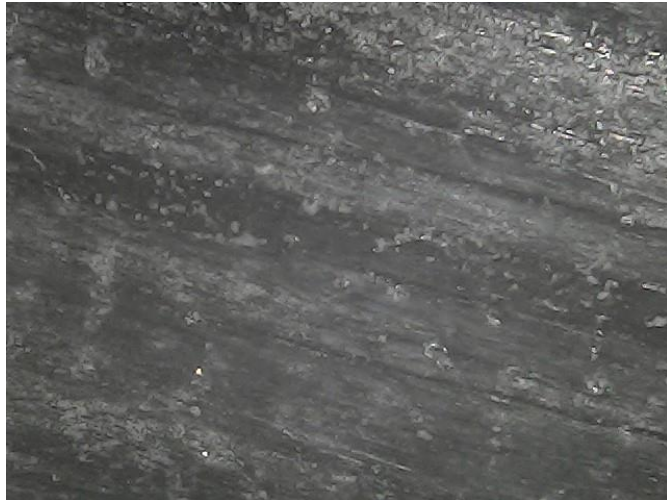
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



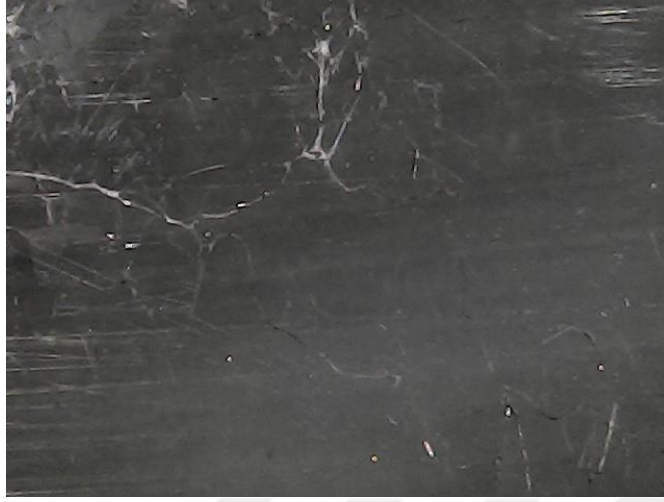
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



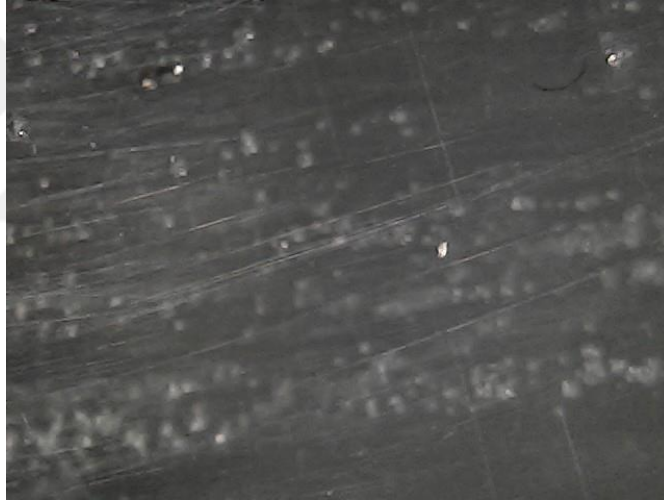
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



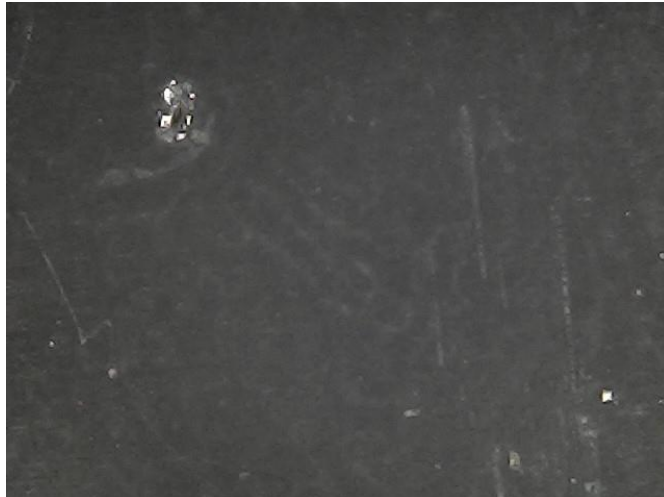
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça) –
(X 2.0 büyütme oranı)



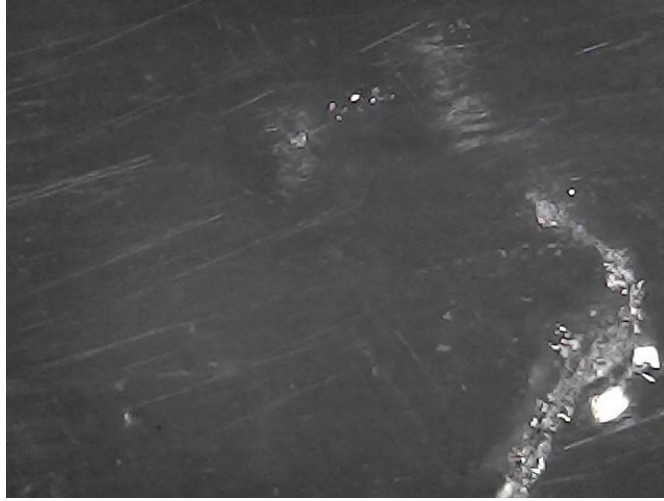
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey) – (X 2.0 büyütme
oranı)



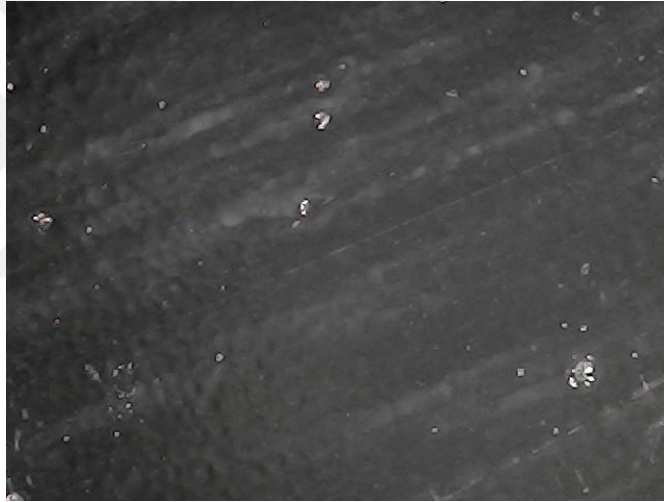
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



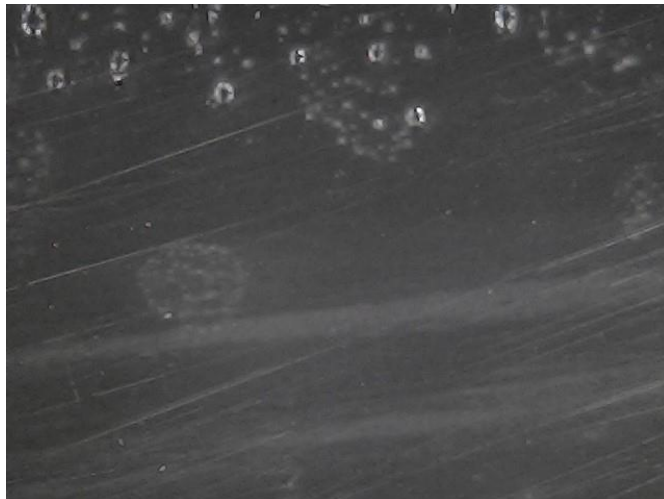
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)

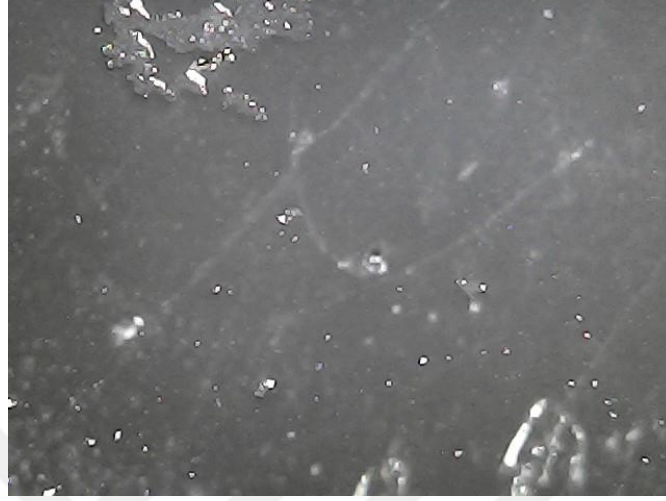


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)

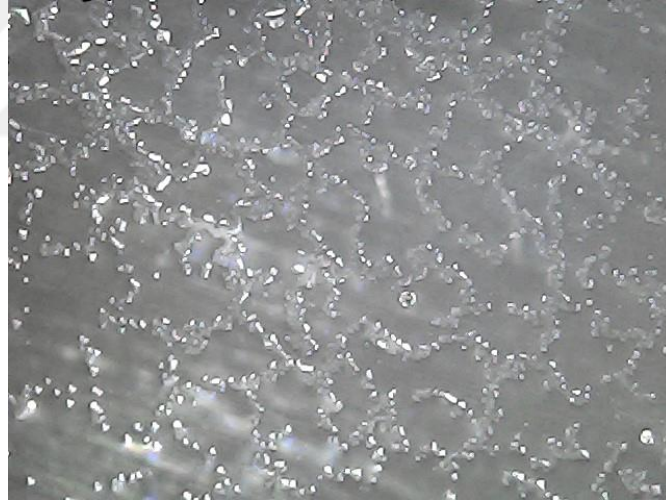


Yaşlandırılmamış MS2A Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



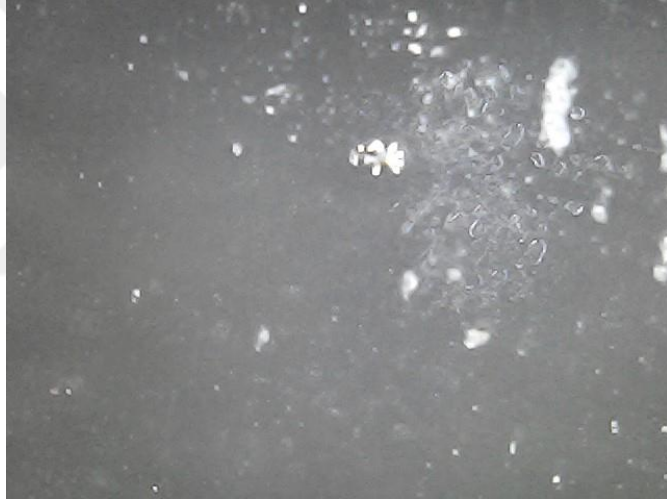
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



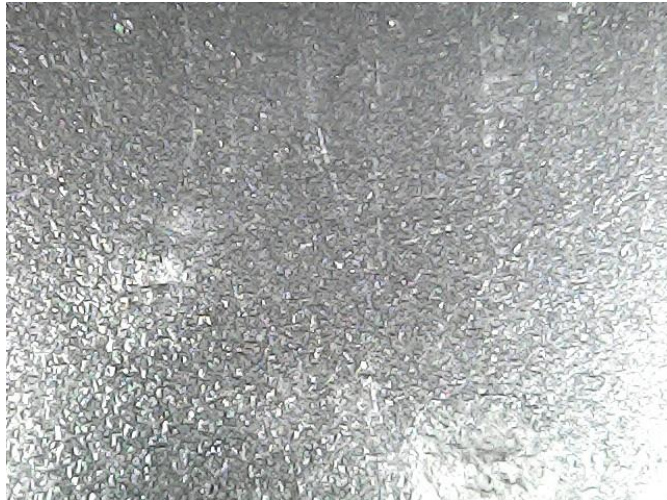
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



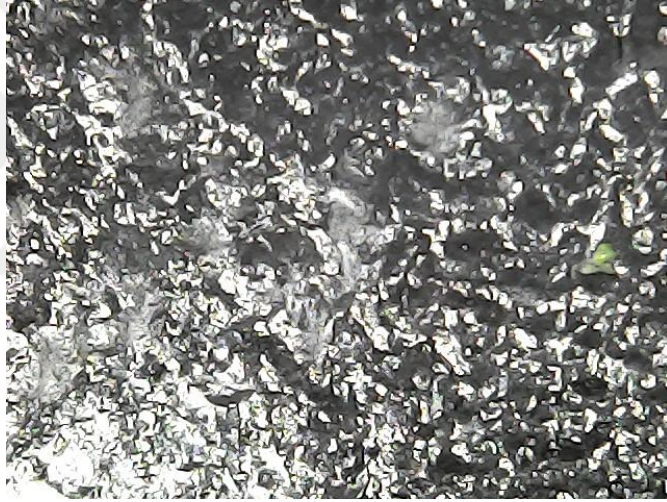
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



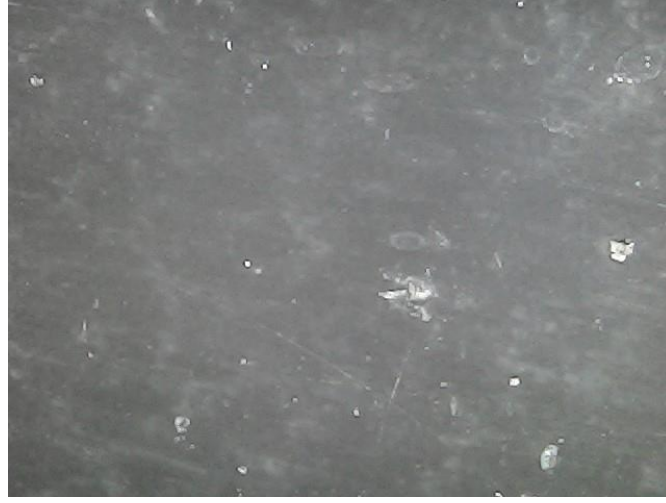
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



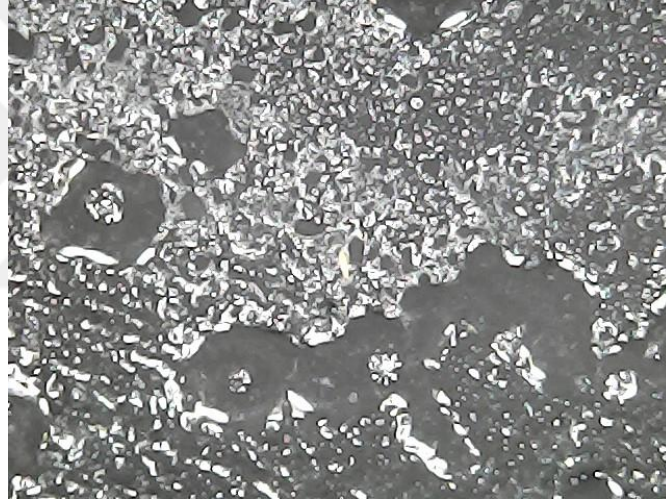
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



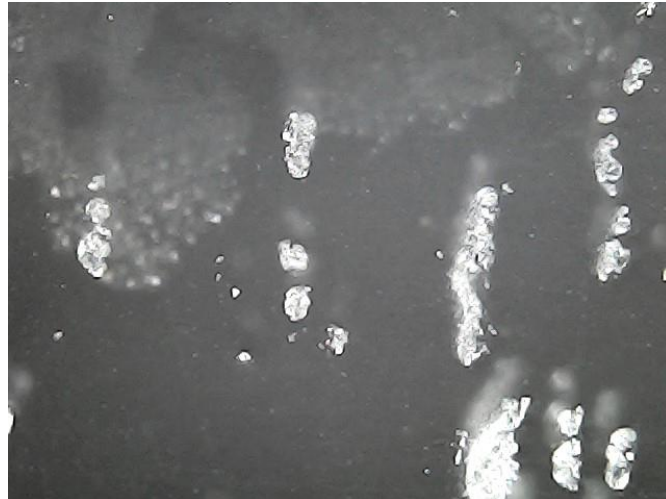
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



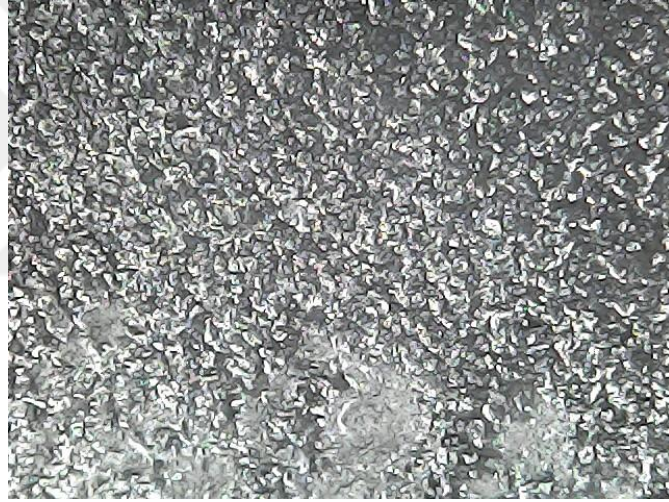
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



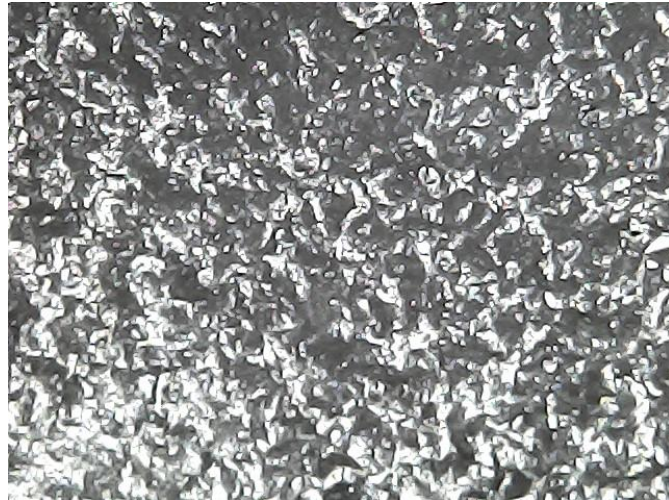
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)

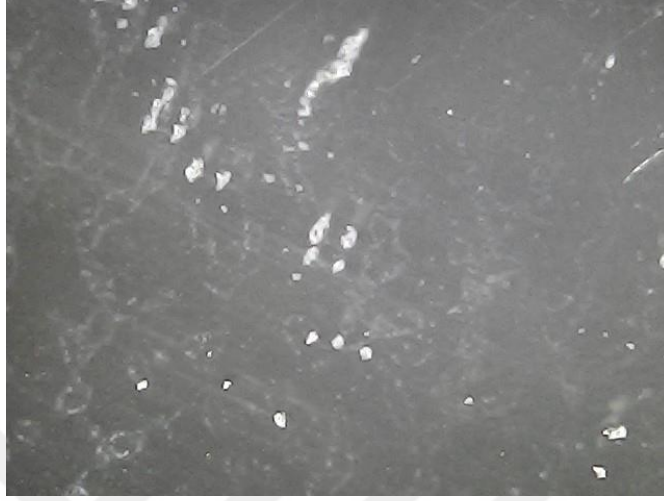


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X
2.0 büyütme oranı)



10 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

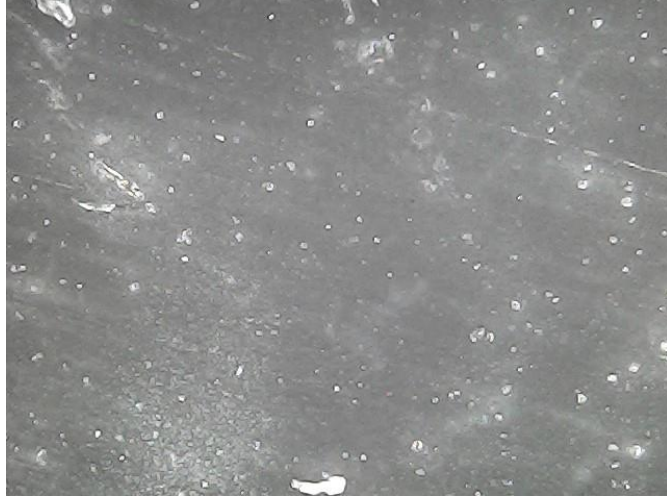
Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



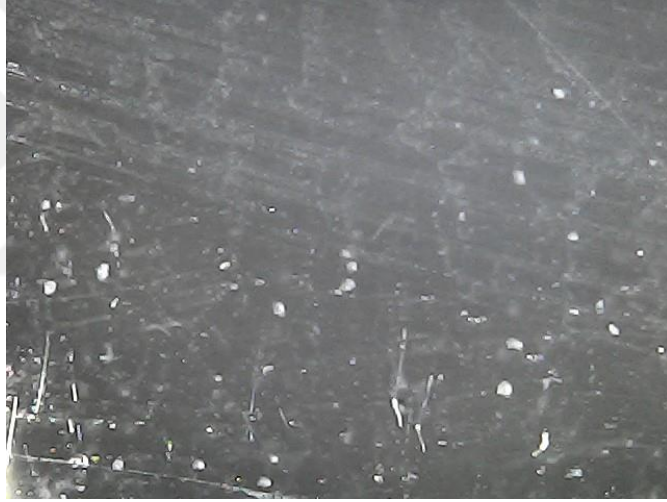
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



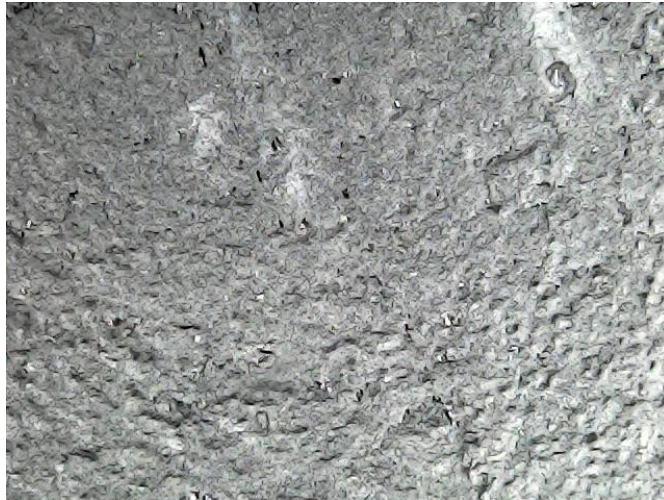
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



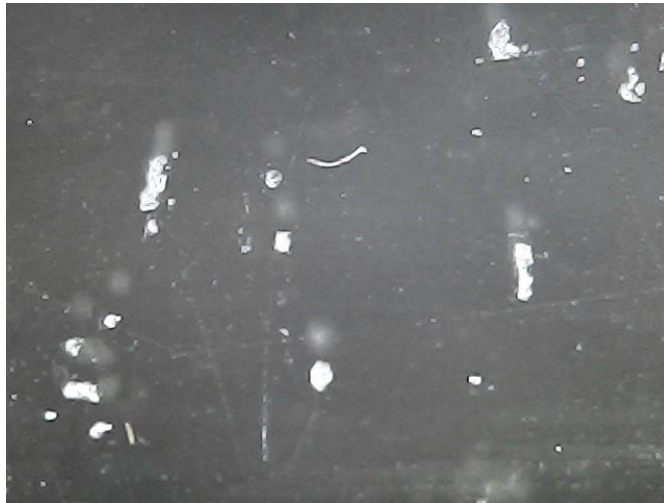
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



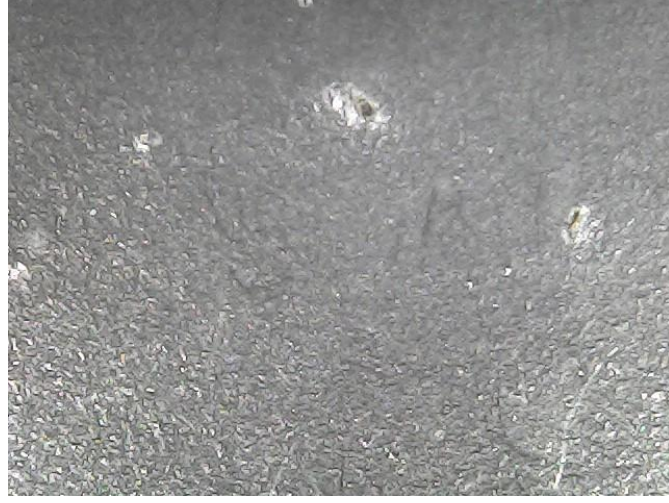
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



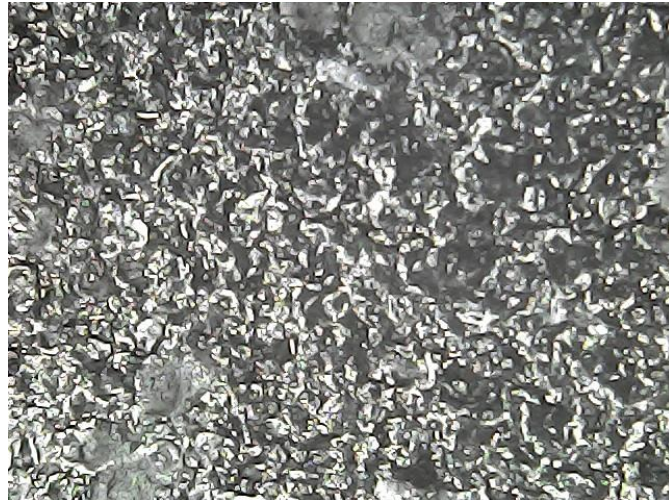
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X
2.0 büyütme oranı)

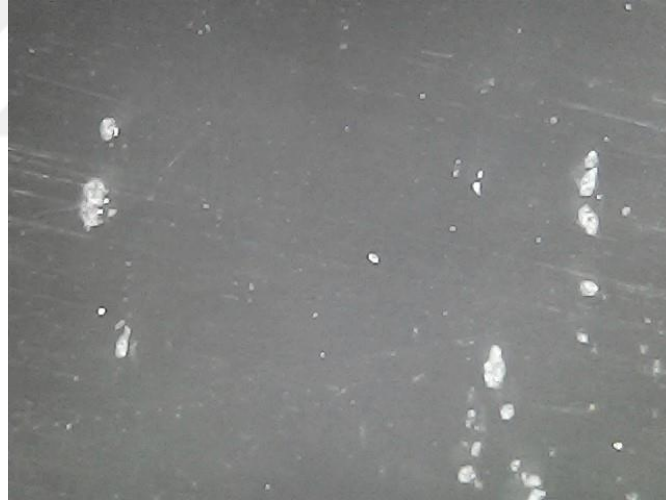


20 Yıl Yaşlandırılmış MS2A Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

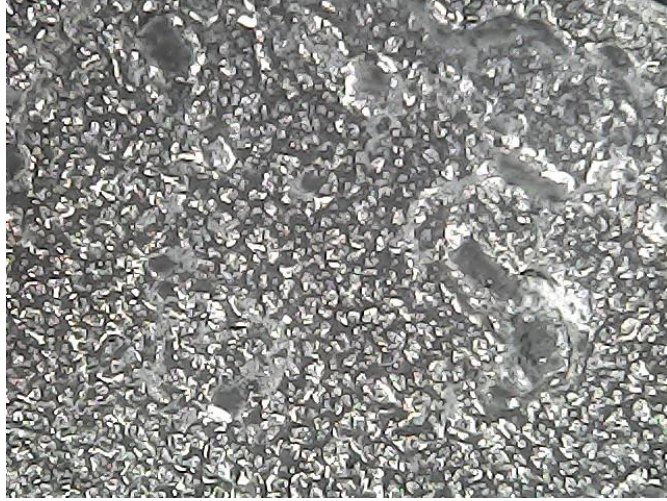
Rötuş Verniği (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



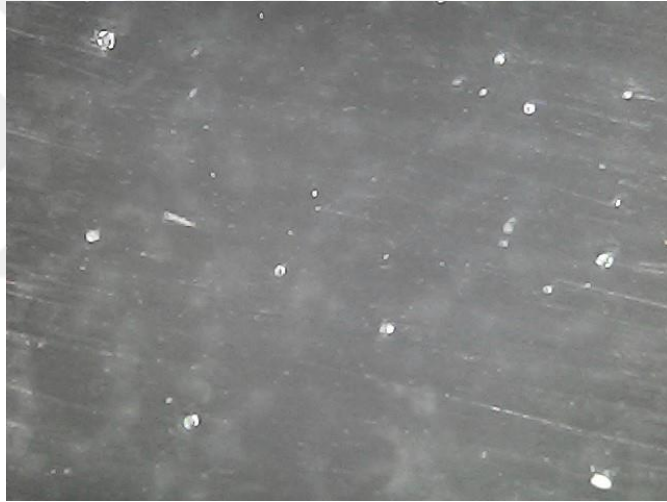
Rötuş Verniği (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



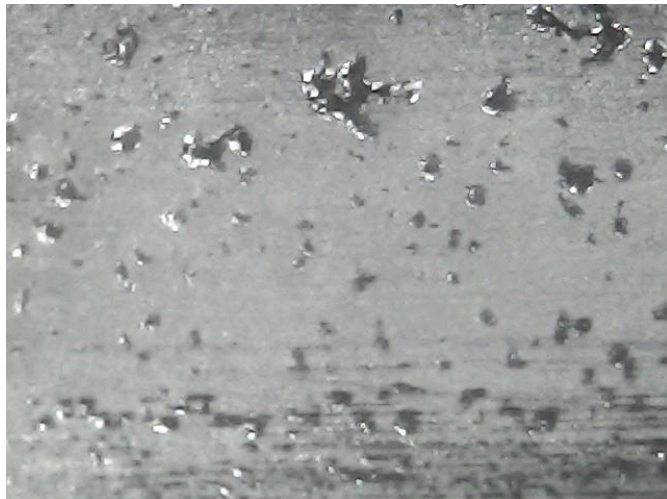
Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



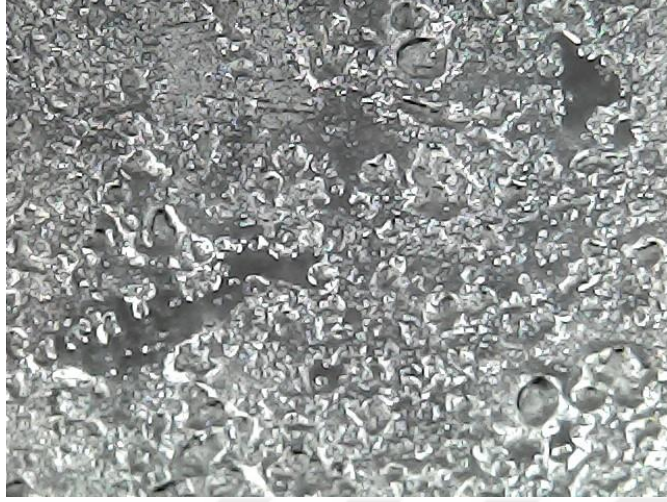
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (firça) + MS2A (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)



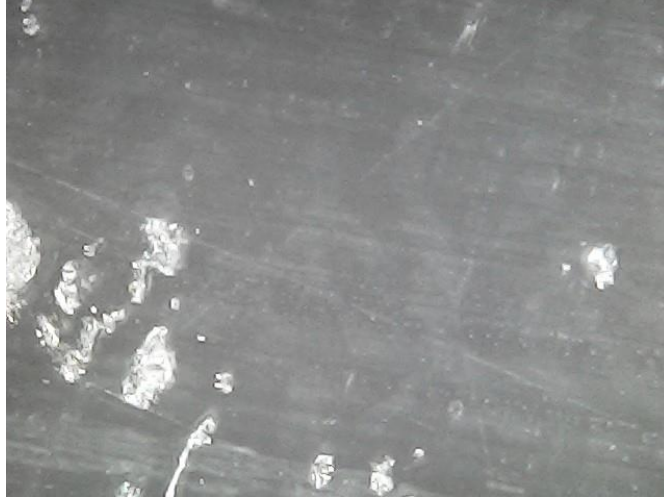
Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (firça) + Rötuş Verniği (firça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



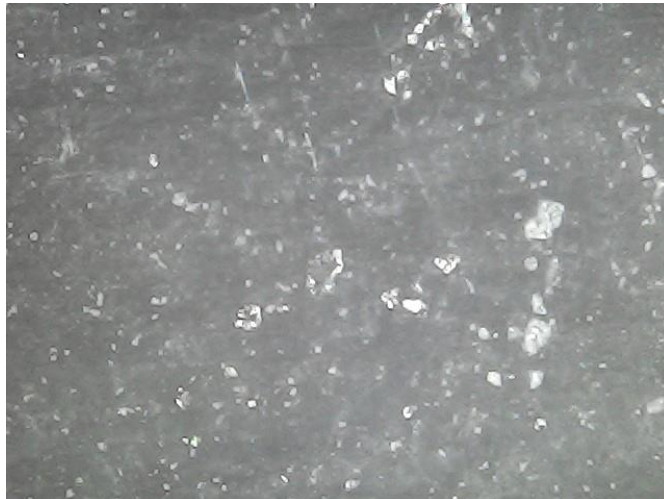
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



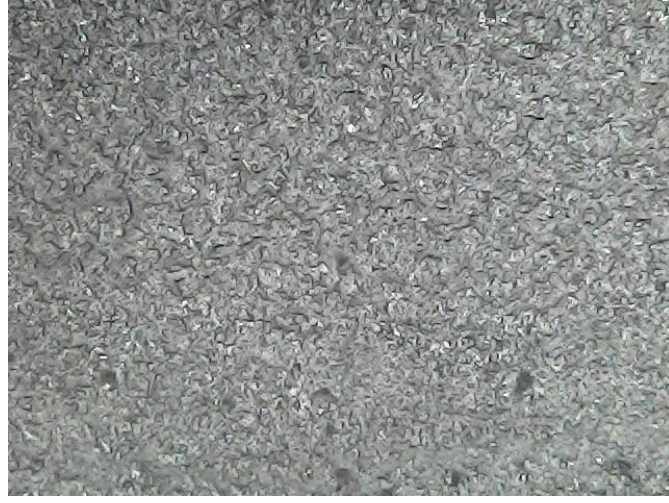
Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



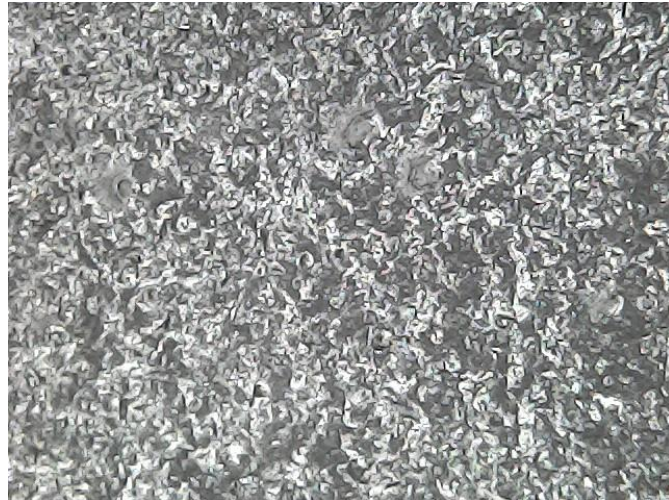
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



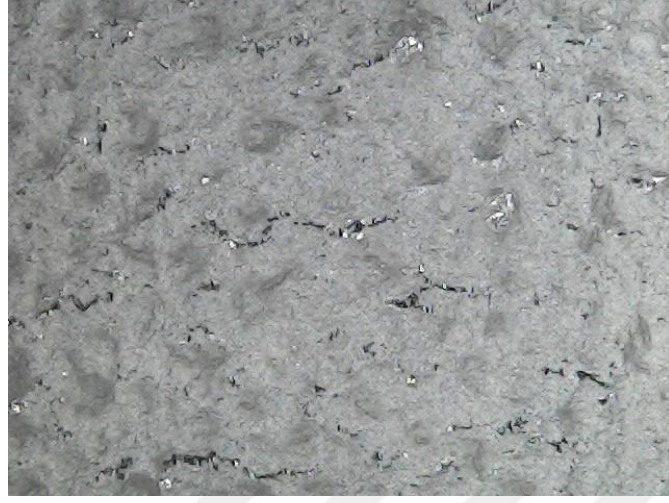
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (X
2.0 büyütme oranı)



Yaşlandırılmamış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



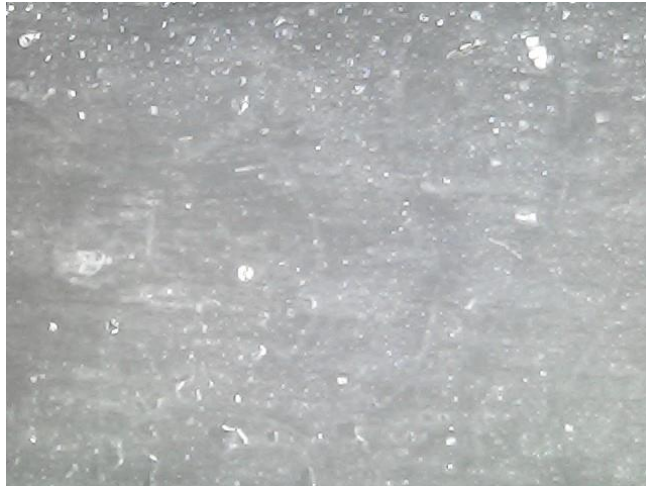
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



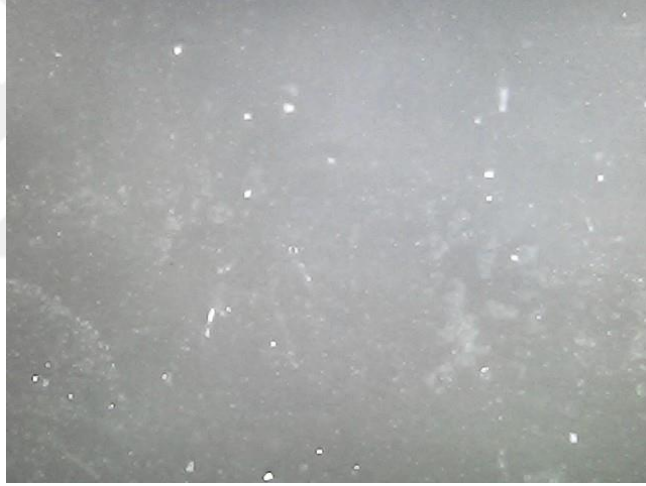
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



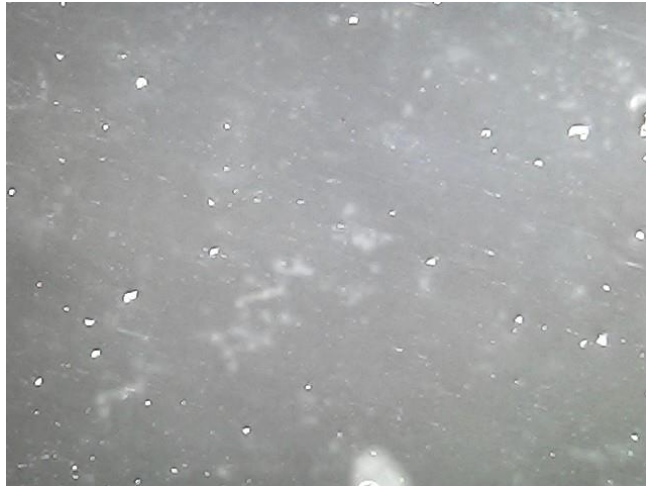
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0
büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez®
1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



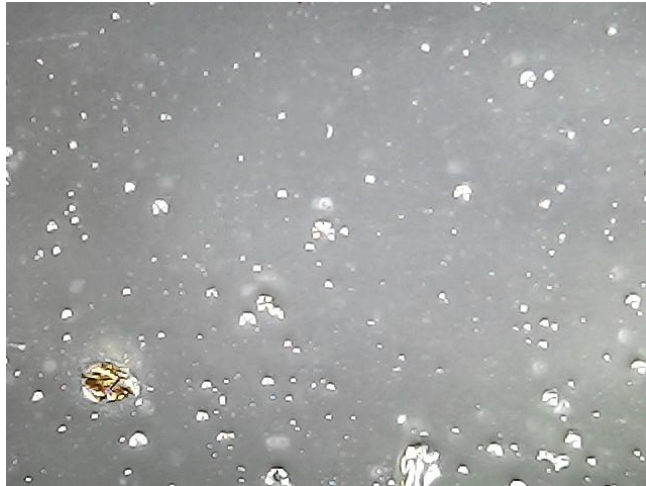
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



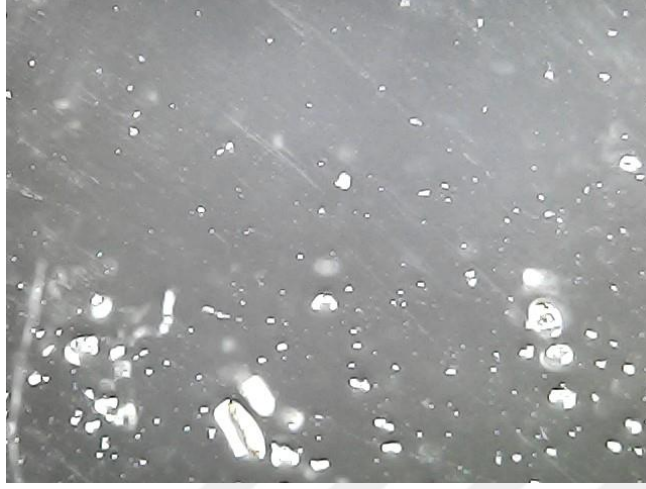
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)

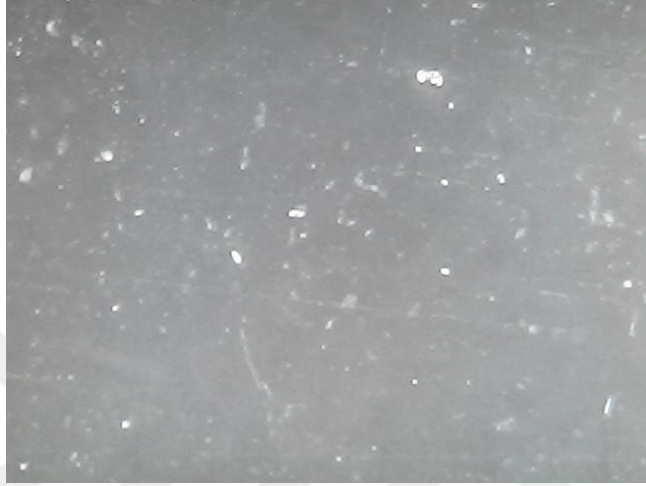


Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



10 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



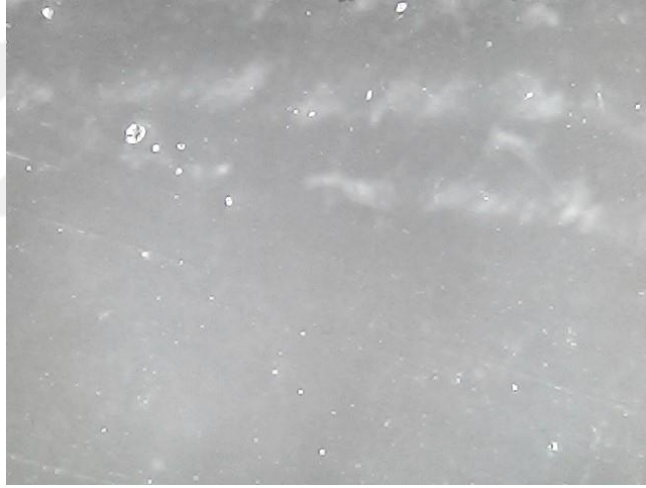
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



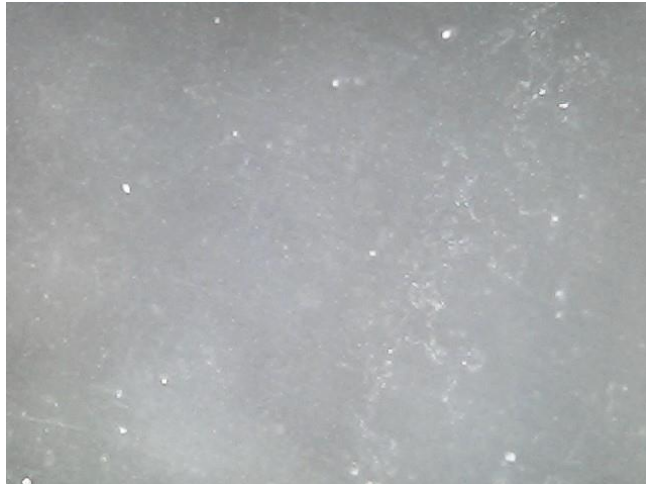
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



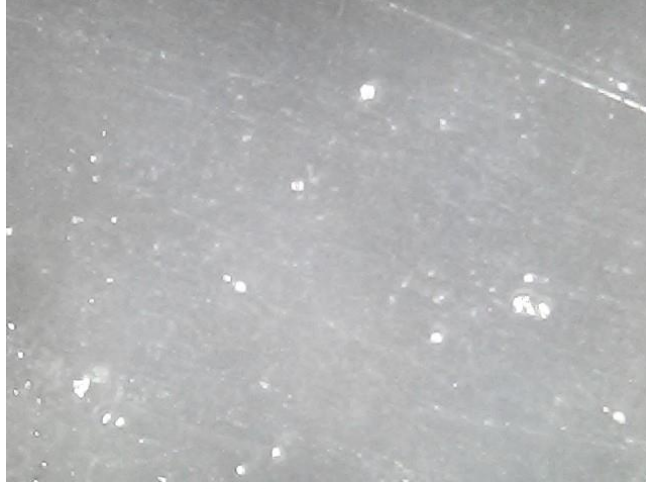
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



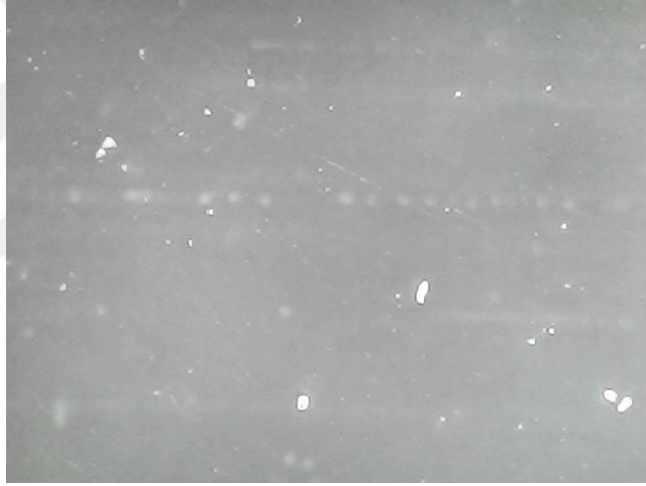
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)



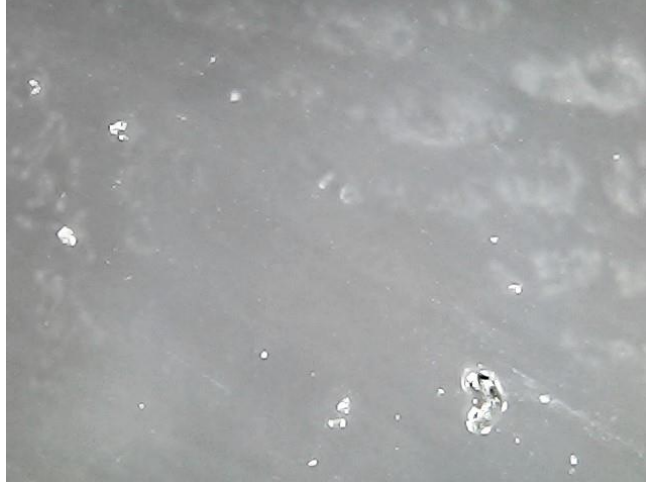
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0
büyütme oranı)



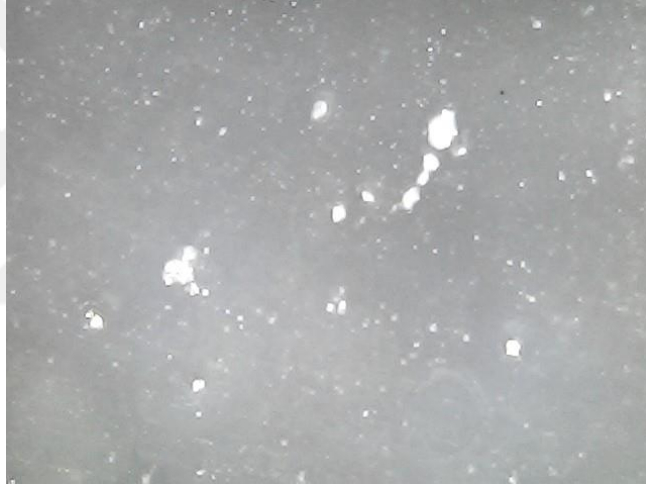
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez®
1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



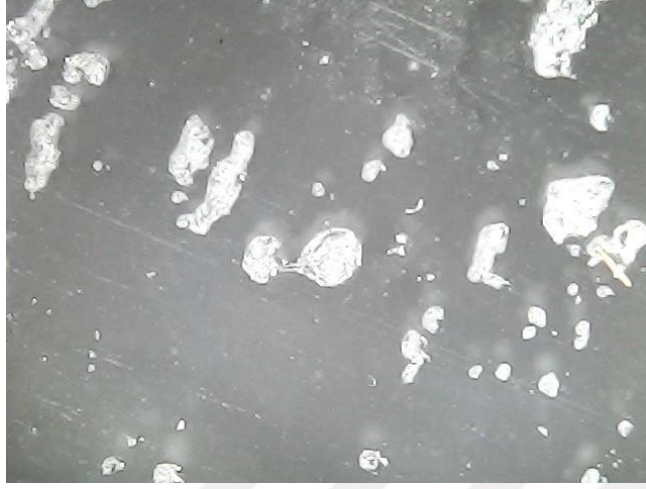
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (firça) – (X 2.0 büyütme oranı)

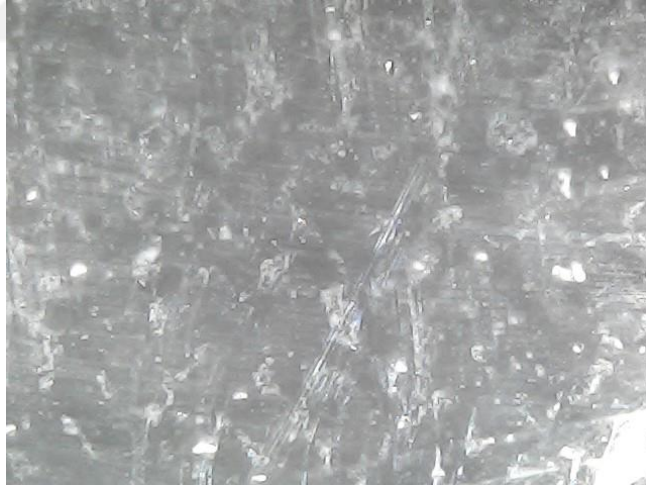


20 Yıl Yaşlandırılmış Regalrez® 1094 Reçine Örneklerinin Işık Mikroskobu Görüntüleri

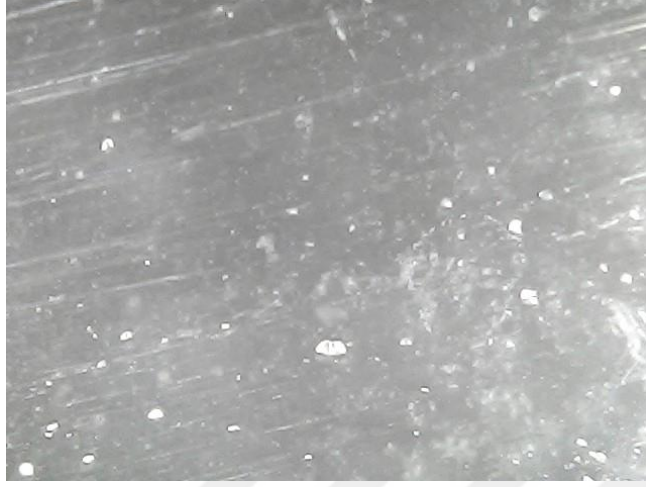
Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



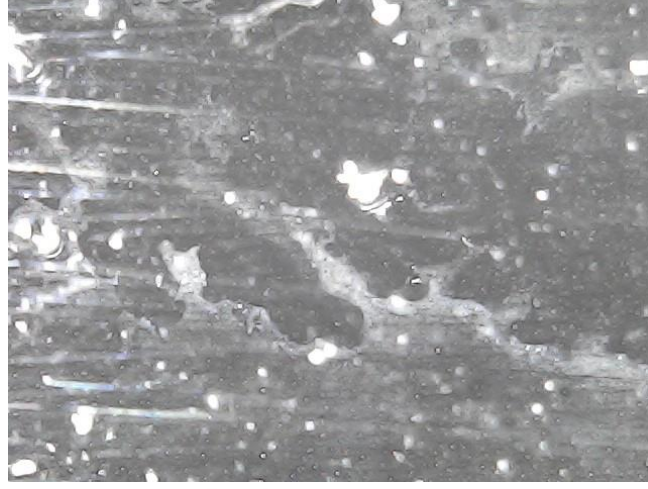
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



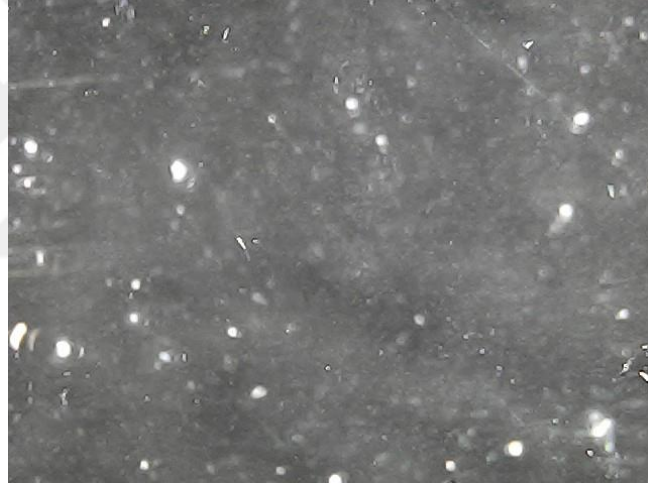
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



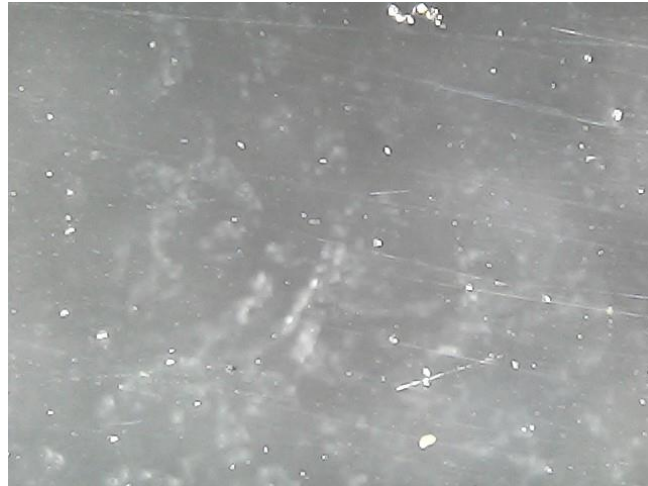
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)



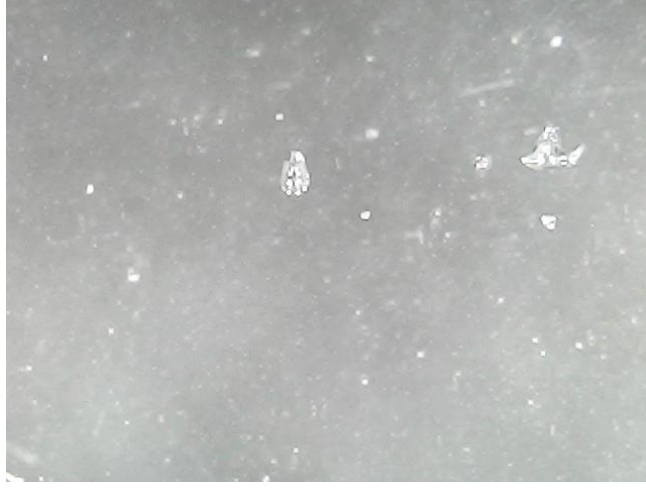
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0
büyütme oranı)



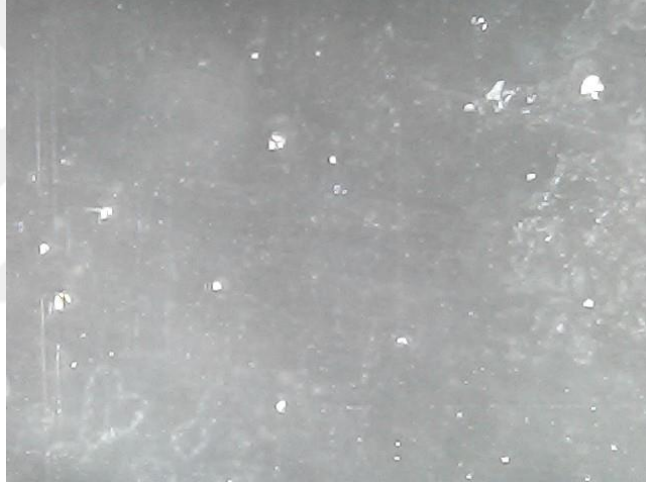
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez®
1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (X 2.0 büyütme oranı)



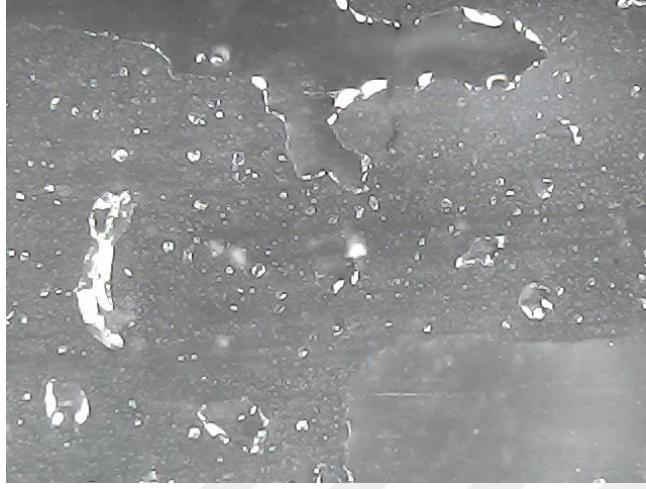
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) –
(X 2.0 büyütme oranı)



Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (X 2.0
büyütme oranı)



4.5. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analiz Yöntemi ve Tanımı

Taramalı Elektron Mikroskobunun Temel Prensipleri:

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), mikro yapı morfolojisi ve kimyasal bileşim karakterizasyonlarının incelenmesi ve analizi için mevcut olan ve çok yönlü kullanılabilen cihazlardan biridir. Öncelikle elektron mikroskobunun temellerini anlamak için, ışık optiğinin temel ilkelerini bilmek gerekmektedir.

Göz, yaklaşık $1/60^\circ$ görüş açısına sahip nesneleri ayırt edebilir, bu da ~ 0.1 mm'lik bir çözünürlüğe karşılık gelmektedir (optimum görüş mesafesi 25 cm'dir). Optik mikroskopu, optik lens aracılığıyla görsel açıyı genişleterek $\sim 2.000 \text{ Å}$ çözünürlük sınırına sahiptir. Işık mikroskobu, bilimsel araştırmalar için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde de bu önemini sürdürmektedir.

1890'larda sayısız deneyde manyetik alan tarafından saptırılabilirdiğinden, ışık kaynağının yüksek enerjili bir elektron ışını ile değiştirilmesiyle elektron mikroskobu geliştirilmiştir. Böylelikle çok sayıda ve çok çeşitli alanlarda kullanılmak üzere, bilim dünyasına büyük hizmetler vermeye başlamıştır (Fundamentals of Scanning Electron Microscopy, 2006).

Alanında deneyimli ve bilgili bir SEM operatörü, aşağıdaki içerik alanlarındaki temel bir konulara hâkim olmalıdır. Bu konular şöyle sıralanabilir:

- Elektronik optik,
- Işın-numune,
- Sinyal türleri ve detektör özellikleri,
- Sinyal kalitesi/özellik görünürlük ilişkileri,
- Sinyal/görüntüleme işleme.

Böylelikle incelenen numunelerin, inceleme sonucundaki raporlarının doğru ve anlaşılır yorumlanması sağlanabilmektedir. Oysa herhangi birinde bilgi sahibi olunmaması, inceleme sonucunda elde edilen SEM raporlarının yanıltıcı veya yanlış yorumlanması ile neticelenebilir (Hafner, 2007).

SEM taraması Jeol marka NeoScope JCM-5000 cihazında yapılmıştır.

JEOL JCM-5000 NEOSCOPE

JCM-5000 NeoScope, optik mikroskopları ve geleneksel taramalı elektron mikroskopları (SEM) birleştiren bir masaüstü cihazı olarak tanımlanabilir. SEM cihazından beklenen elektron optiği kadar güçlü olan ancak dijital fotoğraf makinelerini kullanmak kadar basit olan bu cihaz ile yüksek çözünürlüklü, büyütülmüş görüntüler kolayca elde edilebilmektedir. Işık mikroskoplarına alternatif olarak daha yüksek çözünürlük için kullanılabilmektedir. NeoScope vasıtasıyla, doğa bilimlerinde, adli tıpta araştırma ve imalatlardaki hata analizleri de yapılabilmektedir.

Teknik Özellikler:

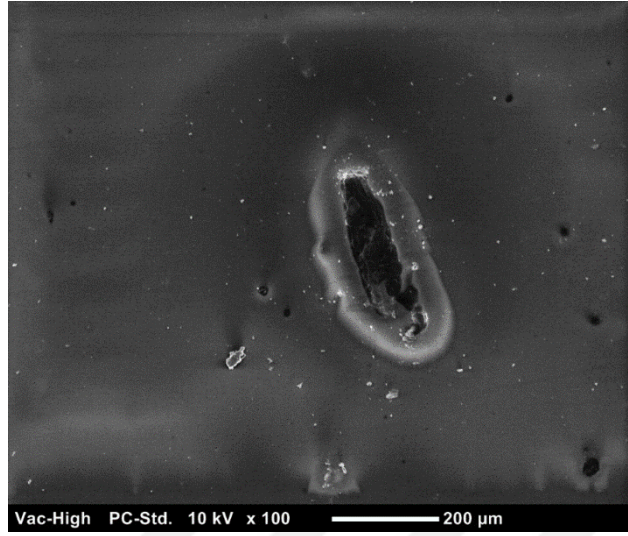
- Hem yüksek hem de düşük vakum modu bulunmaktadır.
- Çözünürlük gücü: 5.0 nm (Yüksek vakumda), Büyütme: 10X-20.000X, İvmelendirme voltajı: 5,10 ve 15 kV (3 kademe), İkincil elektron (SE) ve geri saçılmış elektron (BE) dedektörü bulunmaktadır.
- Otomatik olarak odaklama, kontrast ve parlaklığın kontrol edilebilmesi özelliklerine sahiptir.
- Kaplama veya kurutma gibi, örneklerin önceden hazırlanmasına gerek duyulmaması nedeniyle hem kullanıcı hem de analiz yaptırmak isteyenler için kolaylık sağlamaktadır.

SEM cihaz analizlerinin başlıca uygulama alan ve amaçları şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Hem biyolojik hem de malzeme örneklerin gözlenebilmesi için,
- İletken ve iletken olmayan örneklerin incelenebilmesi için,
- Nanomateryallerin analizi ve karakterizasyonu için,
- Çatlakların tanımlanması için,
- Yüzey ve hata analizlerinin yapılması için,
- Adli tıpta ve doğa bilimleri için kullanım alanları bulunmaktadır (https://arastirmalab.istanbulc.edu.tr/arlab/front/browse_lab.html;jsessionid=6ac5cf2fdf4c03d1bc62d2406afa?labid=1183).

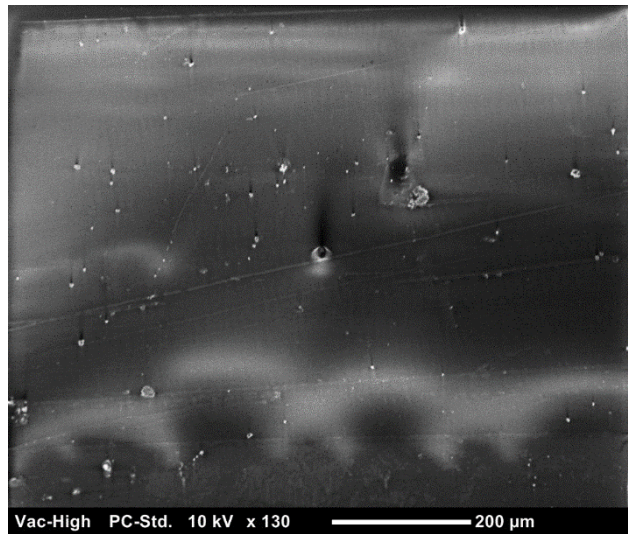
SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) analizlerinin yapılmasından sonra, analizlerin numune karakterizasyonunu oluşturması için detaylı yorumlama aşaması başlamıştır. Reçinelerin yaşlanmaya karşı nasıl bir başkalaşım/bozulma gösterdiğinin belirlenmesi ve kullanıcılara yol göstermesi açısından bu aşama oldukça detaylandırılmış ve her yorumun desteklenmesi için hem 10 yıl hem de 20 yıl olarak ayrı yorumlamaları yapılmıştır. Ayrıca yapılan bu yorumların karşılaştırması için 10 yıllık ve 20 yıllık basamaklardaki yaşlandırma periyotlarının nasıl geliştiği de yapılan yorumlara eklenmiştir. Böylelikle yaşlanma süresi arttıkça reçine yüzeyindeki başkalaşımın net bir şekilde profili oluşturulmak istenmiştir. Oluşturulan bu profil akabinde, konservatörlerin uygulamalarında seçecek oldukları reçine grubundaki yaşlanma periyodu sonucundaki reçine bozulma durumları hakkında fikir sahibi olabilmeleri hedeflenmiştir. Kullanıcısına periyot sonundaki yaşlanma ve bozulma karakterizasyonu açısından fikir vermesi ve uygulanacak esere yönelik en uygun ve uyumlu yöntem-malzeme seçiminin yapılması açısından bu analiz yorumlarının detaylandırılması ve nitelikli örnekler verilerek bozulmaların saptanması ana hedeflerdendir.

4.5.1. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analiz Yorumları



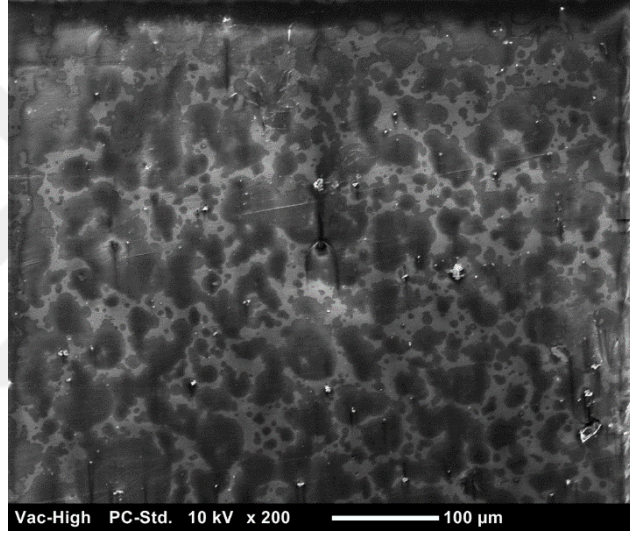
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Sprey olarak rötuş verniği üzerine, fırça ile uygulanan dammar verniğinin 10 yıllık UV ile yaşlandırma işlemi sonrası SEM ile görüntüleme sonucu yukarıdaki gibidir. 10 yıllık yaşlandırma sonrasında, yüzeydeki vernik dokusu sıkılaşmıştır ayrıca küçük partiküller meydana gelmiştir. Görüntünün ortasındaki kabarıklık, mevcut vernik kaplamasının belli bir noktada kabarması ve sonrasında yarılması ile oluşmuştur. Vernik kaplaması üzerinde adeta bir yarık/delik oluşmuş ve içerisindeki malzemenin kaybolması ile çukurlaşmıştır.



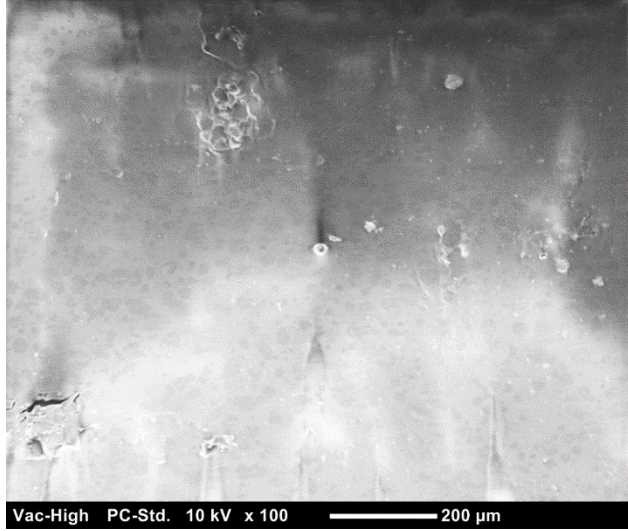
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat vernik uygulanan lamın, ilk katında spreyle rötuş verniği, ikinci katında da fırça ile dammar reçine verniği uygulanmıştır. 20 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan örnek üzerinde partiküller halinde malzeme topaklanmaları oluşmaya devam etmiştir. Ayrıca SEM görüntüsünün alt kısmında görülen renk değişimleri, verniğin buharlaşması hatta bozulması sonucu meydana gelmiştir. Ayrıca SEM görüntüsünün üzerinde görülen enine çizgiler, lam üzerine vernik uygulaması sırasında kullanılan fırça ile meydana gelmiştir. Dolayısıyla yaşlanma etkisi ile karıştırılmamalıdır. Vernik içeriğindeki malzemelerin bozulması sonucu partikül boyutlarında büyüme görülmüştür.



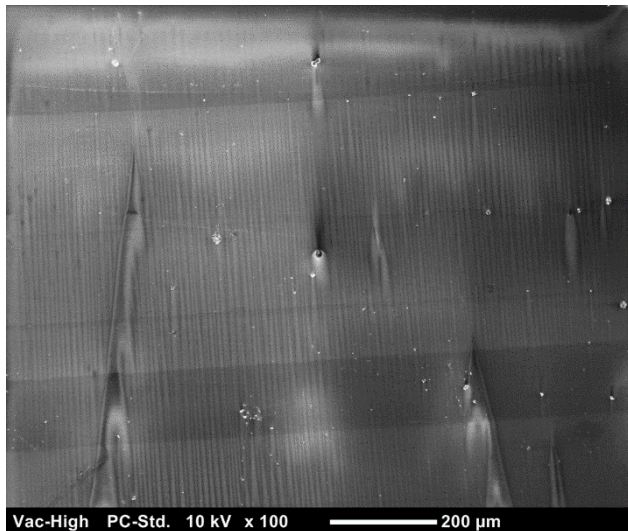
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile uygulanan rötuş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanan dammar reçine verniği numunesinin 10 yıllık yaşlandırılması işlemi neticesinde, yüzeyde dalgalanmalar, birbirinden ayrılan bölgeler ve küçük parçacıklar halinde malzeme oluşumları gözlenmiştir. Yüzeyin kendi içinde bölgelere ayrılmış görüntüsü, reçinelerin yaşlanmanın etkisi ile sıkışması ve birbirine doğru yaklaşması ile oluşmuş denebilir. Bir başka görüş olarak hava tabancası ile uygulanan dammar verniğinin yüzeye iyice nüfuz etmemesinden olarak yorumlanabilir. Yüzey üzerinde yaşlanmanın etkisi ile partikül oluşumu ile vernikteki şekil değişimleri gözlenmektedir.



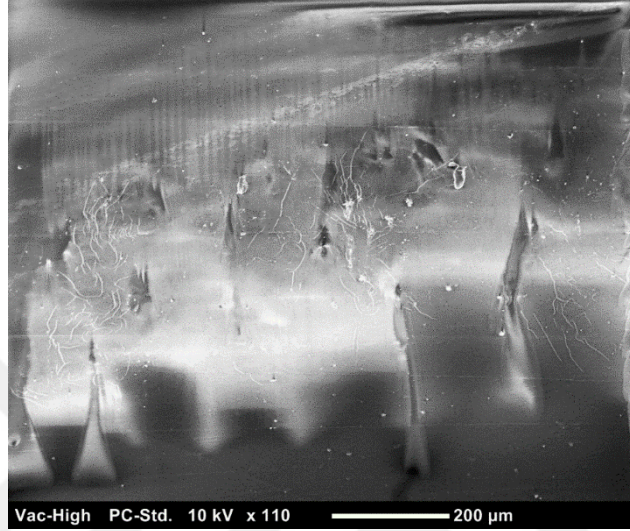
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

20 yıl yaşlandırmaya maruz bırakılan fırça ile uygulanmış rötuş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanmış dammar reçine verniği numunesi yüzeyinde bölgesel malzeme kayıpları nedeniyle fiziksel farklılıklar meydana gelmiştir. Verniğin bozulmaya uğraması sonucu yüzeyde çatlamlar, birbirine yakın kırılmalar oluşmuştur. Ayrıca az da olsa bozulmanın etkisi ile ek oluşumlar da gözlenmiştir. 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, oluşan ek malzemeler bakımından bir artış görülmemiştir. Ancak yüzeydeki yer yer yoğun kılcak denebilecek çatlaklar oluşması göze çarpan farklılıklardandır.



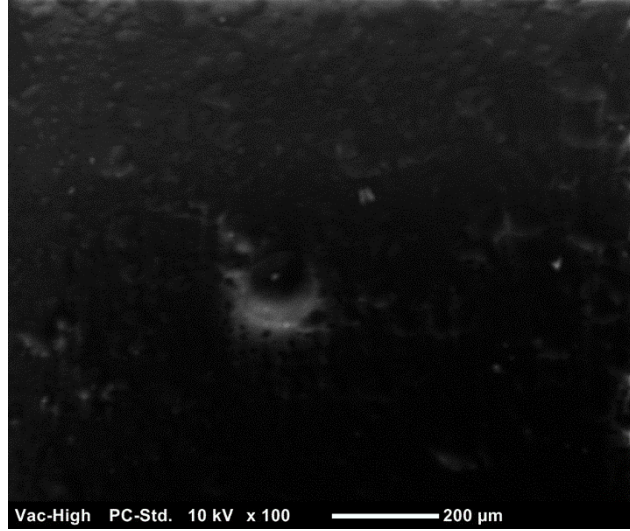
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile uygulanan rötuş verniği üzerine yine fırça ile uygulanan dammar verniğinin 10 yıllık yaşlandırılması işlemi sonucunda yüzeyde bir farklılaşmaya rastlanamamıştır. Yüzeydeki seyrek ve küçük ek oluşumları haricinde bozulmanın yüzeyi çok fazla etkilediği görülmemektedir.



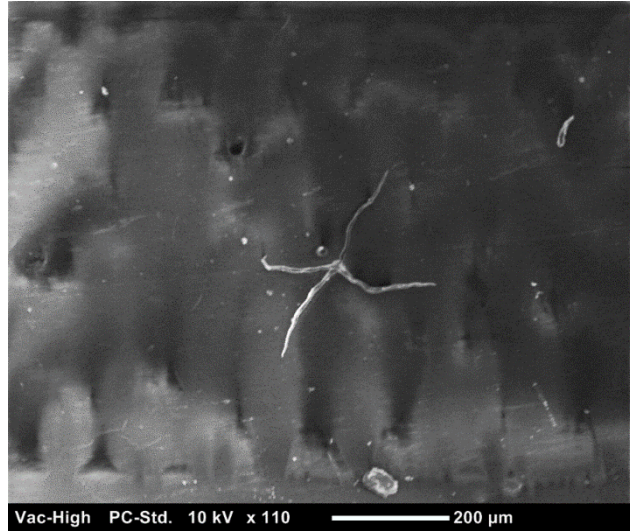
Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile uygulanan rötuş verniğinin üzerine uygulanan fırça ile dammar reçine verniğinin 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonucundaki bozulma şekli 10 yıllık yaşlandırma işlemi ile mukayese edildiğinde, yüzeydeki farklılaşma dikkat çekmektedir. Ağaç kökünü andıran sık ve derin olmayan çatlamlar, yüzeyin büyük kısmında görülmektedir. Ayrıca yüzeydeki malzemenin bozulma ile formundaki değişiklik nedeniyle kotta dengesizliklere de rastlanmıştır. Sık ve derin olmayan çatlakların yanı sıra, çok belirgin olmayan ince çatlaklar da görülebilmektedir.



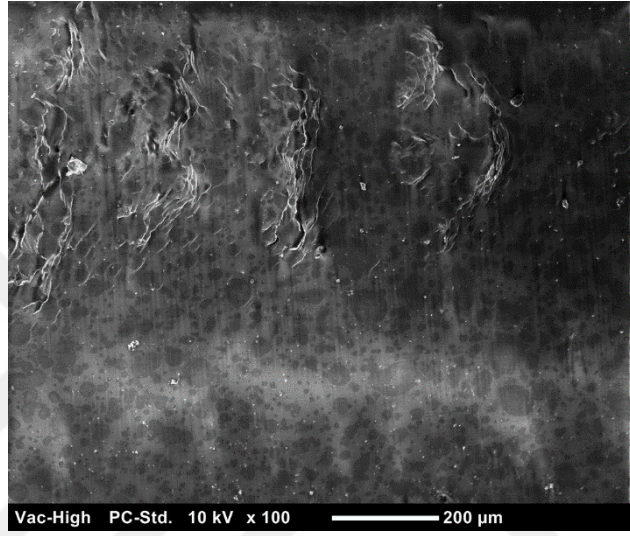
**Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası) – (10 Yıl
Yaşlandırılmış Numune)**

Rötuş verniğinin de dammar verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı ve 10 yıllık sürece denk gelen bozulmaya maruz bırakıldığı bu numune, çok belirgin görüntü alınamamıştır. Fakat görüldüğü kadarıyla, yüzeyde kabarma ve şişmeler olarak tanımlanabilecek yüzey farklılıkları meydana gelmiştir. Özellikle belli bölgelerde büyük boyutlu kabarmalar gözlenebilmektedir.



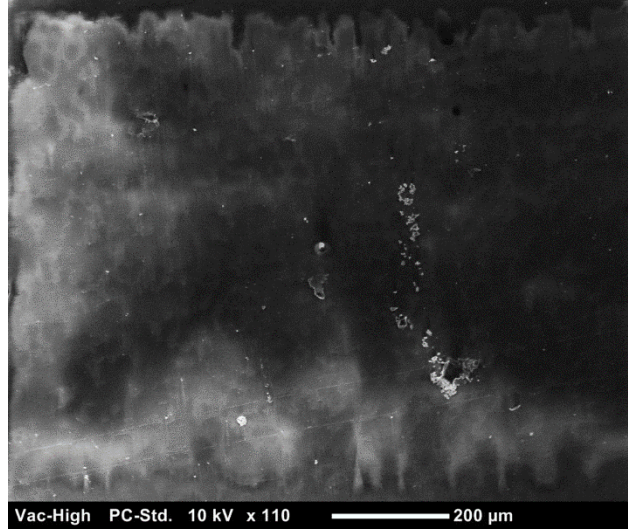
**Rötuş Verniği (hava tabancası) + Dammar (hava tabancası) – (20 Yıl
Yaşlandırılmış Numune)**

Her iki verniğin de hava tabancası ile uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırılması sonucu meydana gelen bozulma görüntüsü yukarıdaki gibidir. 20 yıllık bozulmaya maruz bırakılan örnek üzerinde, verniğin bölgesel kabarması sonucu aşırı şişmesi ve fiziksel bütünlüğünü koruyamaması nedeniyle patlamalar görülebilmektedir. Vernik malzemesinin bozulmanın etkisi ile fiziksel değişimi sonucu yüzey üzerinde delikler meydana gelmiştir. Ayrıca yer yer ek oluşumları da gözlemlenebilmektedir.



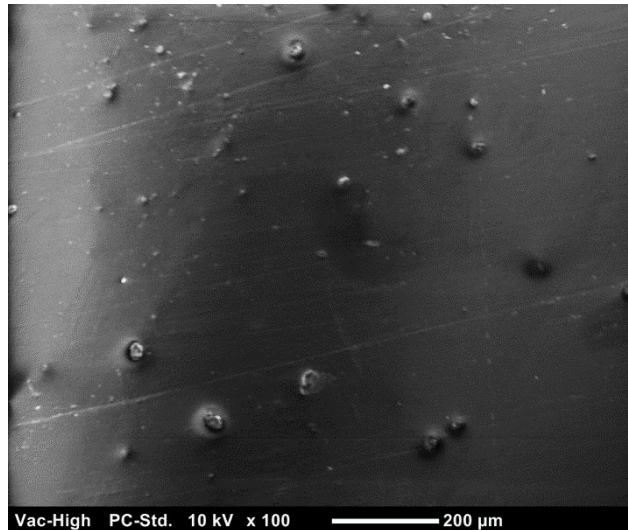
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Sprey olarak uygulanan rötuş verniği üzerinde hava tabancası yardımı ile uygulanan dammar reçine verniğinin 10 yıllık yaşlandırılması işlemi neticesinde ağ çatlağına benzer çatlamlar görülebilmektedir. Numune yüzeyinin büyük çoğunluğunda birbirine bitişik ve yoğun çatlamlar meydana gelmiştir. Çatlakların yanı sıra nadir olarak gözlemlenebilse de ek oluşumlar ile yüzey üzerinde deformasyon görülmektedir.



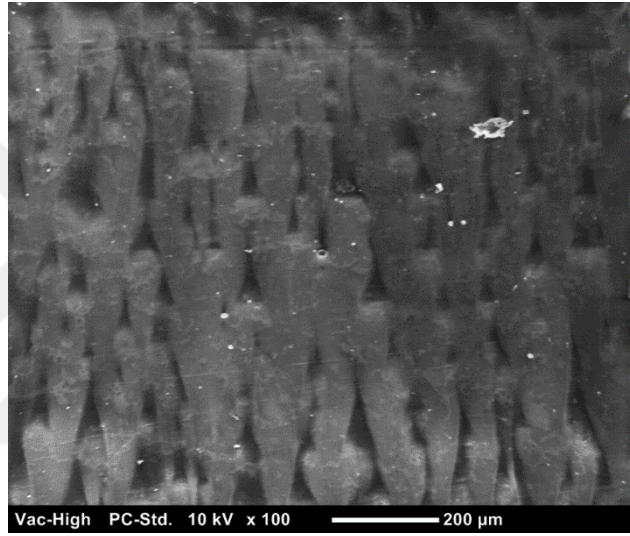
Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

20 yıllık yaşlandırmanın uygulandığı, sprey rötuş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanan dammar verniği örneğinde yüzey yapısının bütünlüğünü koruduğu görülmektedir. Vernik malzemesinin yaşlanmaya maruz bırakılması sebebiyle yüzeyde sıkılaşması ve yoğunluk kazanması olarak yorumlanabilir. Ayrıca farklı büyüklüklerde gözlemlenebilen kristal yapıdaki malzemeler nadir olarak da olsa SEM analizi ile görüntülenmiştir.



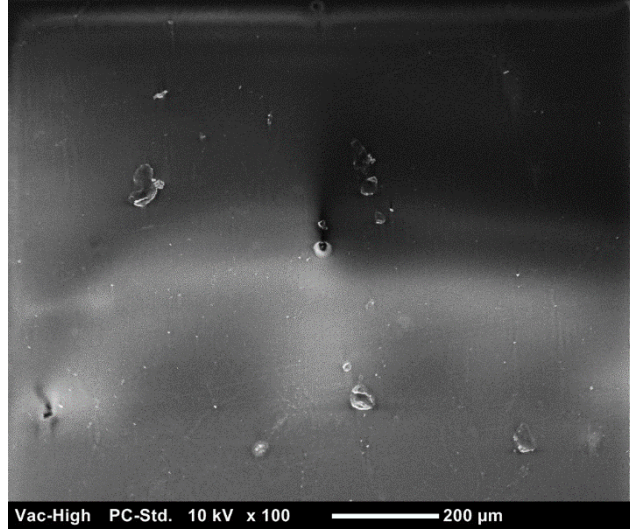
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprey) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile rötuş verniği üzerine tekrar fırça ile rötuş verniği uygulamasının üzerine sprej olarak uygulanan dammar vernik örneğidir. Lam üzerine üç kat uygulanan vernikler, uygulanış ve kullanım şekillerine göre seçilmiştir. 10 yıl yaşlandırmaya maruz bırakılan bu reçine grubundaki verniklerde, yaşlandırma işlemi sonrasında yüzey bütünlüğünde kabarmalara rastlanmıştır. Vernik malzemesinin lam üzerinde yaşlanma etkisi ile incelendiği ve yer yer kabarmalar meydana getirdiği görülebilmektedir. Oluşan kabarmalar neticesinde malzemenin yoğunlaşarak belli noktalarda tümsekler oluşturduğuna rastlanmaktadır.



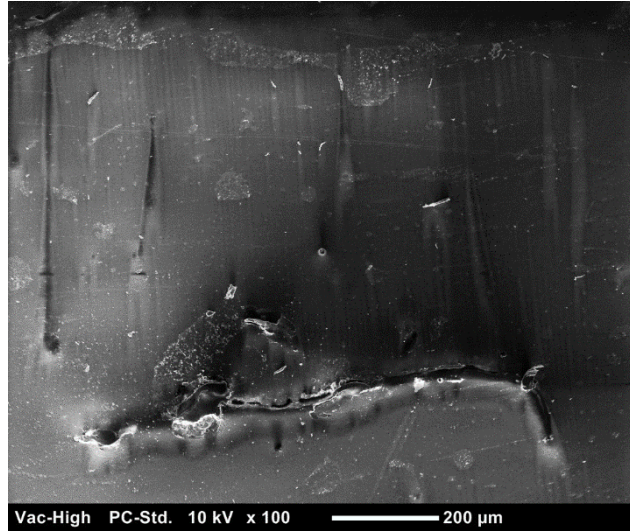
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (sprej) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki kat rötuş verniğinin fırça ile uygulandığı, final katının da sprej dammar olarak uygulandığı numune üzerindeki 20 yıl yaşlandırma işlemi sonrasında oluşan bozulmada yer yer ek oluşumlar görülebilmektedir. Yüzeyin bozulmanın etkisi ile sıkılaşıp daha yoğun hal aldığı numunede, küçük kabarmalar ile malzemenin bu kabarmalardan uzaklaştığına rastlanmıştır.



Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki katındaki rötuş verniğinin de final katındaki dammar reçine verniğinin de fırça ile uygulandığı numunenin 10 yıllık yaşlandırma periyodu sonucunda sathında ek oluşumlara rastlanmıştır. Çeşitli boyut ve biçimlerde oluşan bu ek malzemelerin yanı sıra yüzeyin bozulma etkisi ile yoğunlaşarak sert ve yoğun bir yapı aldığı görülebilmektedir.



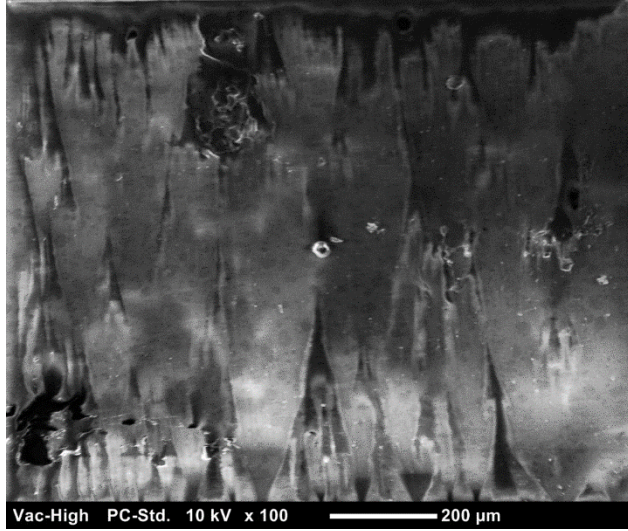
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki kat rötuş verniğinin fırça, final katı olan dammar verniğinin de fırça ile uygulandığı örnekte, 20 yıllık bozulma sonrası önemli değişimlere rastlanmıştır. Yüzeyde verniğin bozulma ile buharlaşması sonrasında yer yer lekelenmeler ve doku farklılıkları görülebilmektedir. Ayrıca malzemenin yaşlanma etkisi sonucu hareket etme isteği nedeniyle, SEM görüntüsünün alt kısmına denk gelen bölgede dramatik bir fiziksel deformasyon görülebilir. Verniğin bozulma ile ortamdaki uzaklaşma isteği, yüzeyde kırılma, yarıma ve oyuk oluşumuna sebebiyet vermektedir.



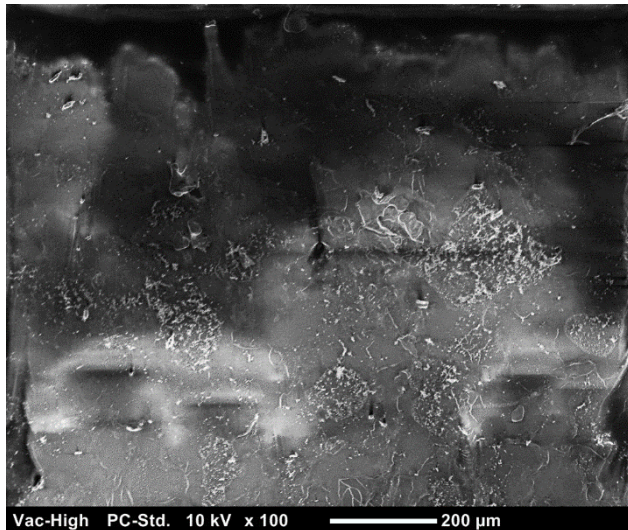
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki rötuş verniği katının fırça ile son kat olan dammar verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı vernik kaplamasının 10 yıl bozulmaya maruz bırakılmasıyla yüzeyde buharlaşma izi denebilecek bölgesel ve dairesel yapılar oluşmuştur. Malzemenin ortamı terk etme meylinde kaynaklanabilecek bu izler genel dokudan farklı yapısı ile ayırt edilebilmektedir. Ayrıca genel dokunun aksine belli ve büyük bir alanda geniş bir yarıma ve yarıma sonrası her iki kısmında birbirinden uzaklaşması ile uzun ince bir oyuk oluşumuna rastlanmaktadır. Verniğin bütünlüğü bozulduğu noktada hem dışarıya doğru ağız oluşturacak şekilde bir kabarma hem de içeriye doğru malzemenin boşalması ile derinleşmeye rastlanmaktadır.



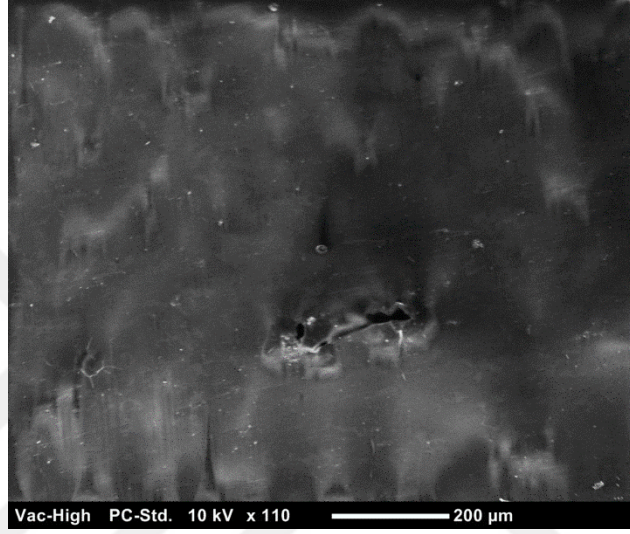
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki rötuş katı verniğinin fırça, final katı olan dammar verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı ve 20 yıllık bozulma elde edebilmek için yaşlandırmaya maruz bırakılan numune üzerinde ek oluşumların yanı sıra fiziksel farklılaşmalar da görülebilmektedir. Bazı noktalarda yoğun ve karmaşık bir çatlak ağı yanı sıra vernik malzemesinin değişiminden dolayı kırılğanlaşma olarak adlandırılabilen dokusal hassasiyetlere rastlanabilmektedir.



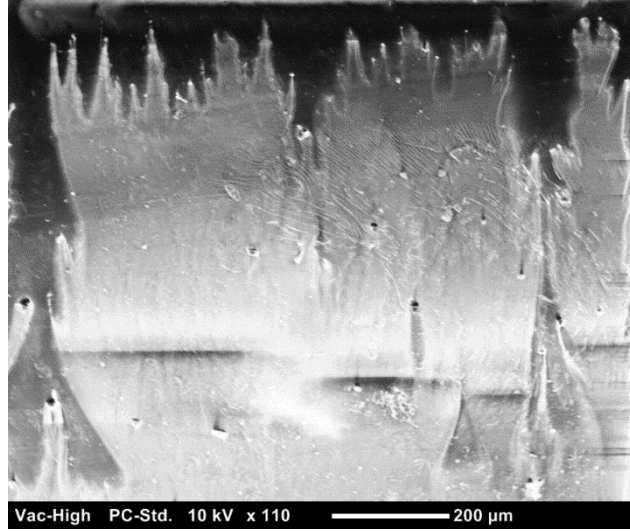
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniğinin sprej olarak, dammar verniğinin ise hava tabancası yardımı ile uygulandığı lam üzerindeki örnek 10 yıllık yaşlandırma işlemi sonrasında yüzeyde farklı ebat ve yapıda çatlamlara denk gelinmiştir. Malzemenin yapısındaki farklı ebat, derinlik ve uzunluktaki çatlak oluşumları yer yer ağ çatlağı görüntüsü yoğunluk kazanmıştır. Çatlak oluşumlarının yanı sıra ek oluşumlar da yaşlanmanın yan etkileri olarak yüzeyde gözlemlenebilmektedir.



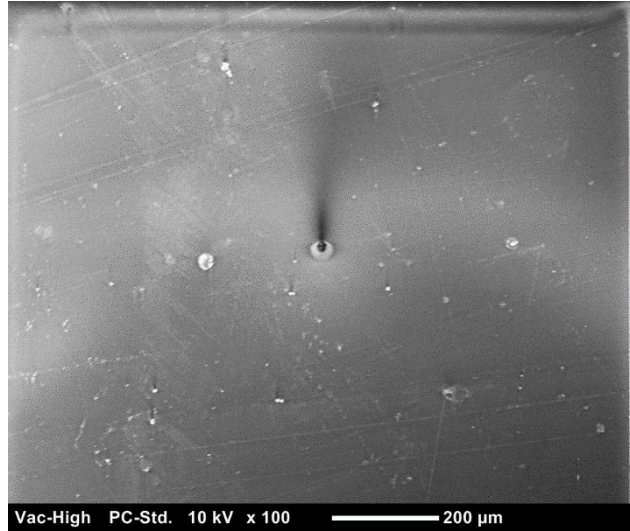
Rötuş Verniği (sprej) + Rötuş Verniği (sprej) + Dammar (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniğinin sprej, üçüncü kat olan dammar verniğinin ise hava tabancası ile uygulandığı ve 20 yıllık bozulma elde etmek için yaşlandırma işlemine tabi tutulan numunenin, yaşlandırma işlemi sonrası görüntüsünde küçük çatlamlara rastlanmıştır. Verniğin yaşlanma etkisi ile daha sıkı bir hal aldığı ve verniğin yapısından dolayı kayıplar nedeniyle yoğunlaşmalar görülebilmektedir. Bu malzeme kayıpları sırasında ortaya çıkan ve yukarıdaki SEM analiz görüntüsünde rahatlıkla gözlemlenebilen derin yarık oluşumu ve akabinde meydana gelen yüzey farklılığı göze çarpmaktadır. Oluşan yarıma, yaşlanmanın etkisi ile iki tarafından kabararak bir ağız oluşturmuş ve iç kısmının daha da derinlik kazanmasına sebep olmuştur.



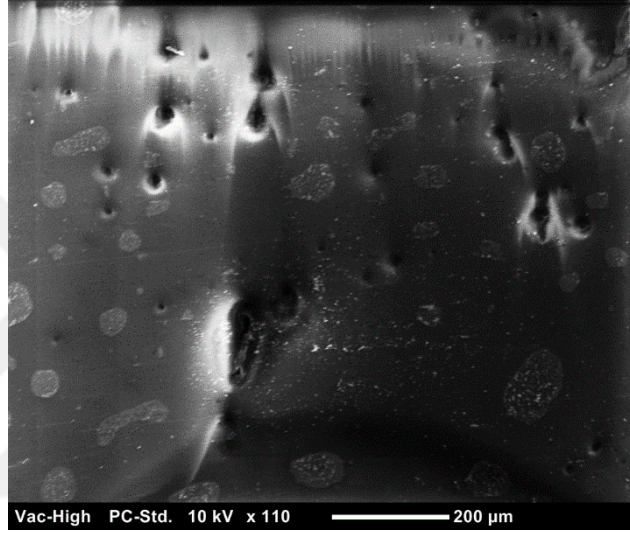
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat sprey rötuş verniği uygulamasının ardından bir kat fırça ile sürülen dammar verniği numunesinin 10 yıllık yaşlandırılması sonucunda elde edilen SEM görüntüsünde mikro denebilecek kırılmanlaşmanın etkisi ile çatlaklar meydana gelmiştir. Bu küçük adeta mikroskobik çatlak görünümüleri haricinde yaşlanma sebebiyle ek oluşumları da gözlemlenebilmektedir.



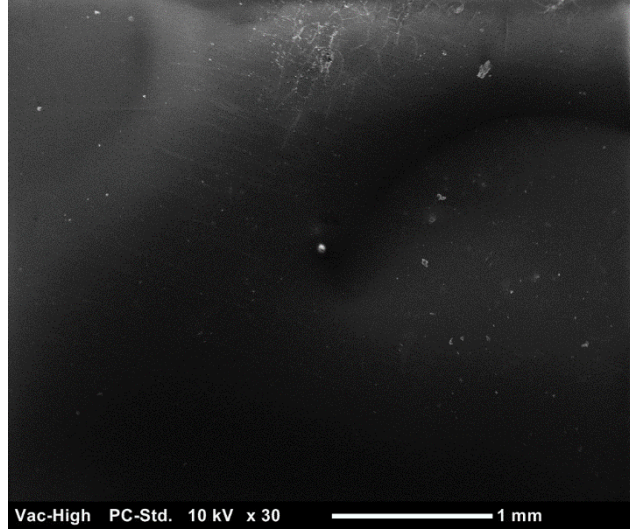
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Dammar (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniği katlarının sprej, bir kat dammar verniğinin de fırça ile uygulandığı örnek 20 yıllık sürece karşılık gelen yaşlandırma işlemi sonrası, yüzeyde düz fakat dengesiz bir yapı oluşturmada bozulma özellikleri sergilemiştir. Nadir olarak da ek oluşumlar tespit edilmiştir. Ayrıca yaşlanmaya bağlı verniğin hızlı buharlaşması ile oluşan doku farklılıkları saptanmıştır. (SEM analiz görüntüsünde görülebilen ince çiziklerin yaşlanma ile ilgili olmadığı, uygulama esnasında fırça darbelerinden kaynaklandığı göz ardı edilmemelidir.)



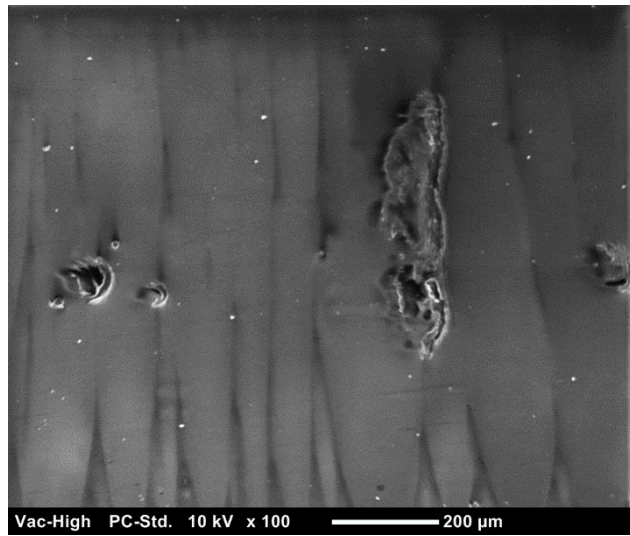
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Literatür taramaları neticesinde en sık kullanılan ve karşılaşılan kombinasyonların seçildiği çalışmada dammar verniği ile alakalı kullanımı en yaygın olan tek dört kat uygulama bu numune üzerinde gerçekleştirilmiştir. İki kat rötuş verniği üzerine iki kat dammar reçine verniği uygulanan örnekte, tüm katmanlar fırça ile uygulanmıştır. Dört kat fırça ile uygulanan verniğin, 10 yıllık bozulma sonrası yüzeyinde keskin olmayan yuvarlak hatlı bazı benek şeklinde lekeler görülebilmektedir. Bu yapıların vernik malzemesinin yaşlanma ile ortamdan uzaklaşırken bıraktığı düşünülebilir. Ayrıca genel dokuda ekstrem farklılıklar veya bütünlüğü bozan degradasyonlara rastlanmamaktadır. Yaşlanmanın yan etkisi olarak ek oluşumlar nadir de olsa gözlemlenebilmektedir.



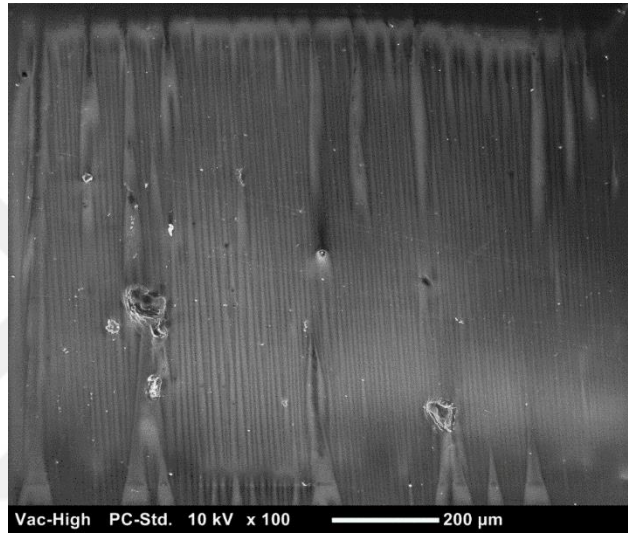
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Dammar (fırça) + Dammar (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniği üzerine iki kat dammar verniğinin uygulandığı ve 20 yıllık yaşlandırma sonrasında elde edilen numunenin SEM görseline ait veriler yukarıda yer almaktadır. SEM görüntülemesi sonucu numune yüzeyinde 10 yıllık yaşlandırmaya göre nispeten daha az deformasyon görülmektedir. 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, yüzeydeki benek görünümlü lekeler yerine mikro çatlak ağları görülmektedir. Yüzeyde yarıлма, ayrılma veya şişme gibi genel bütünlüğü bozan bozulmalara rastlanmamıştır.



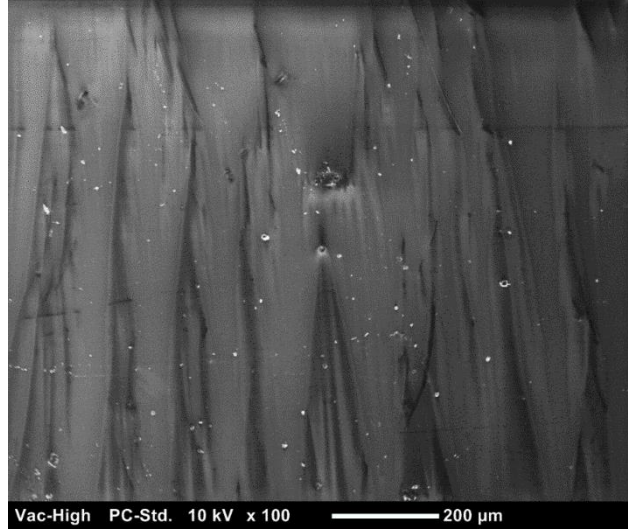
Rötuş Verniği/MS2A (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş ve final verniklerin birer kat hava tabancası ile uygulandığı örnekte; final verniği olarak keton vernik grubunda yer alan MS2A isimli reçine verniği seçilmiştir. Hava tabancası ile uygulama yapıldıktan sonra hazırlanan numune 10 yıl bozulmaya uğraması için UV ile hızlandırılmış yaşlandırma kabinde bekletilmiştir. Gerekli periyot tamamlandıktan sonra bozulma neticesi alınmıştır. Yüzey üzerinde genel olarak bütünlük korunmuş olsa da genelden bölgele geçildiğinde çeşitli boyutlarda kabarma ve malzemenin dış bükey şeklinde bir değişik gösterdiği görülmüştür.



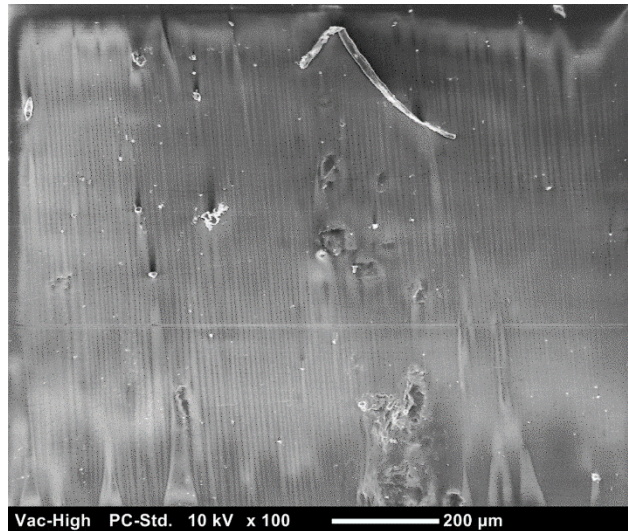
Rötuş Verniği/MS2A (hava tabancası) + MS2A (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş verniğinin, bir keton vernik çeşidi olan MS2A reçinesinin hava tabancası ile uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırma işlemi neticesinde görüntüsünde degradasyonlara rastlanmadığı söylenebilir. Büyük sayılmayacak boyutlarda ek oluşumlar tespit edilmiştir. Verniğin genel itibariyle ilk halindeki kotta kaldığı ve fakat bozulma etkisi ile hacim kaybı yaşadığı düşünülebilir.



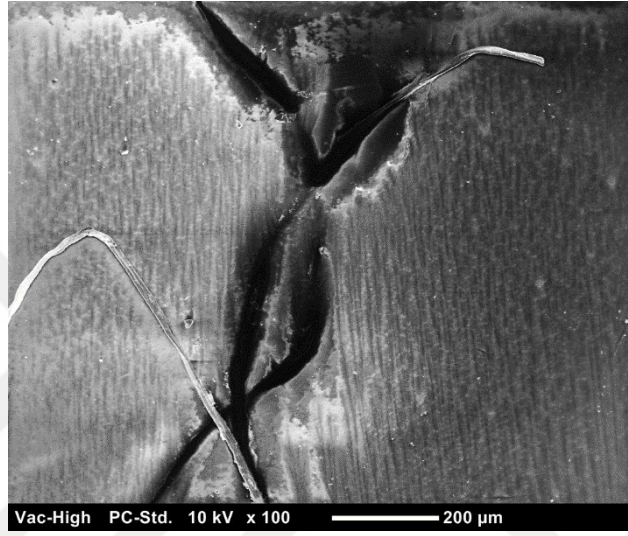
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

En alt tabakada yer alan rötuş verniğinin fırça, final verniği olan MS2A verniği de hava tabancası ile uygulandığı örnek üzerindeki katman 10 yıllık bozulmaya uğratıldıktan sonra genel olarak stabil kalmış denebilir. Kararlı yapısının yanı sıra bozulma sonrası yüzeyde uzak çaplı ek oluşumlara rastlanabilmektedir. Yüzeydeki bütünlüğün korunduğu numune üzerinde küçük baloncuk oluşumları ve bu baloncukların bozulma ile oluk oluşturacak şekilde çukurlaştığı nadir yapılar da görülebilir. Genel itibariyle yapısal bütünlüğünü koruduğu ve önemli bir bozulmaya uğramadığı söylenebilir.



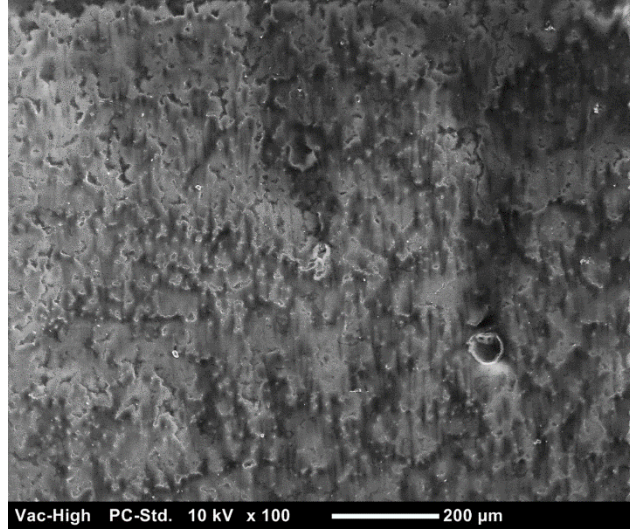
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş verniğinin fırça ile, MS2A verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı ve 20 yıllık periyoda denk gelen bozulmaya uğratıldığı örnek sathında önemli bir şekil deformasyonuna rastlanmadığı yorumu yapılabilir. Ancak bununla birlikte yapısal bütünlüğünü korumasının yanı sıra yaşlanmanın etkisi ile çatlama, kırılma ve kabarmaların gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Yaşlandırmanın katalizör etki göstermesi ile az miktarda ek oluşum mevcuttur denebilir.



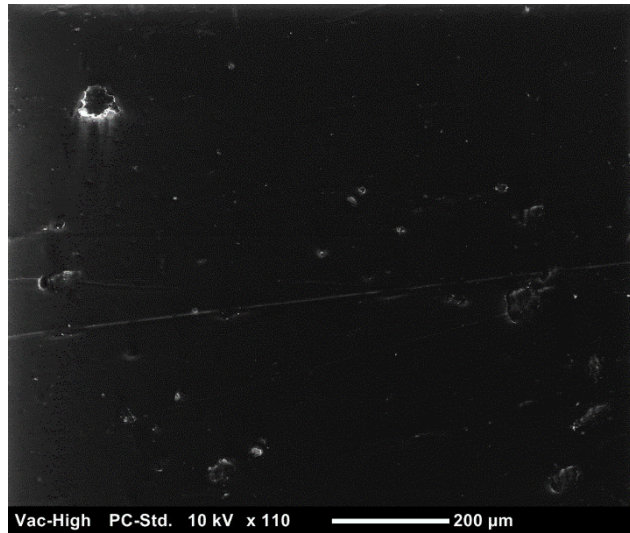
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş vernik katmanının ve final vernik katmanının da fırça ile uygulandığı numune yüzeyinde, 10 yıllık yaşlandırma neticesinde ciddi bir parçalanma ve yüzeyin birbirinden ayrılması mevcuttur. Yaşlandırma işleminin yüzey mukavemetini hassaslaştırdığı ve SEM analiz sonucunda görünebilen vernik katmanlarının kalınlığına denk gelecek şekilde derin bir yarı oluşumu görülebilir. Verniğin yaşlanma ile birbirinden ayrılarak, lam üzerinde parçalanma gösterdiği ve bu parçalanma neticesinde de mukavemet kaybı olduğu yorumuna varılabilir.



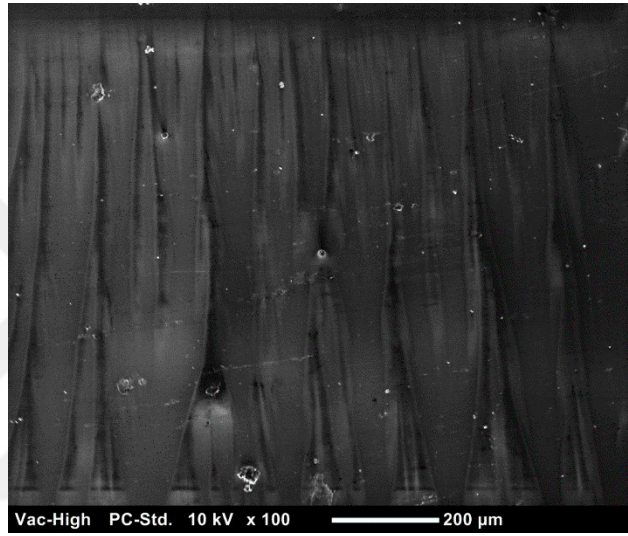
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş ve MS2A vernik katmanlarının fırça ile uygulandığı çalışmanın 20 yıllı tekabül eden hızlandırılmış UV yaşlandırma işlemi sonrası yüzey görüntüsü SEM ile yukarıdaki gibi görüntülenmiştir. Yüzey dokusunda ciddi bir dalgalanma ve dokusal farklılıklar meydana geldiği söylenebilir. Oluşan yüzeyin çok katmanlı yapısında katalizör etki göstererek ek oluşumlar nadir de olsa seçilebilmektedir.



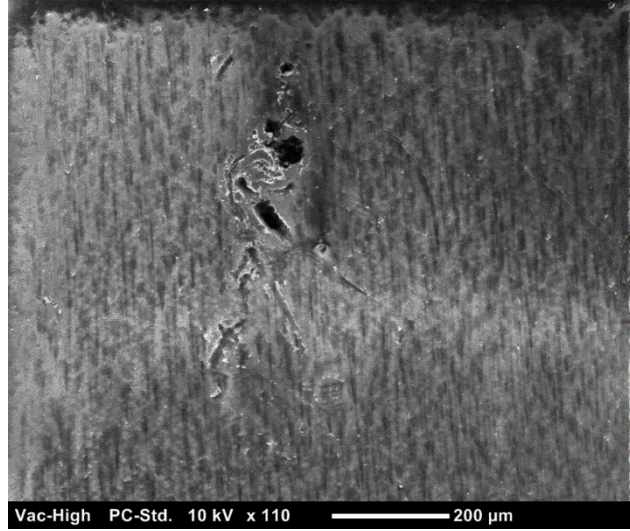
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Literatür taramaları neticesinde varılan noktada çoğunlukla kullanılan vernik uygulama şekilleri seçilmiştir. Uygulama sıklığı ve yoğunluğu göz önüne alındığında oluşturulan bu kombinasyonda ilk iki kat rötuş verniği fırça ile final verniği ise MS2A verniği de hava tabancası ile uygulanmıştır. Üç kat uygulanan numunenin 10 yıllık UV yaşlandırma işlemi sonrası sathında net görüntü alındığı söylenemez. SEM analiz görüntüsünde yer yer şişme ve çatlamlar zor da olsa seçilebilmektedir. Bozulma yan ürünü olan ek oluşumlar bu numune üzerinde de gözlemlenebilmektedir.



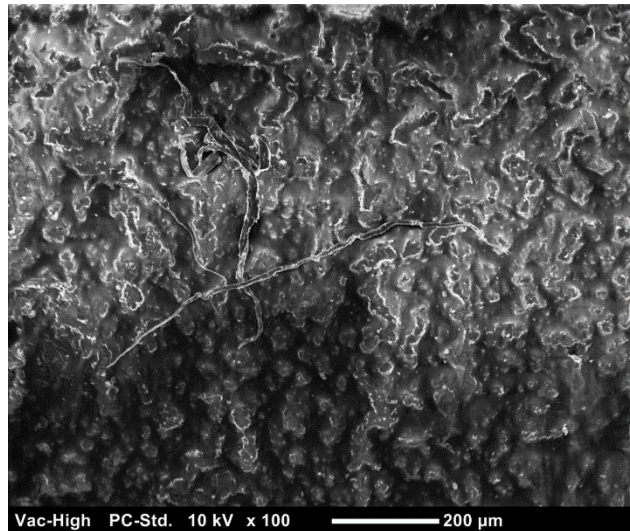
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki katmanda yer alan rötuş verniğinin fırça ile son katmanda yer alan MS2A verniğinin de hava tabancası ile uygulanıp 20 yıla tekabül eden yaşlandırma işlemi neticesindeki numune durumunun SEM görüntüsü yukarıdaki şekildedir. Yüzey üzerinde 10 yıllık yaşlandırma işlemi ile kıyaslandığında bir farklılık göze çarpmamakla birlikte, ek oluşumlar ve ufak boyutlu kabarmalar ile yüzeyde pürüzlenmenin arttığı saptanmıştır. Genel olarak ne 10 ne de 20 yıllık yaşlandırma işlemine tabi tutulan numunelerde yüzey bütünlüğü bozulmuştur.



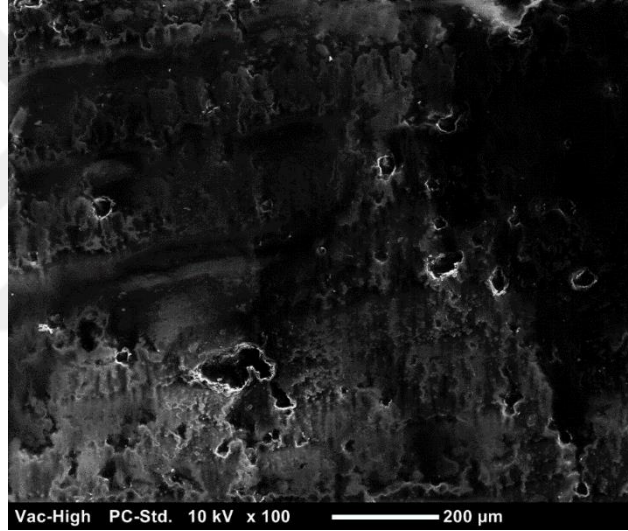
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniği üzerine bir keton vernik olan bir kat MS2A fırça yardımı ile uygulanarak UV ile yaşlandırma işlemine tabi tutulmuştur. Yaşlandırma sonucu, yüzeydeki belli bölgelerde (yukarıdaki SEM görüntüsünde olduğu gibi) dokusal bütünlük kaybı sonucu delik oluşumu olarak tanımlanabilecek bozulma türlerine rastlanmıştır. Malzemenin yaşlanma ile deforme olup şişmesi, şişme sonucunda da elastikiyet kaybı nedeniyle delinmesi ile parçalı yüzeylere rastlanmaktadır. Verniğin yaşlanma etkisi ile fiziksel yapısındaki bütünlük kaybı nedeniyle çeşitli derinlik ve uzunluklarda çatlak oluşturduğu gözlemlenmektedir.



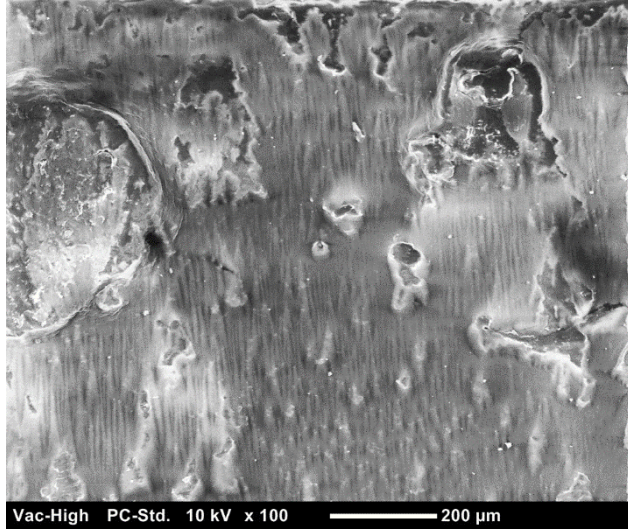
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat fırça ile rötuş verniği, final katı olarak ise MS2A verniğinin fırça ile uygulandığı numune 20 yıl yaşlandırıldıktan sonra bozulma derecesinin görülebilmesi için SEM analizi ile görüntülenmiştir. Görüntü neticesinde, yapısında dokusal farklılaşmalar dikkat çekmektedir. Aynı kombinasyonun 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, dokusal parçalanmaların arttığı ve vernik malzeme yapısının pürüz oluşturmaya daha fazla meylettği tespit edilmiştir. Yaşlanmanın artması ile dokusal pürüzlenmenin arttığı ve dolayısıyla kir ve toz gibi ürünler toplamaya daha fazla açık hale geldiği söylenebilir. Yaşlanmanın etkisi ile bozulmanın artması ve mukavemet kaybı göstermesi nedeniyle, ileri derece bozulmalarda yüzey yapısının bütünlüğünün riske gireceği çıkarımı yapılabilir.



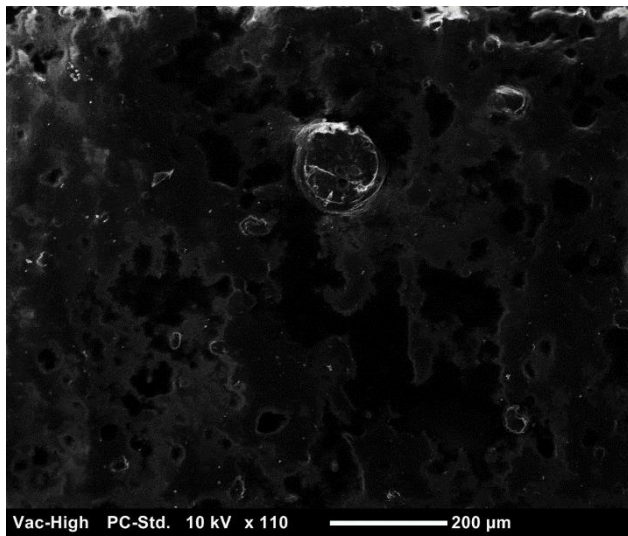
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniği üzerine iki kat MS2A verniğinin fırça ile uygulanarak yaşlandırılmaya maruz bırakılması ile yüzey dokusunda parçacıklı bir yapı gelişmiştir. Ayrıca yüzey yapısının girinti ve çıkıntı oluşturmaya, ek oluşumlar ve vernik malzemesinin bütünlüğünü koruyamayarak iç ve dış bükey şeklinde bir yüzey meydana getirmiştir.



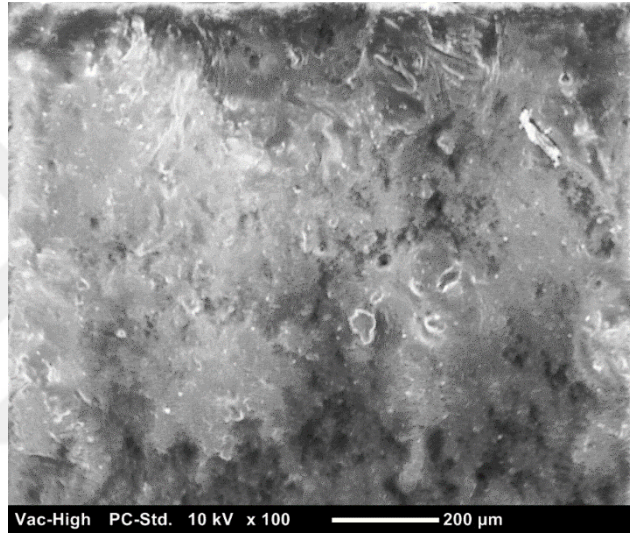
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniği üzerine iki kat MS2A reçine verniğinin fırça ile lam üzerine uygulandığı numunenin 20 yıla tekabül eden yaşlandırma işlemi sonucunda meydana gelen bozulmalar SEM ile analiz edilerek yukarıdaki görüntüye ulaşılmıştır. Analiz neticesi elde edilen görüntüde, hayli parçalı, bütünlüğü koruyamamış ve yüzeydeki denge farklarından dolayı oldukça inişli çıkışlı bir yapı meydana gelmiştir. Aynı numunenin 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edilmesi durumunda yüzeydeki iç bükey ve dış bükey şeklinde bir artış ve pürüz oluşumunda fazlalaşma olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ayrıca vernik bütünlüğünün sağlanamaması nedeniyle gerilme ve sıkışmalardan mütevellit yüzey yapısında engebeli bir yapı gözlemlenebilir.



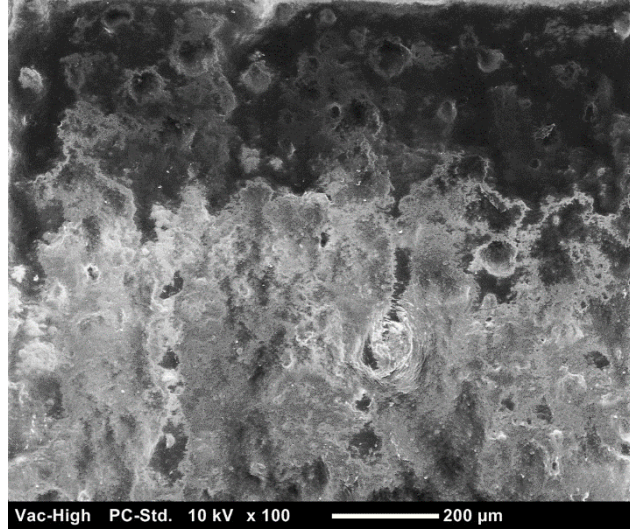
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprey) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniğinin fırça yardımıyla, MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin 10 yıla karşılık gelen yaşlandırma işlemi sonucunda SEM ile analiz görüntüsünde bozulma özelliği olarak hacimdeki denge farklılıkları sayılabilir. Katmanlar arasında oluşan eşitsizlik ve vernikteki bozulma sonucunda bölgesel doku farklılıkları olduğu gözlemlenebilir. Ek oluşumlar ile bozulmanın numune üzerindeki katalizör etkisi görülebilir. Bozulmanın etkilediği ve yapısındaki değişimler ile ek oluşumlar, hacimdeki değişimler, bozulmanın etkileri olarak sıralanabilir.



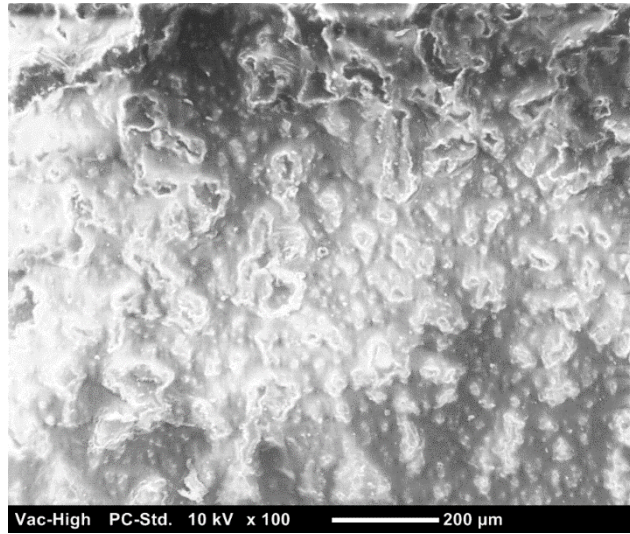
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprej) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk iki kat rötuş verniğinin fırça, üçüncü ve son kat olan MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin bozulmaları neticesinde dokusal ve iç bükey-dış bükey şeklinde degradasyon görülebilmektedir. 20 yıllık bozulmaya karşılık gelen UV ile hızlandırılmış yaşlandırma işlemi sonrası vernik malzemesinin parçacıklı bir yapı oluşturduğu gözlemlenebilir. Ayrıca yüzeyde aşınmalar görülmüştür.



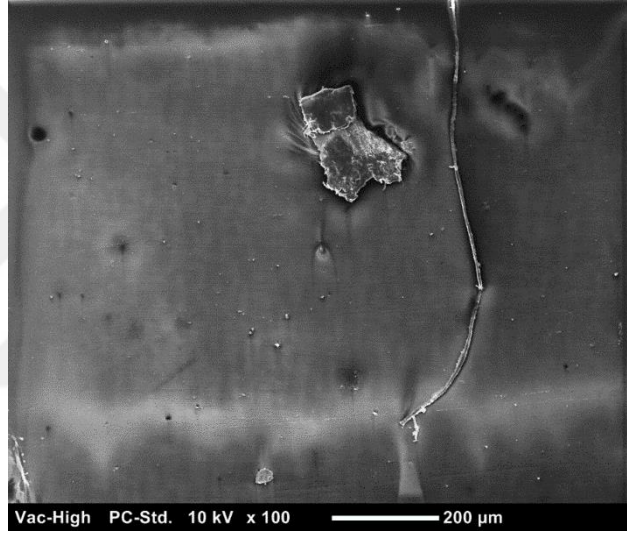
Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile iki kat rötuş verniği uygulaması üzerine iki kat MS2A sprej keton vernik uygulaması yapılan lam 10 yıllık sürece denk gelen yaşlandırma işlemi ile bozulmaya maruz bırakıldıktan sonra, dokusunda ayrışma ve denge farkları gibi değişimlere rastlanmıştır. Bozulmanın etkisiyle vernik katmanlarının birbirinden farklılaşarak ayrılma eğiliminde olduğu yorumu yapılabilir. Bozulma etkisi ile toplam dört kat uygulanan vernik reçinesinin katmanlar arası bütünlüğü sağlayamadığı çıkarımı yapılabilir. Ayrıca yüzeyde aşınmalar tespit edilmiştir.



Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + Rötuş Verniği/MS2A (fırça) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat fırça ile rötuş verniği ve iki kat sprej olarak keton reçine olan MS2A keton vernik, uygulanarak bozulmaya bırakıldığı örnek üzerindeki deformasyon derecesi sarıh olarak görülebilmektedir. 20 yıllık bozulma süreci sonrası, vernik yapısının parçacıklı, ayrıksı ve boşluklu yapıda bir form aldığı söylenebilir. 10 yıllık yaşlandırma ile kıyaslandığı takdirde, yapısındaki ayrılmaların arttığı ve bu ayrılmaların derinlik kazandığı görülebilir. Aynı numunenin 10 yıllık ve 20 yıllık süreçleri neticesinde, bozulmanın süresi arttıkça vernik yapısının parçacıklı bir yapıya dönüşerek konservatif fonksiyonundan uzaklaştığı yorumu yapılabilir. Ayrıca yüzeyde görülen aşınmalarda oldukça artış gözlemlenmiştir.



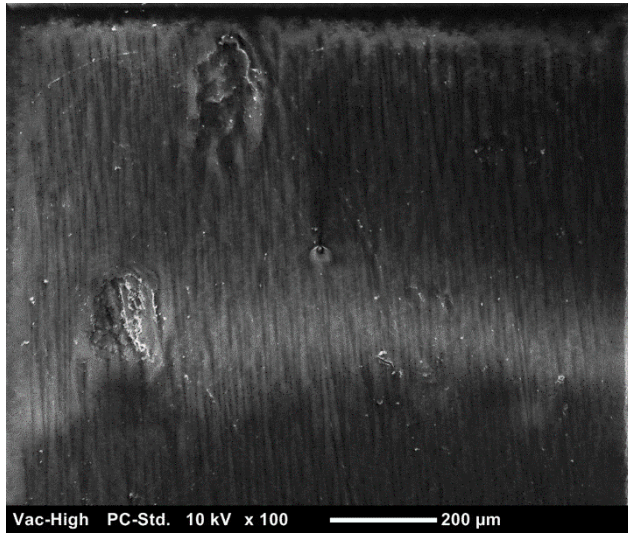
Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + MS2A (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Birer kat olarak sprej uygulanan rötuş verniği katmanı üzerine hava tabancası ile uygulanan MS2A final verniğinin, yaşlanma sonrası yüzeyde oluşturduğu ufak boyutlu ek oluşumlar haricinde vernik bütünlüğünü koruduğu tespit edilmiştir.



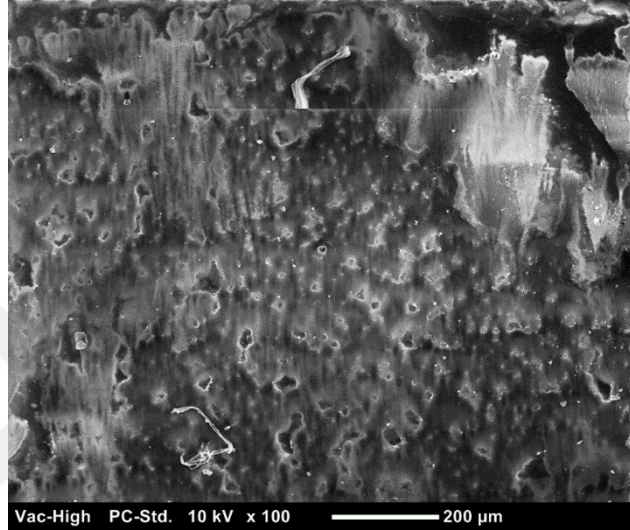
Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Birer kat rötuş verniğinin sprej olarak, MS2A final verniğinin de hava tabancası yardımıyla uygulandığı ve 20 yıllık bozulmaya tabi tutulduğu numune yüzeyinde, vernik bütünlüğünü riske atan bir deforme görüntüye rastlanmamıştır. Küçük miktar ve boyuttaki ek oluşum eğilimi, bozulmanın vernik yüzeyindeki değişimlerinden kaynaklanmaktadır. Bunun haricinde aynı numunenin 10 yıllık ve 20 yıllık bozulmaya karşılık gelen yaşlandırma işlemleri neticesinde sabit-stabil ve tümsel varlığını koruyabildiği söylenebilir.



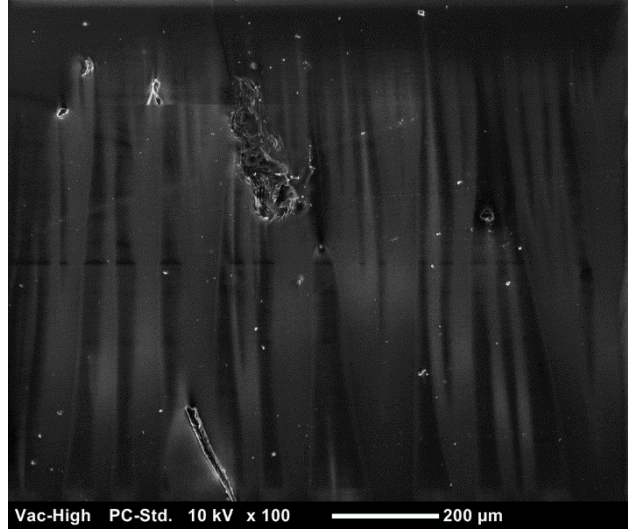
Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Birer kat sprej olarak rötuş verniği ve fırça ile MS2A keton verniğinin uygulandığı lam üzerindeki numunenin yaşlanma karakteristiği olarak yüzeyde nadir çatlama ve çökmeler, az ve bölgesel olarak kırılmalar haricinde genel bütünlüğünü koruduğu söylenebilir. 10 yıllık yaşlandırma sonrası, yüzeyde keskin bir bozulma ve mukavemet kaybı rastlanmazken; yer yer çökükler ve ince çatlaklar da görülebilmektedir.



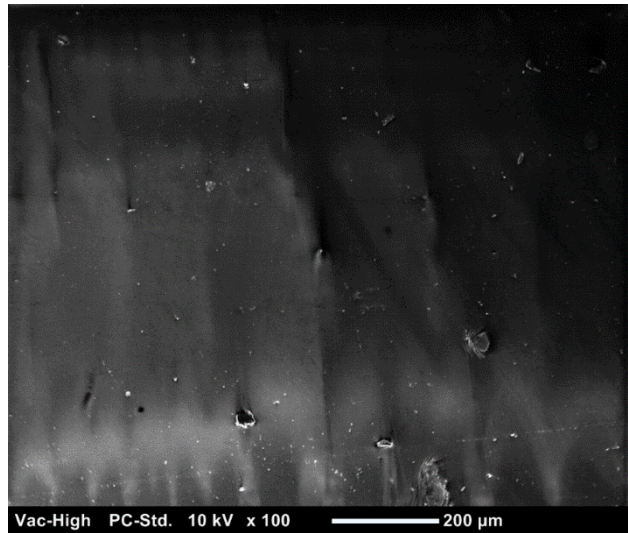
Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + MS2A (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Birer kat sprej rötuş verniği katmanı üzerine fırça ile MS2A final vernik katmanı sürülerek 20 yıllık yaşlandırma sonrası numune yüzeyinde parçalanmalar, vernik yapısında meydana gelen delinmeler ve katmanlar arası mukavemet kaybından kaynaklanabilecek ayrılmalar görülebilmektedir. Vernik yaşlanmanın etkisiyle deforme olmuştur. Yüzeyin genelinde aşınmalar mevcuttur. Böylece vernik koruyucu özelliğinden uzaklaşmıştır.



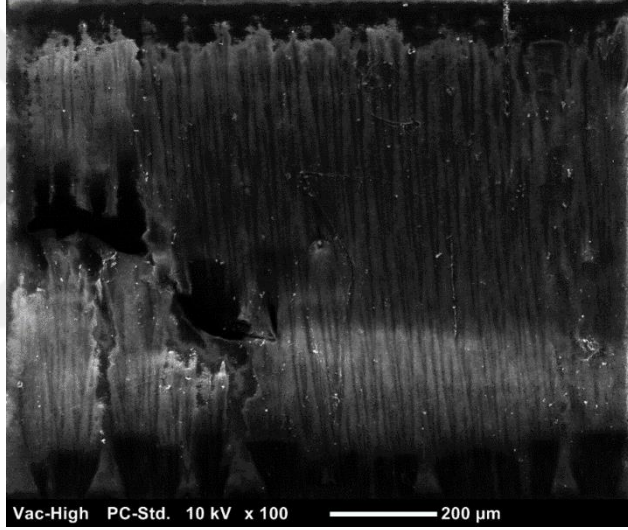
Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Lam üzerine iki kat rötuş verniğinin spreysel olarak; final verniği olan MS2A ise hava tabancası ile uygulandığı numunenin yaşlandırma işlemi sonrası bozulmasında bölgesel ve mikro boyutlu sayılabilecek çatlak oluşumlarına rastlanmıştır. Bozulmanın etkisi ile ek oluşum ve nadiren çatlak oluşumlarına rastlanmıştır.



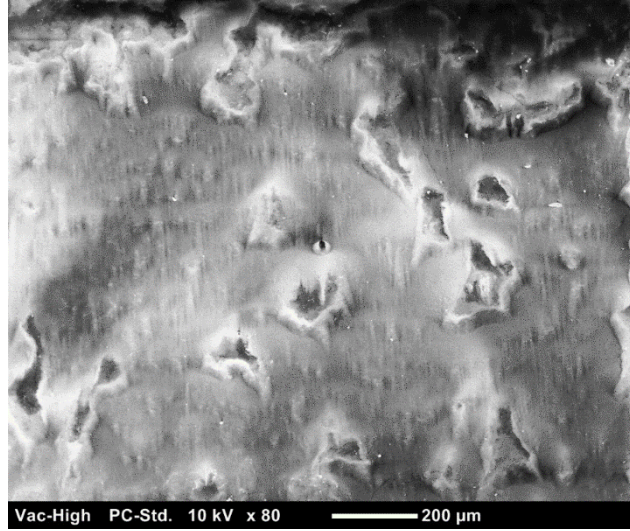
Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniğinin sprej olarak uygulandığı ve MS2A verniğinin de hava tabancası ile püskürtülerek uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırma prosesi sonrası çok net görüntü elde edilememekle birlikte yüzey bütünlüğünün korunduğu görülebilmektedir. Genel olarak SEM görüntüsünün karanlık çıkmasından dolayı detayların netlik kazanmaması ile birlikte yüzeyde şeritler halinde kabarmalar seçilebilmektedir. Ayrıca 20 yıllık bozulma prosesi neticesinde ek oluşumlar görülebilmektedir. Aynı kombinasyondaki numunelerin 10 yıllık ve 20 yıllık yaşlandırma işlemleri karşılaştırıldığında her iki yaşlandırma süresi sonucunda yüzey bütünlüğünün korunduğu çıkarımı yapılabilir. Ayrıca oluşan ek oluşumlar her iki yaşlandırma işlemi sonrasında görülebilmektedir.



**Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + MS2A (fırça) –
(10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

İki kat rötuş verniklerinin sprej olarak uygulandığı, final katında kullanılan MS2A verniğinin de fırça yardımı ile uygulandığı numunenin SEM analiz görüntüsü karanlık sonuç vermiştir. Dolayısıyla detayların tanımlanması ve seçilebilirliği zordur. Fakat 10 yıla tekabül eden yaşlandırma sonrası yüzeyin boşluklu bir yapı halinde olduğu, büyük boyutlu katman çatlamları ve ayrılmaları görülebilmektedir. Bozulmanın etkisi ile vernik malzemesindeki şişme eğilimi SEM analiz sonucunda görülebilmektedir.



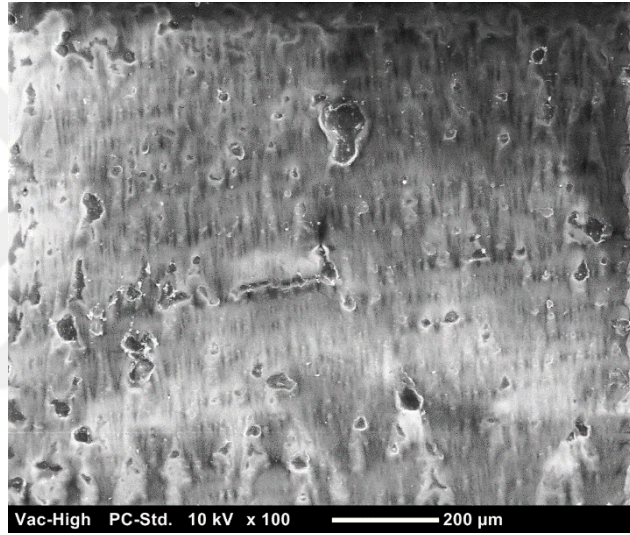
**Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça) –
(20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

20 yıllık UV ile hızlandırılmış yaşlandırma sistemine maruz bırakılan iki kat spreyci uygulanan rötuş verniği üzeri fırça ile solüsyon olarak uygulanan MS2A verniğinin bozulma sonucu yüzeyde delinmeler olduğu görülmüştür. Yaşlandırma sonrası vernik katmanlarının baloncuk şeklinde şiştiği ve bu şişmelerin patlayarak içerideki malzemenin tahliyesi nedeniyle boşluklu yapılar oluşturduğu gözlemlenebilir. 10 yıllık yaşlandırma ile kıyaslandığı takdirde yapısal büyük boyutlu bozulmaların küçük ölçekli bozulmalara dönüştüğü ve bozulmanın sıklık kazandığı çıkarımı yapılabilir.



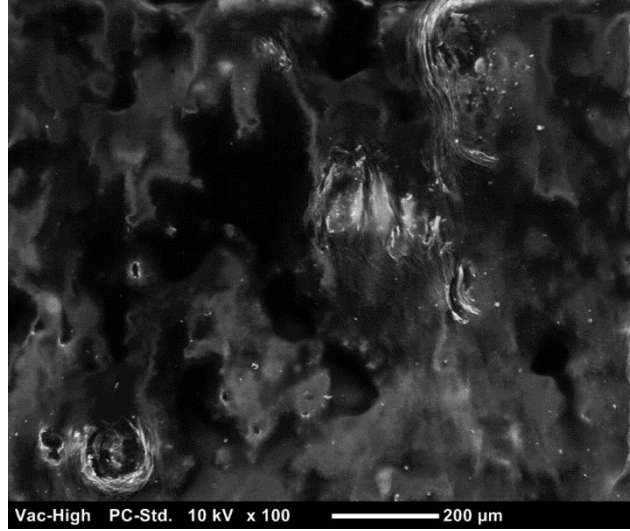
**Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (fırça) +
MS2A (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

Oluşturulan kombinasyon çeşitlerinin kullanım sıklığı ve geçerliliği göz önüne alındığında bu numune üzerine uygulanan vernik kombinasyon şekli şöyledir; iki kat uygulanan rötuş verniği sprej olarak tercih edilirken, sonraki iki kat MS2A keton verniği de fırça ile yüzeye sürülmüştür. Uygulanan bu dört katmanlı vernik yapısı 10 yıllık yaşlandırma sonucunda yüzeyinde nadir olarak delikler oluşturarak bozulmaya uğramıştır. Ayrıca vernik yapısındaki parçacıklı/pürüzlü doku oluşturması gözlemlenebilmektedir. Vernik katlarının oluşturduğu düz olmayan yapıdaki doku dikkat çekmektedir. Deforme yapıdaki artış ve deformasyonun delikli bir hal aldığı gözlemlenmiştir. Yüzeyde aşınmalar oldukça fazladır.



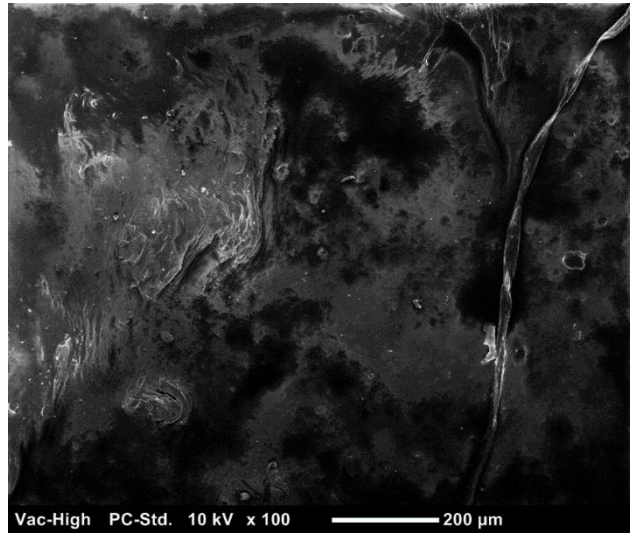
Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + MS2A (fırça) + MS2A (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat sprej rötuş verniği üzerine iki kat MS2A keton reçine verniğinin fırça ile uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlanma sonucu bozulma şeklinde oluşan delinmelerin böylece de oluşan aşınmaların arttığı ve dokudaki deformasyon görüntüsünün arttığı gözlemlenebilir. 10 yıllık yaşlandırma sonrası gözlemlenebilen deforme yapıdaki artış ve deformasyonun delikli bir hal aldığı fark edilebilmektedir. İki numune arasındaki bir diğer fark ise bozulma ile vernik katmanının bütünlüğünü korumaya devam etmesine rağmen koruyucu özelliğinin azaldığı ve daha fazla bozulmaya açık hale geldiğidir.



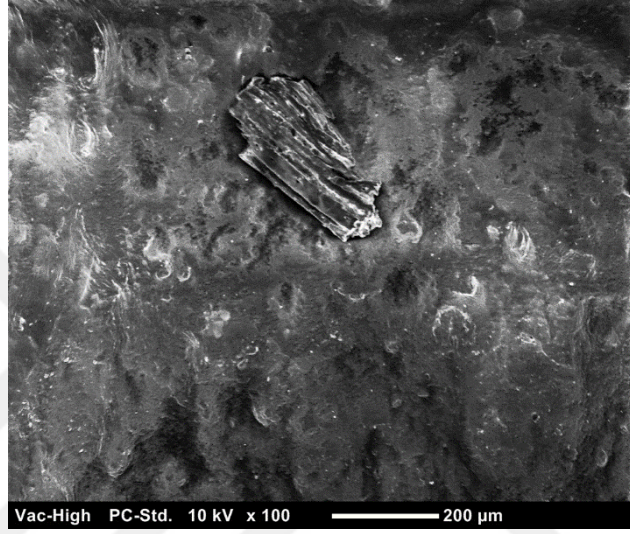
**Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (sprey) –
(10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

Lam üzerine üç kat olarak uygulanan bu vernik kombinasyonunda ilk iki kat rötuş verniği ile son kat olan MS2A verniği sprej olarak uygulanmıştır. Numunenin bozulma sonucu görüntüsünde pürüzsüz bir yapıdan uzaklaşarak homojen olmayan bir görüntü elde edilmiştir. Homojen olmayan yapıdaki vernikte, malzemelerin birbirinden farklılaşarak yuvarlak hatlı dalga şeklini aldıkları görülebilir. Ayrıca bazı bölgelerde verniğin içeriğindeki malzemelerin bozulmaya uğraması ile ek oluşumlara rastlanmaktadır.



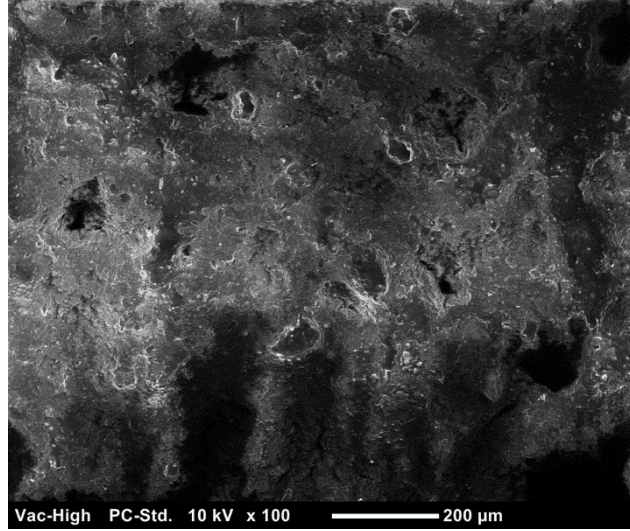
**Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş verniği/MS2A (sprey) + MS2A (sprey) –
(20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

İki kat rötuş verniğinin de son kat olan MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin yaşlandırma işlemi sonucunda bozulma karakteristiği olarak yüzeyde dengesizleşme, ek madde ortaya çıkması, çatlamlar sayılabilir. 20 yıllık bozulma işlemi sonrası yüzeydeki malzemelerin farklılaşmaya devam ettiği görülmektedir. Ayrıca bu farklılaşmanın katalizör etki göstermesi ile verniğin olması gerektiği homojen ve koruyucu özelliklerini kaybettiği çıkarımında bulunulabilir.



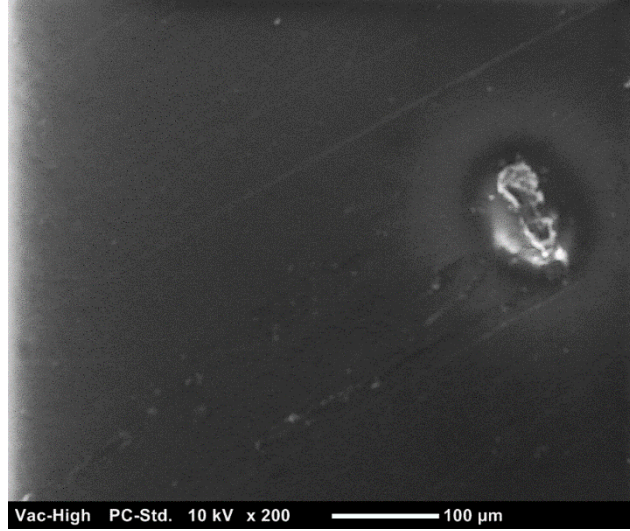
Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + Rötuş Verniği/MS2A (sprej) + MS2A (sprej) + MS2A (sprej) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Yaşlandırma işlemi için dört farklı kat olarak hazırlanan numunenin; ilk iki kat rötuş verniği sonraki iki katını da MS2A verniği oluşturmaktadır. Her dört kat için sprej olarak uygulanan vernikler, yaşlandırma işlemi için 10 yıla karşılık gelen süre sonucunda yüzeyde kabarmalar ve vernik dokusunun pürüzlenmeye meylettği görülmüştür. Yaşlanma etkisi ile lokal ağ şeklinde çatlaklar görülmektedir. Ayrıca vernik maddesinin bozulma yüzünden ek madde oluşturduğu da gözlemlenebilmektedir. Yüzey üzerinde yer yer aşınmalar saptanmıştır.



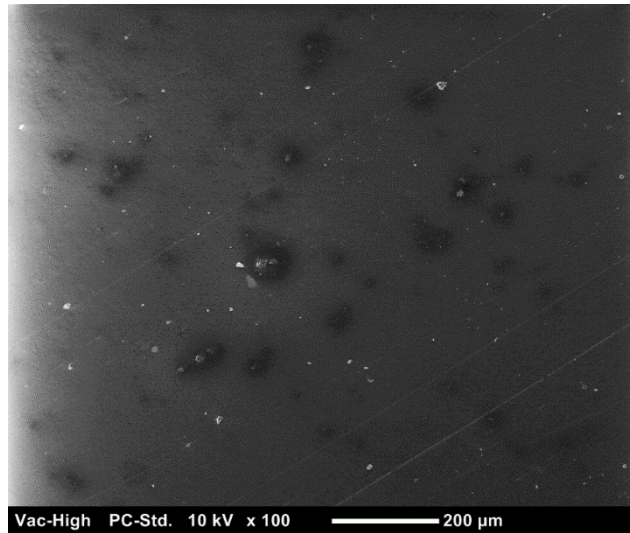
Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + Rötuş Verniği/MS2A (sprey) + MS2A (sprey) + MS2A (sprey) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Sprey ile iki kat rötuş verniğini ardından tekrar sprey olarak MS2A verniğinin uygulandığı örnek yüzeyinin 20 yıllık yaşlandırma sonrası deforme olduğu, vernik malzemesinin yaşlanma ile uzaklaşarak numune üzerinde yüzey denge farklılıkları meydana getirdiği ve şişmeler oluşturarak vernik tabakasını zayıflatmış seçilebilir. SEM cihazı ile yapılan inceleme ve analiz görüntüsü üzerinde elde edilen verilerden yola çıkarak, 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonrası vernik tabakasının mukavemetini koruduğu ve fakat 10 yıllık bozulma işlemi sonrasındaki duruma göre konservatif özelliğinde azalma olduğu söylenebilir. Yüzey üzerindeki belli noktalarda iç bükey oluklar oluşmuş ve bu kısımlardaki malzemelerin uzaklaşması ile boşluklar görülmüştür.



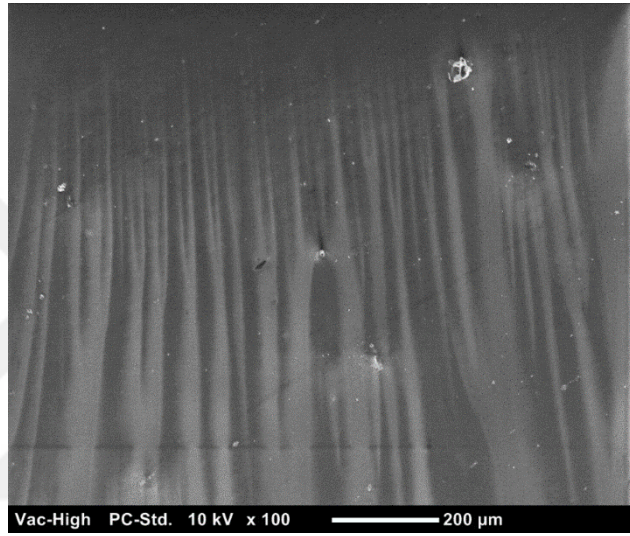
Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Düşük molekül ağırlığına sahip bir reçine verniği olan Regalrez® 1094 ticari isimli vernik iki kat olarak hava tabancası ile lam üzerine uygulanmıştır. Katlar arası yeterli miktarda kuruma süresi geçtikten sonra yaşlandırma işlemine maruz bırakılmıştır. 10 yıllık bir yaşlandırma için gereken süre boyunca bozulmaya uğramıştır. Bozulma sonucu SEM analiz görüntüsünde vernik görüntüsünün korunduğu görülür. Analiz sonucu elde edilen görüntü karanlık olsa da vernik üzerindeki kristal yapıdaki bozulma sonucu ortaya çıkmış olduğu düşünülen ek madde partikülü yukarıdaki SEM görüntüsünde yer almaktadır.



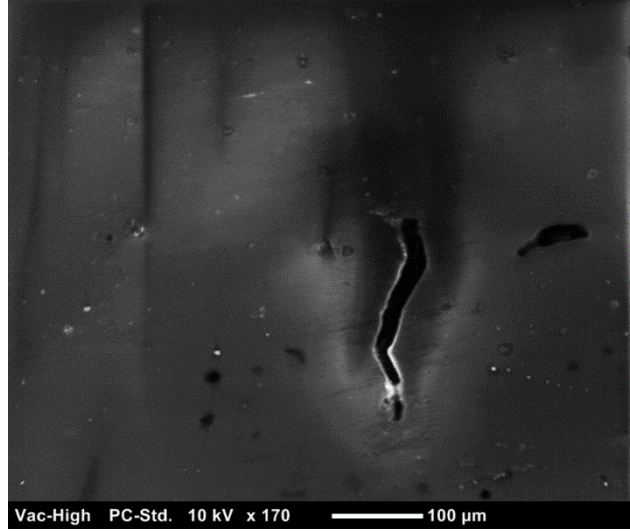
Regalrez® 1094 (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat Regalrez® 1094 reçine verniğinin hava tabancasıyla uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırma sonucunda vernik görüntüsünü koruduğu görülmüştür. Ancak 10 yıllık yaşlandırmaya göre yüzeyde partikül oluşumlarında artış olduğu ve lokal baloncuk şeklinde kabarmalar olduğu görülebilir. Bozulmaya karşı daha savunmasız bir hal olsa da genel olarak mukavemetini koruyarak stabil kaldığı söylenebilir. Yüzeydeki çizikler uygulama esnasında gerçekleştiği için bozulma ile ilintisi bulunmamaktadır.



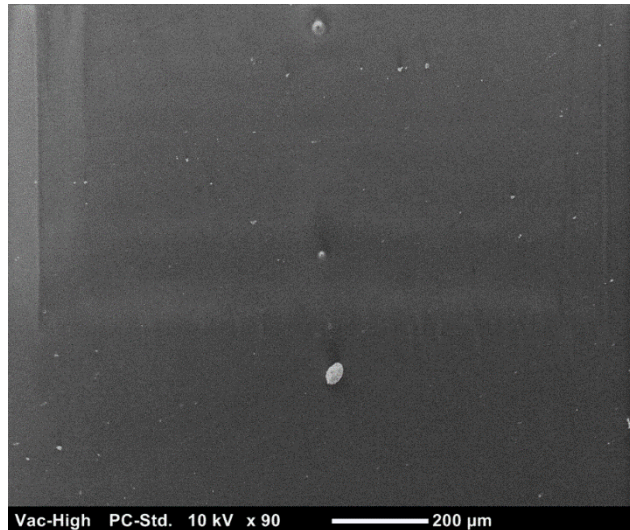
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk ve ikinci kat Regalrez® 1094 reçine verniklerinin fırça ile uygulandığı numunede, bozulma neticesinde yüzey stabilizasyonunda kararlı yapının devam ettiği görülebilmektedir. Yaşlanmaya bağlı yer yer vernik katmanı üzerinde kristalize ek madde oluşumları gözlenebilir. Uzun çizgiler şeklinde oluşan görünüm fırça ile sürülme aşamasında oluşmuştur. Bu yüzden görüntü incelemesi yapılırken bunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir.



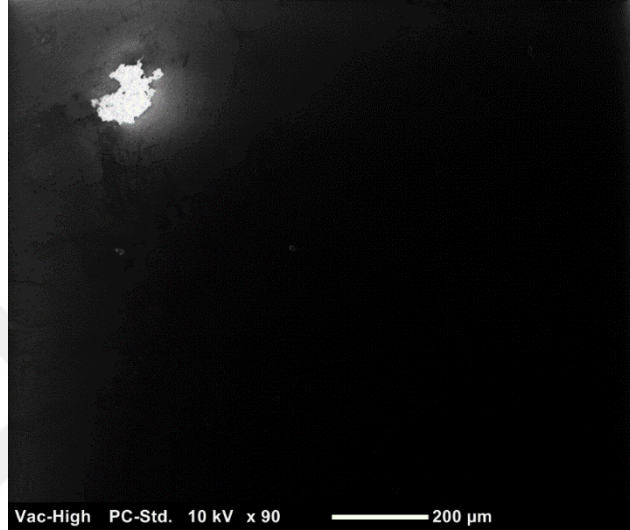
Regalrez® 1094 (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

SEM analiz işlemi sonucu elde edilen görüntünün karanlık olmasından dolayı net bir okunurluğa sahip olamayan görselde, 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonucu satıhta meydana gelmiş orta boyutlu bir yarıma olduğu görülebilir. 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, verniğin stabil kalmaya devam ettiği ve fakat yarık oluşumlarının arttığı söylenebilir. Bozulma etkisi ile vernik içeriğindeki etkileşimlerden kaynaklı ek oluşumlar görülebilmektedir.



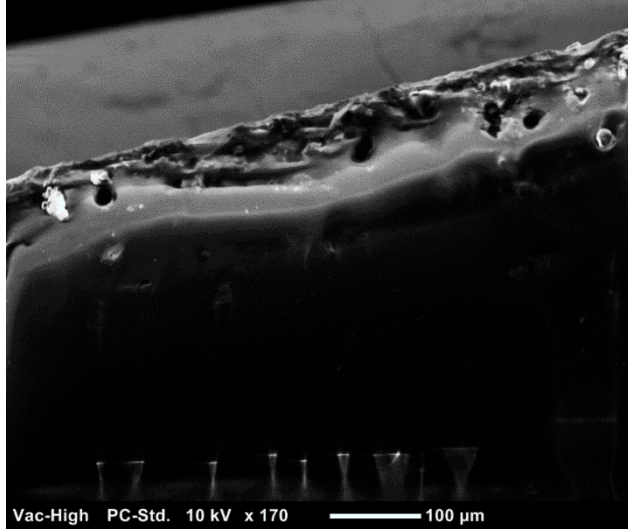
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Bu numune üzerine ilk kat rötuş verniği ardından, final verniği olarak da Regalrez® 1094 uygulanmıştır. Numune üzerindeki her iki vernik fırça ile uygulanmış olup, katlar arası yeterli kuruma süresi gözetilmiştir. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile elde edilen görüntüde yüzeyde herhangi bir ayrılma, kopma ya da bütünlük kaybına rastlanamamıştır.



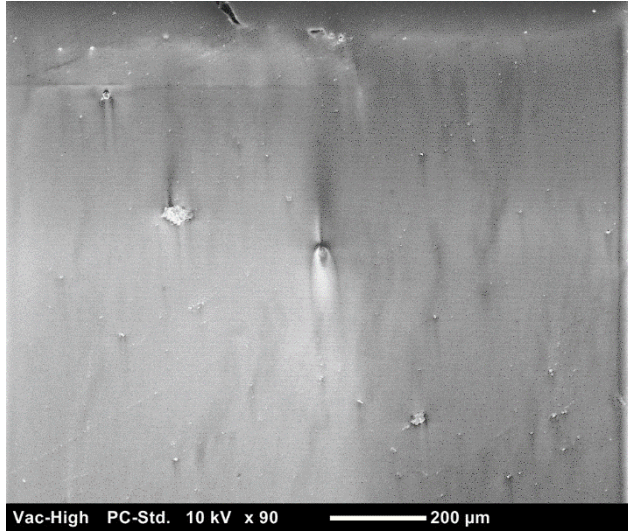
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile uygulama yapılan rötuş verniği üzerine yine fırça ile Regalrez® 1094 verniği sürülmüştür. 20 yıllık yaşlandırma neticesindeki SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntü sonucu karanlık olarak elde edilmiştir. Bozulma düzeyinin tam olarak anlaşılamaması ile birlikte, yüzeyde ince çatlaklar ve delik oluşumu görülebilmektedir.



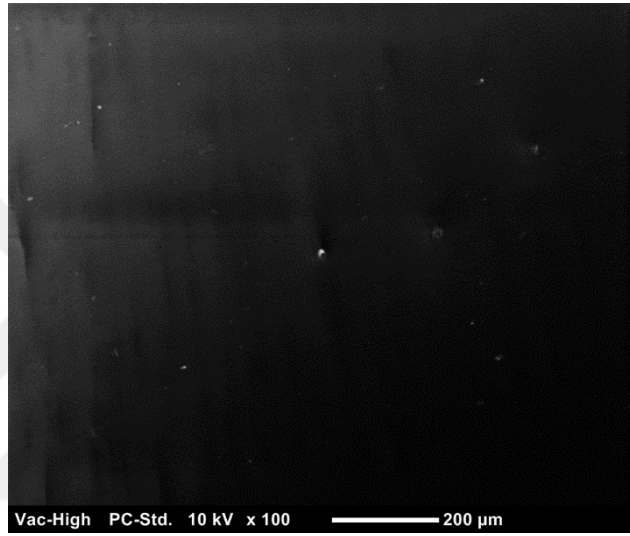
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Rötuş verniğinin spreysel olarak uygulandığı son katında ise Regalrez® 1094 verniğinin fırça ile sürüldüğü örnek yaşlandırıldıktan sonra deforme bir yüzey oluşturmuştur. Regalrez® 1094 verniğinin yüzeyinin aşındığı alt katmanda spreysel olarak sürülen rötuş verniğinin kabarak, üst yüzeye doğru hareket ettiği tespit edilmiştir. Vernik kırılğan bir yapı göstermektedir.



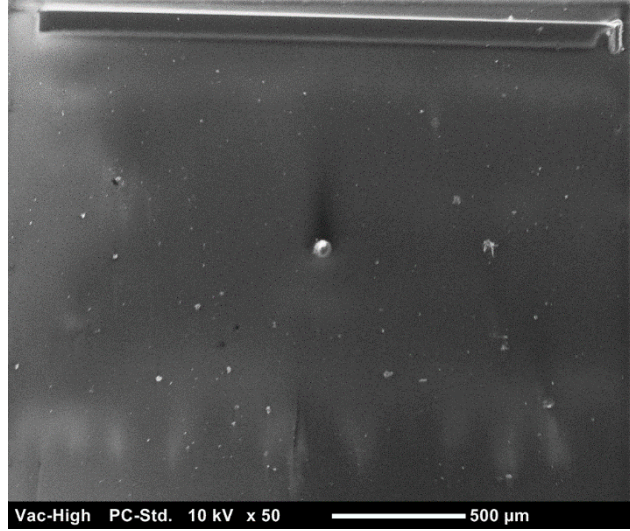
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Sprey rötuş verniği uygulaması üzerinde fırça ile uygulanan Regalrez® 1094 verniğinin 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonrası yüzeyinde sıkı ve yek bir yapı görülmektedir. Yaşlandırma işlemi sonrası stabil kalmaya devam eden vernik, bozulma sonucu ek madde oluşturmuştur. 20 yıllık bir yaşlanma süreci sonrası kararlı kalan vernikte, çatlak-delik oluşumlarına rastlanamamıştır. 10 yıllık yaşlandırma ile karşılaştırıldığında diğer örnekte uygulama sırasında verniğin sürülüşünde bir hata olduğundan dolayı çok fazla bozulduğu düşünülmektedir.



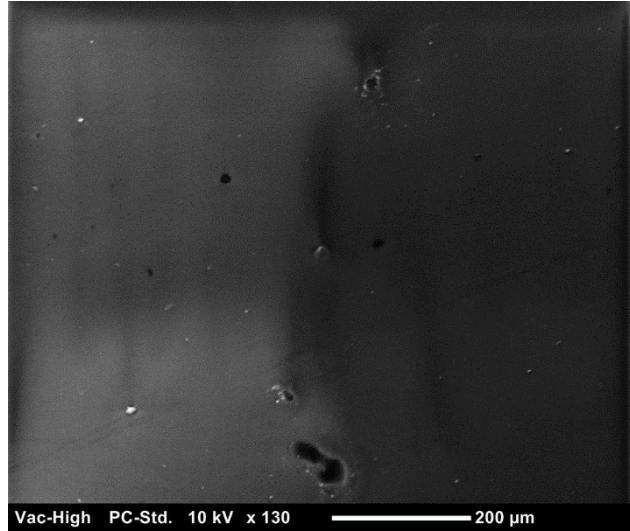
Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Sprey rötuş vernik katı üzerinde hava tabancası ile uygulanan Regalrez® 1094 reçine verniğinin yaşlandırma sonrasındaki SEM analiz sonucu görüntü karanlık olarak elde edilebilmiştir. Dolayısıyla gelişen bozulmaların tanım ve sınıflandırılması aşamasında kesin bir yorum yapmaya imkân vermemektedir. Görüntünün okunabildiği kadarıyla, yüzeyinde herhangi bir aşınma ya da oyuk oluşumu görülmemektedir. Lokal ve nadir olarak görülebilen ek maddeler haricinde görüntü hakkında daha fazla çıkarım yapılamamaktadır.



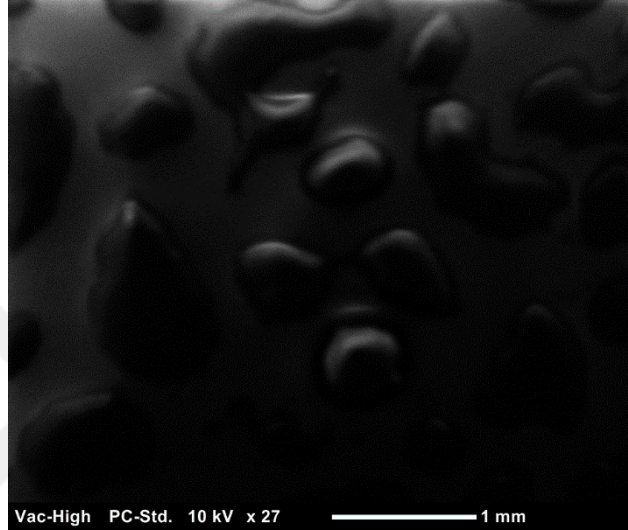
**Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (20 Yıl
Yaşlandırılmış Numune)**

Rötuş verniğinin sprey haliyle uygulandığı Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı örnek 20 yıl yaşlandırıldıktan sonra yüzeyinde net bütünleşik bir yapı dikkat çekmektedir. Yaşlandırma işlemi sonrası yüzeyde taneli yapıdaki ek maddeler görülebilmektedir. 20 yıllık yaşlandırma sonrası yüzeyde bozulma karakteristiği görülememiştir.



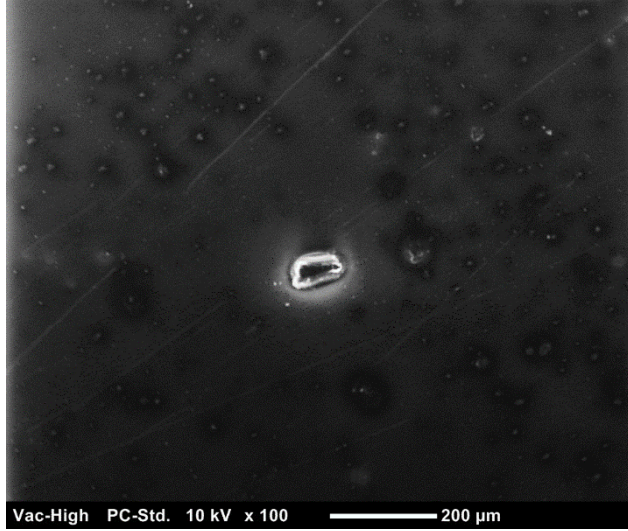
**Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (10 Yıl
Yaşlandırılmış Numune)**

Fırça uygulaması ile rötuş verniği, hava tabancası ile de Regalrez® 1094 vernik örneğinde, yaşlandırmanın etkisi ile deforme bir yüzey görüntüsü oluşmamıştır. Vernik tabakasında ciddi bir mukavemet kaybı gözlenmemektedir. Yapılan SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) çekimi sonucu yüzeyde ufak madde oluşumları haricinde bir bozulmaya rastlanmamıştır.



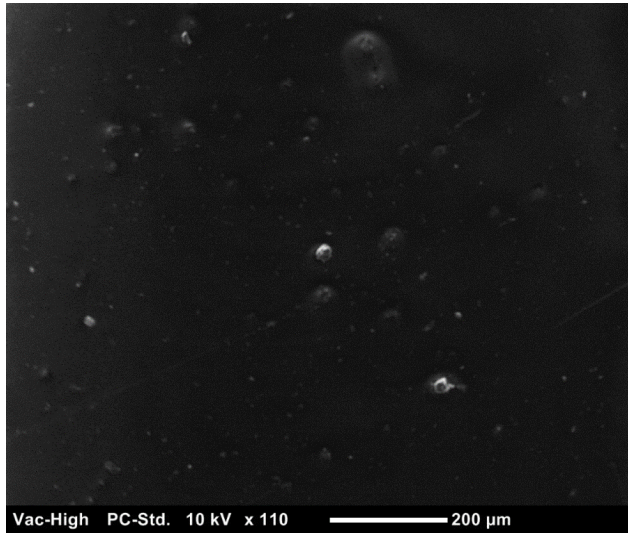
Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk katın fırça ile rötuş verniği, ikinci katın ise hava tabancası ile Regalrez® 1094 verniğinin uygulandığı bu örnek, 20 yıllık yaşlandırma neticesinde SEM görselinde olduğu şekilde deformasyona uğrayarak kabarmalar oluşturmuştur. İleriki dönemlerde bu kabarmalar, ortam şartları ile parçalanıp verniğin koruyucu etkisini azaltacağı düşünülmektedir.



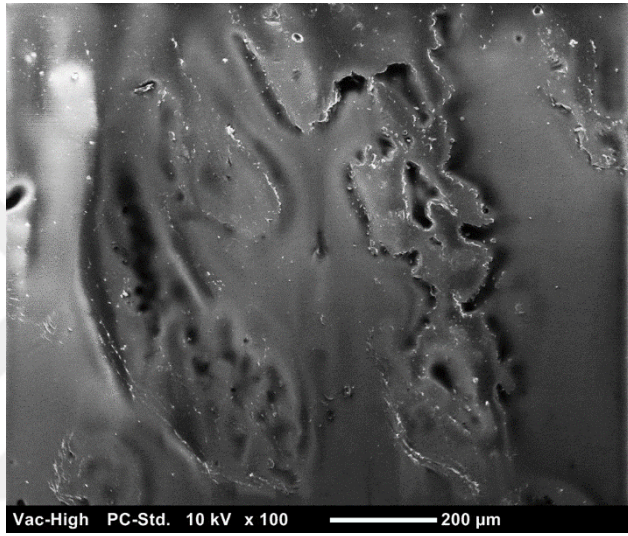
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

10 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan numunenin, ilk katı hava tabancası ile uygulanan rötuş verniği ikinci katı ise hava tabancası ile uygulanan Regalrez® 1094 reçine verniği oluşturmaktadır. Yaşlandırma sonucu bozulma özellikleri incelendiğinde, görsel yapısında tanecikli adeta kristalize olmuş bir görünüm dikkat çekmektedir. Vernik sathında taneli-noktalı bir yapı gelişirken, verniğin tek parça olarak kalmaya devam ettiği gözlenebilir. Vernik yapısında 10 yıllık yaşlandırma sonrası herhangi bir aşınma ya da parçalanmaya denk gelinmemiştir.



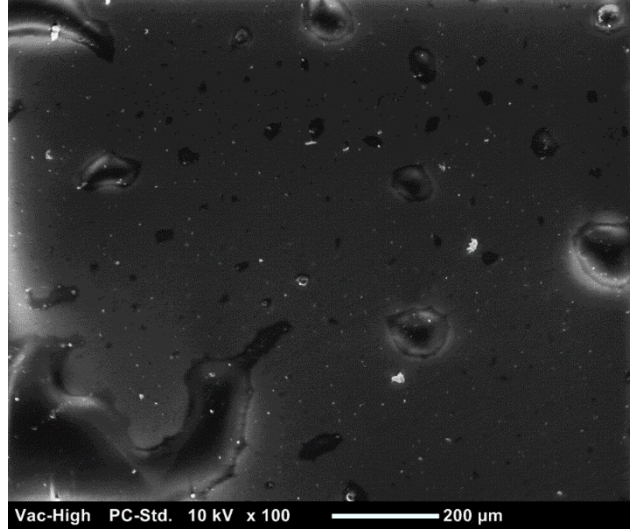
Rötuş Verniği (hava tabancası) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Her iki katmanın da hava tabancası ile uygulandığı numunenin ilk katında rötuş verniği; ikinci katında Regalrez® 1094 verniği yer almaktadır. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntülemesi sonucunda vernik tabakasındaki noktasal alanların çoğaldığı, kabarmaların oluştuğu ve noktasal alanların çaplarının genişlediği görülebilmektedir. 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edilen aynı numunenin 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonrası güncel durumunda vernik tabakasının genelinin yek halde kalmaya devam ettiği görülebilir.



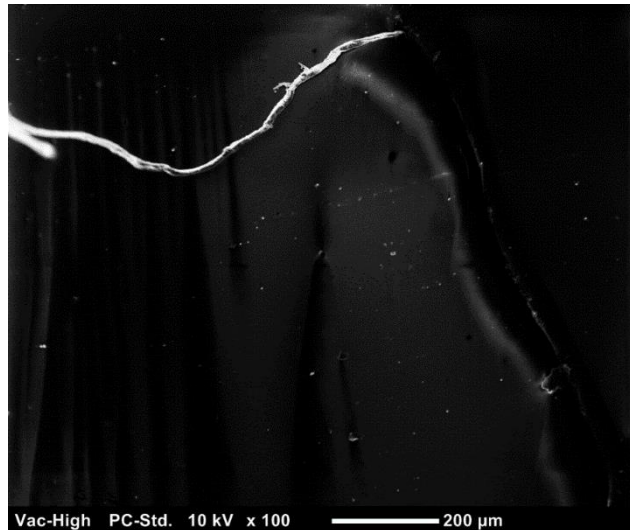
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Üç kat halinde oluşturulan numunenin ilk iki kat rötuş verniği sprej olarak uygulanırken, son katında kullanılan Regalrez® 1094 verniği fırça olarak uygulanmış ve bu kombinasyonla elde edilen numune 10 yıllık yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Gerçekleştirilen bu 10 yıllık yaşlandırma işlemi sonrası numune sathında vernik katmanları arası dengesiz bir hareketlenme ve genleşmelerden kaynaklı yüzey (doku) farklılıkları meydana gelmiştir. Vernikteki lokal kabarmalar esnekliğin mukavemet ile karşılaştığı noktada çatlak oluşumlarına sebebiyet vermiştir. Yaşlandırma işlemi sonrası şişen alanların vernik malzemenin vernik yapısından uzaklaşması ile yer yer göçüklere yol açtığı görülebilmektedir.



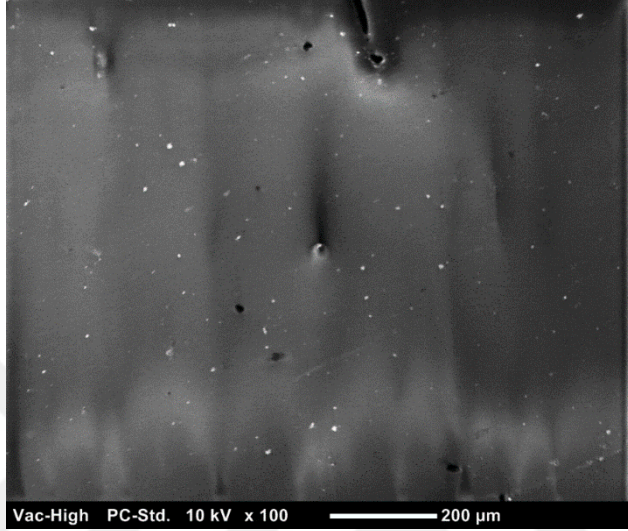
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk kat rötuş verniğinin sprej olarak işlendiği numunenin son katındaki Regalrez® 1094 verniği fırça ile sürülerek numune üzerine işlenmiştir. 20 yıl yaşlandırma işlemi neticesinde vernik yapısının kabardığı, yer yer şişerek baloncuk formlar oluşumlar geliştirdiği gözlemlenmiştir. Aynı kombinasyon ile oluşturulup 10 yıllık bir yaşlandırılmaya maruz bırakılan numune ile kıyas edildiği takdirde, vernikteki şişmelerin devam ettiği görülebilmektedir.



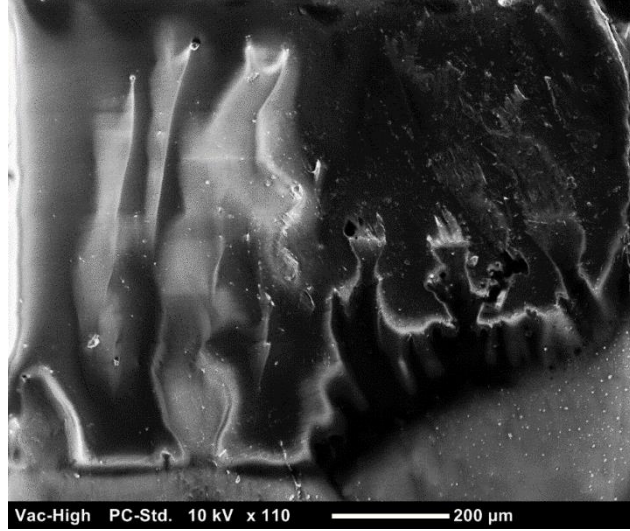
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Fırça ile sürülen iki kat rötuş verniğinin ardından bir kat Regalrez® 1094 verniği fırça ile uygulanmıştır. 10 yıllık yaşlanmanın ardından yüzeydeki yek vernik katmanı stabil kalmaya devam etmiştir. Kararlı yapısını korusa da küçük boyutlu ve az miktarda ek madde oluşumları göze çarpmaktadır.



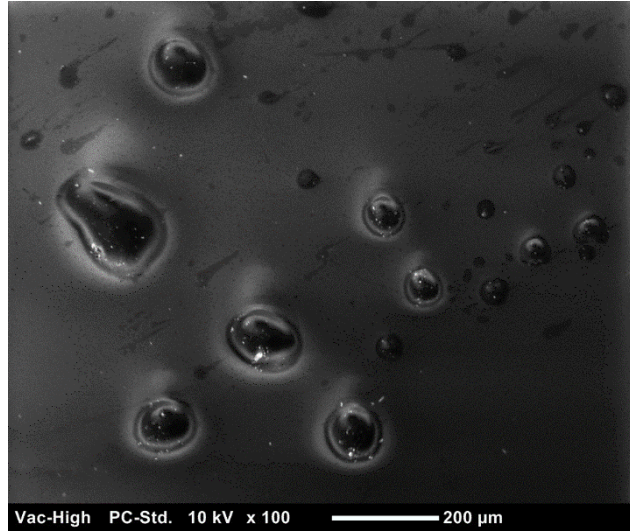
Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

Her üç katın fırça ile uygulanarak oluşturulduğu iki kat rötuş verniği ve Regalrez® 1094 reçine verniği içeren numunenin 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonrası bütün şekildeki vernik görüntüsü kararlılığını korumaya devam etse de bazı bölgelerde ufak yarılmalar meydana gelmeye başlamıştır. 10 yıllık yaşlandırma ile kıyaslandığı takdirde, ek madde oluşumlarının miktarı artsa da küçük boyutlu kalmaya devam ettiği görülmektedir. Ayrıca yüzey üzerinde verniğin bozulma sonucu buğulanma tespit edilmiştir.



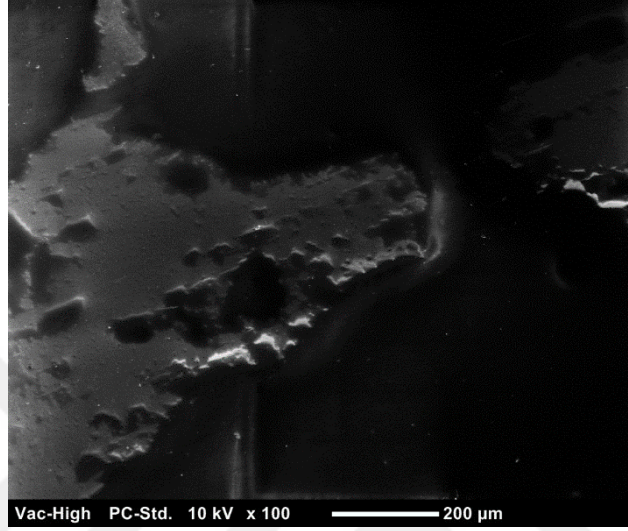
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İlk ve ikinci kat rötuş verniklerinin sprej olarak uygulandığı, Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı ve de 10 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan numunede katmanlı doku yapısı görülebilmektedir. Vernik yüzeyinde lokal yırtılma, pürüz oluşumu gibi vernik tabakasının genelindeki homojen yapıyı sekteye uğratan görüntüler elde edilmiştir.



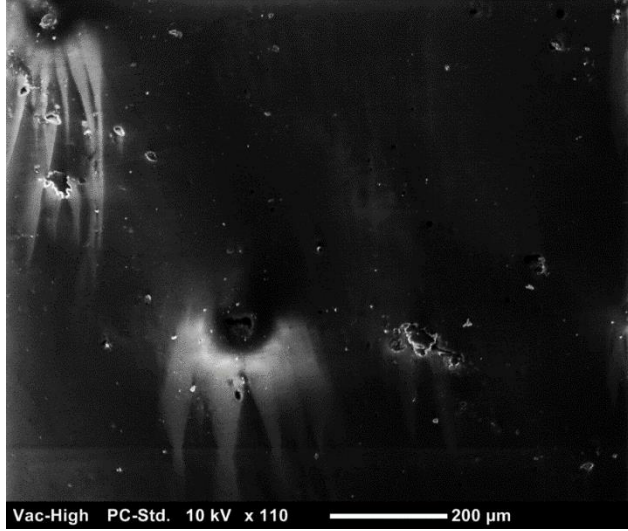
Rötuş Verniği (sprey) + Rötuş Verniği (sprey) + Regalrez® 1094 (hava tabancası) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)

İki kat rötuş verniğinin sprej, final katında kullanılan Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı numunede 20 yıllık yaşlandırma sonrasında, büyüklü küçüklü kabarmalar görülmüştür. Bu duruma sprej ile uygulanan verniğin sebep olabileceği düşünülmektedir.



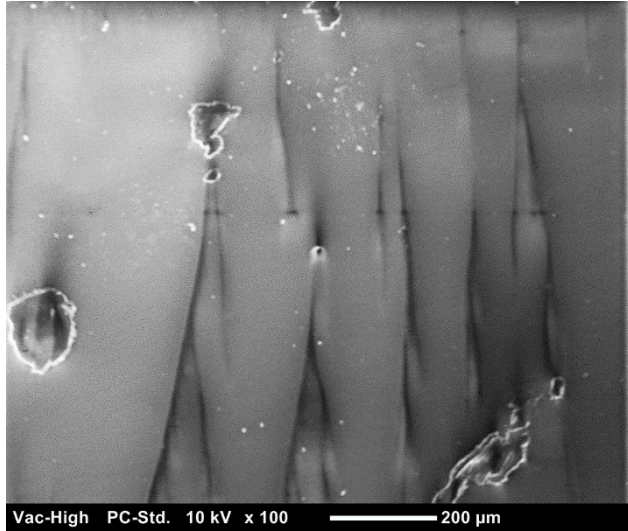
**Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)
– (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

10 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan iki kat fırça ile sürülen rötuş verniği ve üçüncü kat olarak ise hava tabancası ile uygulandığı Regalrez® verniğinin yaşlanma sonrasında farklı özelliklere sahip yüzey görüntüsü geliştirdiği görülmektedir. İlk iki kat rötuş verniğinin fırça ile, son katının da hava tabancası ile uygulandığı numune 10 yıllık yaşlandırma işlemine tabi tutulduktan sonra hat oluşturacak şekilde kabarma özelliği göstermiştir. Her yerde gözlemlenmeyen bu kabarma hatları, bölgesel gelişme gösterip yer yer yoğunluk kazanmaktadır. Yüzeyde aşınmalara rastlanmıştır.



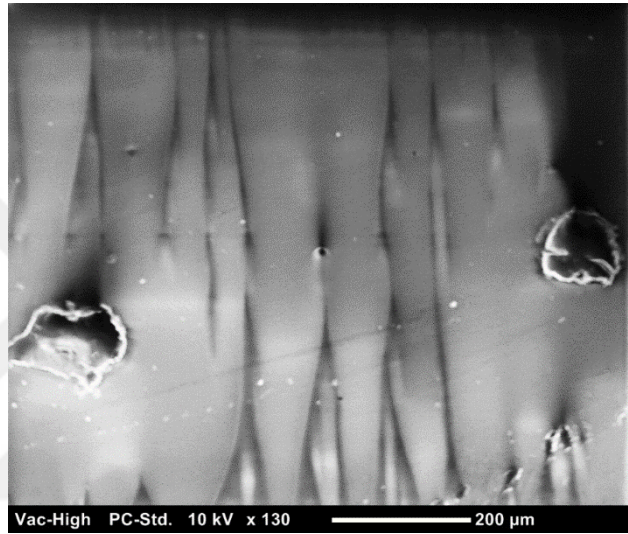
**Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (hava tabancası)
– (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

İki kat halinde fırça ile sürülen rötuş verniği ve son kat hava tabancasıyla uygulanan Regalrez® 1094 vernik örneğinde 20 yıllık yaşlandırma sonucu ek oluşumlara rastlanabilmektedir. Bu oluşumlar boyut ve yapısal olarak farklılık gösterse de lokal olarak çoğalıp lokal olarak azalan miktarlardadır. Verniğin genel yapısı göz önüne alındığında ise tek katmanlı istikrarlı yapısının devam ettiği yorumu yapılabilmektedir.



**Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) +
Regalrez® 1094 (fırça) – (10 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

Fırça ile sürülen iki kat rötuş verniği ve yine iki kat Regalrez® 1094 verniği uygulamasında, her kat fırça ile sürülmüştür. Katmanlar arası gerekli kurumu süreleri gözetildikten sonra 10 yıllık bir süreye karşılık gelen yaşlandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yaşlandırma işlemi sonrasında vernik katmanının genel ve yek yapısının devam ettiği fakat küçük boyutlara sahip ek madde oluşumlarının meydana geldiği gözlemlenebilmektedir. Uzun çizgi oluşumlarının uygulama sırasında fırçadan kaynaklı olduğu düşünülmektedir.



**Rötuş Verniği (fırça) + Rötuş Verniği (fırça) + Regalrez® 1094 (fırça) +
Regalrez® 1094 (fırça) – (20 Yıl Yaşlandırılmış Numune)**

Dört kat olarak yer alan numunede ilk iki kat rötuş verniği, diğer iki kat ise Regalrez® 1094 verniğidir. Her kat fırça ile sürülmüştür. 20 yıllık bozulmaya karşılık gelen süre sonunda SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile yapılan görüntülü analizde ek oluşumların devam ettiği gözlemlenmiştir. Ek maddelerin, boyut ve sayılarında önemli bir artış görülmezken, vernik kararlı yapısını korumaya devam etmiştir. Aynı numunenin 10 yıllık yaşlandırma işlemi sonucu ile kıyaslandığında her iki numunenin de benzer paralelde bozulmaya devam ettiği büyük farklılıklar görülmediği söylenebilir.

4.6. NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) Analiz Yöntemi ve Tanımı

Resimler, organik ve inorganik malzemelerden oluşan karmaşık, çok katmanlı sistemlerdir. Çevre koşulları, geçmiş restorasyon çalışmaları ve son olarak boyama tekniğinin türü ve yüzyıllar boyunca kullanılan sanat malzemeleri gibi çeşitli etkenler resimlerin bozulmasını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. Resimlerin kimyasal-fiziksel karakterizasyonu, yeni analitik metodolojiler ve süreçlerin araştırılmasını-geliştirilmesini gerektiren hayli zor bir süreçtir. Son yıllarda resimlerdeki bağlayıcılarla ilgili konular daha fazla dikkat çekmektedir (Casadio, Gianguialano, Pique, 2004: 63-80).

Yağlı boya tablolar, organik ve inorganik bileşiklerin karışımından oluşan karmaşık ve heterojen malzemelerdir. Analitik bir bakış açısından incelemek gerekirse; resimlerin moleküler bileşiminin karakterizasyonu, malzeme bilimi, kimya, biyo-bilim ve çevre bilimleri dahil olmak üzere birçok disiplinden çeşitli metodolojileri içermektedir. Analitik metodolojiler, yalnızca eski ressamlar tarafından kullanılan malzemeleri karakterize etmek için değil, aynı zamanda bozulma durumlarını ve bozulma süreçlerini araştırmak ve de son olarak en iyi koruma-onarım uygulamalarını planlamak, izlemek için de uygulanır (Casoli, Santoro, 2012: 107).

Bozulma süreçlerinin incelenmesi, duvar resimlerindeki ve tuval resimlerindeki kimyasal bileşiklerin karakterizasyonu, bunların korunması için temel adımları temsil etmektedir. Çok katmanlı bir yapıda karıştırılmış yumurta, yağ, sentetik ve doğal reçineler gibi çeşitli organik bileşikler resimlerde belli dönemlerde yer almıştır.

Duvar resminin, genellikle sulu bir inorganik pigment çözeltisi ile boyanmış kireç bazlı bir sıva içerdiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, organik bağlayıcılar sanatçılar tarafından duvar resimlerinde de koruyucu katmanlar, vernik veya son dokunuşlar olarak sıklıkla kullanılmıştır. Ayrıca geçmiş restorasyon çalışmalarında kullanılan organik bileşiklerin varlığı da aynı şekilde ortaya çıkarılabilmektedir (Tullio, vd., 2018: 40-50).

En önemli bozulma sorunlarından biri, nemin varlığı ve gözenekler içindeki karmaşık etkileşimleri ve tarihi resimlerin çok katmanlı yapısından kaynaklanmaktadır. Önemli miktarda su, mekanik stres, mineral tuzların bol miktarda çökmesi, mikrobiyolojik saldırı, pigmentlerde renk değişimi ve metal sabunların oluşumu gibi çeşitli bozulma süreçlerini tetikleyebilmektedir (Tullio, v.d., 2020: 113-117).

Boyadaki su toplanması, tipik olarak çevreden kaynaklanabileceği gibi, organik çözücülere göre düşük toksisiteleri ve güvenlikleri nedeniyle kullanımı çoğunlukla teşvik edilen su bazlı temizleme işlemlerinden de kaynaklanabilmektedir. Bozulma süreçleri tipik olarak yayılmayı etkinleştirilebildiği veya yönlendirilebildiği için, su ve solventlerin olası etkileşimi ve boya alanı boyunca reaksiyona giren türlerin yayılması, tanımlanmamış bileşiklerin boya bozulmasının oluşumunun altında yatan süreçler incelenirken beraberinde değerlendirilmesi gereken hususlardandır. Son yıllarda koruma biliminde Nükleer Manyetik Rezonansın (NMR) kullanımı giderek yaygınlaşmaya ve sıklaşmaya başlamıştır.

Taşınabilir NMR sistemi, açık bir mıknatıs ve bir radyo frekansı bobinini birleştirerek, duyarganın (sensörün) dışında bir manyetik alan oluşturulmasına ve herhangi bir örnekleme olmadan büyük nesnelerin analizini mümkün kılmaya izin veren bir uygulama alanı oluşturmaktadır. Bu duyargalar (sensörler) tarafından üretilen manyetik alan güçlü bir şekilde homojen olmamasına rağmen, proton yoğunluğu, boyuna (T1) enine (T2) gevşeme süreleri ve kendi kendine yayılma katsayısı gibi ilgili parametreleri ölçmek ve T1-T2 oranını toplamak mümkün olabilmektedir. Ayrıca sinyal yüzeyde ve numunenin içinde farklı derinliklerde algılanabilir durumda bulunmaktadır. NMR (tek taraflı NMR olarak da adlandırılır), nemi ve resimlere uygulanan temizleme işlemlerinin etkisini titizlikle değerlendirmek ve izlemek için en etkili tekniklerden biri olarak kabul edilebilir. Tek taraflı NMR daha önce gözenekli taşlarda ve doğal ve sentetik polimerlerde su moleküllerinin kendi kendine difüzyonunu ölçmek için kullanılmaktaydı. Tablolar söz konusu olmaya başladığında ise taşınabilir NMR, çok katmanlı yapının profilini tamamen müdahalesiz bir şekilde kodlayabilir ve bir örnekleme gerçeğiyle gerçekleştirilebileceği olası yerleri belirleyerek sanat eserinin kalınlığıyla birlikte haritasını kolaylıkla çıkarabilme özelliğine sahiptir. Tek taraflı NMR ile boya tabakası içindeki hidrojen derinlik profilini, gevşeme sürelerini, su ve solventlerin kendi kendine yayılma katsayılarını tahribatsız bir şekilde ölçmek mümkündür. Bu nedenle de tabloya herhangi bir geri dönüşümsüz müdahale ve işlem uygulanmadan analiz edilmesi bakımından hayli değerli bir sistemdir. Böylelikle eserin mevcut durumu değişikliğe uğramadan, eserin geleceği ile ilgili önemli varsayımlar elde edilebilmektedir.

NMR ve HR-MAS NMR spektroskopisi, yapay olarak yaşlandırma ile oluşturan malzemelerin hem çözünür hem de çözünmeyen fraksiyonlarının fiziksel-kimyasal özelliklerini incelemek ve bozulmuş durumdaki resimlerde meydana gelebilecek etkileşimleri doğrudan analiz etmek için önemli araçlardır. Ayrıca restoratörlerin temizlik formülasyonlarının performansına ve bunların boya yüzeyindeki etkilerine ışık tutmak için temizlik testleri boyunca bu metodolojileri kolayca kullanabilirler. NMR, oksidasyon, hidroliz ve depolimerizasyon gibi bozulma süreçleriyle meydana gelebilecek yapısal değişiklikleri incelemek için de önemli bir analitik tekniktir. Son olarak, taşınabilir NMR sensörlerinin geliştirilmesi, tarihi binalardaki duvar resimlerinin geniş alanlarında su içeriğinin ve yayılımının değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

NMR ile taranan eserin gözle görülen bozulmalarının yanı sıra gözle görülemeyen bozulmalarının da profili oluşturulmakta ve oluşturulan bu profil neticesinde de bozulmaların hangi nedenler ve kaynaklardan oluştuğu hakkında veriler sunulmaktadır.

Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) Çalışma Prensipleri:

Nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisinin prensibi, bir manyetik alandaki belirli koşullar altında bir numunenin radyo frekansı (rf) bölgesindeki elektromanyetik radyasyonu, numunenin özelliklerine bağlı olarak frekanslarda absorbe edebilmesi olgusuna dayanır. Bu nedenle, absorpsiyon/emilim belirli çekirdeklerin bir fonksiyonudur.

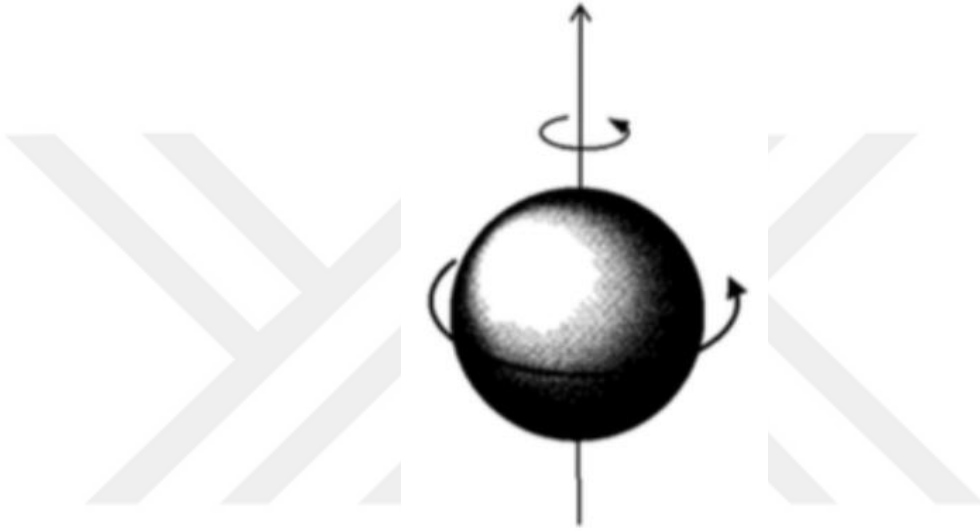
Bazı çekirdeklerde, sahip oldukları yük, nükleer eksen üzerinde “dönme” eğilimindedir ve sonuç olarak, nükleer yükün bu dolaşımı, eksen boyunca bir manyetik dipol/çift kutup oluşturur (Şekil 4.3.). Uygulanan harici bir manyetik alan olmadan, nükleer dönüşler rastgeledir ve rastgele yönlerde dönmektedir. Ancak, bir dış manyetik alan mevcut olduğunda çekirdekler kendilerini ya dış mıknatısın alanıyla ya da ona karşı hizaya sokmaya başlarlar (Şekil 4.4.). Proton için iki enerji seviyesi belirlendikten sonra, belirli bir kuvvette durağan bir B_0 manyetik alanında bu enerji seviyeleri arasında bir geçişi indüklemek/tetiklemek için radyo-frekans radyasyonu (ν_1) formunda enerji vermek mümkün olmaktadır. Uygulanan radyo frekansı ν_1 'i manyetik alan kuvveti ile ilişkilendiren temel NMR denklemi şu şekildedir:

$$\nu_I = (\gamma/2\pi) B_0, \text{ olduğundan dolayı } \Delta E = h \nu$$

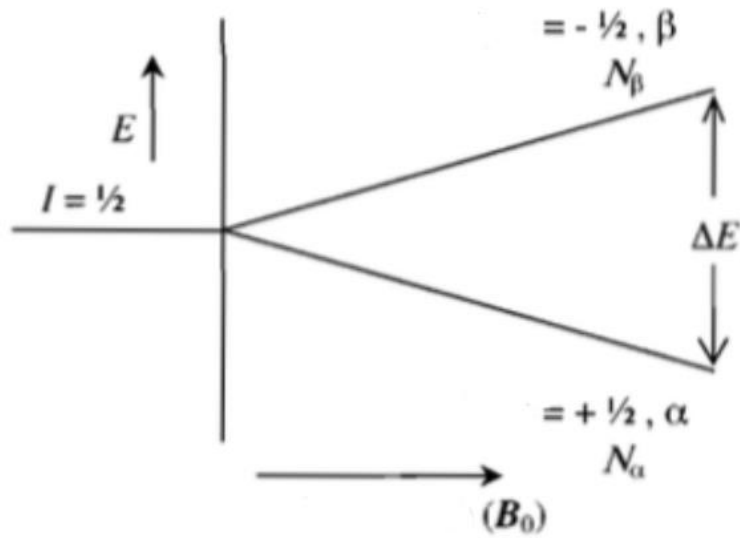
γ sabiti jiromanyetik orandır - temel bir nükleer sabit; manyetik moment μ ve dönüş sayısı I arasındaki orantı sabitidir:

$$\gamma = 2\pi \mu / h I$$

Belirli bir radyasyonda yukarıdaki denklem yerine getirildiğinde, sistem rezonansa girer ve sonuç olarak, proton enerjisi emer ve onu daha yüksek enerji durumuna yükseltir.



Şekil 4.3: Dönüş durumuna geçen proton



Şekil 4.4: B_0 büyüklüğünde bir manyetik alanda iki proton enerji seviyesi olan N üst ve N alt enerji durumlarındaki spinlerin popülasyonu

Şekil 4.3.'te proton üzerindeki dönen yük, manyetik dipol üretmekte; şekil 4.4.'te ise B_0 büyüklüğünde bir manyetik alanda iki proton enerji seviyesi olan N üst ($N\beta$) ve alt ($N\alpha$) enerji durumlarındaki spinlerin popülasyonu yer almaktadır. B_0 manyetik alanının yönü ordinata paraleldir ve alan şiddeti B_0 'dır. Sağa doğru artış göstermektedir. Daha büyük B_0 alanları ΔE 'yi artırmaktadır.

$I = 1/2$ spinli B_0 kuvvetindeki manyetik alan içindeki bir çekirdek için, çekirdeğin manyetik moment, manyetik alanın yönü tarafından tanımlanan z eksen etrafında işleyecektir (Di Tullio, v.d., 2020).

Bruker Avance III™ HD 400 MHz

Uygulayıcıları için kullanacakları reçine grubundaki verniğin ileriki dönemlerde yaşlanma ile nasıl bir fiziksel ve kimyasal farklılığa uğrayacağı hayli önem arz etmektedir. İşte bu yüzden NMR çekimleri ile bu konudaki kimyasal süreç ve farklılaşma çeşitleri hakkında bilgi sahibi olmak ana amaçlardandır. NMR çekimlerinin yapıldığı cihazın tam adı “Bruker Avance III™ HD 400 MHz” olarak kaydedilmiştir. Cihazın teknik özellikleri ise şu şekildedir:

Mıknatıs özelliği: Süper İletken 400 MHz, UltraShield™

Kumanda Paneli: Avance III 400, iki kanal, BOSS III (36 manyetik alan homojenlik düzeltmesi), BSMS 2, amplifikatör BLA2B

Sıcaklık Birimi: BSVT, BCU 05

Prob Kafaları: ATM modüllü ters geniş bant prob (5 mm PA BBI 1H/D-BB Z-GRD), geniş bant prob (5 mm BBO-1H Z-GRD)

İşlem Birimi: Linux CentOS sürüm 5.11, NMR yazılımı Topspin 3.2 pl 6

Numune İşleme: 120 tutucuya sahip otomatik numune değiştirici B-ACS 120

(<https://www.uochb.cz/en/instrumentation/6/bruker-avance-iiitm-hd-400-mhz-prodigy>)

Selefi AVANCE III HD halihazırda üstün NMR çekim performansı sağlarken, AVANCE NEO bunu bir adım daha ileri taşımaktadır. AVANCE NEO daha hızlı kontrol imkânı, geliştirilmiş dinamik aralık ve daha fazla esneklik ve ölçeklenebilirlik sunmaktadır.

AVANCE NEO, her NMR kanalının hem gönderme hem de alma yeteneklerine sahip olduğu anlamına gelen bir “*alıcı*” ilkesine dayanmaktadır. Bu mimari, cihaz konfigürasyonu ve çok kanallı çalışma açısından en büyük esnekliği sağlamaktadır. Bu yeni yaklaşımla çoklu alım deneyleri kolayca uygulanabilmektedir.

AVANCE NeoScope cihazındaki bir başka yenilik ise gömülü bir toplama sunucusu kavramı ve ilgili bir istemci-sunucu yazılım mimarisine sahip olmasıdır. Bu, spektrometreyi istemci bilgisayardan bağımsız bırakmakta ve böylece kullanıcıya, bulut gibi bir işletim sistemi ve tercih edilen konum aracılığıyla sistemi kontrol etme fırsatı vermektedir.

Artık 200 MHz şiddetinden 1.2 GHz oranına genişletilmiş frekans aralığı ve kurulum ve tanılamada çeşitli işlevsel iyileştirmelerle AVANCE NeoScope, mevcut ve yeni nesil NMR spektroskopisi çekimleri için tercih edilmektedir.

(https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/mr/nmr/avance-neo-consoles.html?gclid=Cj0KCQjwqPGUBhDwARIsANNwjV6O7JM7vSU6Ccz0769dELP8jiJVMVZajgZc3YeN2tN8QME555dWbcoaAlbkEALw_wcB)

4.6.1. NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) Analiz Yorumları

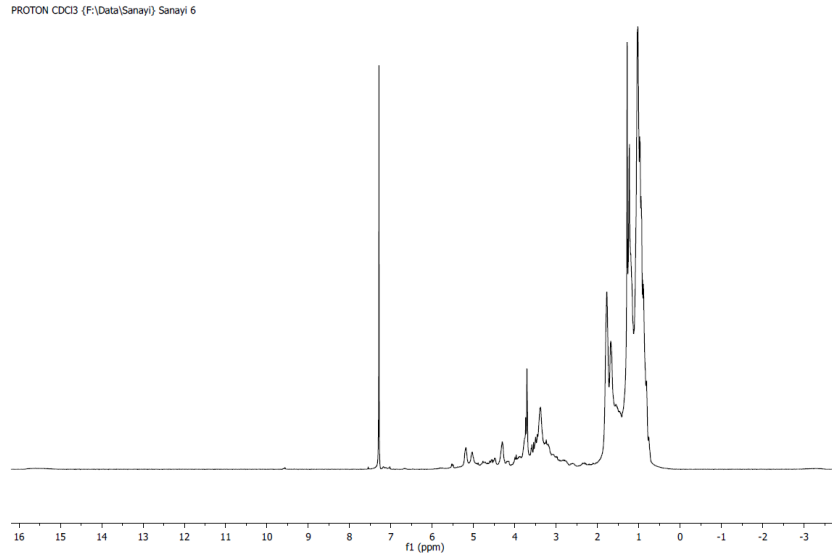
SEM analiz taramalarının tamamlanmasından sonra, numunelerin NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) çekimleri ve NMR datalarının yorumlama aşamasına başlanmıştır. Bu aşamada, daha önce SEM cihazı ile taraması gerçekleştirilen numunelerin kimyasal yapıdaki bozulmalarının aydınlatılması için analiz çalışmalarına başlanmıştır. 10 yıl ve 20 yıl periyodunda yaşlandırılarak bozulmaya uğrayan numunelerin fiziksel bozulmalarının yorumlarını desteklemek ya da detaylandırmak amacıyla NMR çekimlerine başvurulmuştur.

Bu bağlamda daha önce fiziksel bozulma özelliklerinin yorumlaması yapılmış olup, bu aşamada da bozulmanın kimyasal yapı ve derecesi hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmaktadır. Böylelikle yapılan yaşlandırma işlemi sonucunda meydana çıkan bozulmaların hem fiziksel hem de kimyasal yapıları hakkında bilgi sahibi olarak, bozulmanın sadece görsel olarak değil içerik olarak da nasıl özellikler gösterdiğinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

NMR çekimleri için SEM analizlerini destekleyen numuneler seçilerek, elde edilen fiziksel yapıdaki değişimin kimyasal boyutunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. NMR çekimi için bozulma tür ve grupları arasından seçilen;

- Rötüş Verniği (MS2A) + MS2A (20 yıl yaşlandırılan numune)
- Rötüş Verniği (MS2A) + Rötüş Verniği (MS2A) + MS2A (20 yıl yaşlandırılan numune)
- Regalrez 1094® + Regalrez 1094® (20 yıl yaşlandırılan numune)
- Rötüş Verniği + Rötüş Verniği + Dammar Verniği (20 yıl yaşlandırılan numune)'dir.

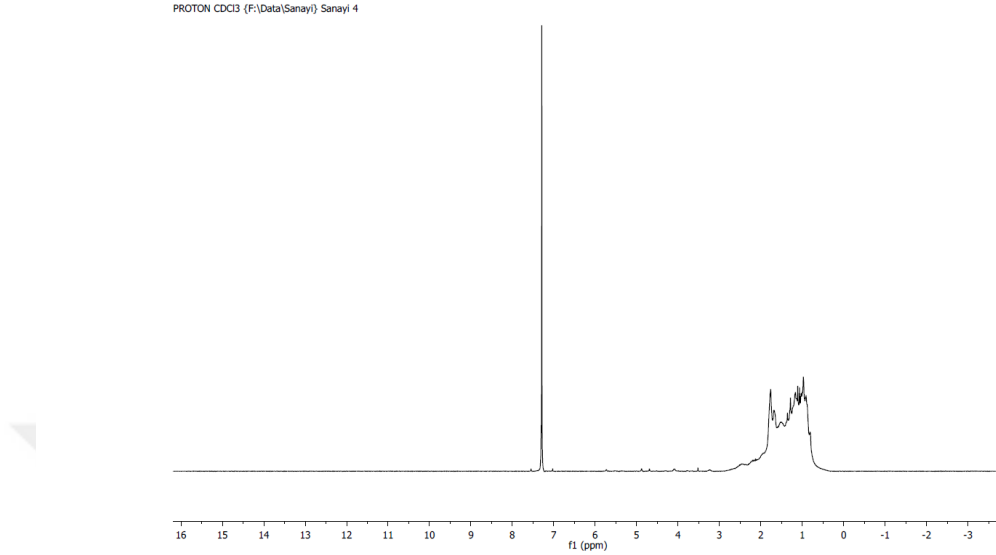
SEM analiz ve yorumlarının neticesinde saptanan NMR örnekleri için, SEM bozulma tür ve oranlarının kritik olduğu ve seçilen numunelerle bu kritik yapının daha da altının çizileceği kombinasyonlara karar verilmiştir. Seçilen NMR analiz numuneleri, öncesindeki SEM analiz sonuçlarındaki bozulmalar göz önünde bulundurularak seçilmiştir.



Rötüş Verniği (MS2A) (firça uygulaması) + MS2A (firça uygulaması)
(20 yıl yaşlandırılan numune)

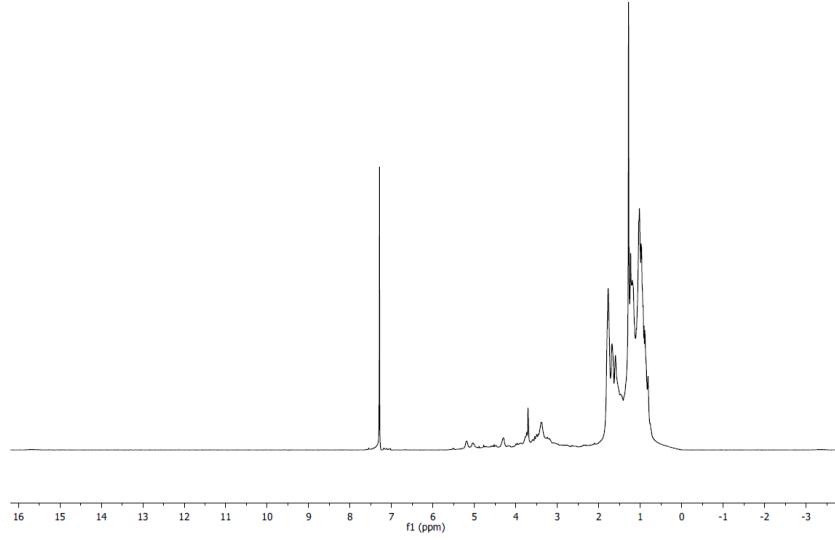
20 yıl yaşlandırılan MS2A verniği içeren numune örneğindeki verilerin NMR analiz sonucuna göre bozulma yapısında depolimerizasyon ve oksidasyon şeklinde kendini gösteren bozulma yapısı ortaya çıkmıştır. SEM ile yapılan analiz neticesindeki

bozulmaların sadece fiziksel olarak değil kimyasal olarak da tanımı böylelikle sağlanmıştır.



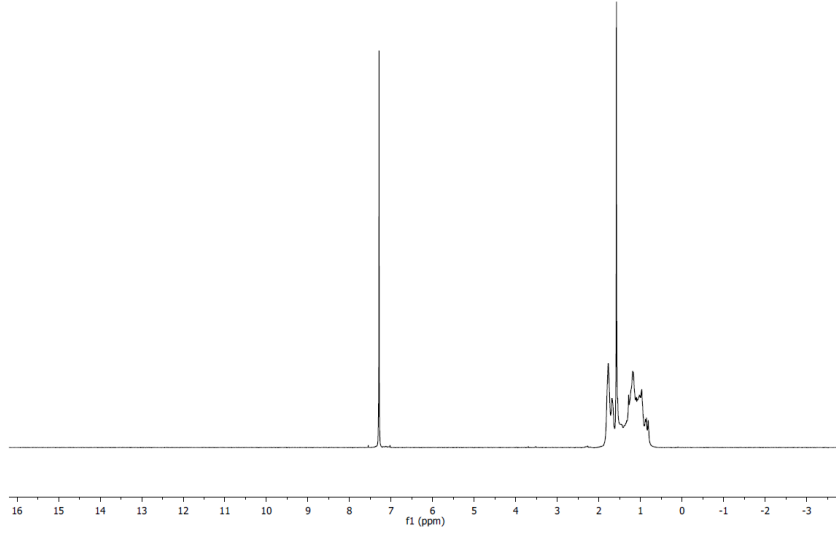
Rötuş Verniği (fırça uygulaması) + Rötuş Verniği (fırça uygulaması) + Dammar
Verniği (fırça uygulaması)
(20 yıl yaşlandırılan numune)

İki kat rötuş verniği üzerine dammar verniği uygulanan numunenin NMR analiz grafiği incelendiğinde, SEM bozulma sonuçlarını destekler nitelikte bozulmalara rastlanmaktadır. Ek madde oluşumlarının sadece fiziksel olarak değil kimyasal olarak da tanımlandığı grafikte, oksidasyon ve artan polarite oranlarına da rastlanabilmektedir.



Rötuş Verniği (firça uygulaması) (MS2A) + Rötuş Verniği (firça uygulaması)
(MS2A) + MS2A (firça uygulaması)
(20 yıl yaşlandırılan numune)

Rötuş verniği olarak da MS2A reçinesinin kullanıldığı ve toplamda 3 kat halinde uygulanan numune NMR analiz sonucu, vernikteki bozulmanın kimyasal yapısını ve derecesini sunmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen grafikteki veriler vernik yapısındaki kimyasal yaşlanmanın sadece fiziksel olarak değil kimyasal olarak da değişimlerini göstermektedir.



Regalrez 1094® (firça uygulaması) + Regalrez 1094® (firça uygulaması)
(20 yıl yaşlandırılan numune)

İki katman halinde uygulanan Regalrez 1094® verniğinin yaşlanma sonucu elde edilen verilerine bakıldığında, fiziksel deformasyonun yanı sıra kimyasal olarak da deformasyona uğradığı ve bu deformasyonların birbirine paralellik gösterdiği saptanmıştır. SEM analiz sonuçlarındaki fiziksel bozulma ile benzer şekilde bozulma gösteren numunenin kimyasal yapısındaki degradasyonlar grafikte olduğu şekildedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tez kapsamında yağlı boya tablonun alt yapı elemanlarından birisi olan vernik tabakası hakkında tarihsel gelişimi ve günümüzdeki kullanım şekilleri hakkında araştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar neticesinde, geçmişten günümüze vernik tabakasında meydana gelen bozulmalar hakkında bilgiler toplanarak, vernik malzemelerinin mukayesesi yapılmıştır. Bu mukayese sonucunda geçmişte sıklıkla kullanılmış olsa da günümüzde kullanılmamakta olan vernik çeşitleri, geçmişten günümüze kullanılmaya devam eden vernik türleri ve modern olarak yakın zaman içerisinde kullanımına başlanmış olan vernik grupları yer almaktadır. Çalışmanın ana hattını oluşturan vernik tabakasında meydana gelen bozulmaların irdelenebilmesi için seçilen belirli vernik grupları üzerinde hem literatür hem de görsel-fiziksel incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Vernik, tabloların çevre koşullarından etkilenecek bozulmaya uğramasını engelleme işlevi ile tablonun en üst katına uygulanan genellikle şeffaf bir kaplamadır. Bu şeffaf kaplama, tablonun alt katmanlarından biri olan boya tabakasının görünümünü engellemeden korumayı amaçlamaktadır. Ayrıca vernik, koruma işlevini yerine getirirken tablonun okunurluğunu engellememelidir. Mat, yarı mat, parlak gibi farklı özelliklere sahip vernik türleri, sanatçının aktarımına engel olmamalı hatta desteklemelidir. Zaman içerisinde çeşitli nedenlerle işlevini kaybeden vernik tabakası tablo yüzeyinden alınarak yeni vernik ile değiştirilmelidir. Bu bağlamda yağlıboya tablo restorasyon çalışmaları sırasında da orijinal vernik çeşidine en yakın özellikleri gösteren vernikler seçilmelidir. Böylelikle tablonun ilk durumdaki anlatımı korunmuş olurken koruma işlevi de geri kazandırılmış olmaktadır.

Yağlı boya tablo koruma-onarımında en önemli adımlardan ilki doğru malzeme seçimidir. Bu bağlamda fonksiyonel olarak özelliğini kaybeden verniğin seçimi ve uygulanması aşamasında doğru malzeme tercihi oldukça fazla önem arz etmektedir. Gelişen teknoloji ve artan bilgi, deneyimler ile seçilen verniğin doğru ve aslına uygun olarak uygulanması da oldukça önemlidir.

Tez konusu kapsamının ana vernik çeşitlerini oluşturan Regalrez® 1094, MS2A keton ve dammar reçine verniklerinin tercih edilme sebepleri ve kullanım şekilleri hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir. Orijinal vernik ve uygulama şekilleri ile uyum gösteren

malzeme ve yöntemler ile uygulanan bu verniklerin temel ve genel özellikleri detaylı olarak irdelenmiştir. En sık kullanılan reçete ve formülasyonları tez dahilinde yer almaktadır. Seçilen bu üç farklı vernik malzemesinin yaşlanma etkileri ile olası durumları hakkında bilgi sahibi olmak ve detaylı bilgileri paylaşmak tezin amacını oluşturmaktadır. Uygulanan vernik malzemesinin ilerideki yaşlanma etkileri hakkında bilgi sahibi olarak, kullanıcılarına tercih seçenekleri sunmak hedeflenmiştir. Yaşlandırmanın sonucunda oluşan bozulmalar, kullanıcılara ileride malzemenin olası bozulma durumları ve mukavemetleri hakkında bilgiler sağlamaktadır.

Tezin ana hattını oluşturan üç vernikten birisi olan dammar reçinesi uzun yıllardır konservatörler tarafından sağlamlaştırıcı, bağlayıcı ve de vernikleme için kullanılmaktadır. Uzun süredir kullanımda olmasından dolayı, dammarın özellikleri iyi bilinmekte ve bu da uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır. Fiziksel olarak incelendiğinde, dammar reçinesi tam olarak kuruduğu zaman oldukça kırılgan olarak kabul edilir. Dammarr reçinesinin bozulmasının birincil aşaması otoksidasyon yani kendi kendine oksitlenmedir. Solma bozulması ise, daha az arıtılmış/işlenmiş derecedeki solventlerin kullanıldığı durumlarda ortaya çıkabilir. Dammarrın yaşlanma süresi çoğunlukla bulunduğu ortamın koşullarına ve tabaka kalınlığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yaygın olarak, renk solmaları veya değişiklikleri 25 ile 50 yıl içinde görülmektedir.

Bir diğer vernik çeşidi; kimyasal olarak indirgenmiş bir siklo-keton reçinesi, metil sikloheksanon ve alkalin alkol arasındaki polikondenzasyon reaksiyonu ve ardından kimyasal bir indirgeme ile hazırlanan reçine türü olan MS2A'dır. 1950'li yılların sonunda MS2® keton reçineden geliştirilerek ilk kez üretilmeye başlanmıştır. MS2A® reçine verniği her zaman sadece konservasyon amacı için üretilmiş ve pazarlanmıştır. Literatürdeki ilk yazılış şekli MS-2A® şeklindedir. MS2A® reçine verniğinin optik görünümü, en büyük avantajlarından biri olarak kabul edilir. İpeksi bir parlaklığa sahiptir. Ayrıca MS2A® verniği pahalı bir vernik çeşididir. MS2A® reçine verniğinin doygunluğu dammar veya yeni düşük moleküler ağırlıklı sentetik reçine vernikleri kadar iyi değildir. Boya sathına iyi uyum sağlar ve uygun şekilde uygulandığında boya yüzeyine çok canlı bir görünüm vermektedir. MS2A®, doğal reçinelerden çok daha az sararmakta ve kontrol edilemeyen, yüksek ultraviyole ışık koşullarında kullanım için rahatlıkla tercih edilebilmektedir. Uygulamalarda resimlerdeki MS2A® reçinesinin 30-35 yıllık örnekleri değişmeden kalmıştır. MS2A® verniğinin geri dönüşümü de

kolaydır. Ancak kırılğan yapısı ile dikkat çekmektedir. Bu sebeple vernik tabakası üzerinde ince çatlamlar, buruşmalar ve bozulmanın başlamasına yol açan diğer etmenler için uygun ortamlar ortaya çıkabilmektedir. Bozulma, indirgenmemiş ketonların yaşlanmasına benzer bir otooksidasyon sürecidir. Ancak indirgeme sürecinde -keton moleküllerinin en zayıf kısımları olan- keton gruplarının ortadan kaldırılması nedeniyle daha yavaş işlemektedir. MS2A® reçinesinin geleneksel olarak ana keton reçinelerinden önemli ölçüde daha kararlı olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni oksidasyona karşı daha dirençli yapıda olması ve çapraz bağlanma ile ilgili ciddi bir sorunun olmamasıdır. Oksidasyon sonucunda apolar solventlerde çözünürlük hızla azalmakta ve mikroskobik kırışma gibi diğer kusurlar meydana gelebilmektedir. Bu oksitlenmiş keton vernikler suya duyarlı yapıda olup, sıcaklık veya bağıl nem dalgalanmaları nedeniyle yoğunlaşma meydana getirebilir ve zarar görebilmektedirler.

Üçüncü vernik çeşidi olan Regalrez® 1094, 100% alfa-metil stiren ve stirenin hidrojenle birleşmiş oligomerlerinden meydana gelmektedir. Bu reçine grubundaki vernikler, öncelikle yapıştırıcı olarak tutkalların formüllerinde kullanılmaktaydı. Resim verniği olarak konservasyon alanında potansiyel kullanımı 1990 yılındadır. 1991 yılından itibaren de koruyucu resim verniği olarak kullanılmaya başlanmış olup, günümüzde de kullanımına devam edilmektedir. Zaman içerisinde ortaya çıkan, kullanımı devam eden diğer verniklere muadil bir seçenek olarak varlığını sürdürmektedir.

Regalrez® 1094 reçine verniğinin fiziksel özelliklerinden bahsetmek gerekirse; sağlam, renksiz, yarı saydam taneciklerle karışık ve beyaz renklidir. Kimyasal yapısı düşünüldüğünde ise; 100% hidrojeniz edilmiş, düşük molekül ağırlıklı, hidro karbon reçine olarak sınıflandırılmaktadır. Kimyasal yapısı stiren ve alfa-metik stirenin hidrojenize oligomeri şeklindedir. Boyalı veya plastik yüzeylerde çizilmeye karşı direnci belirlemek için yapılan testler sonucunda, Regalrez® 1094'ün dammar ve polivinil asetatla kıyaslanabilir olduğunu; ayrıca mastik, keton reçineler ve ARKON® P-90'na göre çatlama daha dayanıklı olduğunu göstermiştir. Resim üzerindeki görünümü baz alınacak olursa; doyunluk ve sergileme parlaklığı keton ya da doğal reçineler ile benzerlik göstermektedir. Keton ve doğal reçinelerden çok az miktarda daha parlak yapıdadır. Yaşlanmanın etkisi ile kir ve toz tutma özelliği açısından incelendiğinde, kiri çekme olasılığı düşük olarak saptanmıştır. Regalrez® 1094 reçine

verniğinin günümüzde restorasyon ve konservasyon alanlarında kullanılan en stabil ürünlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Tablo üzerinde yer alan vernik tabakasının bozulmasına etki eden birçok farklı etken bulunmaktadır. Bu etkenler zaman zaman malzemenin yapısından kaynaklanabilmekte bazen de ortam koşullarının faktörüyle vernik tabakasında deformasyonlara yol açabilmektedir. Bozulmalar, malzemenin yaşlanması ya da zaman içerisindeki mevcudiyetindeki değişimlerden kaynaklanabilmektedir. Ayrıca ortam ve sergi şartları nedeniyle oluşan tahribatlar da farklı özellikler göstererek tanımlanabilmektedir. Bu bozulma şekillerinin görsel tespit ve analizleri için tez kapsamında belirlenen yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler;

- Görünür ışık (VIS) çekimleri,
- Morötesi ışık (UV) çekimleri,
- Işıklı mikroskop analizleri,
- Dijital mikroskop analizleri,
- SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) analizleri,
- NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) analizleri

gibi yöntem ve uygulamalardan oluşmaktadır.

Bozulmaların tespitini yaparken görsel analizler ve laboratuvar çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçlar bozulmaya etki eden faktörlerin tespiti için önem arz etmektedir. Bozulmaya sebep olan kaynakların tespiti, koruma ve onarım planlamasının temelini ve yapılacak çalışmanın ana hattını da belirlemektedir. Bu nedenle doğru tespit ve sonrasında doğru müdahale yapabilmek için analiz ve yorumların dikkatli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Çalışma malzemeleri olarak seçilen vernik çeşitleri literatür taraması ve kullanım sıklıkları göz önüne alınarak saptanmıştır. Çalışmanın ana hattını oluşturan vernik bozulmasının karşılaştırmasını mümkün kılması adına hem geleneksel hem de çağdaş malzemeler arasından seçilen ürünlerin yaşlanma prosedürleri hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır. Bu vernik türleri;

- Dammar verniği,
- MS2A verniği,
- Regalrez® 1094 verniği

olarak saptanmış ve uygulanmıştır.

Verniklerin seçim ve saptanmasından sonra uygulama şekilleri hakkında araştırma yapılmış ve malzeme-kullanım sıklıkları göz önüne alınarak seçili verniklerin kullanım şekilleri saptanmıştır. Her vernik çeşidi için farklı kombinasyonlara karar verilmiştir. Bunun nedeni ise, her vernik grubunun aynı uygulama sıklığı veya geçerliliğine sahip olmamasıdır. Böylelikle oluşturulan vernik kombinasyonlarının uygulama aşamasına geçilmiştir.

Tablo 5.1: Tezde kullanılan dammar reçine verniği kombinasyonları

Rötuş Verniği (sprey uygulama)		Dammar Verniği (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği (sprey uygulama)		Dammar Verniği (fırça uygulaması)	
Rötuş Verniği (hava tabancası uygulaması)		Dammar Verniği (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)		Dammar Verniği (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)		Dammar Verniği (fırça uygulaması)	
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)	Rötuş Verniği (fırça uygulaması)		Dammar Verniği (hava tabancası uygulaması)
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)	Rötuş Verniği (fırça uygulaması)		Dammar Verniği (fırça uygulaması)
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)	Rötuş Verniği (fırça uygulaması)		Dammar Verniği (sprey uygulama)
Rötuş Verniği (sprey uygulama)	Rötuş Verniği (sprey uygulama)		Dammar Verniği (hava tabancası uygulaması)
Rötuş Verniği (sprey uygulama)	Rötuş Verniği (sprey uygulama)		Dammar Verniği (fırça uygulaması)
Rötuş Verniği (fırça uygulaması)	Rötuş Verniği (fırça uygulaması)	Dammar Verniği (fırça uygulaması)	Dammar Verniği (fırça uygulaması)

Kaynak: Mustafa Kemal Dallık

MS2A için yapılan literatür taramaları ve uygulama yöntem araştırmaları neticesinde de farklı kombinasyonlara sahip 15 farklı kombinasyon geliştirilmiştir. Bu kombinasyonlar şu şekildedir:

Tablo 5.2: Tezde kullanılan dammar reçine verniği kombinasyonları

Rötuş Verniği(MS2A) (hava tabancası uygulaması)		MS2A (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)		MS2A (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)		MS2A (firça uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)		MS2A (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)		MS2A (firça uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	MS2A (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	MS2A (firça uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	MS2A (sprey uygulama)	
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	MS2A (hava tabancası uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	MS2A (firça uygulaması)	
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	MS2A (sprey uygulama)	
Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	Rötuş Verniği(MS2A) (firça uygulaması)	MS2A (firça uygulaması)	MS2A (firça uygulaması)

Rötuş Verniği(MS2A) (fırça uygulaması)	Rötuş Verniği(MS2A) (fırça uygulaması)	MS2A (sprey uygulama)	MS2A (sprey uygulama)
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	MS2A (fırça uygulaması)	MS2A (fırça uygulaması)
Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	Rötuş Verniği(MS2A) (sprey uygulama)	MS2A (sprey uygulama)	MS2A (sprey uygulama)

Kaynak: Mustafa Kemal Dallık

Regalrez® 1094 verniği için seçilen kombinasyonlar 12 adet olarak seçilmiş ve aşağıdaki şekillerde uygulanmıştır.

Tablo 5.3: Tezde kullanılan Regalrez® 1094 reçine verniği kombinasyonları

Rötuş verniği (sprey uygulama)	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Rötuş verniği (sprey uygulama)	Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)
Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)	Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)
Rötuş verniği (hava tabancası uygulaması)	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Rötuş verniği (fırça uygulaması)	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Rötuş verniği (fırça uygulaması)	Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)
Rötuş verniği (fırça uygulaması)	Rötuş verniği (fırça uygulaması)
Rötuş verniği	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Rötuş verniği	Regalrez® 1094

(fırça uygulaması)	(fırça uygulaması)	(fırça uygulaması)
Rötuş verniği (sprey uygulama)	Rötuş verniği (sprey uygulama)	Regalrez® 1094 (hava tabancası uygulaması)
Rötuş verniği (sprey uygulama)	Rötuş verniği (sprey uygulama)	Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)
Rötuş verniği (fırça uygulaması)	Rötuş verniği (fırça uygulaması)	Regalrez® 1094 (fırça uygulaması)

Kaynak: Mustafa Kemal Dallık

Tüm bu oluşturulan kombinasyonlar yaşlandırma işlemleri sonrasında SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) cihazları ile analiz edilerek yaşlandırma süreci sonundaki durumları saptanmıştır. Yaşlandırma iki aşamalı gerçekleştirilmiş olup; ilk grup 10 ikinci grup ise 20 yıllık bir yaşlandırmaya karşılık gelecek şekilde yaşlandırılmıştır. Üçüncü olarak da hiç yaşlandırılmayan bir grup, referans olarak ayrılmıştır. Böylelikle yaşlanma sonrası meydana gelen bozulmalar ile referans numunelerinin kıyası yapılabilmektedir.

10 Yıllık Yaşlandırma Periyodu:

- Dammar Reçine Verniğinin 10 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

İki kat olarak uygulanan sprej dammar verniği üzerine fırça ile uygulanan dammar verniğinin yaşlandırma işlemi sonrasında yüzeyinde oluşturduğu görece büyük boyutlu delik, verniğin yüzey üzerinde yek olarak kalmasını engellemiştir. Benzer şekilde, ilk iki rötuş verniği katının fırça ile son kat olan dammar verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı vernik kaplamasının yüzeyinde genel dokunun aksine belli ve büyük bir alanda geniş bir yarıma ve yarıma sonrası her iki kısmında birbirinden uzaklaşması ile uzun ince bir oyuk oluşumuna rastlanmıştır. Vernik bütünlüğünün bozulduğu noktada hem dışarıya doğru ağız oluşturacak şekilde bir kabarma hem de içeriye doğru malzemenin boşalması ile derinleşen bir çukurluk saptanmıştır. Fırça ile rötuş verniği üzerine tekrar fırça ile rötuş verniği uygulamasının üzerine sprej olarak uygulanan dammar vernik örneğinde, yaşlandırma işlemi sonrasında yüzey

bütünlüğünde kabarmalara rastlanmıştır. Vernik malzemesinin lam üzerinde yaşlanma etkisi ile incelendiği ve yer yer kabarmalar meydana getirdiği görülmüştür. Oluşan kabarmalar neticesinde malzemenin yoğunlaşarak belli noktalarda tümsekler oluşturduğuna rastlanmıştır. Önceki iki örnekten daha küçük boyutlu ve sayıca çok olan bu kabarmalar görece vernik yüzeyinde daha stabil kalmayı başarabilmiştir. İki kat rötuş verniği üzerine iki kat dammar reçine verniği uygulanan örnekte, tüm katmanlar fırça ile uygulanmıştır. Dört kat fırça ile uygulanan verniğin, bozulma sonrası yüzeyinde keskin olmayan yuvarlak hatlı bazı benek şeklinde lekeler görülebilmektedir. Vernik yüzeyinde küçük kabarmalar ve ufak ebatlı yırtığa rastlanmıştır. Fakat vernik dokusunda genel olarak bir ayrılma rastlanmamıştır. İlk iki katındaki rötuş verniğinin de final katındaki dammar reçine verniğinin de fırça ile uygulandığı numunenin sathında ek oluşumlara rastlanmıştır. Ayrıca seyrek aralıklarla ve az sayıca baloncuk/kabarma benzeri şişme özelliği sergilemiştir. Fakat önceki numunelerin 10 yıllık yaşlanma sonrası kabarmaları ile kıyaslandığında oldukça istikrarlı ve stabil kalmayı başarmıştır.

Fırça ile uygulanan rötuş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanan dammar reçine verniği numunesinin yaşlandırılması işlemi neticesinde, yüzeyde dalgalanmalar, birbirinden ayrılan bölgeler ve küçük parçacıklar halinde malzeme oluşumları gözlenmiştir. Yaşlanmanın etkisi ile az miktarda da olsa mikro çatlaklar meydana gelmiştir. Sprey olarak uygulanan rötuş verniği üzerinde hava tabancası yardımı ile uygulanan dammar reçine verniğinin yaşlandırılması işlemi sonucunda ağ çatlağına benzer çatlamlar görülmüştür. Numune yüzeyinin büyük çoğunluğunda birbirine bitişik ve yoğun çatlamlar meydana gelmiştir. İki kat rötuş verniğinin sprej olarak, dammar verniğinin ise hava tabancası yardımı ile uygulandığı lam üzerindeki örnek yüzeyinde farklı ebat ve yapıda çatlamlara denk gelinmiştir. Malzemenin yapısındaki farklı ebat, derinlik ve uzunluktaki çatlak oluşumları yer yer ağ çatlağı görüntüsü yoğunluk kazanmıştır. Önceki iki örneğe göre çatlak boyutları daha küçük olsa da sayıca yoğunluk göstermektedir. İki kat sprej rötuş verniği uygulamasının ardından bir kat fırça ile sürülen dammar verniği numunesinde mikro denebilecek kırılma oluşumunun etkisi ile çatlaklar meydana gelmiştir. Bu küçük adeta mikroskobik çatlak görünümleri haricinde yaşlanma sebebiyle ek oluşumlar da gözlemlenmiştir. Önceki örneklere nispeten çatlak sayı ve ebatları daha küçük boyutludur. Fırça ile uygulanan rötuş verniği üzerine yine fırça ile uygulanan dammar verniğinin yüzeyinde

bir farklılaşmaya rastlanamamıştır. Yüzeydeki seyrek ve küçük ek oluşumları haricinde bozulmanın yüzeyi çok fazla etkilediği görülmemiştir.

- MS2A Keton Reçine Verniğinin 10 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

Rötuş ve final verniklerin birer kat hava tabancası ile uygulandığı örnekte, genel olarak bütünlük korunmuş olsa da genelden bölgeye geçildiğinde çeşitli boyutlarda kabarma ve malzemenin dış bükey şeklinde bir değişik gösterdiği görülmüştür. İki kat rötuş verniğinin fırça yardımıyla, MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin yaşlandırma işlemi sonucunda katmanlar arasında oluşan eşitsizlik ve vernikteki bozulma sonucunda bölgesel doku farklılıkları olduğu gözlemlenmiştir. Farklı boyutlarda kabarma ve şişmelere rastlanmıştır. Rötuş vernik katmanının ve final vernik katmanının da fırça ile uygulandığı numune yüzeyinde, yaşlandırma işleminin yüzey mukavemetini hassaslaştırdığı ve vernik katmanlarının kalınlığına denk gelecek şekilde derin bir yarı oluşumu görülmüştür. Malzemenin yaşlanma ile birbirinden ayrılarak, lam üzerinde parçalanma gösterdiği ve bu parçalanma neticesinde de mukavemet kaybı oluşmuştur. İki kat rötuş verniği üzerine bir keton vernik olan bir kat MS2A fırça yardımı ile uygulanmış olan numunede ise dokusal bütünlük kaybı sonucu delik oluşumu olarak tanımlanabilecek bozulma türlerine rastlanmıştır. Malzemenin yaşlanma ile deforme olup şişmesi, şişme sonucunda da elastikiyet kaybı nedeniyle delinmesi ile parçalı yüzeylere rastlanmıştır. Verniğin yaşlanma etkisi ile fiziksel yapısındaki bütünlük kaybettiği görülmüştür. İki kat rötuş verniği üzerine iki kat MS2A verniğinin fırça ile uygulanarak yaşlandırılmaya maruz bırakılması ile yüzey dokusunda parçacıklı bir yapı gelişmiştir. Vernik malzemesi, bütünlüğünü koruyamayarak iç ve dış bükey şeklinde bir yüzey meydana getirmiştir. Fırça ile iki kat rötuş verniği uygulaması üzerine iki kat MS2A sprej keton vernik uygulaması yapılan lam bozulmaya maruz bırakıldıktan sonra, vernik reçinesinin katmanlar arası bütünlüğü sağlayamamıştır. Ayrıca yüzeydeki aşınmalar nedeniyle vernik mukavemet kaybı yaşamıştır. İlk iki kat rötuş verniği ile son kat olan MS2A verniği sprej olarak uygulanan numunenin bozulma sonucu homojen olmayan yapıdaki vernikte, malzemelerin birbirinden farklılaşma göstererek verniğin içeriğindeki malzemelerin bozulmaya uğradığı gözlemlenmektedir. İki kat rötuş verniklerinin sprej olarak uygulandığı, final katında kullanılan MS2A verniğinin de fırça yardımı ile uygulandığı

numune üzerinde büyük boyutlu katman çatlamaları ve ayrılmaları görülebilmektedir. Bozulmanın etkisi ile vernik malzemesindeki şişme eğilimi görülmüştür. İki kat uygulanan rötuş verniği sprej olarak tercih edilirken, sonraki iki kat MS2A keton verniği de fırça ile yüzeye sürülmüştür. Uygulanan bu dört katmanlı vernik yapısı yaşlandırma sonucunda yüzeyinde nadir olarak delikler oluşturarak bozulmaya uğramıştır. Deforme yapıdaki artış ve deformasyonun delikli bir hal aldığı gözlemlenmiştir. Yüzeyde aşınmalara oldukça fazla rastlanmıştır.

Bir diğer numunede ilk iki kat rötuş verniği sonraki iki katını da MS2A verniği oluşturmaktadır. Her dört kat için sprej olarak uygulanan vernikler, yaşlandırma sonrasında pürüzlenmeye meylettği görülmüştür. Yaşlanma etkisi ile lokal ağ şeklinde çatlaklar görülmektedir. Çok yoğun olamamakla birlikte oluşan bu çatlaklar ile aşınma ve mukavemet kayıpları görülmüştür. İki kat rötuş verniğinin sprej olarak; final verniği olan MS2A ise hava tabancası ile uygulandığı numunenin yaşlandırma işlemi sonrası bozulmasında bölgesel ve mikro boyutlu sayılabilecek çatlak oluşumlarına rastlanmıştır. Nadir olarak görülse de önceki numuneye kıyasla çatlak oluşumu bakımından daha dayanıklı olduğu görülmüştür. İlk iki kat rötuş verniği fırça ile final verniği ise MS2A verniği de hava tabancası ile uygulanan örnekte, yaşlandırma işlemi sonrasında yer yer şişme ve çatlamalar zor da olsa seçilebilmektedir. Oldukça az görülen çatlamalar, önceki iki numune ile kıyaslandığında görece daha dayanıklıdır. Birer kat sprej olarak rötuş verniği ve fırça ile MS2A keton verniğinin uygulandığı lam üzerindeki numunenin yaşlanma karakteristiği olarak yüzeyde nadir çatlama ve çökmeler, az ve bölgesel olarak kırılmalar haricinde genel bütünlüğünü koruduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla çatlak oluşturma bakımından oldukça istikrarlı kalmayı başarmıştır. Birer kat olarak sprej uygulanan rötuş verniği katmanı üzerine hava tabancası ile uygulanan MS2A final verniğinin, yaşlanma sonrası yüzey üzerinde çatlama ya da ayrılmalara rastlanamamıştır.

- Regalrez® 1094 Reçine Verniğinin 10 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

İki kat olarak hava tabancası ile lam üzerine uygulanan örnek yaşlandırma işlemine maruz bırakıldıktan sonra ilk vernik görüntüsünün korunduğu görülür. İlk kat rötuş verniği ardından, final verniği olarak da Regalrez® 1094 uygulanan numune

üzerindeki her iki vernik fırça ile uygulanmış olup, yaşlandırma sonrasında yüzeyde herhangi bir ayrılma, kopma ya da bütünlük kaybına rastlanamamıştır. İlk ve ikinci kat reçine verniklerinin fırça ile uygulandığı numunede, bozulma neticesinde yüzey stabilizasyonunda kararlı yapının devam ettiği görülebilmektedir. Sprey rötuş vernik katı üzerinde hava tabancası ile uygulanan Regalrez® 1094 reçine verniğinin yaşlandırma sonrasındaki görüntünün okunabildiği kadarıyla, yüzeyinde herhangi bir aşınma ya da oyuk oluşumu görülmemektedir. Fırça uygulaması ile rötuş verniği, hava tabancası ile de Regalrez® 1094 vernik örneğinde, yaşlandırmanın etkisi ile deforme bir yüzey görüntüsü oluşmamıştır. Vernik tabakasında ciddi bir mukavemet kaybı gözlenmemiştir. Ek madde oluşumları dışında bozulmaya rastlanmamıştır. İlk katı hava tabancası ile uygulanan rötuş verniği ikinci katı ise hava tabancası ile uygulanan verniğin yaşlandırma sonucu vernik sathında taneli-noktalı bir yapı gelişirken, verniğin tek parça olarak kalmaya devam ettiği gözlenebilir. Vernik yapısında 10 yıllık yaşlandırma sonrası herhangi bir aşınma ya da parçalanmaya denk gelinmemiştir. Fırça ile sürülen iki kat rötuş verniği ve yine iki kat Regalrez® 1094 verniği uygulamasında, her kat fırça ile sürülmüştür 10 yıllık yaşlandırma işlemi sonrasında vernik katmanının genel ve yek yapısının devam ettiği fakat küçük boyutlara sahip ek madde oluşumlarının meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Fırça ile sürülen iki kat rötuş verniğinin ardından bir kat Regalrez® 1094 verniği fırça ile uygulanmıştır. 10 yıllık yaşlanmanın ardından yüzeydeki yek halde bulunan vernik katmanı stabil kalmaya devam etmiştir. Kararlı yapısını korusa da küçük boyutlu ve az miktarda ek madde oluşumları gözlemlenmiştir.

Bu numunelerden sonra görece daha fazla bozulmaya uğramış olan numunelerden ilki; iki kat fırça ile sürülen rötuş verniği ve üçüncü kat olarak ise hava tabancası ile uygulandığı Regalrez® verniğidir. Numunenin yaşlanma sonrasında farklı yapılara sahip yüzey görüntüsü geliştirdiği görülmüştür. İlk iki kat rötuş verniğinin fırça ile son katının da hava tabancası ile uygulandığı numune kabarma özelliği gösteren bozulma geliştirmiştir. Her yerde gözlemlenmeyen bu kabarma hatları, bölgesel olarak gelişme göstermiş olup yer yer yoğunluk kazandığı görülmüştür. Ayrıca numune yüzeyinde aşınmalara rastlanmıştır. İlk ve ikinci kat rötuş verniklerinin sprej olarak uygulandığı, Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı ve de 10 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan numunede katmanlı doku yapısı görülebilmektedir. Vernik yüzeyinde lokal yırtılma, pürüz oluşumu gibi vernik tabakasının genelindeki

homojen yapıyı sekteye uğratan görüntüler elde edilmiştir. Rötüş verniğinin sprej olarak uygulandığı son katında ise Regalrez® 1094 verniğinin fırça ile sürüldüğü örnek yaşlandırıldıktan sonra deforme bir yüzey oluşturmuştur. Vernik yüzeyinin aşındığı alt katmanda sprej olarak sürülen rötüş verniğinin kabarak, üst yüzeye doğru hareket ettiği tespit edilmiştir. Verniğin kırılğan bir yapı aldığı gözlemlenmiştir. Üç kat halinde oluşturulan numunenin ilk iki kat rötüş verniği sprej olarak uygulanırken, son katında kullanılan Regalrez® 1094 verniği fırça olarak uygulanmış ve numune sathında vernik katmanları arası dengesiz bir hareketlenme ve genleşmelerden kaynaklı yüzey (doku) farklılıkları meydana geldiği görülmüştür. Vernikteki lokal kabarmalar esnekliğin mukavemet ile karşılaştığı noktada çatlak oluşumlarına sebebiyet vermiştir. Yaşlandırma işlemi sonrası şişen alanların vernik malzemenin vernik yapısından uzaklaşması ile yer yer çökmelere yol açtığı görülmüştür.

20 Yıllık Yaşlandırma Periyodu:

- Dammar Reçine Verniğinin 20 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

Fırça ile uygulanmış rötüş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanmış dammar reçine verniği numunesi yüzeyinde bölgesel malzeme kayıpları nedeniyle fiziksel farklılıklar meydana gelmiştir. Verniğin bozulmaya uğraması sonucu yüzeyde çatlamlar, birbirine yakın kırılmalar oluşmuştur. Aynı numunenin 10 yıllık yaşlandırma ile mukayesesine gidildiğinde, oluşan ek malzemeler bakımından bir artış görülmemiştir. Ancak yüzeydeki yer yer yoğun, kılcak denebilecek çatlaklar oluşması göze çarpan farklılıklardandır. Fırça ile uygulanan rötüş verniğinin üzerine uygulanan fırça ile dammar reçine verniğinin 20 yıllık yaşlandırma işlemi sonucundaki bozulma şekli 10 yıllık yaşlandırma işlemi ile mukayese edildiğinde, ağaç kökünü andıran sık ve derin olmayan çatlamlar, yüzeyin büyük kısmında görülmektedir. Ayrıca yüzeydeki malzemenin bozulma ile formundaki değişiklik nedeniyle kotta dengesizliklere de rastlanmıştır. Sık ve derin olmayan çatlakların yanı sıra, çok belirgin olmayan ince çatlaklar da görülmüştür. İlk iki kat rötüş verniğinin fırça, final katı olan dammar verniğinin de fırça ile uygulandığı örnekte, 20 yıllık bozulma sonrası önemli değişimlere rastlanmıştır. Yüzeyde verniğin bozulması ile buharlaşma sonrasında yer yer lekelenmeler ve doku farklılıklar görülmüştür. Ayrıca malzemenin

yaşlanma etkisi sonucu hareket etme isteği nedeniyle, fiziksel deformasyonlara rastlanmıştır. Verniğin bozulma ile ortamdan uzaklaşma isteği, yüzeyde kırılma, yarılmaya ve oyuk oluşumuna sebebiyet vermiştir. İki kat rötuş verniğinin spreyle, üçüncü kat olan dammar verniğinin ise hava tabancası ile uygulandığı ve 20 yıllık bozulma elde etmek için yaşlandırma işlemine tabi tutulan numunenin, yaşlandırma işlemi sonrası görüntüsünde küçük çatlaklar gerçekleşmiştir. Bu malzeme kayıpları sırasında ortaya çıkan derin yarıklar oluşumu ve akabinde meydana gelen yüzey farklılığı gözlemlenmiştir. Oluşan yarılmaya, yaşlanmanın etkisi ile iki tarafından kabarmaya bir ağız oluşturmuş ve iç kısmının daha da derinlik kazanmasına sebep olmuştur. Böylelikle oluşan delik vernik yüzeyinde parçalanmalara yol açabilecek şekilde bozulma geliştirmiştir. İlk iki rötuş katı verniğinin fırça, final katı olan dammar verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı numune üzerinde ek oluşumların yanı sıra fiziksel farklılaşmalar da görülmüştür. Bazı noktalarda yoğun ve karmaşık bir çatlak ağının yanı sıra vernik malzemesinin değişiminden dolayı kırılma olarak adlandırılacak dokusal hassasiyetlere rastlanabilmektedir. Bu kombinasyondaki verniğin yaşlandırma işlemi ile bozulmaya daha meyilli hale geldiği görülmüştür.

İki kat vernik uygulanan lamın, ilk katında spreyle rötuş verniği, ikinci katında da fırça ile dammar reçine verniği uygulanan numune üzerinde 20 yıllık yaşlandırmaya maruz bırakılan örnek üzerinde partiküller halinde malzeme topraklanmaları gelişmeye devam etmiştir. Her iki verniğin de hava tabancası ile uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırılması sonucu verniğin bölgesel kabarması sonucu aşırı şişmesi ve fiziksel bütünlüğünü koruyamaması nedeniyle patlamalar görülmüştür. Vernik malzemesinin bozulmanın etkisi ile fiziksel değişimi sonucu yüzey üzerinde delikler meydana gelmiştir. Spreyle rötuş verniği üzerine hava tabancası ile uygulanan dammar verniği örneğinde yüzey yapısının bütünlüğünü korumaya devam ettiği gözlemlenmiştir. İlk iki kat rötuş verniğinin fırça ile uygulandığı, final katının da spreyle dammar olarak uygulandığı numune üzerindeki, bozulmanın etkisi ile sıkılarak daha yoğun hale aldığı ve küçük kabarmalar ile malzemenin bu kabarmalardan uzaklaştığı görülmüştür. İki kat rötuş verniği katlarının spreyle, bir kat dammar verniğinin de fırça ile uygulandığı numunenin yaşlandırma işlemi sonrası, yüzeyde düz fakat dengesiz bir yapı oluşturduğu görülmüştür. İki kat rötuş verniği üzerine iki kat dammar verniğinin uygulandığı numunenin yüzeyinde 10 yıllık yaşlandırmaya göre nispeten daha az deformasyon görülmüştür. 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, yüzeydeki

benek görünümlü lekeler yerine mikro çatlak ağları görülmüştür. Ayrıca numune yüzeyinde yarıma, ayrılma veya şişme gibi genel bütünlüğü bozan bozulmalara rastlanmamıştır.

- MS2A Keton Reçine Verniğinin 20 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

Rötuş ve MS2A vernik katmanlarının fırça ile uygulandığı çalışmanın 20 yılla tekabül eden yaşlandırma işlemi sonrası yüzey görüntüsünde ciddi bir değişme eğilimi ve dokusal farklılıklar meydana gelmiştir. İki kat fırça ile rötuş verniği, final katı olarak ise MS2A verniğinin fırça ile uygulandığı numune yapısında dokusal farklılaşmalar dikkat çekmiştir. Aynı kombinasyonun 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edildiğinde, dokusal parçalanmaların arttığı ve vernik malzeme yapısının pürüz oluşturmaya daha fazla meylettği tespit edilmiştir. Yaşlanmanın artması ile dokusal pürüzlenmenin arttığı ve dolayısıyla kir ve toz gibi ürünler toplamaya daha fazla açık hale geldiği görülmüştür. Yaşlanmanın etkisi ile bozulmanın artması ve mukavemet kaybı göstermesi nedeniyle, ileri derece bozulmalarda yüzey yapısının bütünlüğünün riske gireceği çıkarımı yapılabilir. Önceki numuneye kıyasla daha fazla bozulma eğilimi gösterdiği söylenebilir. İki kat rötuş verniği üzerine iki kat MS2A reçine verniğinin fırça ile lam üzerine uygulandığı numunenin analiz neticesi elde edilen görüntüde, hayli parçalı, bütünlüğü koruyamamış ve yüzeydeki denge farklarından dolayı oldukça inişli çıkışlı bir yapı meydana gelmiştir.

Aynı numunenin 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edilmesi durumunda yüzeydeki iç bükey ve dış bükey şeklinde bir artış ve pürüz oluşumunda fazlalaşma olduğu gözlemlenmiştir. Önceki iki numuneye kıyasla katman sayısı arttıkça bozulma derecesinin de arttığı söylenebilir. İlk iki kat rötuş verniğinin fırça, üçüncü ve son kat olan MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin de bozulma incelemeleri neticesinde iç bükey-dış bükey şeklinde degradasyonlar görülmüştür. İki kat fırça ile rötuş verniği ve iki kat sprej olarak keton reçine olan MS2A keton vernik yapısının parçacıklı, ayrık ve boşluklu yapıda bir form aldığı gözlemlenmiştir. 10 yıllık yaşlandırma ile kıyaslandığı takdirde, yapısındaki ayrılmaların arttığı ve bu ayrılmaların derinlik kazandığı görülmüştür. Aynı numunenin 10 yıllık ve 20 yıllık süreçleri neticesinde, bozulmanın süresi arttıkça vernik yapısının parçacıklı bir yapıya dönüşerek konservatif fonksiyonundan uzaklaştığı yorumu yapılabilir. Ayrıca 10 yıllık

numunede yer alan aşınmalarda oldukça artış gözlemlenmiştir. Birer kat sprej rötuş verniği katmanı üzerine fırça ile MS2A final vernik katmanı sürülerek 20 yıllık yaşlandırma sonrası bu numune yüzeyinde de parçalanmalar, vernik yapısında meydana gelen delinmeler ve katmanlar arası mukavemet kaybından kaynaklanabilecek ayrılmalar gözlemlenmiştir. Vernik yaşlanmanın etkisiyle deforme olmuştur. Bu kombinasyonla ile uygulanan numune genelinde aşınmalar mevcuttur. Bu nedenle de vernik koruyucu özelliğinden uzaklaşmıştır. İki kat sprej uygulanan rötuş verniği üzeri fırça ile solüsyon olarak uygulanan MS2A verniğinin bozulma sonucu yüzeyinde delinmeler olduğu görülmüştür. Yaşlandırma sonrası vernik katmanlarının baloncuk şeklinde şiştiği ve bu şişmelerin patlayarak içerideki malzemenin tahliyesi nedeniyle boşluklu yapılar oluşturduğu gözlemlenmiştir. 10 yıllık yaşlandırma ile kıyaslandığı takdirde yapısal büyük boyutlu bozulmaların küçük ölçekli bozulmalara dönüştüğü ve bozulmanın sıklık kazanmıştır. Bir başka numune olan iki kat sprej rötuş verniği üzerine iki kat MS2A keton reçine verniğinin fırça ile uygulandığı ve 20 yıllık yaşlanma sonucu bozulma şeklinde oluşan delinmelerin böylece de oluşan aşınmaların arttığı ve dokudaki deformasyon görüntüsünün arttığına rastlanmıştır. 10 yıllık yaşlandırma sonrası deformasyonun delikli bir hal aldığı fark edilmiştir. İki numune arasındaki bir diğer fark ise bozulma ile vernik katmanının bütünlüğünü korumaya devam etmesine rağmen koruyucu özelliğinin azaldığı ve daha fazla bozulmaya açık hale geldiğidir. Dolayısıyla bu kombinasyon ile konservatif özellik zaman içinde azalma göstermiştir. İki kat rötuş verniğinin de son kat olan MS2A verniğinin de sprej olarak uygulandığı numunenin bozulma karakteristiği olarak yüzeyde dengesizleşme, ek madde ortaya çıkması, çatlaklar gözlemlenmiştir. Ayrıca bu farklılaşmanın katalizör etki göstermesi ile verniğin olması gerektiği homojen ve koruyucu özelliklerini kaybettiği görülmüştür.

Sprej ile iki kat rötuş verniğini ardından tekrar sprej olarak MS2A verniğinin uygulandığı örnek, yüzey denge farklılıklarının meydana getirdiği ve şişmeler oluşturarak vernik tabakasını zayıflatmıştır. 10 yıllık bozulma işlemi sonrasındaki duruma göre konservatif özelliğinde azalma olduğu görülmüştür. Bu kombinasyonla uygulanan numunede de belli noktalarda iç bükey oluklar oluşmuş ve bu kısımlardaki malzemelerin uzaklaşması ile boşluklar görülmüştür.

Sonraki 5 numune ise önceki 10 numuneye göre istikrarını korumaya ve önceki 10 numuneye göre görece daha az bozulma geliştirmiştir. Rötuş verniğinin ve bir keton

vern k çeşidi olan MS2A reçinesinin hava tabancası ile uygulandığı numunenin 20 yıllık yaşlandırma işlemi neticesinde görüntüsünde degradasyonlara rastlanmadığı çıkarımı yapılabilir. Büyük sayılmayacak boyutlarda ek oluşumlar tespit edilmiştir. Verniğin genel itibariyle ilk halindeki kotta kaldığı ve fakat bozulma etkisi ile hacim kaybı yaşadığı görülmüştür. Rötuş verniğinin fırça ile MS2A verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı örnek sathında önemli bir  ekil deformasyonuna rastlanmamıştır. Yapısal bütünlüğünü korumasının yanı sıra ya lanmanın etkisi ile çatlama, kırılgaıla ma ve kabarmaların gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Her iki numune de hava tabancası uygulaması kullanıldığı göz ardı edilmemelidir. İlk iki katmanda yer alan rötuş verniğinin fırça ile son katmanda yer alan MS2A verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı numune yüzeyinde 10 yıllık yaşlandırma işlemi ile kıyaslandığında bir farklılık göze çarpmamakla birlikte, ek oluşumlar ve ufak boyutlu kabarmalar ile yüzeyde pürüzlenmenin arttığı saptanmıştır. Genel olarak ne 10 ne de 20 yıllık yaşlandırma işlemine tabi tutulan numunelerde yüzey bütünlüğü bozulmuştur. Bu numune de de hava tabancası uygulaması yapılmıştır. Dolayısıyla her üç numune de ortak özellik olarak hava tabancası uygulaması gösterilebilir.

Birer kat rötuş verniğinin spre  olarak, MS2A final verniğinin de hava tabancası yardımıyla uygulandığı ve 20 yıllık bozulmaya tabi tutulduğu numune yüzeyinde, vernik bütünlüğünü riske atan bir deforme görülmemiştir. Bunun haricinde aynı numunenin 10 yıllık ve 20 yıllık bozulmaya karşılık gelen yaşlandırma işlemleri neticesinde sabit-stabil ve tümsel varlığını koruyabildiği söylenebilir. Son olarak iki kat rötuş verniğinin spre  olarak uygulandığı ve MS2A verniğinin de hava tabancası ile püskürtülerek uygulandığı numunenin yüzey bütünlüğünü korumuştur. Ayrıca 20 yıllık bozulma prosesi neticesinde ek oluşumlar görülmüştür. Aynı kombinasyondaki numunelerin 10 yıllık ve 20 yıllık yaşlandırma işlemleri karşılaştırıldığında her iki yaşlandırma süresi sonucunda yüzey bütünlüğünün korunduğu çıkarımı yapılabilir. Son 5 numune için ortak nokta daha önce de belirtildiği gibi hava tabancası olmuştur.

- Regalrez  1094 Reçine Verniğinin 20 Yıllık Yaşlandırma Değerlendirmeleri:

 ki kat Regalrez  1094 reçine verniğinin hava tabancasıyla uygulandığı numunenin ilk haldeki vernik görüntüsünü koruduğu görülmüştür. 10 yıllık yaşlandırma sonucuna göre lokal, baloncuk şeklinde kabarmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bozulmaya karşı

daha savunmasız bir hal alsa da genel olarak mukavemetini koruyarak stabil kaldığı söylenebilir. İlk katın fırça ile rötuş verniği, ikinci katın ise hava tabancası ile Regalrez® 1094 verniğinin uygulandığı bu örnek, bozulmaya uğrayarak kabarmalar oluşturmuştur. İleriki dönemlerde bu kabarmalar, ortam şartları ile parçalanıp verniğin koruyucu etkisini azaltacağı düşünülmektedir. Her iki katmanın da hava tabancası ile uygulandığı numunenin ilk katında rötuş verniği; ikinci katında Regalrez® 1094 verniği yer almaktadır. Yaşlandırma sonrası kabarmaların oluştuğu görülmüş ve 10 yıllık yaşlandırma ile mukayese edilen aynı numunenin genelinin yek halde kalmaya devam ettiği anlaşılmıştır. İlk kat rötuş verniğinin sprej olarak işlendiği numunenin son katındaki Regalrez® 1094 verniği fırça ile sürülerek numune üzerine işlenmiştir. Yaşlandırma işlemi neticesinde vernik yapısının kabardığı, yer yer şişerek baloncuk formlar oluşumlar geliştirdiği gözlemlenmiştir. Aynı kombinasyon ile oluşturulup 10 yıllık bir yaşlandırılmaya maruz bırakılan numune ile kıyas edildiği takdirde, vernikteki şişmelerin devam ettiği görülmüştür. İki kat rötuş verniğinin sprej, final katında kullanılan Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı numunede büyüklü küçüklü kabarmalar görülmüştür. Bu numunelerin ortak yanı sprej olarak ya da hava tabancası ile uygulanması çıkarımı yapılabilir. Her iki uygulama şeklinde de numunelerin ortak bozulma karakteristiği baloncuk oluşturma şeklinde kabarmalardır. Her numunede farklı şekil ve oranlarda gelişse de ortak olarak kabarma bozulması gözlemlenmiştir.

Her üç katın fırça ile uygulanarak oluşturulduğu iki kat rötuş verniği ve Regalrez® 1094 reçine verniği içeren numunenin yaşlandırma işlemi sonrası vernik, kararlılığını korumaya devam etse de bazı bölgelerde ufak yarılmalar meydana gelmeye başlamıştır. Rötuş verniğinin sprej haliyle uygulandığı Regalrez® 1094 verniğinin de hava tabancası ile uygulandığı örnek yaşlandırıldıktan sonra yüzeyde taneli yapıdaki ek maddeler görülmüştür. Bu reçine verniğinin tek dört katlı kombinasyonu olma özelliğini taşıyan bu numune, dört kat olarak yer alan numunede ilk iki kat rötuş verniği, diğer iki kat ise Regalrez® 1094 verniğidir. Her kat fırça ile sürülmüştür. Vernik kararlı yapısını korumaya devam etmiştir. Aynı numunenin 10 yıllık yaşlandırma işlemi sonucu ile kıyaslandığında her iki numunenin de paralelde şekilde bozulmaya devam etmiştir. Sprej rötuş verniği uygulaması üzerinde fırça ile uygulanan Regalrez® 1094 verniğinin yaşlandırma işlemi sonrası stabil kalmaya devam etmiştir. 20 yıllık bir yaşlanma süreci sonrası kararlı kalan vernikte, çatlak-

delik oluşumlarına rastlanamamıştır. Dolayısıyla çok katlı uygulamanın vernik bozulmasına negatif bir etki göstermediği gibi pozitif etki göstererek kararlı yapıda kalmasını sağladığı görülmüştür.

İki kat Regalrez® 1094 verniğinin fırça ile uygulandığı numunede orta boyutlu bir yarılma oluştuğu görülmüştür. 10 yıllık yaşlandırılan numuneye göre verniğin stabil kalmaya devam ettiği ve fakat yarık oluşumlarının arttığı saptanmıştır. İki kat halinde fırça ile sürülen rötuş verniği ve son kat hava tabancasıyla uygulanan Regalrez® 1094 vernik örneğinde, verniğin istikrarlı yapısının devam ettirdiği görülmüştür. Fırça ile uygulama yapılan rötuş verniği üzerine yine fırça ile Regalrez® 1094 verniği sürülmüştür. Yüzeyde ince çatlaklar ve delik oluşumu görülmüştür.

Regalrez® 1094 verniğinin fırça ile uygulamalarının daha stabil kaldığı ve çok katmanlı uygulamalarda da bu dayanıklılığın arttığı görülmüştür. Sprey ya da hava tabancası ile uygulamaların ise şişme eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir.

Her üç reçine grubu içinde 10 ve 20 yıllık yaşlandırma işlemi neticesinde en istikrarlı kalmayı başaran reçine verniği Regalrez® 1094 olmuştur. Özellikle fırça ile uygulanan Regalrez® 1094 verniğinin kararlı kalma özelliği tercih sebebi olabilir. Bu üç reçine grubundan, uygulama aşaması en riskli ve yönlendirmesi en zor olan MS2A® olmuştur. Düşük sıcaklıkta uygulama yapılması halinde özellikle kış aylarında çabuk donma eğilimi göstermesi, verniği uygularken kontrollü devam etmenin önüne geçmektedir. Özellikle hava tabancası ile uygulanan MS2A®, anında buzlu-mumlu bir görüntü oluşturmaktadır. Dolayısıyla ortam koşullarından düşük sıcaklık bu vernik için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Hava sirkülasyonunun fazla olduğu ortamda uygulama yapmak da aynı şekilde uygulama güçlüğü yaratmaktadır. Ayrıca MS2A uygulama aşamasında yağlıboya tablo ile arasındaki mesafede buzlu-mumlu görüntü oluşmasına sebep olmaktadır. Yaşlandırma sonucunda da bu vernik çeşidi kararlı bir yapı sergileyememiştir. Dammar verniğin kullanım açısından en istikrarlı kaldığı uygulama şekli ise fırça üzerine hava tabancası uygulaması olmuştur. Final katı olarak özellikle hava tabancası veya sprej uygulaması ile alt katmanla bütünleşen verniğin daha istikrarlı kaldığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

- Baij, Lambert,
Hermans, Joen,
Ormsby, Bronwyn,
Noble, Petria,
Iedema, Piet,
Keune, Katrien
2020
“A review of solvent action on oil paint”
Heritage Science 2020, ss. 2-23.
- Bell, Mark,
Clark, Moira,
Armstrong, John
2013
“Materials & Techniques for Painters,
Using Mediums with Oil Paint” Eighth
Edition 2013 ss. 9.
- Bourdeau, J.
1998
“An Examination of the barrier properties
of selected ultraviolet absorbers within
acrylic surface coatings” **In Papers
presented at the fourteenth Conservation
Training Programs Annual Conference,**
1998, Buffalo, N.Y.: Buffalo State College
ss. 41-61.
- Bullock, Linda
1978
“Reflectance Spectrophotometry for
Measurement of Colour Change” **National
Gallery Technical Bulletin**, Sayı: 2, 1978,
ss. 49-55.
- Büyükakıncı, B. Yeşim
2010
“Hava kirliliğinin tarihi eserlere etkisi
Ve alınması gereken önlemler” **ABMYO
Dergisi** 19, 2010, ss. 47-52.

- Carlyle, L.,
Bourdeau, J.
1994
- Varnishes Authenticity and Permanence
Workshop Handbook, **Canadian
Conservation Institute**, Kanada.
- Carlyle, L.A.,
Bourdeau, J.
1994
- “Varnishes: Authenticity and Oermanence”
Workshop Handbook, Varnish Workshop,
Eylül 1994, ss. 53.
- Casadio, F.,
Gianguialano, I.,
Piqué, F.
2004
- “Organic materials in wall paintings: The
Historical and Analytical Literature” **Study
of Conservations**, 2004, 49, ss. 63-80.
- Casoli, A.,
Santoro, S.
2012
- “Organic materials in the wall paintings in
Pompei: A case study of Insula del
Centenario” **Chemistry Central Journal**
Cilt: 6(1), Eylül 2012, ss. 107.
- Chercoles, Ruth
De Tapol, Benoît,
Ordonez, Ana,
Domedel, Lourdes
2011
- “Low molecular weight varnishes.
Interview to E. René de la Rie, National
Gallery of Art, Washington, DC.” **National
Gallery of Art, Washington, DC.** s. 33-40.
- Clydesdale, A.
1994
- “Beeswax: Asurvey of the literatüre on şts
properties and behavior” **SSCR Journal**
Sayı: (5)2 ss. 9-12.
- De La Rie, E. Rene
1988
- “Polymer Stabilizers: A Survey With
Reference to Possible Applications In The
Conservation Field” **Studies In
Conservation**, Cilt: 33(3) ss. 9-22.

De La Rie, E. Rene,
McGlinchey, C.W.
1989

“Stabilized Dammar Picture Varnish”
Studies in Conservation, Sayı: 34(3) ss.
46-137.

De La Rie, E. Rene,
Shedrinsky, A.M.
1989

“The Chemistyr of ketone resins and the
synthesis of a derivative with increased
stability and flexibility” **Studies in
Conservation** Sayı: 34(1) ss. 9-19.

De La Rie, E. Rene,
1990

“The Effect of a hindered amine light
stabilizer on the aging of dammar and
mastic varnish in an environment free of
ultraviolet light.In Cleaning, retouching and
coatings: Technology and practice for easel
paintings and polychrome sculpture”
Brussels Congress, 3-7 Eylül 1990,
London: International Institute for
Conservation, ss. 169-164.

De La Rie, E. Rene,
1990a

“The effect of a hindered amine light
stabilizer on the aging of dammar and
mastic varnish in an environment free of
UV light. In cleaning retouching and
coatings: Technology and practice for easel
paintings and polychrome sculpture”
**Preprints of the contributions to the
Brussels Congress**, 3-7 Eylül 1990, J.S.
Mills for Conservation of Historic and
Artistic Works ss. 4-160.

De La Rie, E. Rene,
1990b

“New synthetic resins for Picture varnishes. In cleaning retouching and coatings: Technology and practice for easel paintings and polychrome sculpture” **Preprints of the contributions to the Brussels Congress**, 3-7 Eylül 1990, J.S. Mills and P. Smith, eds. London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works ss. 73-168.

De La Rie, E. Rene
1993

“Polymer additives for synthetic low-molecular-weight varnishes” **ICOM Committee for Conservation 10th triennial meeting**, Washington, DC, Amerika Birleşik Devletleri, 22-27 Ağustos 1993, Sayı:2 ss. 566-579.

Delaney, John K.,
De La Rie, E. René,
Elias, Mady,
Sung, Li-Piin,
Morales, Kathryn M.
2008

“The Role of Varnishes in Modifying Light Reflection from Rough Surfaces, A Study Of Changes In Light Scattering Caused By Variations In Varnish Topography And Development Of A Drying Model” **Studies in Conservation** 2008, ss. 170-181.

De Viguerie, Laurence,
Ducouret, Guylaine,
Lequeux, François,
Moutard-Martin, Thierry
Walter, Philippe
2009

“Historical evolution of oil painting media: A rheological study” www.sciencedirect.com, **Physics and Heritage**, 14 Ekim 2009, ss. 613-620.

Di Tullio, V., Sciutto, G.,
Proietti, N., Prati, S.,
Mazzeo, R., Colombo, C.,
Cantisani, E., Romè, V.,
Rigaglia, D., Capitani, D.
2018

“H NMR depth profiles combined with portable and micro-analytical techniques for evaluating cleaning methods and identifying original, non-original, and degraded materials of a 16th century Italian wall painting” **Microchemical Journal** 1 Mayıs 2018, Sayı: 141, ss. 40–50.

Duijn Esther Van,
Kok Jan Piet Filedt,
2016

“The restoration of Rembrandt’s Night watch” **The Burlington Magazine**, Şubat 2016, sayı: 1335, Cilt: 158, ss. 128.

Emre, Gülder
2010

Yağlı Boya Tabloların Bozulma Nedenleri ve Laboratuvar Ortamında Çözüm Önerilerinin Araştırılması, Feyhaman Duran Resim Koleksiyonunun Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Anabilim Dalı.

Erdem, M.
2005

Resim Tekniği, **Arkeoloji ve Sanat Yayınları**, İstanbul ss. 87.

Feller, R. L.,
1958

“Dammar and mastic varnishes: hardness, brittleness and change in weight upon drying” **Studies in Conservation**, Sayı: 3(4), ss. 162-174.

Feller, R. L.,
Stolow, N.,
Jones, E. H.
1985

“On Picture varnishes and their solvents”
Washington D.C.: National Gallery Art.

Hafner, Bob
2007

“Scanning Electron Microscopy Primer”
Characterization Facility, University of
Minnesota, Twin Cities 16 Nisan 2007 ss.
1-29.

Houreh, Negin Derakhshan
2020

“Yağlı Boya Tuval Resimlerinde
Belgeleme Yöntemleri” **Uluslararası
Sanat ve Sanat Eğitimi Dergisi**, Yıl:3,
Sayı:5, Aralık 2020, ss. 16-49.

Karataş, İbrahim
2019

Yağlı Boya Tuvallerde Görülen
Kirlenmeler ve Hidrojellerle Yüzey
Temizlik Tekniklerinin İncelenmesi,
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,
Pamukkale Üniversitesi Arkeoloji
Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma ve
Onarım Anabilim Dalı Kültür Varlıklarını
Koruma ve Onarım Yüksek Lisans
Programı.

Kayser, Oğuz Emre
2021

Yağlı Boya Tabloların Belgeleme
Aşamasında Raman Sprektroskopisinin
Kullanımı, İstanbul Resim ve Heykel
Mzuesi Koleksiyonunda Bulunan Nurullah
Berk’e Ait İki Tablonun İncelenmesi,
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,
İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler
Enstitüsü Taşınabilir Kültür Varlıklarını
Koruma ve Onarım Anabilim Dalı.

Koyuncu Okca, Ayşegül
2014

Geleneksel Dokumalarda Koruma ve
Onarım Prensipleri, Yayınlanmamış
Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale
Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Kültür Varlıklarını
Koruma ve Onarım Anabilim Dalı.

La Fontaine,
Raymond H.
1979

“Decreasing the Yellowing Rate of
Dammar Varnish Using Antioxidants”
**Taylor & Francis, Ltd. on behalf of the
International Institute for Conservation
of Historic and Artistic Works**, Cilt: 24,
Sayı: 1, Şubat 1979, ss. 14-22.

Franz, M. Heiko,
Neda, Ion,
Maftai, Catalin V.,
Ciuca, Ion,
Bolcu, Dumitru,
Stanescu, Marius Marinel
2021

“Studies of chemical and mechanical
properties of hybrid composites based on
natural resin Dammar formulated by epoxy
resin” **Polymer Bulletin** (2021) 78: s 2427–
2438.

Langenheim, J.H.
2003

“Plant Resins: Chemistry, Evolution,
Ecology, and Ethnobotany” **Timber Press
Inc.**, Portland-Amerika Birleşik Devletleri.

Lank, Herbert
1996

Letter to the author, Nisan ???

Lomax, Suzanne Quillen,
Learner Tom
2006

“A Review of the Classes, Structures, and
Methods of Analysis of Synthetic Organic
Pigments” **Journal of the American
Institute for Conservation**, Cilt: 45, Sayı:
2 2006 Yaz, ss. 107-125.

Mallick, Monalisa,
Dutta, Suryendu,
Greenwood, Paul F.
2014

“Molecular characterization of fossil and
extant dammar resin extracts: Insights into
diagenetic fate of sesqui- and triterpenoids”
International Journal of Coal Geology
Sayı: 121 (2014) ss. 129–136.

Mayer, Lance,
Myers, Gay,
2002

“Note on the Early Use of Dammar
Varnish” **Taylor&Francis, Studies in
Conservation**, Sayı: 2, Cilt: 47, 2002, ss.
134.

M.E.B. 2011

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Giyim Üretim
Teknolojisi, 2011 Tekstil Lifleri ss. 5-6.

M.E.B. 2014

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Tekstil
Teknolojisi, 2014 Doğal Lifler ss. 4-11.

M.E.B. 2014

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Tekstil
Teknolojisi, 2014 Yapay Lifler ss. 6-11.

Mills, J..S.,
White, R.
1987

“The Organic chemistry of museum
objects” **Sevenoaks: Butterworth.**

- Mills, Susan M.
2019
“Surface Coating Pyrography: a Preliminary Investigation with UV Additives” **Pro Ligno**, www.proligno.ro, Cilt: 15, Sayı: 4, 2019 ss. 107-117.
- Nicolaus, Knut
1999
The Restoration of Paintings, Könnemann, Slovenia ???
- Norton, Ruth. E.,
Hamm, James
2004
“Plant Resins: Chemistry, Evolution, Ecology, and Ethnobotany by Jean H. Langenheim” **Journal of the American Institute for Conservation**, Sonbahar-Kış, 2004, Cilt: 43, Sayı: 3, ss. 285-288.
- O’malley, Michael
2010
“Review of Samples from the 1994 CCI Workshop “Varnishes: Authenticity and Permanence” after 15 Years of Natural Ageing” **Journal of the Canadian Association for Conservation (J. CAC)**, Volume 35 © Canadian Association for Conservation, 2010.
- Ploeger, Rebecca,
Scalarone, Dominique,
Chiantore, Oscar
2009
“Thermal analytical study of the oxidative stability of artists’ alkyd paints” **Polymer Degradation and Stability**, www.elsevier.com/locate/polydegstab, ss. 2036-2041.
- Rosen D.,
1934
“A wax formula” **Technical Studies in The Field of Fine Arts** Sayı: 3, ss. 114-115.

- Scalarone, Dominique,
Lazzari, Massimo,
Chiantore, Oscar
2003
“Ageing behaviour and analytical pyrolysis characterisation of diterpenic resins used as art materials: Manila copal and sandarac” www.elsevier.com/locate/jaap, ss. 115-136.
- Scalarone, Dominique,
Chiantore, Oscar
2009
“PY-GC/MS of Natural and Synthetic Resins”, **Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology**, ss. 328-330.
- Signe Vahur, Autorioigus
2010
“Expanding the possibilities of ATR-FT-IR spectroscopy in determination of inorganic pigments” ss. 11-12
- Soucek, M.D.,
Khattab, T.,
Wu, J.
2011
“Review of autoxidation and driers” Progress in Organic Coatings, www.elsevier.com/locate/porgcoat, 6 Ekim 2011, ss. 435-454.
- Stoner, Joyce Hill,
Rushfield, Rebecca
2012
Conservation Of Easel Paintings, Routledge Series, 2012 ???
- Sutherland, Ken
2000
“The Extraction of Soluble Components from an Oil Paint Film by a Varnish Solution” **Taylor & Francis, Studies in Conservation**, Cilt: 45, Sayı: 1 ss. 54-62.
- Taft, W. Stanley,
Mayer, James W.
2000
The Science of Paintings, ???
- Taubes, F.
1994
“Studio secrets” **New York: Watson-Guption Publications.**

Van der Weerd, Jaap,
Van Loon, Annelies,
J. Boon, Jaap
2005

“FTIR Studies of the Effects of Pigments on the Aging of Oil” **Taylor & Francis, Ltd. on behalf of the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works**, Studies in Conservation, 2005, Cilt: 50, Sayı: 1, ss. 3-22.

Vinci, Antonio,
Zoli, Luca,
Landi, Elena,
Sciti, Diletta
2017

“Oxidation behaviour of a continuous carbon fibre reinforced ZrB₂-SiC Composite” **Corrosion Science** Sayı: 123, 2017, ss. 129-138.

Wachowiak Jr., Melvin J.
2004

“Efficient New Methods for Embedding Paint and Varnish Samples for Microscopy” **Journal of the American Institute for Conservation**, Sonbahar-Kış, 2004, Cilt: 43, Sayı: 3, ss. 205-226.

Weilie Zhou,
Robert P. Apkarian,
Zhong Lin Wang,
David Joy
2006

“Fundamentals of Scanning Electron Microscopy” **Scanning Microscopy for Nanotechnology** ss. 1-40.

Yaşayan, Gözem
2014

Yağlı Boya Tablo Koruma ve Onarımında Yüzey Temizliğinin Etkilerinin Araştırılması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Taşınabilir Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Anabilim Dalı.

K. D. Vernon-Parry,
2000

“Scanning Electron Microscopy: an introduction” **Centre for Electronic Materials**, UMIST Cilt: 13, Sayı: 4 ss. 40-44.

“Py-GC/MS of Natural and Synthetic Resins”, ed. Maria Perla Colombini, Francesca Modugno, **Organic Mass Spectrometry in Art and Archaeology**, A John Wiley and Sons Ltd. Publication, United Kingdom, ss. 327-361.

Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, Cilt:1, 1996.

Painting Conservation Catalog Volume 1: Varnishes and Surface Coatings, Cilt:2, 1996.

ÇEVİRİMİÇİ KAYNAKLAR

https://www.conservation-wiki.com/wiki/Varnishes_and_Surface_Coatings:_Factors_to_Consider_when_Choosing_a_Varnish

<https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-019-0323-5>

<https://www.nga.gov/conservation/science/varnishes-for-paintings.html>

http://www.art-conservation.org/?page_id=1170

http://www.art-conservation.org/?page_id=1170

https://arastirmalab.istanbulc.edu.tr/arlab/front/browse_lab.html;jsessionid=6ac5cf2fdf4c03d1bc62d2406afa?labid=1183

<https://www.uochb.cz/en/instrumentation/6/bruker-avance-iiitm-hd-400-mhz-prodigy>

https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/mr/nmr/avance-neo-consoles.html?gclid=Cj0KCQjwqPGUBhDwARIsANNwjV6O7JM7vSU6Ccz0769dELP8jiJVMVZajgZc3YeN2tN8QME555dWbcoaAlbkEALw_wcB

