T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL SANAYİ UYGULAMALARINDA KULLANILMAK ÜZERE BOR KİMYASALLARINI İÇEREN SU VE SOLVENT BAZLI BOYALARIN OPTİMİZASYONU VE KARAKTERİZASYONU

TUĞBA ÇİFTE

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. NİL ACARALI

İSTANBUL, 2017

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

METAL SANAYİ UYGULAMALARINDA KULLANILMAK ÜZERE BOR KİMYASALLARINI İÇEREN SU VE SOLVENT BAZLI BOYALARIN OPTİMİZASYONU VE KARAKTERİZASYONU

Tuğba ÇİFTE tarafından hazırlanan tez çalışması 11.05.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Fatma Jale Gülen

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Selva Çavuş

İstanbul Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Bu çalışmada çeşitli bölgelerden alınan farklı bor kimyasalları, belirli büyüklükte inceliğe kadar öğütülerek belirlenen farklı oranlarda boya içinde homojenizasyonu sağlanmıştır. Yapılan optimizasyon çalışmalarında en uygun parametreler Taguchi optimizasyon metodu ile belirlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma ile boyaya katılan bor kimyasalları, titandioksit ve aslanpençesi bitkisi sayesinde hidrofobik, alev geciktirici ve korozyon özelliğine sahip boya üretimi sağlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca konuyla ilgili bilgi, deneyim ve yardımlarını esirgemeden paylaşan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI' ya, deneysel çalışmamdaki desteklerinden dolayı Arş. Gör. A. Bilal ÖZTÜRK ve Uzm. H. İrem ÖZGÜNGÜZ'e, laboratuvar katkılarından dolayı Kayalar Kimya A.Ş.'ye, moral ve motivasyonumu her zaman yüksek tutmamda büyük katkıları olan canım arkadaşlarım Gözde BOZACI ve Merve BAĞCI'ya, öğrenim hayatım boyunca beni hep destekleyen ve her türlü fedakarlığı gösteren sevgili annem ve babama sonsuz teşekkürlerimle…

Mayıs, 2017

Tuğba ÇİFTE

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

ÇİZELGE LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

BOYA 3

2.1 Boyanın Genel Özellikleri 3
2.1.1 Boyanın Tanımı 3
2.1.2 Boyayı Oluşturan Bileşenler 3
2.1.2.1 Bağlayıcılar 4
2.1.2.2 Pigmentler 5
2.1.2.3 Çözücüler 5
2.1.2.4 Dolgu Maddeleri 6
2.1.2.5 Katkı Maddeleri 6
2.2 Boya Üretim Prosesi 6
2.3 Boyaların Sınıflandırılması 7
2.3.1 Su Bazlı Boyalar 8
2.3.2 Solvent Bazlı Boyalar 8
2.3.3 Toz Boyalar 8

2.4 Boya Testleri 9
2.4.1 Yaş Boya Üzerinde Yapılan Test ve Kontroller 9
2.4.2 Kuru Boya Filmi Üzerinde Yapılan Testler ve Kontroller 12

BÖLÜM 3

KOROZYON 15

3.1 Korozyonun Tanımı ve Önemi 15
3.2 Korozyonun Oluşum Mekanizması 15
3.3 Korozyon Çeşitleri 16
3.3.1 Görünümüne Göre Korozyon Çeşitleri 16
3.3.1.1 Eşit Dağılımlı Korozyon 16
3.3.1.2 Galvanik Korozyon 17
3.3.1.3 Erozyon Korozyonu 17
3.3.1.4 Taneler Arası Korozyon 18
3.3.1.5 Gerilmeli Korozyon 18
3.3.1.6 Aralık Korozyonu 18
3.3.2 Bulunduğu Ortama Göre Korozyon Çeşitleri 18
3.3.2.1 Atmosferik Korozyon 18
3.3.2.2 Deniz Suyu Korozyonu 20
3.3.2.3 Toprak Korozyonu 20
3.4 Korozyona Etki Eden Faktörler 21
3.5 Korozyon Kayıpları için Alınması Gereken Önlemler 22

BÖLÜM 4

ALEV GECİKTİRİCİLİK 24

4.1 Yangın Oluşumu ve Önemi 24
4.2 Alev Geciktiriciler 26
4.2.1 Halojenli Alev Geciktiriciler 27
4.2.2 Fosfor Bazlı Alev Geciktiriciler 27
4.2.3 Azot Bazlı Alev Geciktiriciler 27
4.2.4 Silikon Bazlı Alev Geciktiriciler 28
4.2.5 Mineral Esaslı Alev Geciktiriciler 28

BÖLÜM 5

YAPILAN LİTERATÜR ÇALIŞMASI 36

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR 36

6.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar 36
6.2 Kullanılan Cihazlar 36
6.3 Deneyin Yapılışı 37
6.4 Boya Testleri 40
6.5 Karakterizasyon ve Optimizasyon 40

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE TARTIŞMA 42

7.1 Taguchi Method Sonuçları 42
7.2 FT-IR Sonuçları 44
7.3 Örtücülük Testi 50
7.4 Korozyon Testi 53
7.5 Hidrofobiklik Testi 55
7.6 Yanma Testi 58
7.7 Crosscut Testi 62

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER 66

KAYNAKLAR 68

ÖZGEÇMİŞ 75

SİMGE LİSTESİ

cm^2	Santimetrekare
cm	Santimetre
gr	Gram
L	Ortogonal dizi
ml	Mililitre
mm	Milimetre
rpm	Dakikadaki devir sayısı
S/N	Gürültü oranı
w	Kütle
θ	Değme açısı
µm	Mikrometre
°C	Santigrat derece
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

ATH	Alüminyum Hidroksit
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
DTG	Diferansiyel Termogravimetri
EVA	Etil Vinil Asetat
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Infrared Spektoskopisi
LOI	Limitleyici Oksijen İndeksi
MDH	Magnezyum Hidroksit
MLC	Mass Loss Calorimeter
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans
PE	Polietilen
PDMS	Polidimetilsiloksan
PP	Polipropilen
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TGA	Termogravimetrik Analiz
UV	Morötesi
XRD	X-ışını Difraktometresi
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Boya üretim şeması 7
Şekil 2. 2 Zebra kâğıdı 10
Şekil 2. 3 Zebra kâğıdı ile boyanın örtme gücü testinin uygulanışı 11
Şekil 2. 4 Grindometre 12
Şekil 2. 5 Glossmetre cihazı 13
Şekil 2. 6 Kafes çizgisi testi 13
Şekil 3. 1 Eşit dağılımlı korozyon 16
Şekil 3. 2 Galvanik korozyon 17
Şekil 3. 3 Atmosferik korozyon oluşum şeması 19
Şekil 4. 1 Yangın büyüme hızı 23
Şekil 4. 2 Dünya bor rezervleri dağılımı 30
Şekil 6. 1 Öğütücü ve aslanpençesi bitkisinin ilk hali 36
Şekil 6. 2 Elek sarsma cihazı 36
Şekil 6. 3 Eleme sonrası aslanpençesi bitkisi 37
Şekil 6. 4 Mekanik karıştırıcı 38
Şekil 6. 5 Aplikatör 38
Şekil 7. 1 Solvent bazlı boya 1. set için S/N oranı 40
Şekil 7. 2 Solvent bazlı boya 2. set için S/N oranı 41
Şekil 7. 3 Su bazlı boya 1. set için S/N oranı 41
Şekil 7. 4 Su bazlı boya 2. set için S/N oranı 41
Şekil 7. 5 FT-IR cihazı 42
Şekil 7. 6 Aslanpençesi bitkisinin FT-IR analiz sonucu 43
Şekil 7. 7 Bor oksitin FT-IR analiz sonucu 43
Şekil 7. 8 Borik asitin FT-IR analiz sonucu 44
Şekil 7. 9 Titan dioksitin FT-IR analiz sonucu 44
Şekil 7. 10 Su bazlı referans boyanın FT-IR analiz sonucu 45
Şekil 7. 11 Su bazlı boya 1. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu 45
Şekil 7. 12 Su bazlı boya 2. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu 46
Şekil 7. 13 Sovent bazlı referans boyanın FT-IR analiz sonucu 46
Şekil 7. 14 Solvent bazlı boya 1. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu 47
Şekil 7. 15 Solvent bazlı boya 2. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu 47
Şekil 7. 16 Zebra kağıdına uygulanmış su bazlı referans boya 48
Şekil 7. 17 Zebra kağıdına uygulanmış su bazlı 1. ve 2. set optimum numuneleri 49

Şekil 7. 18 Zebra kağıdına uygulanmış solvent bazlı referans boya 49
Şekil 7. 19 Zebra kağıdına uygulanan solvent bazlı 1. ve 2.set optimum numuneleri .. 50
Şekil 7. 20 Tuz çözeltisi testi öncesinde solvent bazlı boya optimum plakaları 50
Şekil 7. 21 Tuz çözeltisi testi öncesinde su bazlı boya optimum plakaları 51
Şekil 7. 22 Tuz çözeltisinde bekletilen plakalar 51
Şekil 7. 23 Su bazlı boya optimum numuneleri korozyon test sonucu 52
Şekil 7. 24 Solvent bazlı boya optimum numuneleri korozyon test sonucu 52
Şekil 7. 25 Aslanpençesi bitkisi ve nilüfer etkisi 53
Şekil 7. 26 Su bazlı referans boya contact angle sonucu 54
Şekil 7. 27 Su bazlı 1. ve 2. set optimum numunelerin contact angle sonucu 54
Şekil 7. 28 Solvent bazlı referans boya contact angle sonucu 55
Şekil 7. 29 Solvent bazlı 1. ve 2.set optimum numunelerin contact angle sonucu 55
Şekil 7. 30 Su bazlı referans boyanın TG-DTA analiz sonucu 56
Şekil 7. 31 Solvent bazlı referans boyanın TG-DTA analiz sonucu 57
Şekil 7. 32 Su bazlı boya 1. set optimum TG-DTA analiz sonucu 57
Şekil 7. 33 Su bazlı boya 2. set optimum TG-DTA analiz sonucu 58
Şekil 7. 34 Solvent bazlı boya 1. set optimum TG-DTA analiz sonucu 58
Şekil 7. 35 Solvent bazlı boya 2. set optimum TG-DTA analiz sonucu 59
Şekil 7. 36 Crosscut öncesi ve sonrası su bazlı referans boya 59
Şekil 7. 37 Su bazlı 1.set optimum numunesi crosscut testi 60
Şekil 7. 38 Su bazlı 2.set optimum numunesi crosscut testi 60
Şekil 7. 39 Crosscut test sonrası su bazlı optimum numuneler 60
Şekil 7. 40 Crosscut öncesi ve sonrası solvent bazlı referans boya 61
Şekil 7. 41 Solvent bazlı 1.set optimum numunesi crosscut testi 61
Şekil 7. 42 Solvent bazlı 2.set optimum numunesi crosscut testi 61
Şekil 7. 43 Crosscut test sonrası sovent bazlı optimum numuneler 62

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4. 1 2011-2016 arasında İstanbul' da meydana gelen yangın sayısı 24
Çizelge 4. 2 Mineral esaslı alev geciktiriciler 27
Çizelge 4. 3 ATH ve MDH alev geciktiricilerinin karşılaştırılması 28
Çizelge 6. 1 Su ve solvent bazlı boya için ayrı ayrı hazırlanan setler 37

ÖZET

METAL SANAYİ UYGULAMALARINDA KULLANILMAK ÜZERE BOR KİMYASALLARINI İÇEREN SU VE SOLVENT BAZLI BOYALARIN OPTİMİZASYONU VE KARAKTERİZASYONU

Tuğba ÇİFTE

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Nil ACARALI

Yapılan bu çalışmada, su ve solvent bazlı boyalara titandioksit, boroksit/borik asit ve aslanpençesi bitkisi ilave edilerek oluşturulan boyanın fiziksel özellikleri incelenmiştir. Boyaların % 0-6 (w/w) miktarına karşılık gelecek şekilde tüm malzemeler, su ve solvent bazlı boya içeriğine katılmıştır. Çalışmada aslanpençesi, bor mineralleri ve titandioksit çeşitli aşamalardan geçirilerek öğütülmüş ve uygun boyuta getirilmiştir. Denemelerde Taguchi deneysel tasarım metodu kullanılmıştır. Denemeler üç düzeyde üç parametre seçilerek L-9 ortogonal diziye göre hazırlanmıştır. Tek set için dokuz farklı içerikteki toplam 36 boya numunesi çeşitli testlere tabi tutulmuştur. Hazırlanan boya karışımları 10x10 cm^{2}' lik özel hazırlanmış alüminyum plakalara uygulanmıştır. Boya uygulanmış plakalara; viskozite, kapatıcılık, hidrofobiklik, cross-cut gibi farklı fiziksel testler uygulanmıştır. Moleküler bağ karakterizasyonu FT-IR cihazıyla incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda, referans boyaya kıyasla, hazırlanan boyaların hidrofobikliği ve kapatıcılığı arttırıcı etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Deneylerin FT-IR spektrumları incelendiğinde ise referans boyayla benzer bağ karakterizasyonu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taguchi, boya, bor, hidrofobiklik, titandioksit.

ABSTRACT

OPTIMIZATION AND CHARACTERIZATION OF WATER AND SOLVENT BASED DYES INCLUDING BORON CHEMICALS IN METAL INDUSTRY

Tuğba ÇİFTE

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Nil ACARALI

In this study, the effects of titaniumdioxide, boroxide/boric acid and lady's mantle as a herbal resource were investigated on physical properties by adding this materials into water and solvent based dyes. All materials were added to dyes content at the rate of 0-6 % in terms of water and solvent based paint (w/w). These materials were formed to the appropriate size by crushers and grinders. Taguchi Method was used in experiments. Samples were prepared according to Taguchi L-9 orthogonal array by choosing three parameters and three levels. Totally thirty six dye samples, including nine different rates of paints for only one set, were prepared and and tested. The samples prepared were applied on 10x10 cm^2 specially prepared aluminium plates. Different physical tests such as viscosity, gloss effect, hiding power/transparency, hydrophobicity were applied on surfaces. Molecular bond characterization was investigated by FT-IR. It has been observed that the prepared dyes have the effect of increasing hydrophobicity and encapsulation compared to the reference dyes. When the FT-IR spectra of the experiments were examined, it was observed that the bond characterization was similar to that of the reference dye.

Keywords: Taguchi, dye, boron, hydrophobicity, titaniumdioxide.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İncelenen literatür çalışmalarına göre, farklı katkı maddeleri kullanılarak, yeni özelliklere sahip ürün eldesi amaçlandığı görülmüştür. Çoğunlukla sentetik esaslı malzemelerin kullanımı ise çevresel anlamda büyük bir dezavantaja neden olmaktadır. Doğal kaynaklı malzemelerin kullanımı da bu hususta önem kazanmaktadır.

Türkiye' nin jeolojik konumundan dolayı, çeşitli bor mineralleri bakımından oldukça zengin olduğu bilinmektedir. Türkiye' nin farklı bölgeleri, farklı kimyasal içeriklere ve fiziksel özelliklere sahip çeşitli bor minerallerine sahiptir. Bu bor mineralleri de cam, zirai uygulamalar, temizleme ve ağartma, alev geciktiriciler ve metalurjik uygulamalar gibi farklı alanlarda kullanılabilmektedir [1].

Yapılan bir çalışmada üç farklı bor kimyasalı kullanılarak üretilen kırmızı fosfor içerikli epoksi bazlı kompozitlerin alev geciktiricilik özellikleri ve yanma karakteristikleri incelenmiştir ve bu özellikler açısından üründe avantaj sağlandığı görülmüştür [2].

Yıldırım [3] ise yaptığı çalışmada plastik boya malzemesinin alev geciktiricilik özelliklerini incelemiştir. Boya malzemelerine antimon oksit, huntit ve borik asit bileşiklerini farklı miktarlarda ilave ederek kompozit malzemeler elde etmiştir. Yapılan testler sonucunda kompozit malzemelerin yüksek alev geciktirici özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Son yıllarda plastik, otomotiv, gemi inşaatı ve ahşap koruma gibi sektörel alanlarda; yüksek darbe dayanımı, alev geciktiricilik, korozyona dayanım, antibakteriyel özellik, gibi avantajları sağlayabilen boyalara talep hızla artmakta ve bu ürünler oldukça önem kazanmaktadır. Buna ilaveten birçok üretim sektöründe kullanılacak olan boyanın ucuz olması, uzun ömürlü olması ve daha az hammadde tüketiminin gereksinimi ön plana çıkmaktadır.

Sektörel alanda ve bilimsel açıdan farklılık yaratıp yenilik getirmesi amacıyla bu çalışmada, piyasada bulunan su ve solvent bazlı boyalara çeşitli mineraller ve bitkisel kaynaklar ilave edilip boya üzerindeki etkileri incelenmiştir.

1.3 Hipotez

Yapılan bu çalışmada, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, çeşitli bölgelerden alınan bor kimyasalları (borik asit, bor oksit) ve aslanpençesi bitkisi belli büyüklükte inceliğe kadar öğütülerek, belirlenen farklı oranlarda, titandioksit ile birlikte boya içinde homojenizasyonu sağlanmıştır. Standart boyutlarda (10 cm x 10 cm) kesilmiş metal yüzeyler üzerine 200 µm' lik aplikatör kullanılarak boya uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile boyaya katılan çeşitli katkı maddeleri sayesinde hidrofobik özelliğe sahip, korozyona dayanıklı, alev geciktirici özellikte boya üretimi ile birlikte üretilen bu özgün boyanın çeşitli sanayi dallarında kullanılmasına olanak sağlanmıştır.

BÖLÜM 2

BOYA

2.1 Boyanın Genel Özellikleri

2.1.1 Boyanın Tanımı

Herhangi bir yüzeye uygulaması yapıldığında dekoratif görünüm elde eden, yüzeyi dış etkilerden, korozyondan veya kimyasallardan koruma amacı taşıyan; sıvı, pasta veya toz şeklinde olan kaplama malzemesine boya denir [4].

Boyalar, birçok farklı çeşide ve özelliğe sahiptir. Dolayısıyla bu durum farklı uygulama alanlarında kullanılmalarına yol açmaktadır. Uygulanan yüzeye renkli görüntü kazandırmanın yanı sıra darbelerden, aşınmalardan, kimyasallardan ve korozyondan kaynaklı etkilere karşı koruyucu özelliklere sahiptir [5].

Sektörel açıdan, boya üretiminde Avrupa'nın 6.üreticisi konumunda Türkiye bulunmaktadır. Toplamda üretilen boya kapasitesinin %55' ini su bazlı boyalar, %45' ini solvent bazlı boyalar oluşturmaktadır. Sadece inşaat boyaları göz önüne alınacak olunursa %85' lik payla, su bazlı boya üretimi gerçekleştirilmektedir [6].

2.1.2 Boyayı Oluşturan Bileşenler

Boyayı oluşturan bileşenler; bağlayıcılar, pigmentler, çözücüler, dolgu maddeleri ve katkı maddeleri olarak beş temel gruba ayrılabilir.

2.1.2.1 Bağlayıcılar

Bağlayıcılar, boyanın omurgasını oluşturan bileşenlerdir. Düzgün bir film oluşturarak, uygulanan yüzeye, boyanın sürekli ve sağlam bir şekilde yapışmasını sağlamaktadırlar [7]. Kullanılan bağlayıcının türü; sağlamlık, yapışma, parlaklık, kimyasal etkilere direnç, kuruma süresi, sertlik gibi boyanın genel özelliklerinde etkili olmaktadır. Boyanın karakterinin belirlenmesinde önemli bir etkisinin olduğu görülmektedir [4].

En çok kullanılan bağlayıcı çeşitleri; alkid reçineler, epoksi reçineler, klor- kauçuk reçineler, vinil- akrilik reçineler, poliüretan reçineler vb. gibidir [8].

Alkid Reçineler

Alkid reçineler; yağ veya yağ asitleri ile modifiye edilmiş, ucuz ve çok amaçlı olduklarından dolayı en çok kaplama ve boya endüstrisinde kullanılan bir çeşit sentetik reçinedir. Polialkoller ile polifonksiyonel asitlerin kondenzasyon reaksiyonları sonucu üç ana bileşenden sentezlenirler. Bunlar, polibazik asitler, polialkoller, yağ ve yağ asitleridir [9], [10], [11].

Epoksi Reçineler

Kimyasal ve mekaniksel özelliklerinin güçlü olması nedeniyle, sanayide en çok tercih edilen ürünler epoksi reçinelerdir. Sıcaklık değişimlerine, suya ve kimyasallara karşı yüksek dayanıklılık göstermektedirler. Yapı malzemeleri, laminantlar, kaplamalar, kompozit malzemeler ve havacılık gibi alanlarda en yaygın kullanılan ürünlerdir [12], [13].

Klor-kauçuk Reçineler

Klor- kauçuk reçineler sentetik veya doğal kauçuğun klorlanmasıyla elde edilmektedir. Güneş ışınlarına karşı yüksek dayanım özelliğine sahiptirler ayrıca eskiyen boya tabakasının tamiri aynı boya ile kolayca gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle denize kıyısı olan kimya tesislerinin ve depolama tanklarının boyanması için tercih edilmektedirler. Klor- kauçuk reçine esaslı boyalara örnek olarak trafik yol çizgi boyaları ve tenis kort boyaları verilebilir [14].

Vinil-akrilik Reçineler

Su bazlı boyalarda kullanılan reçineler çoğunlukla akrilik, vinil veya bunların kopolimerlerinden üretilen reçinelerdir. Akrilik reçinelerin vinil reçinelere kıyasla daha fazla tercih edilmelerinin nedeni, ester gruplarının yapışma özelliklerinin daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır [15].

Poliüretan Reçineler

Poliüretan reçineler, izosiyanat ve alkol gruplarının polimerleşmesi sonucu elde edilmektedir. Poliüretan reçine ile üretilen boyalar yüksek parlaklığa sahip, esnek özellikte ve aşınmaya karşı dirençli boyalardır. Dolayısıyla geniş bir uygulama alanları vardır. Yatlarda son kat boya olarak kullanılmaktadırlar ayrıca sanayide parlaklık ve UV dayanımı istenilen ortamlar için tercih edilmektedirler [14].

2.1.2.2 Pigmentler

Organik veya inorganik yapıda bulunan ve bağlayıcı yapısına katıldığında çözünmeyen, doğadan saflaştırılarak ya da sentetik yollarla elde edilen, boyaya renk verici özellikteki mikron yapısında bulunan partiküllere pigment denir [16].

Pigmentlerin esas görevi istenilen rengi elde etmek ve örtücülüğe katkı sağlamaktır fakat bunun yanında koruyuculuk, sertlik gibi özelliklere de katkıda bulunmaları beklenmektedir. Pigmentler; parçacık boyutu, şekil ve boyut dağılımı gibi fiziksel özelliklerle birlikte bazı kimyasal özelliklerden de etkilenmektedir [17].

2.1.2.3 Çözücüler

Boyayı akışkan bir hale getirebilmek için kullanılan organik sıvılar, çözücülerdir. Çok sayıda farklı boya çeşidi bulunduğundan, uygulama esnasında uygun çözücü kullanmak gerekmektedir. Çözücüler de boyaya akışkanlık özelliği kazandırmalı ve toksik etkilerden uzak olmalıdır [18].

Boyaya çözücü eklenmesi iki kademede gerçekleştirilmektedir. İlk kademe, boya üretimi sırasındadır. Amaç, boyayı akışkan hale getirmektir. İkinci kademe ise üretim sonrası uygulama aşamasındadır. Yüzey üzerine boyama işleminin gerçekleşmesi için uygulamanın kolaylığı açısından çözücüler kullanılır [19].

Kimyasal yapılarına göre hidrokarbonlar ve halojenli hidrokarbonlar olarak gruplandırılan çözeltiler, solvent olarak da adlandırılır. Sık kullanılanlara örnek olarak, benzin, tolüen, mazot, benzen, white sprit, aseton vb. verilebilir [20].

2.1.2.4 Dolgu Maddeleri

Boyada kullanılan dolgu maddeleri; boyanın performansına, etkinliğine ve kalitesine büyük ölçüde katkı sağlayan maddelerdir. Üretilen boya içeriğinde bulunan, dolgu maddesi olarak adlandırılan malzemelerin hacim oranı yaklaşık olarak %15' tir. Boya üretiminde kullanılan dolgu maddelerine barit, kalsiyum karbonat, vallastonit, talk, silis vb. örnek olarak verilebilir. Kullanılan bu dolgu maddeleri hava etkilerine karşı dayanıklılığı arttırırlar ve daha iyi bir film yapısı oluştururlar. Aynı zamanda akışkanlığı kontrol etmek ve parlaklığı ayarlamak için de kullanılmaktadırlar [21].

2.1.2.5 Katkı Maddeleri

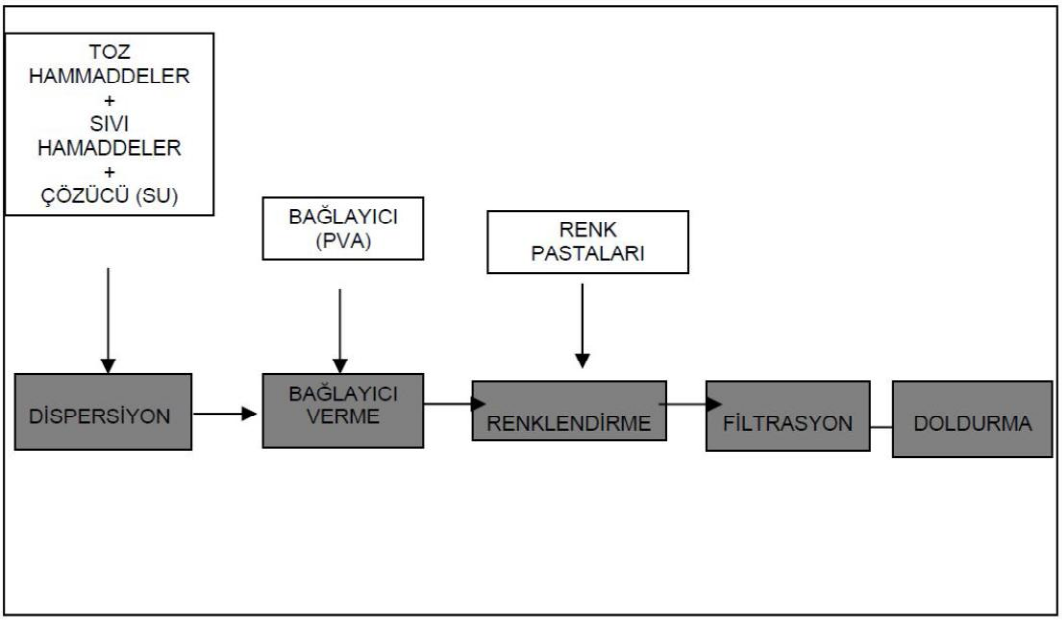
Üretilecek boyada, yüzdesel olarak çok az (%2-3) bulunan fakat boyanın bazı özelliklerinde, önemli değişikliklerin yapılmasına olanak sağlayan maddeler katkı maddeleridir.

Yüzey kusurlarının oluşumunun önüne geçilmesi, bakteri ve mantar üremesinin önlenmesi, köpük oluşumunun engellenmesi, sert ve dayanıklı filmler oluşturulması gibi özelliklerin sağlanabilmesi, boyada kullanılan katkı maddelerinin işlevidir [22].

2.2 Boya Üretim Prosesi

Boyanın üretim aşamasını 3 kademede incelemek mümkündür (Şekil 2.1) [23]:

- İlk karıştırma
- Dispersiyon
- Alt ilave



Şekil 2.1 Boya üretimine ait akış şeması [4]

Boya üretiminin esasları; uygun oranlardaki pigmentlerin karıştırılması, dispersiyonu ve alt ilave proseslerine dayanmaktadır [24]. İlk karıştırma aşamasında katkı maddeleri, pigmentler ve solventlerle bir araya getirilerek boya pastası elde edilir, ardından dispersiyon işlemi gerçekleştirilir. Böylece pigmentin boya filmi üzerinde istenilen dağılımı göstermesi sağlanır [22], [24]. Dispersiyon, sıvıyla karıştırılan belli boyuttaki katı malzemelerin homojen bir biçimde, sıvı içinde dağılmasına denilmektedir [25]. Dispersiyondan sonra bağlayıcı ilavesi gerçekleştirilir ve ardından boyanın özelliklerine göre değişiklik gösteren çeşitli katkı maddeleri eklenir [22]. Alt ilave prosesi ise fiziksel olarak eklemelerin yapıldığı ve homojenleştirmenin sağlandığı aşamadır. Bu aşamada üretilen boyaya son olarak renklendirme yapılmaktadır [23].

2.3 Boyaların Sınıflandırılması

Boya üretiminde kullanılan malzemelerin çeşidi ve kullanıldıkları oranlar, farklı boya türlerinin oluşmasını sağlamaktadır. Bu sebeple boyalar 3 başlık altında sınıflandırılabilir [7].

- Su bazlı boyalar
- Solvent bazlı boyalar

- Toz boyalar

2.3.1 Su Bazlı Boyalar

Çözücü olarak suyun kullanıldığı boyalar, su bazlı boyalardır. Solvent bazlı boyalarla kıyaslandığında kullanım ömürleri daha uzundur ve bazı özellikler açısından daha avantajlıdırlar. Boyada sararma, çatlama ve parlaklıklarını kaybetme gibi sorunlara yol açmazlar [4].

Günümüzde su bazlı boyaların kullanım alanları giderek artmaktadır. Duvar boyalarında hem uygulama hem de kullanım sonrası temizleme açısından kolaylık sağladığı için plastik, saten, vakslı gibi boyalar tercih edilmektedir [26].

2.3.2 Solvent Bazlı Boyalar

Endüstriyel ve özel boyalar, astar boyaları ve ahşap boyalarını içeren tür solvent bazlı boyalardır Uygulama esnasında yaydıkları koku, üretimde kullanılan çözücü maddenin varlığındandır. Kuruma süreleri uzundur ve uygulama sonrası temizlik kimyasal çözücüler ile gerçekleştirildiği için zararlı yan etkilere sahiptirler [22], [23].

2.3.3 Toz Boyalar

Solvent içermeyen, esnek ve sağlam yüzeylere sahip olmayı sağlayan toz boyalar; pigment, bağlayıcı, dolgu ve katkı maddeleri ile birlikte oluşturulan karışımlardır. 1960’ larda ilk olarak fonksiyonel kaplama olarak kullanılan toz boya kaplamalar, termal kür ve termoset boyalar olarak geliştirilmiştir. Uygulanan ürüne yüksek aşınma direnci ve sağlamlık özellikleri sağlayan toz boya teknolojisi düşük maliyetli bir teknolojidir. Başlangıçta boru kaplamaları ve elektrik tesisatı izalasyonu gibi koruyucu katman gerektiren ağır malzemelerde ve daha sonraları özellikle otomobil sektörü için geliştirilmiştir [27].

Isıtılıp eritilerek düz bir film oluşturacak şekilde yüzeye püskürtme ya da akışkan yatak teknikleri kullanılarak uygulanmaktadır. Organik çözücü içermediği için çevresel açıdan avantajı olan bir boya türüdür. En büyük dezavantajı ise uygulama sırasındaki zorluktur [28].

Yaş boyalarla elde edilen estetiksel avantajlar, toz boyalarda pek mümkün olmamaktadır. Ayrıca uygulaması yapılan renklerin hassasiyeti ve parlaklıkları açısından da eksiklikler görülmektedir [29].

2.4 Boya Testleri

2.4.1 Yaş Boya Üzerinde Yapılan Test ve Kontroller

Yaş boya üzerinde yapılan testleri 7 kategoride incelemek mümkündür. Bunlar:

- Gözle inceleme: Üretilen boyanın gözle incelemesi yapılırken; üründe kaymak oluşup oluşmadığına, jelleşmeye, faz ayrımına ve çökme meydana gelip gelmemesine dikkat edilmektedir [30].
- Viskozite: Boyanın en önemli özelliklerinden biri olmakla birlikte boyanın kullanımını etkileyen bir parametredir. Viskozite, uygulama çeşidine göre (fırça, püskürtme vb. yöntemlerle) akma, sarkma, yayılma gibi özellikleri etkilemektedir. Akmaların meydana gelmemesi için viskozite çok düşük olmamalı ya da uygulamayı zorlaştıracak kadar yüksek olmamalıdır. Viskozimetreler yardımıyla boyaların viskozite ölçümleri yapılmaktadır [30], [31].
- Yoğunluk: Yoğunluk, ağırlık ve hacim arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Boya tüketim hesaplaması sırasında gerekli olmaktadır. Yoğunluk, özel olarak hazırlanan kaplarda, yani piknometrelerde ölçülmektedir. Piknometreler genel olarak 100 ml hacminde olan yoğunluk kaplarıdır.

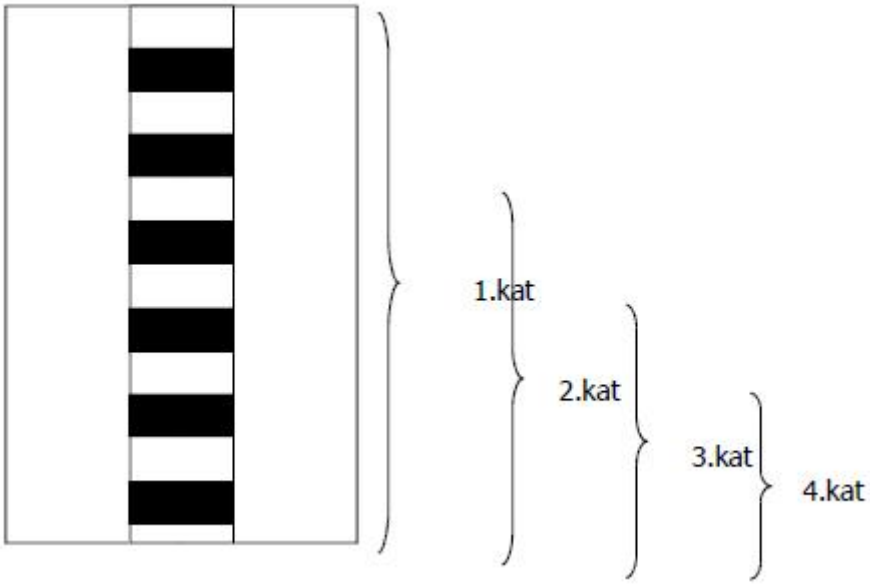
  Test aşamasında piknometre boşken darası alınır ve daha sonra boyayla doldurulup kapağı kapatılmış olan piknometre tartılır. İki tartım arasındaki fark, piknometre hacmine bölünerek boyanın yoğunluğu elde edilmiş olunur [30].
- Katı madde miktarı: Boyayı oluşturan 4 temel bileşenden bağlayıcı, pigmentler ve dolgu maddeleri dikkate alınırsa bunlar temelin yaklaşık %95’ lik bir kısmını oluşturmaktadırlar. Dolayısıyla bu maddelerin toplamının, boya toplam kütlesine oranı katı madde miktarını vermektedir.

Katı madde miktarı tayini; yüksekliği 5 mm, çapı 50 mm olan alüminyum kapaklarla gerçekleştirilir. Kapak yüzeyine yayılan 1-2 gr boya numunesi tartılır, hava sirkülasyonu olan bir fırında 3 saat boyunca 105°C' de bekletilmektedir. Bekletilen numune desikatörde soğutulup tekrar tartıma alınır ve matematiksel hesaplaması yapılır [30].

- Örtme gücü: Boyalarda örtme gücünün analizinde zebra kâğıdı (Şekil 2.2) adı verilen, üzerinde siyah ve beyaz alanların bulunduğu malzeme kullanılır. Uygulama sonrası zebra kâğıdı üzerindeki siyah-beyaz alanların görülmemesi gerekmektedir. Böylece boyanın kapatıcılığı test edilir. Boya, zebra kâğıdı üzerine aplikatör yardımıyla sürülür ve test gerçekleştirilir (Şekil 2.3).



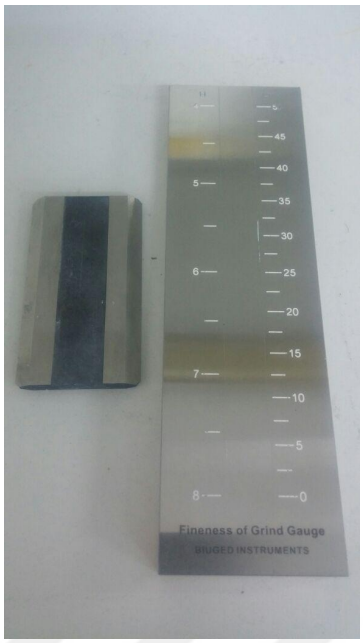
Şekil 2.2 Zebra kağıdı



Şekil 2.3 Zebra kağıdı ile boyanın örtme gücü testinin uygulanışı

- Ezilme inceliği: Ezilme yani dispersiyon aşaması en önemli aşamalardan biridir. Çünkü ezilmesi tam anlamıyla gerçekleşmemiş boyada; düşük örtücülük, düşük parlaklık, pigmentin renk verme şiddetinde azalma, ambalajlama sonrası zamanla renk değişimi, kimyasal direncin düşmesi gibi sorunlar olmaktadır.

  Test aşamasında grindometre (Şekil 2.4) kullanılmaktadır. Bu cihaz, 20x5 cm boyutlarında olan çelikten yapılmış bir bloktur. Bloğun üst kısmından bir oyuk açılmıştır ve boyanın bu oyuğa 1-2 ml kadar dökülmesiyle birlikte çekme bıçağı yardımıyla yüzey üzerine yayılması sağlanır. İncelemesi yapılan blokta pigment tanelerinin gözlemlendiği bölüm ezilme derecesi olarak tespit edilmektedir [30].



Şekil 2.4 Grindometre

- Akma-sarkma sınırının belirlenmesi: Bu analiz için plaka ve yapışkan bant kulanılmaktadır. Test yapılacak plakaya bant yapıştırılır ve boya tüm plakayı kaplaycak şekilde yüzeye sürülür. Her seferinde belirli aralıklar bırakılarak 2., 3., vb. katlar uygulanır. Bir müddet beklendikten sonra bant çıkarılır. Plaka dikey olacak şekilde kurumaya bırakılır. Film kalınlıkları ölçülerek boyanın akma-sarkma yaptığı bölge mikron olarak belirlenir [30].

2.4.2 Kuru Boya Filmi Üzerinde Yapılan Testler ve Kontroller

Kuru boya filmi üzerine yapılan testler;

- Kuruma süresi: Kuruma ortamına göre, bekletilmesi gereken boyanın kalacağı süre değişiklik göstermektedir. Yüzeye uygulanan boyanın kurumasının gerçekleşip gerçekleşmediği, genel olarak başparmak kullanılarak dokunma yoluyla test edilmektedir.
- Renk kontrolü: Boya üreticileri ve kullanıcıları arasında renk tarifi sözel olarak yapılmamaktadır. Kullanıcının istediği renge göre, boya üreticisi katalogtan belirli bi koda sahip renk sunumunu gerçekleştirmektedir.

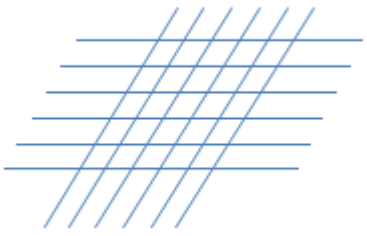
Renk kontrolü gözle yapılırken, renk farkları spektrofotometre ile ölçülerek değerlendirilmektedir [30].

- Parlaklık: Parlaklık testi glossmetre cihazıyla (Şekil 2.5) gerçekleştirilmektedir. Yüzey parlaklığını olumsuz etkileyen faktörlerin başında yüzeyin pürüzlülüğü sonucunda ışığın düzgün bir biçimde yansımasının engellenmesi gelmektedir. Aynı zamanda malzemenin özelliğine bağlı olarak da gelen ışınlar kısmen kırılabilir ve düzgün yansıtma gerçekleşmeyebilir [32].



Şekil 2.5 Glossmetre cihazı

- Sertlik: Sert bir cismin, boyanan malzeme üzerindeki çizme, batma, deforme etme gibi etkilerinin oluşturduğu dirence sertlik denilmektedir. Boyanın temel özelliklerinden biridir ve boya türüne göre çeşitlilik göstermektedir [32].
- Yapışma: Bu test yöntemine 'kafes çizgisi testi' de denilmektedir (Şekil 2.6). Boyanıp tam kuruması gerçekleşen boya yüzeyine yatay ve düşey olmak üzere çizgiler çizilir, ardından bu çizgiler üzerine yapışkan bant yapıştırılır. Yüzeyle 180° yapacak biçimde bant hızlıca çekilir. Yüzeyden kalkan boyalar hesap edilerek boyanın yapışma kalitesi tespit edilmektedir [32].



Şekil 2.6 Kafes çizgisi testi

- Darbe direnci: Darbe direnci ölçüm testi için özel hazırlanmış cihazlar kullanılmaktadır. Ucu yarı küresel bir şekle sahip olan bir ağırlık, belirli bir yükseklikten boya plakası üzerine düşürülür. Boya filmi üzerinde bozulma meydana gelinceye kadar teste devam edilir. Bozulmanın gerçekleştiği yükseklik darbe direnci olarak kabul edilir [30].

BÖLÜM 3

KOROZYON

3.1 Korozyonun Tanımı ve Önemi

Korozyon; metaller, metal alaşımları ve metal olmayan malzemelerde görülen; bu malzemelerin çevreleriyle kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyon göstermeleri sonucunda ortaya çıkan bir bozunmadır. Tanımlamadan da çıkarılacağı gibi, sadece metal malzemelerin değil, metal olmayan malzemelerin de çevresel faktörlerden etkilenerek korozyona uğradıkları söylenebilir [33].

Korozyonun önemini gösteren en önemli parametre, ekonomik açıdan yol açtığı sorunlardır. Görevini yapamayacak, işlevini gerçekleştiremeyecek derecede korozyondan etkilenen bir malzemenin yenisiyle değiştirilmesi, ürün kaybı olması, malzemenin kullanıldığı tesisin bu süreçte çalışamaması hatta ürünün yol açabileceği çevre kirlenmesi korozyonun oluşturabileceği sorunların başında gelir [34].

Korozyonun tamamen yok edilmesi söz konusu değildir ancak alınacak önlemlerle birlikte korozyonun oluşum hızında azalmalar sağlanabilmektedir [34].

3.2 Korozyonun Oluşum Mekanizması

Korozyonun oluşumundan bahsedebilmek için anodik ve katodik reaksiyonların birlikte oluşması gerekmektedir. Aşağıdaki denklemler (3.1-3.4), demirin anodik ve katodik reaksiyonlarını göstermektedir [35].

Anodik $Fe^0 \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$ (3.1)

Katodik $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4(OH)^-$ (3.2)

Standart elektrot potansiyeli düşük olan anot, yüksek olan ise katot olmaktadır. Anodik ve katodik reaksiyonların sonucunda (3.3) numaralı denklem oluşmaktadır.

$2Fe + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe^{2+} + 4(OH)^-$ (3.3)

Fe^{2+} ve OH^-'nin difüze olmasıyla $Fe(OH)_2$ oluşur ve daha sonra $Fe(OH)_2$ tekrar oksijenle reaksiyona girerek pası oluşturur [36].

$2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 + H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3$ (3.4)

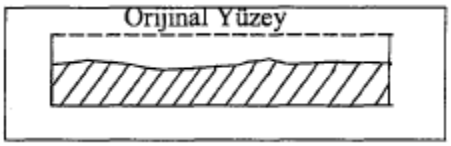
3.3 Korozyon Çeşitleri

Malzemelerin korozyona uğramasının ardında birçok sebep olabilmektedir. Dolayısıyla farklı türde korozyonların varlığından söz edilebilir.

3.3.1 Görünümüne Göre Korozyon Çeşitleri

3.3.1.1 Eşit Dağılımlı Korozyon

Eşit dağılımlı korozyon, yaygın olarak görülen korozyon türlerinden biridir (Şekil 3.1). Korozyona uğrayan metal, eşit oranda ve eşit hızda tüm yüzeyinden aşınır ve zamanla özelliklerini kaybederek işlevini gerçekleştiremeyecek düzeye gelir [37].



Şekil 3.1 Eşit dağılımlı korozyon [34]

Diğer korozyon türlerine kıyasla eşit dağılımlı korozyonda oluşan metal kaybı daha fazladır. Fakat, korozyon hızının saptanabilmesinin kolaylığı açısından en az korkulan korozyon tipidir [33].

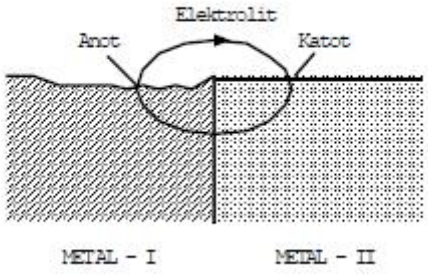
3.3.1.2 Galvanik Korozyon

Birbirleriyle aynı ortamda bulunan farklı türdeki metallerin oluşturduğu korozyon çeşitidir.

Daha aktif özellik gösteren metal anot, daha soy olan metal ise katot olarak korozyon hücresi meydana getirir (Şekil 3.2). Bu oluşan hücrede sadece anot olan metal, eğer yüzeyi kuru değilse korozyona uğrar [18].

Galvanik korozyona karşı alınabilecek bazı tedbirler şunlardır:

- Metal yüzeylerinde boyama veya kaplama gibi koruma amaçlı önlemler alınabilir.
- Eşlenen metallere kıyasla daha aktif olan başka bir metalin işbirliği ile galvanik korozyonun etkinliği sınırlandırılabilir yani katodik koruma gerçekleştirilebilir.
- Korozyona uğrayan kısımlar diğer parçalara oranla daha kalın olabilir ve gerektiğinde değiştirilebilir olmaları avantaj sağlayabilir [34].



Şekil 3.2 Galvanik korozyon [18]

3.3.1.3 Erozyon Korozyonu

Kullanılan metal ve bulunduğu ortam arasındaki bağıl hareketler sonucu meydana gelen korozyon tipidir. Bu korozyon, metalin aşınması ya da parçalanmasıyla sonuçlanmaktadır ve etkisi kısa sürede kendini göstermektedir [38].

3.3.1.4 Taneler Arası Korozyon

Katı haldeki bir metale ısıl işlem uygulandığında veya erimiş halde bulunan bir metal katılaştırıldığında, kristal yapı içinde zayıflıklar meydana gelebilir ve bu da korozyon açısından dezavantajdır. Bu şekilde metalin kristal yapısında, taneler arasında meydana gelen korozyon çeşidi taneler arası korozyondur [18].

Bu korozyon türünün belirlenmesi güçtür çünkü yapının dış görünüşünde değişiklik meydana gelmez ve malzemeyi içten zayıflatır [39].

3.3.1.5 Gerilmeli Korozyon

Malzeme üzerinde meydana gelen dinamik ve statik gerilmelerin ortamla etkileşimleri sonucunda meydana gelen korozyon türüdür. Bu korozyon türünde görsel anlamda bir sonuç elde edilemediği için en sinsi korozyon türü olarak bilinmektedir [40].

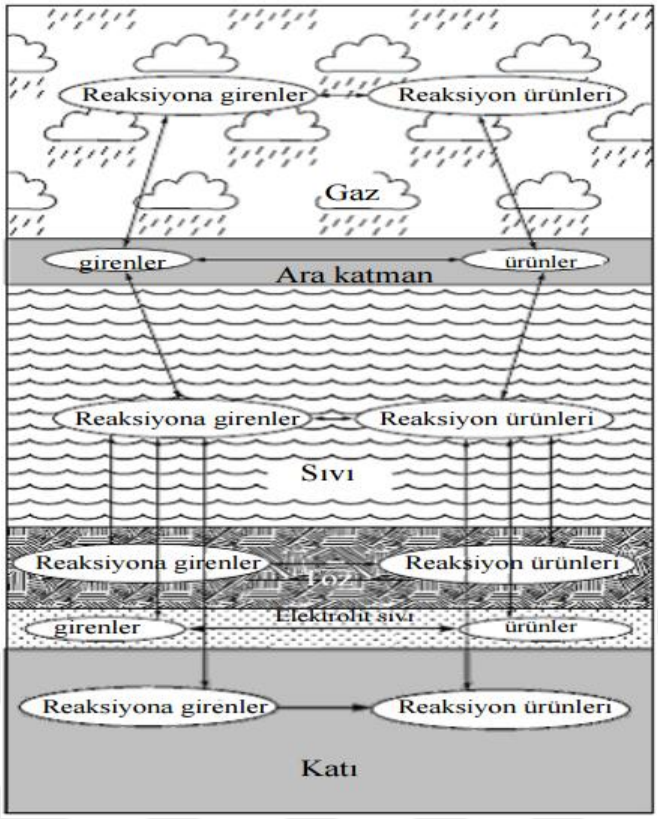
3.3.1.6 Aralık Korozyonu

Aralık korozyonu, parça birleştirmeleri sonucunda oluşan ve malzemenin kaplama altında, dar alanda kalmasından dolayı meydana gelen korozyon türüdür. Bu korozyon türünün oluşabilmesi için aralığın; içine sıvıyı alabilecek kadar geniş, aynı zamanda durgun bir bölge oluşturabilecek kadar da dar olması gerekmektedir [41].

3.3.2 Bulunduğu Ortama Göre Korozyon Çeşitleri

3.3.2.1 Atmosferik Korozyon

Atmosferik korozyon, açık hava ortamına ve ortam kirleticilerine maruz kalan malzemelerin korozyonu olarak tanımlanabilmektedir [42]. Korozyon çeşitlerinin en eskisi olarak bilinmektedir. Atmosferik korozyonun oluşum sürecinde; bağıl nem, sıcaklık, yağışlar ve güneş ışığı, kirlilikler, rüzgâr yönü ve hızı korozyon hızına etki eden faktörlerdendir [43].



Şekil 3.3 Atmosferik korozyon oluşum şeması [33]

Şekil 3.3' te atmosferik korozyonun oluşumu gösterilmektedir. Atmosferik korozyonun şiddeti, malzemenin farklı yerlerde bulunabilmesinden dolayı değişik sonuçlara sahip olabilmektedir. Bu atmosferik ortamlar; kırsal, kentsel, endüstriyel, marin ve bunların kombinasyonları şeklinde kendini gösterebilmektedir.

- Kırsal atmosfer: Bu tür atmosfer en az korozif özellik gösteren ve içinde kimyasal kirlilikten ziyade inorganik ve organik partikülleri içeren atmosferdir. Korozyonu tetikleyen temeller nem, oksijen ve karbondioksittir.
- Kentsel atmosfer: Kırsal atmosfere kıyasla endüstriyel etkileri içeren atmosfer tipidir. SO_x ve NO_x bileşenleri bu türde en önemli korozyon yapıcı etkenlerdir.
- Endüstriyel atmosfer: Bu atmosfer türü endüstriyel işletmelerde, ağır konsantrasyonlarda bulunan sülfürdioksit, kloridler, fosfatlar ve nitratları içermektedir.

- Marin atmosfer: Marin atmosferler yüksek korozif etkiye sahip ortamlardır. Rüzgar yönü, rüzgar hızı, kıyıya olan uzaklık gibi etkenlere göre değişiklik göstermektedir [42].

3.3.2.2 Deniz Suyu Korozyonu

Deniz suyu sistemleri; gemicilik, denizaşırı petrol ve gaz üretimi, enerji santralleri gibi birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Yüzeyde bulunan elementlerin çoğu, eser miktarda da olsa denizlerde de bulunmaktadır. Denizdeki çözünmüş maddelerin konsantrasyonları zamana ve yere göre değişiklik göstermektedir. Buna nehirler, yağmur suları ve eriyen buzulların deniz suyunu seyreltmesi örnek verilebilir. Deniz sularının yüksek tuz konsantrasyonuna sahip olması, pH değeri, yüksek elektriksel iletkenlik göstermesi, birçok organik bileşene sahip olması vb. durumlar bu ortamların korozyona sebebiyet vermesinin nedenleridir [42].

Deniz suyu pH'ı 8-8,3 arasında değişim göstermektedir. Bazik ortamdan dolayı OH^- iyonlarının yoğunluğu fazladır bu nedenle korozyondan en iyi şekilde korunma yolu katodik korumadır [44].

3.3.2.3 Toprak Korozyonu

Bu tür korozyonun etkilediği en önemli malzemeler, yeraltı boru döşeme sistemleridir. Toprak korozyonu, yeraltı boru döşeme sistemlerinde boruların statik ve döngüsel mukavemetlerini azalttığından büyük bir tehlikeyi temsil etmektedir. Çünkü toprağın yapısındaki korozyon yapıcı unsurlar metalik bozunmayı başlatır ve hızlandırır [45].

Bazı şartların, toprağın yapısını oluşturması sonucunda bu korozyon türü meydana gelmektedir. Bu şartlara örnek olarak;

- Yüksek nem içeriği
- pH değerinin 4,5' tan az olması
- Klorit, sülfit ve bakterilerin varlığı
- Kaçak akımların varlığı vb.

verilebilir [46].

Toprak korozyonunun oluşabilmesi için oksijen gereklidir. Topraktaki oksijen miktarı ise toprak cinsine ve toprağın sıkışık olup olmamasına göre değişiklik göstermektedir.

Yer altı boru hatlarında korozyonun önlenmesi için alınacak tedbir ise katodik korumadır [47].

3.4 Korozyona Etki Eden Faktörler

Malzemeler üzerinde korozyon oluşumunu tetikleyen birçok neden vardır. Bunlar ortam, sıcaklık, malzeme seçimi, sistem dizaynı gibi faktörlerdir.

- Ortam seçimi: Ortamın pH' sı, nem miktarı, kaçak akımların varlığı, bakteri içeriği, su geçirgenliği gibi pek çok özellik korozyon oluşumunda ortamın önemini göstermektedir.
- Malzeme seçimi: Korozyon oluşumunu başlatan ve aynı zamanda hızlandırıcı etkiye de sahip olan özelliklerden biri aralarında potansiyel farkı bulunan metallerin bir arada kullanılmasıdır.
- Sıcaklık: Korozyon hızı, ortamın sıcaklığı arttıkça artar çünkü sıcaklıkla beraber iyonların hareketleri hızlanır. Aynı zamanda sıcaklıkta meydana gelen artış ortamdaki oksijen yoğunluğunda azalmaya sebep olmaktadır. Oksijen yoğunluğunun azalması da korozyon hızını azaltıcı yönde etkilemektedir. Fakat bu durum iyon hareketliliğinin yanında daha düşük etkiye sahip olduğundan gözardı edilebilmektedir.
- Taneler arası özellikler: Metallerin tane boyutları arasında farkların ve yoğunlukların korozyon oluşturucu etkisi bulunmaktadır.
- Sistem dizaynı: Korozyona uğrayabilecek olan malzemenin depolandığı yerlerde önlemler alınması da gerekilmektedir. Ortamda, dışarıdan herhangi bir yolla su veya korozif etkiye sahip madde girişine engel olabilecek türde dizayn yapılarak, korozyona etki eden faktörler kısıtlanabilir [35].

3.5 Korozyon Kayıpları için Alınması Gereken Önlemler

Korozyon oluşumunu tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Ancak alınacak bazı önlemler sayesinde korozyon hızında yavaşlatma gerçekleştirilerek malzemenin ömrü uzatılabilir. Bu nedenle bazı yöntemler geliştirilmiştir.

Bunlar;

- Boyama ve kaplama: Korozyondan koruma yöntemlerinde en ucuz olan ve en çok tercih edilen, malzemeyi boyama işlemidir. Günümüzde, oldukça korozif ortamlar da dahil olmak üzere çeşitli alanlarda etkili olan birçok türde boya üretimi gerçekleştirilmiştir [37].
- Katodik koruma: Metal potansiyelinin katodik açıdan değiştirilmesiyle gerçekleştirilen korumadır. Beton yüzeylerde, garajların zeminlerinde, köprülerde vb. alanlarda koruma gerçekleştirmek için bu yöntem kullanılmaktadır. Asidik çözeltilerde için ise bu yöntem ekonomik dezavantajı sebebiyle tercih edilmemektedir [38].
- Anodik koruma: Anodik koruma metalin pasifleştirilmesi sonucu gerçekleştirilebilmektedir. Örneğin titan, nikel, demir gibi metallere uygulanan anodik akım, metalin pasifleşmesine sebep olacak ve metaldeki çözünme hızının azalmasıyla sonuçlanacaktır [40].
- İnhibitör kullanımı: Ortamın korozif etkisinin azaltılması için başvurulan yöntemlerden biri inhibitör kullanımıdır. Genellikle kapalı sistemlerde tercih edilen bir yöntemdir. Kullanılan metalin değişimi, ekonomik açıdan dezavantajlıysa inhibitör kullanılarak ortam korozifliği azaltılabilir [40].

  Çalışılan ortam için, inhibitörün uygun olup olmadığı dikkate alınmalıdır. Çünkü bir sistem için etkili olan inhibitör, başka bir sistem için etkili olmayabilir. Kullanılan inhibitörler, metal ve ortama göre; metal yüzeyinde koruyucu tabaka meydana getirme, yüzeyde adsorplama gibi etkilerde bulunabilir [48].
- Doğru malzeme seçimi: Korozyon kayıplarını azaltmada doğru malzeme seçmenin yeri önemlidir. Kullanılacak malzeme, ortam koşullarına bağlı

kalınarak seçilmeli ve korozif etkiyi azaltmalıdır. Aynı zamanda ekonomik açıdan da avantajlı olmalıdır [38].

BÖLÜM 4

ALEV GECİKTİRİCİLİK

4.1 Yangın Oluşumu ve Önemi

Ülkemizde her yıl, yangından kaynaklı can ve mal kaybında artış görülmektedir. Oluşan yangınların temel nedenleri arasında; hızlı nüfus artışı, çarpık kentleşme, kullanılan kimyasal maddelerin yanlış depolanması, iş güvenliğine gereken önemin verilmemesi, tedbirsizlik, sıçrama, sabotaj, tabiat olayları örnek olarak gösterilebilir. Alevlerin yayılması her otuz saniyede iki katına çıkarken, yangın başladıktan sonraki dört dakikada da maksimuma ulaşmaktadır [49] (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Yangın büyüme hızı [50]

Maddelerin veya malzemelerin yapısal farklılıklarından dolayı yanma davranışları birbirine benzemez. Kimi yanma olayları hızlı gerçekleşirken bazıları yavaş veya patlama şeklinde oluşur.

Çizelge 4.1' de verilen değerler 2011 ve 2016 yılları arasında İstanbul'da meydana gelen yangın sayılarını göstermektedir.

Çizelge 4.1 2011-2016 arasında İstanbul' da meydana gelen yangın sayısı [51]

Yıl	Yangın(sayı)									
	Yapısal yangınlar					Yapısal olmayan yangınlar				Genel Toplam
	Konut	Fabrika	Diğer Bina	Araç	Toplam	Ot	Çöp	Orman Fundalık	Toplam	
2011	5.394	131	7.012	1.541	**14.078**	8.115	4.134	117	**12.366**	**26.444**
2012	5.129	136	7.069	1.524	**13.858**	7.442	4.033	136	**11.611**	**25.469**
2013	4.902	159	7.853	1.601	**14.515**	7.969	5.099	134	**13.202**	**27.717**
2014	5.261	123	7.869	1.689	**14.942**	3.008	4.830	68	**7.906**	**22.848**
2015	5.869	157	8.957	1.903	**16.886**	4.596	5.212	284	**10.092**	**26.978**
2015 Ocak-Kasım	5.328	143	8.050	1.693	**15.214**	4.586	4.705	281	**9.572**	**24.786**
2016 Ocak-Kasım	5.200	134	7.836	1.789	**14.959**	6.084	5.000	156	**11.240**	**26.199**

Yangınlar; başlangıç, gelişme ve sonuç aşamalarından oluşmaktadır. Başlangıç aşamasında tam yanma gerçekleşememektedir çünkü ortamdaki oksijen yeterli ama oluşan ısı yetersizdir. Yarım yanmış gazlar uygun sıcaklık ve oksijen oranını bulduklarında alev dili şeklinde yanarlar. Duman ve aşırı ısınmış gazlar tavan kısmında birikmekte ve tutuşmaktadır.

Denge aşamasında duman yoğunluğu azdır ve tam yanma olmaktadır. Bu safhada tüm eşyaların birden tutuşma tehlikesi bulunmaktadır. Çünkü yükselen sıcak hava konveksiyon yoluyla yayılıp, yanıcı olan maddeleri tutuşma sıcaklığına yükselterek tutuşmalarına sebep olur.

Sonuç, yani korlaşma safhasında oksijen yetersiz ve yarım yanma yani sıcak tütme devam etmektedir. Kapılardan veya camlardan oksijen girişi patlamaya neden olmaktadır. Bu durum ise yangına müdahale eden kişiler için büyük bir tehlikedir [50].

4.2 Alev Geciktiriciler

Malzemelerin alevlere karşı korunması çok önemlidir. Bu yüzden ısıya dayanıklı alev geciktirici kaplamalar, malzemelerin yangına karşı korunması için kullanılmaktadır. Ekonomik açıdan büyük avantaj sağlarlar ve korumada etkin yollardan biridir. İki önemli avantajı vardır. Bunlardan ilki ısının nüfuz etmesini, ikincisi alevlerin yayılmasını önleyebilmesidir. Ayrıca, malzemelerin esas özelliklerini değiştirmezler [52].

Günümüzde boyalar genellikle dekoratif veya fiziksel/kimyasal anlamda koruma amacıyla kullanıldıklarından dolayı aleve karşı dayanıksız bağlayıcılar, pigmentler, katkı maddeleri vb. içermektedirler. Bu sebeple kolayca tutuşabilirler. Dolayısıyla boya malzemelerine istenilen özelliğin kazandırılması açısından, alev geciktirici etkiye sahip maddelerin ilavesi gereklidir [3].

Yanma özellikleri malzemeler için çok önemlidir. Yanma olayında sıcaklık derecesi kadar yayılma hızı da yanmayı etkileyen faktörlerdendir. Dolayısıyla bazı katkı maddeleri ilavesiyle, yanıcı olan malzemelerin yanma hızında yavaşlatma gerçekleştirilebilir. Alev geciktiriciler, yanıcı olan ana malzemeyi seyreltip, yanmanın devam etmesi için gerekli olan oksijen miktarını da azaltmaktadırlar. Bu maddeler, alev yayılmasını engelleyici ve alevi geciktirici özelliklere sahip olduklarından gereklidirler [53].

Alev geciktiriciler kimyasal bileşimlerine göre beş kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar;

i. halojen bileşikleri,

ii. metalik oksitler ve sülfitler,

iii. fosfor bileşikleri,

iv. inorganik hidratlar, hidroksi bileşikleri, borik bileşikler, silikatlar, karbonatlar,

v. azot bileşikleri' dir [54].

Aynı zamanda alev geciktiricileri, katkı maddesi olan ve tepkimeye giren alev geciktiriciler olarak iki kategoride sınıflandırmakta mümkündür. Katkı maddesi olan alev geciktiriciler proses esnasında katılır ve yalnızca yangın başladığında yüksek sıcaklık etkisiyle tepkimeye giren maddelerdir.

Tepkimeye giren alev geciktiriciler ise reaksiyon sonrası veya sentez sırasında ilave edilirler. Polimer zincirine entegre edilirler [4].

4.2.1 Halojenli Alev Geciktiriciler

Halojenli alev geciktiricilerde etkinlik, kullanılan halojene bağlıdır. Yapısında flor ve iyot içeren bileşenler yanma sürecinde etkili olamadıkları için tercih edilmemektedirler.

Halojenli alev geciktiriciler yanma esnasında ortama yayılan serbest radikal gruplarla (H* ve OH* gibi) tepkimeye girerek önce polimer zincir bozulmasını engellerler sonra da polimerin yanmasını durdururlar. Reaksiyon şu şekilde (4.1- 4.4) gerçekleşmektedir:

$$RX \rightarrow R^* + X^* \quad (4.1)$$

$$X^* + R'H \rightarrow R' + HX \quad (4.2)$$

$$HX + H^* \rightarrow H_2 + X^* \quad (4.3)$$

$$HX + OH^* \rightarrow H_2O + X^* \quad (4.4)$$

X* (X, brom veya klordur) ve R'H reaksiyonu sonucunda HX oluşmaktadır. HX, etkili bir alev geciktiricidir ve yanma mekanizmasında etkiye sahiptir. Yaygın olarak kullanılan halojenli alev geciktiriciler ise tetrabromobisfenol A, hekzabromosiklododekan, polibromodifenileter vb.dir [4].

4.2.2 Fosfor Bazlı Alev Geciktiriciler

Fosfor bazlı alev geciktiriciler, malzemenin yüzeyinde koruyucu bir tabaka oluşturarak oksijen ve alevin temasını engellemektedir. Bu tür alev geciktiricilere örnek olarak fosfonatlar, fosfonoksitler, suda çözünebilir organik fosfatlar, suda çözünmeyen amonyum polifosfat, elementel kırmızı fosfor vb. verilebilir [55].

4.2.3 Azot Bazlı Alev Geciktiriciler

Azotun alev geciktirme mekanizması üzerindeki etkisi tam bilinmemektedir. Dolayısıyla amonyağın veya azot gazının, uçucu polimer bileşiklerini seyrelttiği üzerinde

durulmaktadır. Böylelikle yanmayı zorlaştırmaktadır. Belli polimerler için, azot içerdiği bilinen organik bileşikler, reaktif alevlenmeyi geciktirici olarak kullanılmaktadırlar.

Bazıları ise fosfor bileşikleri ile birlikte katkılı alev geciktirici olarak tekstillerde kullanılmaktadır. Azot bazlı alev geciktiricilere örnek olarak melamin ve melamin tuzları verilebilir [56].

4.2.4 Silikon Bazlı Alev Geciktiriciler

Aleve dayanıklı malzemelerin üretiminde bütün silikon bileşikleri kullanılmaktadır. Silikonlar, silikalar, silikatlar ve organaosilanlar örnek olarak verilebilir. En yaygın kullanılan tür olarak ise polidimetilsiloksan (PDMS) örnek olarak verilebilir [5].

4.2.5 Mineral Esaslı Alev Geciktiriciler

Mineral esaslı alev geciktiriciler; yanıcı madde içeriğini azaltmakta, ortaya çıkan malzemenin termofiziksel özelliklerini ve termal iletkenliğini değiştirmektedir.

Çizelge 4.2 Mineral esaslı alev geciktiriciler [57]

Mineral Tipi	Bozunma Sıcaklığı (°C)	Açıklama
Nesquehonit ($MgCO_3$. $3H_2O$)	70 - 100	Etkin; fakat bozuşma sıcaklığı düşük
Gibsit ($Al(OH)_3$)	180 - 200	Yaygın kullanılır
Hidromagnezit ($3MgC0_3.Mg(OH)_2.3H_20$)	220 - 240	Kullanım yeri bulabiliyor
Na-Dawsonit ($NaAl(OH)_2C0_3$)	240 - 260	Etkin; fakat yaygın değil
Brusit ($Mg(OH)_2$)	300 - 320	Etkin ve kullanımı artıyor
Huntit ($3MgC0_3.CaC0_3$)	> 450	Hidromagnezit ile karıştırılarak

Bu etkinliğin kullanılabilmesi için özellikle bazı mineraller tercih edilmektedir (Çizelge 4.2). Bunlar metal hidroksitler, hidroksikarbonatlar, boratlar gibi minerallerdir [4].

Alüminyum hidroksit (ATH) ve magnezyum hidroksit (MDH), mineral esaslı alev geciktirici olarak en yaygın kullanılan metal hidroksitlerdendir. Bayer Prosesi ile elde edilen ATH' lar, boksitten alüminyum eldesi sırasında üretilen bir ara üründür. Avantajlarının çok olması sebebiyle büyük oranda pazar payına sahiptirler. ATH' lar alevlerin yayılmasını ve aynı zamanda duman oluşumunu çok iyi derecede engellerler. Suda çözünmezler, toksik ürün oluşturmazlar, uçucu özellik göstermezler, inerttirler ve kulllanılan diğer alev geciktiricilere kıyasla daha ucuzdurlar.

MDH ise korozif özellik göstermeyen, duman bastırıcı olan ve halojenli alev geciktiricilerin kullanımının yasaklanmış veya sınırlandırılmış olduğu yerlerde kullanılmaktadır [57].

Çizelge 4.3 ATH ve MDH alev geciktiricilerinin karşılaştırılması [57]

Mekanizma: Endotermik Bozuşma
$Mg(OH)_2 \rightarrow MgO + H_2O$ Reaksiyon Isısı : 347 kcal/kg $Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$ Reaksiyon Isısı: 284 kcal/kg
Alt tabakadan ısı uzaklaştırma Su buharıyla yanıcı gazların seyreltilmesi Koruyucu oksit tabakası oluşturma ile ısı izolasyonu Yüksek dolgu miktarıyla polimer katı fazı seyreltmek
Çevresel Etkiler: Zehirli değil Aşındırıcı değil Uçucu değil
Bozuşma Isısı: $Mg(OH)_2$ yaklaşık 350°C $Al(OH)_3$ yaklaşık 200°C
Polimerde Uygulama: $Mg(OH)_2$ PE,EVA,PP,naylon $Al(OH)_3$ PE,EVA
Alev Geciktirme: $Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$
Duman Bastırma: $Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$
Asit Süpürme: $Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$

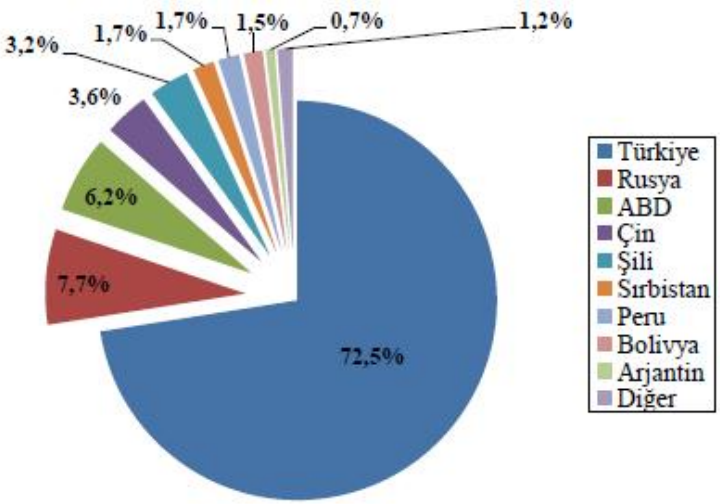
MDH plastik üretiminde halojensiz alternatiftir. Isısal dengesinden dolayı MDH, ATH alev geciktiricisinden daha fazla kullanılmaktadır. Çizelge 4.3' te ATH ve MDH alev geciktiricilerinin karşılaştırılması görülmektedir.

Alev geciktirici malzemelerin farklı mekanizmalara sahip olduğu bilinmektedir. ATH ve MDH gibi metal hidroksitler önce endotermik olarak bozunur, ardından da bulundukları ortama su verirler. İnorganik hidroksitler daha az zehirlidirler ve kolay kontrol edilebilirler. Alev geciktirici olarak kullanılan borlu bileşikler ise çevre dostudurlar. Malzemenin üzerini kaplayıp oksijenle temasını keserek yanmayı engelleyici bir sistem oluştururlar [53].

Mineral esaslı alev geciktiricilerden biri olan huntit ise, bir geçiş mineralidir. Dolomit ve manyezit içeren kayaçların yüzey bozuşmaları sonucunda meydana gelmektedirler. Alev geciktirici olarak kulanılmasının avantajları çoktur. ATH ve MDH' lara göre alev geciktiricilik performansı daha yüksektir [58]. Hidromanyezitlerle birlikte kullanılmaktadır ve çevre dostu alev geciktirici özelliğine sahiptir. 200- 400° C arasında bozunma gerçekleşmektedir. Endotermik olarak gerçekleşen bozunmada karbondioksit ve su açığa çıkmaktadır. Çeşitli etkilerle birlikte, malzeme üzerinde koruyucu bir tabaka oluşmakta ve alev geciktirici özellik sağlanmaktadır [59].

Bor oksit (B_2O_3) bu tabakayı 500°C' nin yukarısında oluşturmaktadır. Alev geciktirici özelliğine ilaveten duman bastırıcı özelliğe de sahiptirler. Ayrıca bazı bor bileşikleri bakteri, mantar, küf ve virüse karşı da direnç göstermektedir [60]. Alev geciktirici olarak en çok kullanılan bor minerallerine örnek olarak; çinko borat, borik asit, susuz boraks, baryum metaborat, amonyum fluoborat vb. verilebilir [37]. Plastik malzemelerde çinko borat; selülozik malzemelerde ise borik asit, boraks pentahidrat ve boraks dekahidrat gibi çözülebilir boratlar kullanılmaktadır [61].

Bunun en büyük nedeni Türkiye' nin jeolojik anlamda sahip olduğu bor kaynaklarının fazlalığıdır. Ülkemiz dünya bor rezervleri dağılımında %72,5' luk payla ilk sırada yer almaktadır (Şekil 4.2). En yaygın kullanım alanları ise cam, zirai uygulamalar, temizleme ve ağartma, alev geciktiriciler ve metalurjik uygulamalardır [1].



Şekil 4.2 Dünya bor rezervleri dağılımı [62]

BÖLÜM 5

YAPILAN LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Literatürde çeşitli katkı maddeleri içeren klasik boya üretimlerine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

Yapılan bir çalışmada Ökenek [5] bazı alkali borat bileşiklerini (kalsiyum metaborat, potasyum metaborat ve sodyum tetraborat) akrilik esaslı boyalara formülasyon sırasında fiziksel olarak eklemiştir. Kayran [4], farklı bileşimlerde çinko borat içeren boyanın üretimi üzerine odaklanmıştır. Yapılan testler sonucunda (LOI, duman yoğunluğu vb.) boyaya eklenen katkı maddelerinin test sonuçlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Diğer bir çalışmada Yıldırım [3] plastik boya malzemesinin alev geciktirici özelliklerini incelemiş ve geliştirmeye çalışmıştır. Boya malzemelerine, çevre dostu (halojen içermeyen), nanoboyutlu antimon oksit ve borik asit bileşikleri farklı miktarlarda ilave ederek kompozit malzemeler elde etmiştir. Üretilen kompozit malzemelerin karakterizasyon çalışmalarını; XRD, FT-IR, TGA vb. ile yapmıştır. Ek olarak bu kompozit malzemelere çalışma konusunun amacı olan alev geciktiricilik özelliklerinin belirlenmesi için mum alevi testi yapmıştır. Yapılan testler sonucunda elde edilen kompozit malzemelerin çok iyi alev geciktirici özellik sergilediğini belirlemiştir.

Kaya [63], yapmış olduğu çalışmada, gerek koruyucu gerekse dekoratif amaçlı kullanılan kaplamalar için, polimerleşen bir bor bileşiği sentezlemiş ve bunun epoksi akrilat kaplamalardaki termal ve mekaniksel özelliklerini incelemiştir. Elde ettiği ürünün karakterizasyon çalışmaları için FT-IR, NMR gibi analizlere başvurmuştur. Çalışmanın

sonucu göstermiştir ki; bor içerikli yeni formülasyona sahip olan ürün alev geciktiricilik özelliği açısından büyük bir etkiye sahiptir.

Durğun [61] yaptığı bir çalışmada laboratuvar koşullarında üretilen ve boya, plastik, sünger gibi ticari önem arz eden ürünlerin içerisine ilave edilen çeşitli sentetik kalsiyum borat bileşiklerinin karakterizasyonlarını ve alev geciktirici etkilerini incelemiştir. Kalsiyum borat katkılı ve katkısız malzemelerde limit oksijen indeksi değerlerini tespit ederek, bu değerler hem kendi aralarında hem de çinko boratlarla kıyaslamıştır.

Bir diğer çalışmada İbibikcan [64] çinko borat, bor oksit ve borik asit gibi bor kimyasallarını kullanarak oluşturduğu karışımın alev geciktiriciliğe olan etkisini incelemiştir. Bunun için LOI, MLC, XRD, TGA vb. analizleri kullanmıştır. Yapılan testler sonucunda alev dayanımı için üretilen ürünün pozitif sonuç verdiği belirlenmiştir.

Durmuş [65]' un yapmış olduğu çalışmaya göre, kullanmış olduğu bor minerallerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik açıdan ürüne katkı sağladığı görülmüştür.

Alıcılar vd. [60] stiren akrilik boyalara katkı maddesi olarak bor bileşikleri ekleyerek; boyalarda alev geciktirme, duman bastırma ve antibakteriyel özellikler açısından incelemelerde bulunmuştur.

Ayar [66] yaptığı çalışmada katı faz reaksiyonu ile ürettiği çinko boratı uygun bağlayıcı ile boyaya ilave etmiştir. XRD, SEM, TGA vb. analizleri kullanarak ürünün karakterizasyonunun belirlemiştir. Sonuç olarak çinko borat katkılı alkid esaslı boyanın 400°C' ye kadar yanmadığı tespit edilmiştir.

Bu araştırmada, borik asit çözeltisinin su bazlı verniğin katman sertlik değeri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla, sarıçam, kayın ve kestaneden hazırlanan deney örneklerine, farklı miktarlarda %5'lik borik asitle modifiye edilmiş su bazlı vernik uygulanmıştır. Daha sonra vernikli ve verniksiz yüzeylerdeki sertlik değeri standartlara göre tespit edilmiştir [67].

Araştırma sonucuna göre; en fazla sertlik değeri verniklenmemiş kayın da gözlenmiştir. Su bazlı verniğin sertlik değerini düşürdüğü, ancak borik asit modifikasyonun ise sertlik değerini artırdığı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar ışığında su bazlı verniklerle verniklenecek ve sertlik değerinin fazla olması istenilen mobilya ve dekorasyon elemanlarında kayın malzemenin kullanılması, su bazlı verniğin içerisine %30 oranında %5'lik borik asit modifikasyonu yapılması önerilebilmektedir [67].

Doğan ve Ünlü [2] yaptıkları çalışmada üç farklı bor kimyasalı (çinko borat, bor oksit, borikasit) kullanılarak üretilen kırmızı fosfor içerikli epoksi bazlı kompozitlerin alev geciktiricilik özelliklerini ve yanma karakteristiklerini incelemiştir. Çalışmanın temel sonucu olarak yanma özelliği bakımından boroksit, yüksek yanma performansı bakımından ise çinko borat en büyük avantajı sağlamıştır.

Deneysel tasarım için Taguchi yöntemi; birçok parametrenin analiz edilmesini sağlayıp aynı zamanda sayıca fazla olan deneylerin hepsinin denenmesinin de önüne geçer. Dolayısıyla mühendislik problemlerine uygulanması kolaydır. Performansı etkileyen temel parametrelerin tanımlanmasına yardımcı olur ve etkisi az olan parametreler ihmal edilir. Taguchi tekniği, tasarım parametrelerinin tepki değeri üzerindeki etkisini tarafsız bir şekilde değerlendirmek için standart bir ortogonal dizi oluşturur [68], [69].

Razak' a göre [70] bu yöntemde, prosesi etkileyen parametreleri ve bunların çeşitlendirilmesi gereken seviyeleri düzenlemek için ortogonal diziler kullanılır. Minimum sayıda deneme ile hangi faktörlerin sonucu etkilediğini belirlemek için yalnızca gerekli veriler toplanarak zaman ve kaynak tasarrufu sağlanmış olunur. Performans karakteristiğini optimize etmek için yeni parametre değerleri, Taguchi yaklaşımı kullanılarak, verileri analiz ederek elde edilebilir.

Kalitenin temelinde tasarımın esas olduğunu vurgulayarak bu yöntemi geliştiren Taguchi, deneysel tasarımı ve mühendisliği ön plana çıkararak ürünlerin güçlü ve dayanımlı olmalarını sağlamak için bu yöntemi kullanmıştır [71].

Taguchi'nin kalite tanımlaması, 'ürünün tüketiciye ulaştıktan sonra topluma verdiği kayıplar' şeklindedir. Fakat bir ürünün hatalı olarak üretildiği düşünülecek olunursa; işgücü, enerji tüketimi, malzeme gibi yan etkiler de hesaba katılarak kalite tanımlamasının, ürünün imalatından sonra topluma verdiği kayıplar olarak yapılması daha doğrudur [72].

Kimya, tarım, elektronik vb. alanlar başta olmak üzere, üretim sektöründe gerçekleştirilen deneyler Taguchi yönteminin etkisiyle ilgi görmeye başlamıştır. Sanayi uygulamarına inovatif fikirler getirmiş olmasıyla birlikte, uygulama esnasındaki başarısı da Taguchi yönteminin günümüz üretim sektöründe yer edinmesinin nedenidir [73].

Yapılan bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak, çeşitli bölgelerden alınan bor kimyasallarının, deney parametreleri değiştirilerek boya içine karıştırılması ile metal yüzeyler üzerinde uygulamaları yapılmıştır. Optimizasyon metodu olarak Taguchi Metodu kullanılmış, düşük maliyetli ve yüksek kaliteli bir ürün eldesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar

- Bor oksit
- Borik asit
- Solvent bazlı boya
- Su bazlı boya
- Aslanpençesi
- Titandioksit
- Plaka

6.2 Kullanılan Cihazlar

- Aplikatör
- FT-IR (Bruker-Tensor 27)
- Contact angle (Cam 200, KSV NIMA)
- Mekanik karıştırıcı (Topo)
- Termogravimetrik analiz cihazı (Sll6000 Exstar TG/DTA 6300)
- Elek sarsma cihazı (FRITSCH Analysette 3 Spartan)

- Öğütücü (IKA, A11 basic)

6.3 Deneyin Yapılışı

Aslanpençesi bitkisi, hazır olarak alınan su ve solvent bazlı boyalara eklenmeden önce IKA A11 Basic öğütücüsünde öğütülüp, elekten geçirilerek uygun boyuta getirilmiştir. Kullanılan öğütücü, elek sarsma cihazı (FRITSCH Analysette 3 Spartan) ve eleme sonrası aslanpençesi bitkisi sırasıyla Şekil 6.1, Şekil 6.2 ve Şekil 6.3' te gösterilmektedir.



Şekil 6.1 Öğütücü ve aslanpençesi bitkisinin ilk hali



Şekil 6.2 Elek sarsma cihazı



Şekil 6.3 Eleme sonrası aslanpençesi bitkisi

YTÜ atölyelerinde özel olarak yaptırılan metal plakalara boya uygulaması için Taguchi metoduna göre, solvent bazlı boya için 2 ve su bazlı boya için 2 olmak üzere toplamda 4 set hazırlanmıştır. Bu setler Çizelge 6.1' deki gibidir. Her bir boya türü için hazırlanmış olan setlerden birinde bor minerali olarak bor oksit, diğerinde borik asit kullanılmıştır.

Çizelge 6.1 Su ve solvent bazlı boya için ayrı ayrı hazırlanan setler

	Aslanpençesi	**Titandioksit**	**Bor minerali**
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Çizelge 6.1’ e göre 1 numarası, o maddenin geçerli set için, boya içine karıştırılmaması anlamına gelmektedir. 2 numarası % a oranında, 3 numarası % b oranında o maddenin karıştırılması anlamındadır. Örnek olarak; 9. set için boyaya, boya ağırlığınca % b aslanpençesi, % b titandioksit ve % a oranında bor minerali katılarak malzemeler boya içinde homojen hale gelene kadar Şekil 6.4’ deki mekanik karıştırıcıyla karıştırılmıştır.



Şekil 6.4 Mekanik karıştırıcı

Su bazlı boya ile hazırlanan 1. set için aslanpençesi, titandioksit ve bor oksit; 2. set için aslanpençesi, titandioksit ve borik asit kullanılmıştır. Solvent bazlı boya ile hazırlanan 1.set için aslanpençesi, titandioksit, borik asit; 2. set için ise aslanpençesi, titandioksit ve bor oksit kullanılmıştır.

500 gr’lık boya üzerinden ağırlıkça belirli oranlarda bor minerali, titandioksit ve aslanpençesi kullanılarak karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışımlar, 1000 rpm’ de 3 dakika süresince karıştırılmıştır. Taguchi metoduna göre belli oranlarda karıştırılarak tek set için 9 farklı içerik oranına sahip boyalar elde edilmiştir ve elde edilen bu boyalar plakalara aplikatör ile uygulanmıştır (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 Aplikatör

6.4 Boya Testleri

Taguchi metoduna göre hazırlanan setler sonucunda elde edilen boyalar, plakalara uygulandıktan sonra kurumaları beklenmiş ve ardından boya testleri uygulanmıştır. Kuru plakalara uygulanan testler crosscut, yanma, korozyon, hidrofobiklik gibi testler olup; aynı zamanda elde edilen boyaların kapatıcılıklarının ölçülebilmesi için zebra kâğıdı ile kapatıcılık testi gerçekleştirilmiştir.

6.5 Karakterizasyon ve Optimizasyon

Deneysel çalışmalar esnasında kullanılan Taguchi istatistiksel yöntemi Dr. Genichi Taguchi tarafından geliştirilen bir yöntemdir. Deneysel optimizasyon ve tasarım yöntemi için sağlam ve güçlü bir mühendislik aracı olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, her parametrenin hassasiyetini değerlendirmek ve tasarım faktörlerinin optimum kombinasyonunu belirlemek için kullanılmaktadır [74], [75].

Deneysel çalışma sayılarındaki hızlı artış, problem çözümüne odaklanmayı gerekli hale getirmiştir. Taguchi metodu kullanılarak, fazla sayıda deneysel araştırma gerektiren çalışmalarda, deney sayıları minimize edilerek optimizasyon metodu sağlanmış olmaktadır [76].

Boyalara çeşitli özelliklerin sağlanması amacıyla eklenen katkıların karakterizasyonları FT-IR analiziyle belirlenmiştir. FT-IR, bileşik atomlarının titreşim görüntülerini sağlayan analitik eczacılık ve kimya alanlarında sıklıkla kullanılan standart bir metodudur.

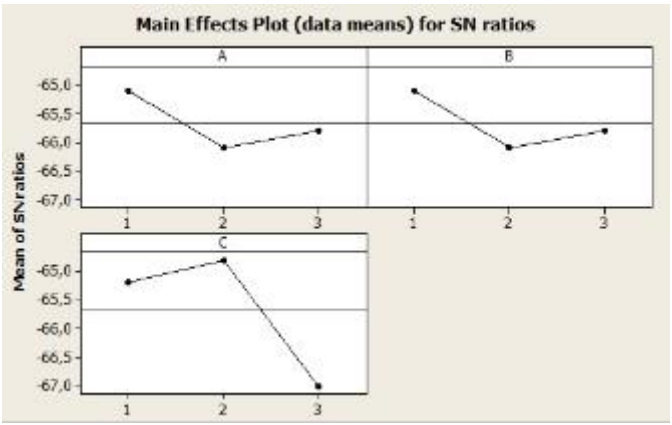
FT-IR spektrumu, kızılötesi ışınımın numuneden geçirilmesi ve belirli bir frekansta ışınımın hangi fraksiyonunun emileceğini belirleyerek elde edilir.

BÖLÜM 7

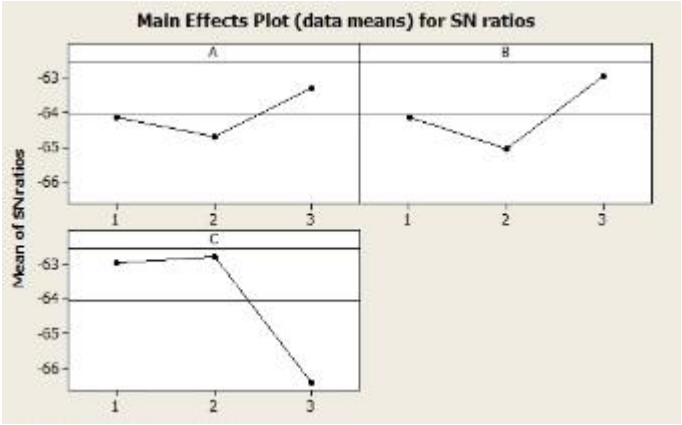
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

7.1 Taguchi Method Sonuçları

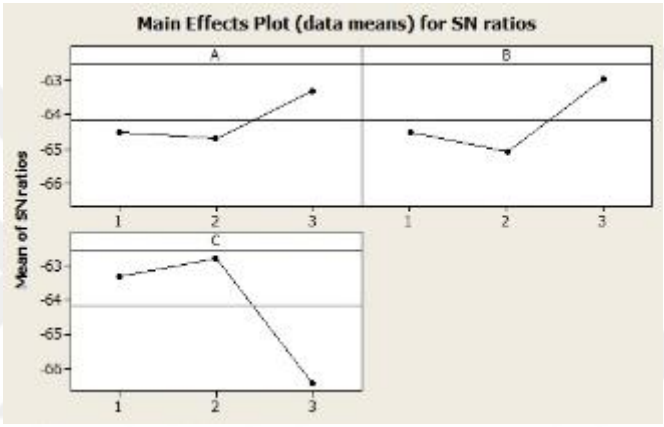
Taguchi dizaynı ve analiz sonuçları Minitab Release 13.20 Statistical Software ile belirlenmiştir. Bu çalışmada Taguchi L-9 ortogonal dizi, üç düzeyde üç parametre seçerek deneyleri yürütmek için kullanılmıştır. Tam faktöriyel yaklaşımı ile prosesi optimize etmek için 27 deney gerekmektedir fakat kısmi faktöriyel kullanılarak L-9 ortogonal dizinindeki deney sayısı 9'a indirgenmektedir. Taguchi kayıp fonksiyonu olarak bilinen ve aynı zamanda gürültü oranı fonksiyonu olarak da ifade edilen 3 farklı amaca uygun fonksiyon bulunmaktadır. Buna göre, amacın "en küçük en iyi", "en büyük en iyi" ve "nominal en iyi" olmasına göre S/N oranları hesaplanmaktadır. Taguchi metoduna göre, tüm setler için 5 nolu deneylerin optimum koşullarda elde edilen deneyler olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 7.1- 7.4).



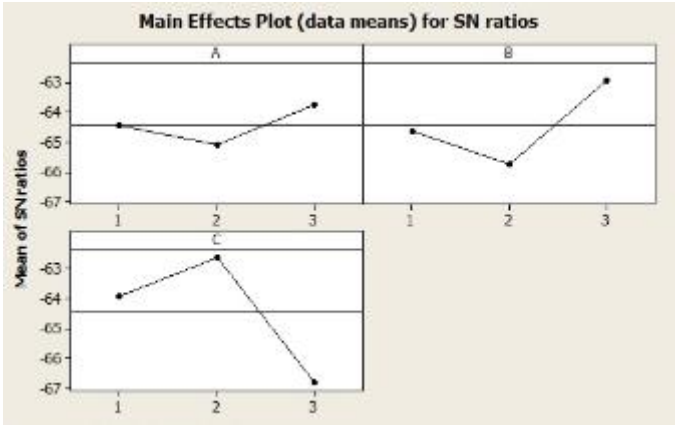
Şekil 7.1 Solvent bazlı boya 1. set için S/N oranı



Şekil 7.2 Solvent bazlı boya 2. set için S/N oranı



Şekil 7.3 Su bazlı boya 1. set için S/N oranı

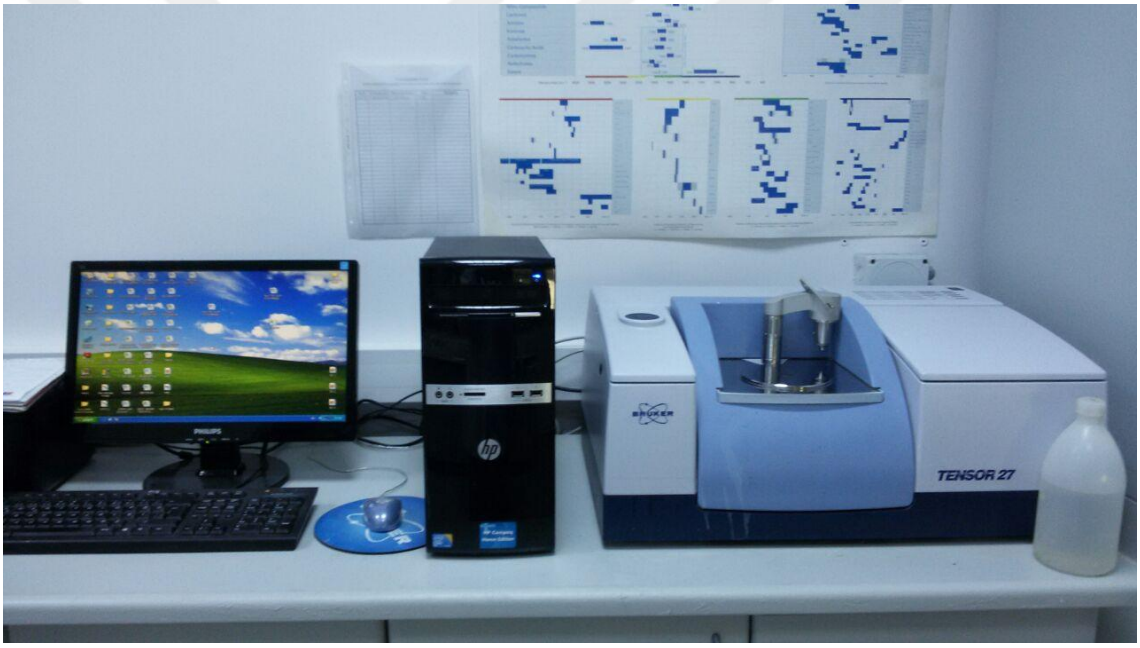


Şekil 7.4 Su bazlı boya 2. set için S/N oranı

7.2 FT-IR Sonuçları

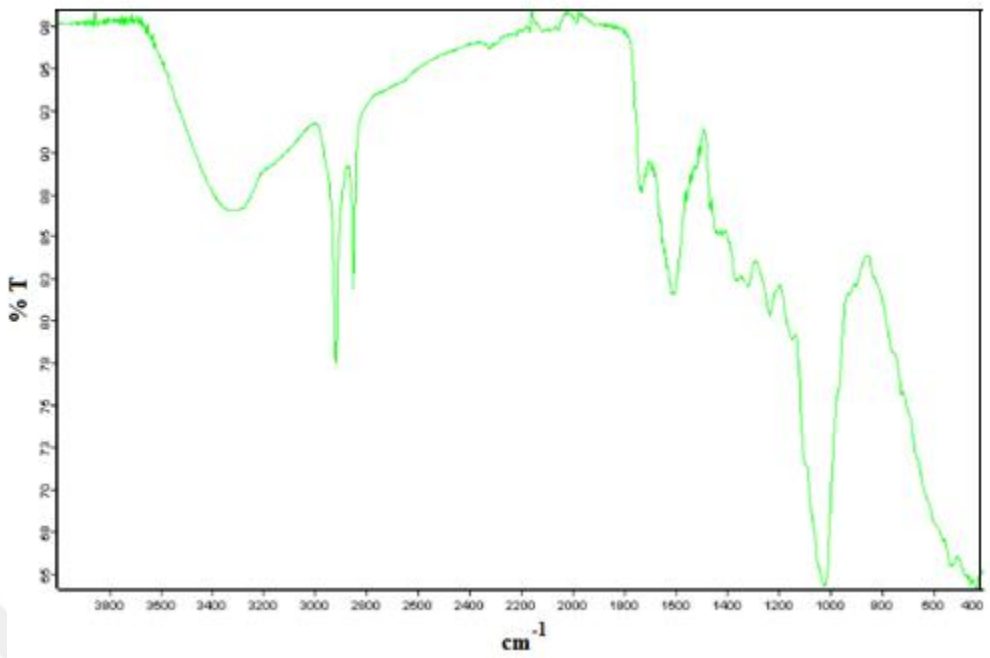
Fourier Transform Infra-Red spektroskopisi, en çok kullanılan infrared spektroskopi tekniğidir. IR radyasyonu bir numuneden geçtiğinde, ışınların bir kısmı numune tarafından absorbe edilir ve geriye kalan kısmı ise geçer. Laboratuvardaki numunelerin yansıma işaretlerini elde etmek için dalga boyları 500 - 2500 nanometre aralığında olan ışınlardan yararlanılır [77].

İnfrared spektroskopisi, daha çok yapı analizinde kullanılır ve çoğu kez elektronik ve NMR spektroskopisiyle birlikte uygulanır. Her maddenin kendine özgü bir infrared spektrumu vardır. Şekil 7.5' te deneysel çalışmalarda kullanılan FT-IR analiz cihazı (Bruker-Tensor 27) görülmektedir.



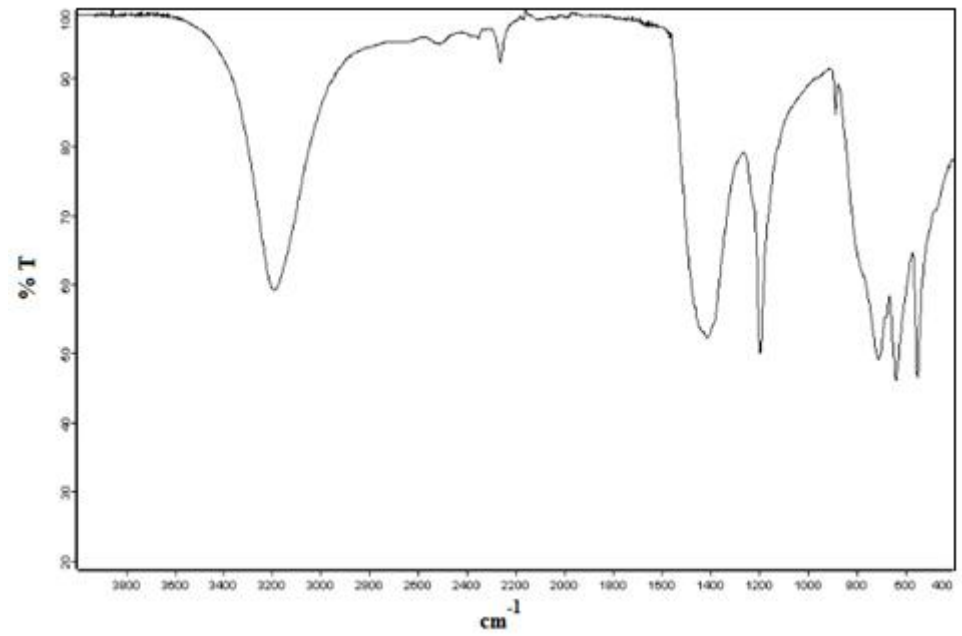
Şekil 7.5 FT-IR cihazı

Aslanpençesinin FT-IR spektrumu incelendiğinde, 3100 cm^{-1} dalga sayısında O-H bağı şiddetli bir band olarak görülmektedir. 2950 cm^{-1} dalga sayısında ise C-H bağına rastlanmaktadır. 1600 cm^{-1} dalga sayısında C=C bağı tespit edilmiştir. C-O-C bağları 1020 cm^{-1} dalga sayısında tespit edilmiştir (Şekil 7.6).

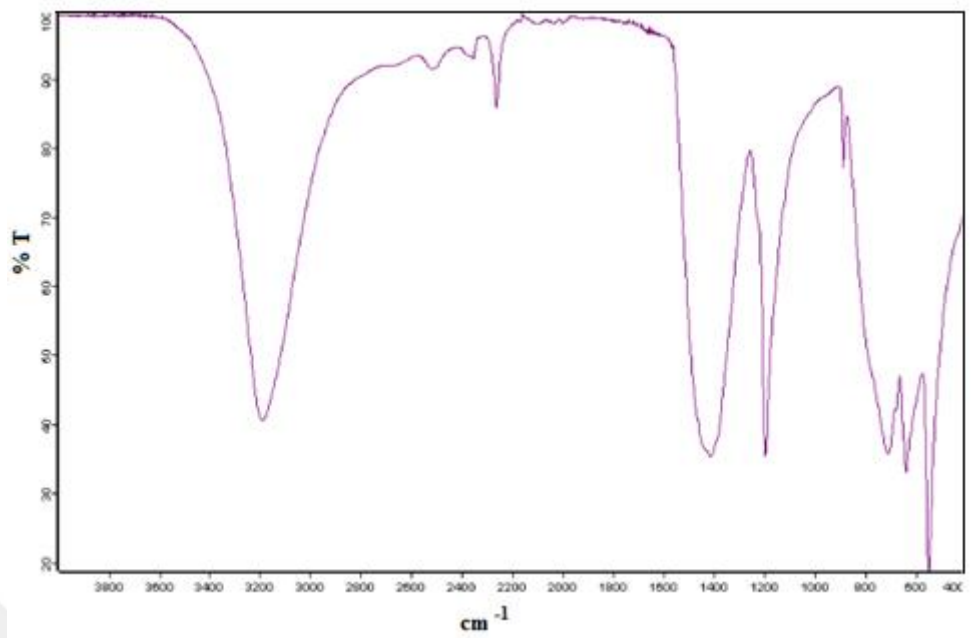


Şekil 7.6 Aslanpençesi bitkisinin FT-IR analiz sonucu

Şekil 7.7' de görüldüğü üzere bor oksitte 3200 cm^{-1} dalga sayısında B-O-H bağı görülmektedir. 2300 cm^{-1} dalga sayısında B-H bağına rastlanmaktadır. 1200-1500 cm^{-1} dalga sayısında B-O bağı tespit edilmiştir.

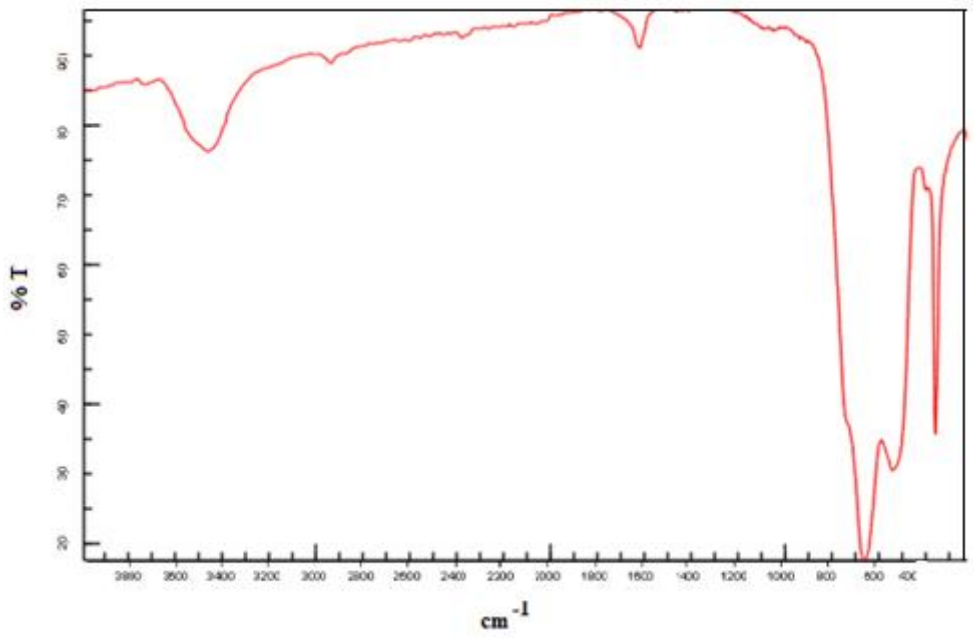


Şekil 7.7 Bor oksitin FT-IR analiz sonucu



Şekil 7.8 Borik asitin FT-IR analiz sonucu

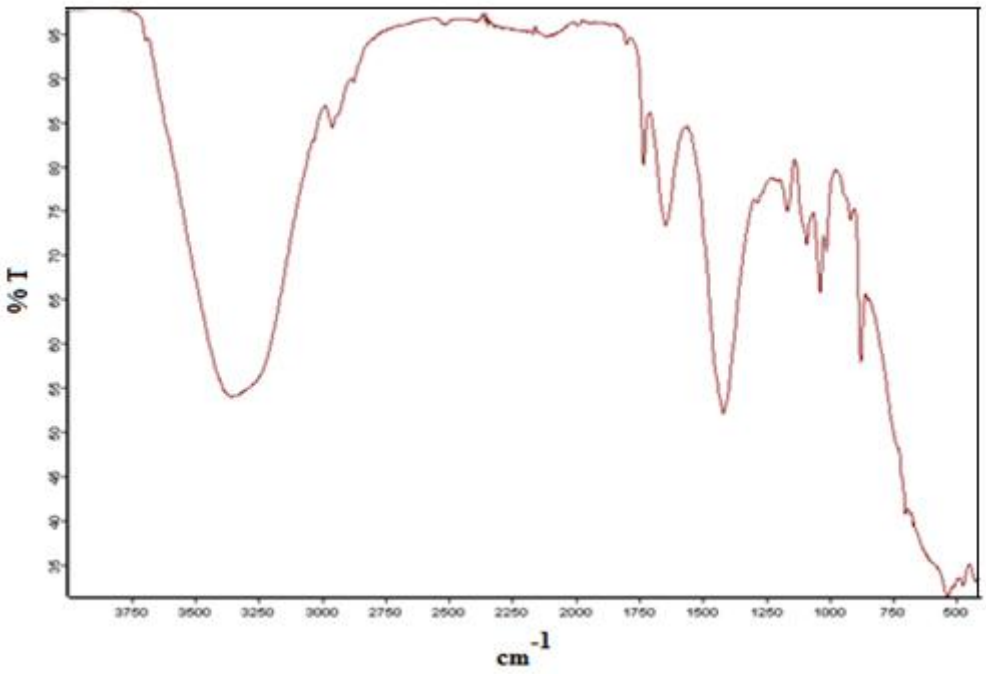
Borik asidin FT-IR spektrumu incelendiğinde 3200 cm^{-1} dalga sayısında O-H bağları tespit edilmiştir. 1200-1400 cm^{-1} aralığında ise B-O bağları görülmektedir (Şekil 7.8).



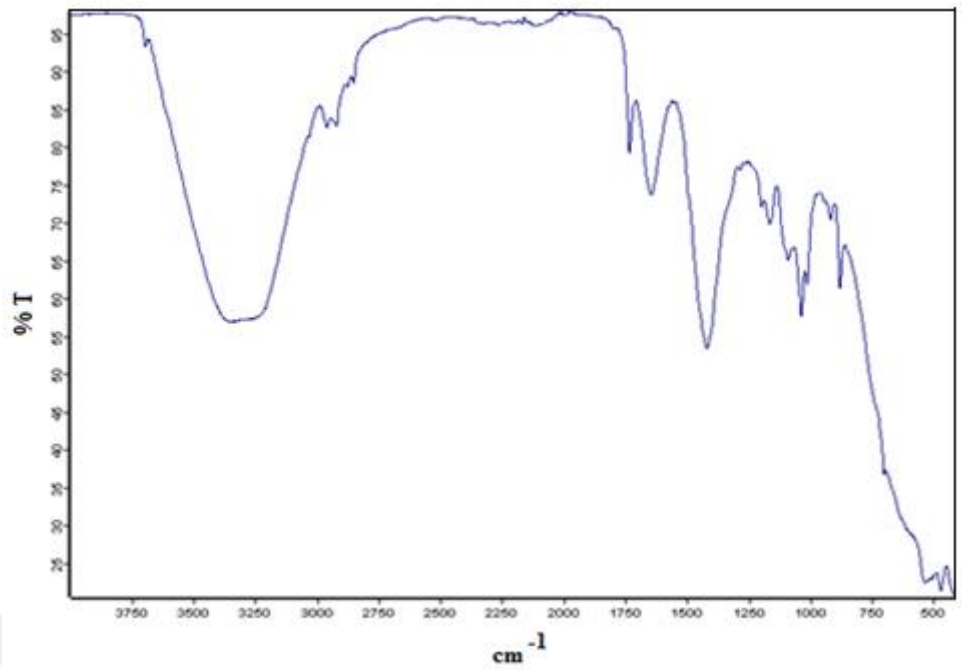
Şekil 7.9 Titan dioksitin FT-IR analiz sonucu [78]

Titan dioksitin FT-IR spektrumunda 3400-3450 cm^{-1} dalga sayısında görülen pik O-H bağının varlığını göstermektedir. 520-525 cm^{-1} dalga sayısı –TiO bağını; 435 cm^{-1} deki dalga sayısı ise Ti-O-Ti bağını belirtmektedir (Şekil 7.9).

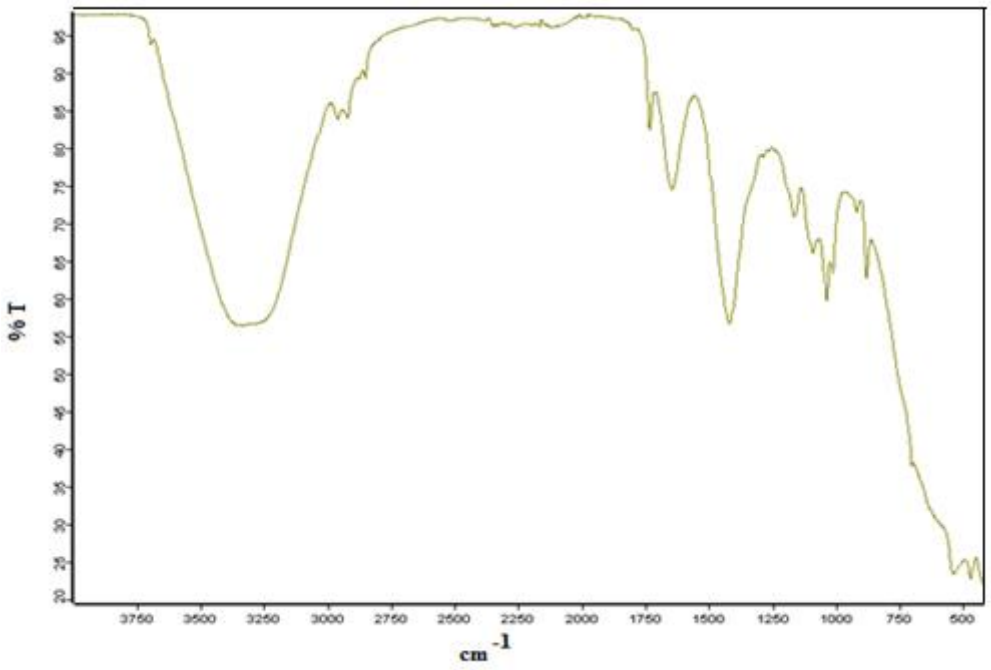
Literatürle karşılaştırıldığında, hazırlanan boyalar fiziksel bir karışım olduğundan, katkılı boyaların FT-IR spektrumları beklendiği şekilde referans boya ile benzer olarak elde edilmiştir (Şekil 7.10-7.15).



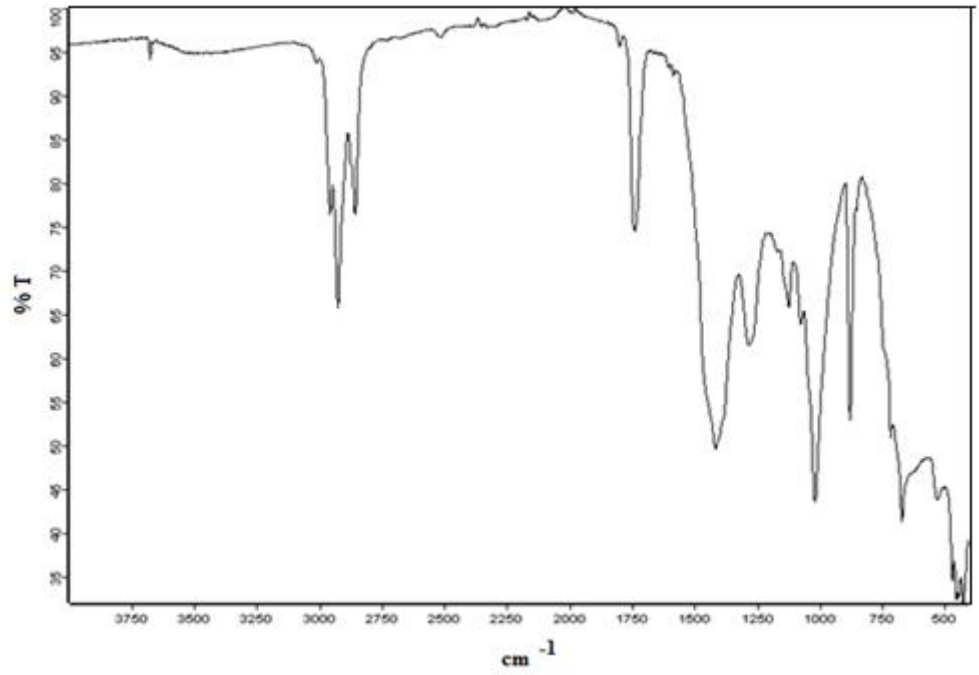
Şekil 7.10 Su bazlı referans boyanın FT-IR analiz sonucu



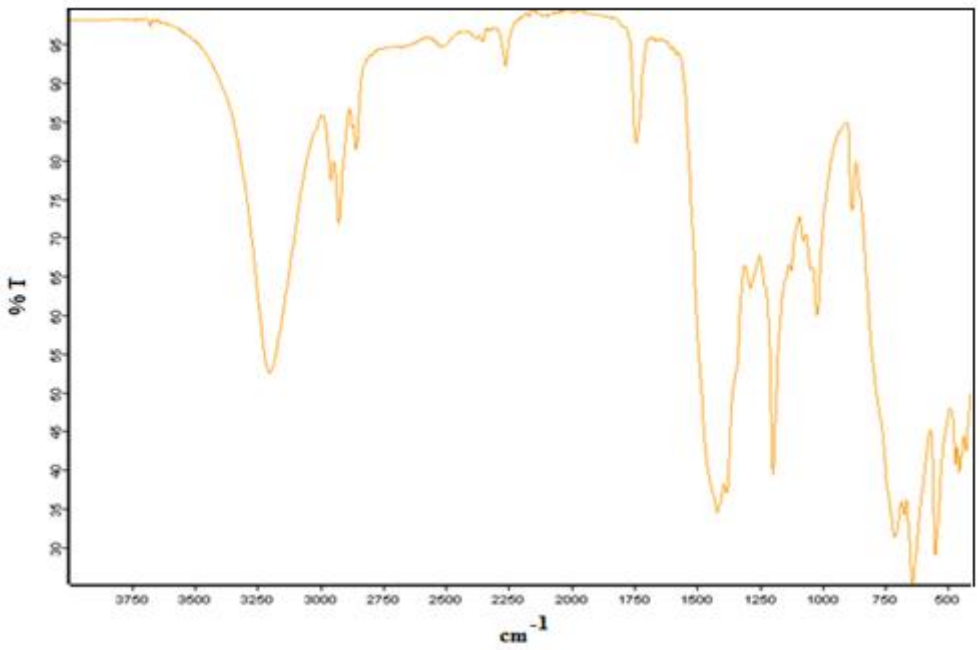
Şekil 7.11 Su bazlı boya 1. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu



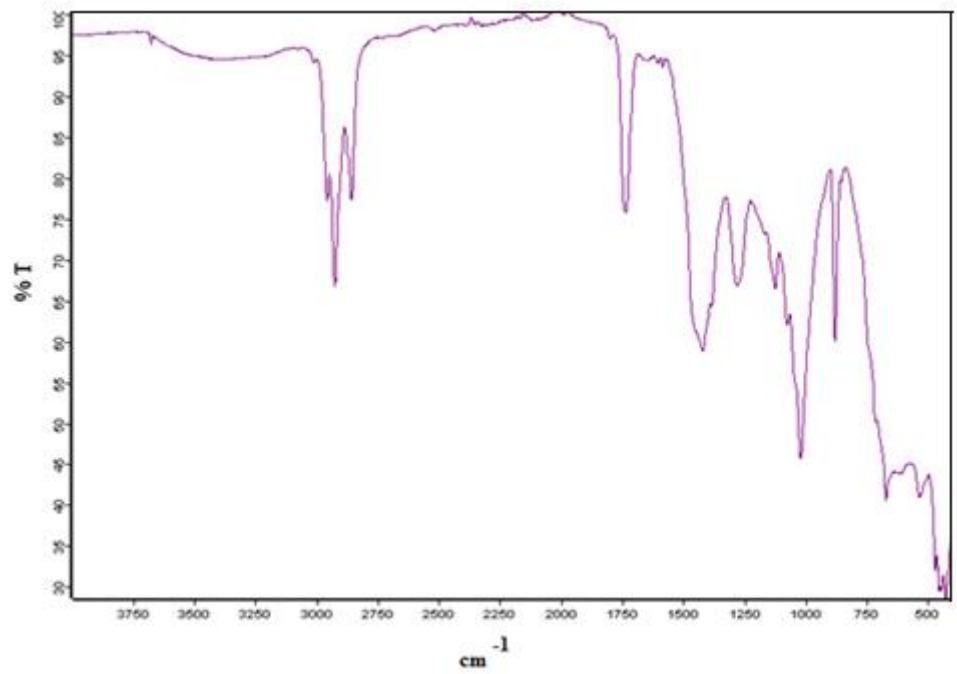
Şekil 7.12 Su bazlı boya 2. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu



Şekil 7.13 Sovent bazlı referans boyanın FT-IR analiz sonucu



Şekil 7.14 Solvent bazlı boya 1. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu



Şekil 7.15 Solvent bazlı boya 2. set optimum numunesinin FT-IR analiz sonucu

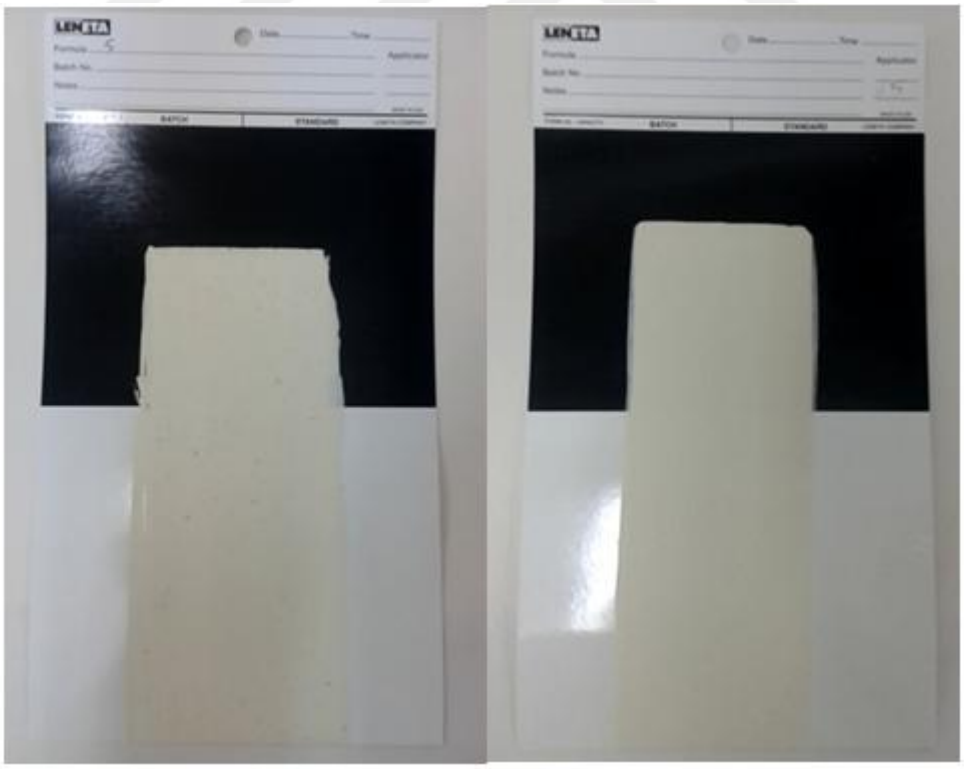
7.3 Örtücülük Testi

Örtücülük testi için zebra kağıtları kullanılmıştır. Zebra kağıtlarına uygulanmış boya numuneleri; Şekil 7.16- 7.19' daki gibidir.

Zebra kâğıdı; farklı oranlarda pigment içeren mürekkep, boya, emülsiyon gibi boyar maddelerin örtme güçlerini belirlemek ve karşılaştırmalar yapmak için kullanılır. Çoğu organik, su bazlı veya solvent yapılı kaplamalarda örtme gücünü saptamak için kullanımı oldukça uygundur.



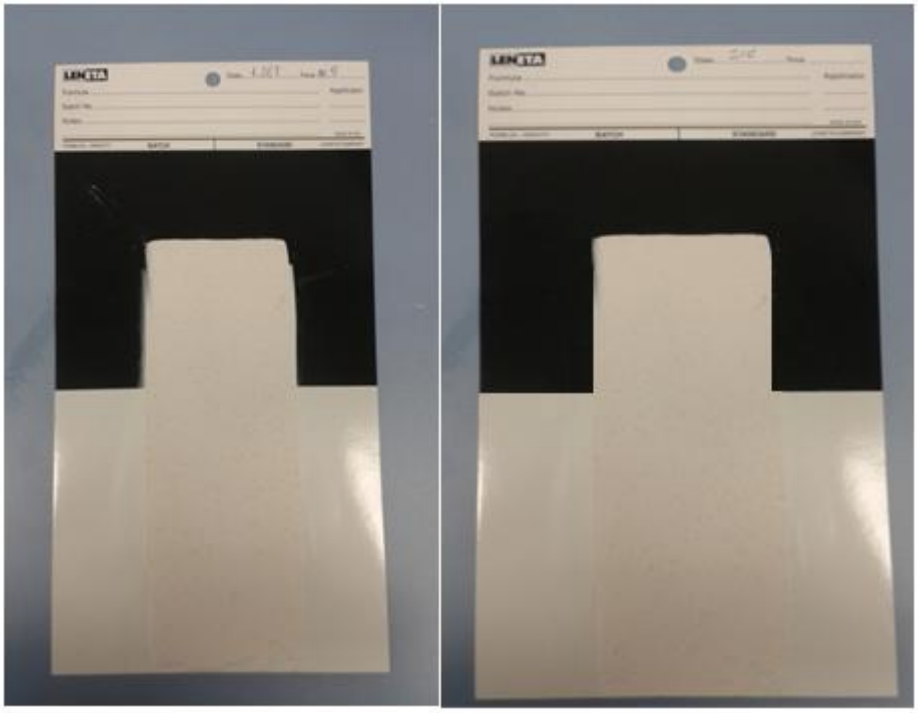
Şekil 7.16 Zebra kağıdına uygulanmış su bazlı referans boya



Şekil 7.17 Zebra kağıdına uygulanmış su bazlı 1. ve 2. set optimum numuneleri



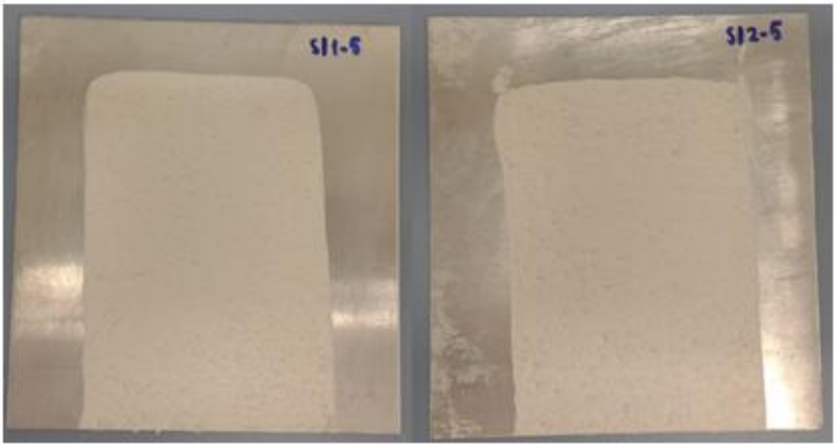
Şekil 7.18 Zebra kağıdına uygulanmış solvent bazlı referans boya



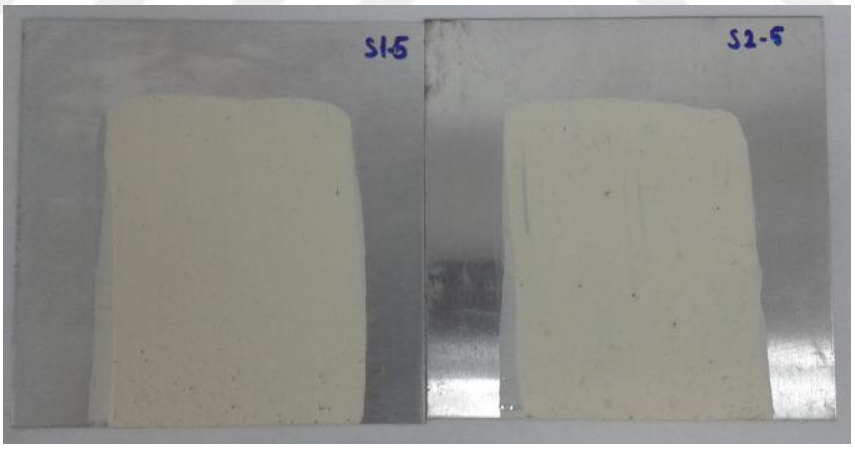
Şekil 7.19 Zebra kağıdına uygulanmış solvent bazlı 1. ve 2. set optimum numuneleri

7.4 Korozyon Testi

Korozyon oluşumu, malzemeler üzerinde istenmeyen bir durumdur. Dolayısıyla çeşitli önlemlerin alınması gerekmektedir. Elde edilen boyaların korozyona karşı olan dirençleri için test iki aşamalı gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada boya uygulaması yapılan plakalar 2 saat boyunca %5' lik NaCl çözeltisinde bekletilmişlerdir. Şekil 7.20 ve Şekil 7.21' de tuz çözeltisi testi öncesinde plakaların ilk halleri görülmektedir.

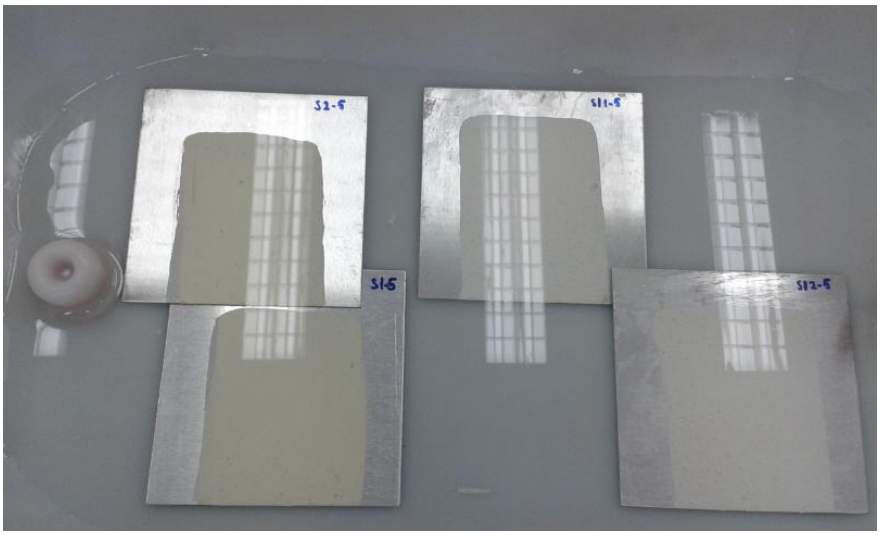


Şekil 7.20 Tuz çözeltisi testi öncesinde solvent bazlı boya optimum plakaları



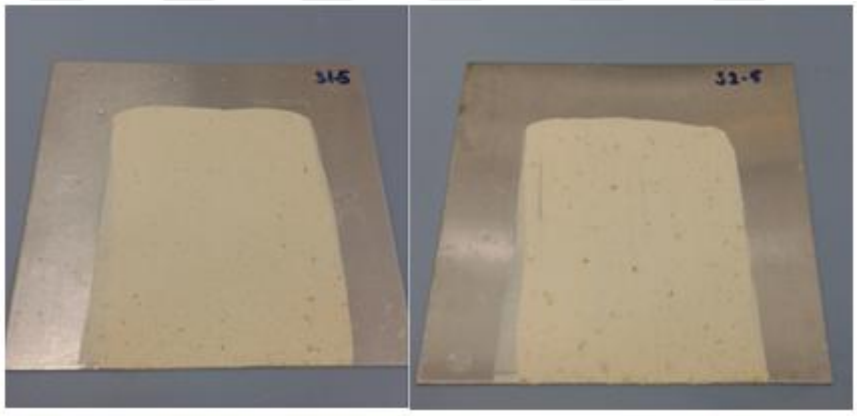
Şekil 7.21 Tuz çözeltisi testi öncesinde su bazlı boya optimum plakaları

Tuz çözeltisinde bekletilen plakalarda (Şekil 7.22), süre sonunda herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.

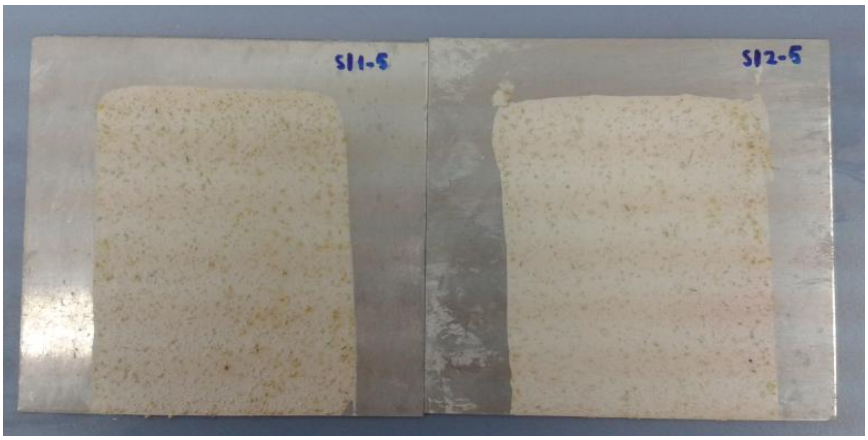


Şekil 7.22 Tuz çözeltisinde bekletilen plakalar

Testin ikinci aşaması olarak, çözeltiden çıkarılan plakalar %98 rutubet ortamında 24 saat süreyle bekletilmişlerdir. Bu test sonucunda boyalara hidrofobiklik özellik kazandırması açısından ilave edilen aslanpençesi bitkisinin bozunmaya uğradığı gözlemlenmiştir (Şekil 7.23-7.24).



Şekil 7.23 Su bazlı boya optimum numuneleri korozyon test sonucu



Şekil 7.24 Solvent bazlı boya optimum numuneleri korozyon test sonucu

7.5 Hidrofobiklik Testi

Son yıllarda, birçok biyolojik yüzeyin hidrofobik özelliğe sahip olması büyük ilgi görmektedir. Bu nedenle, özellikle bitki yüzeyleri iyice incelenmiş ve güçlü su itici özelliklere sahip iki tip yaprak kategorisi bulunmuştur. Bunların birincisine en önemli örnek olarak, süperhidrofobik bir yüzey özelliği gösteren lotus çiçeği verilebilir [79]. Bitkinin mikroskobik incelemeleri sonucunda özel bir yüzey tasarımına sahip olduğu görülmektedir. Bitki, yüzeyindeki hidrofibik özellik sayesinde, su damlacığı ile tam temas sağlamayarak suyun kendi ağırlığı ile akmasını gerçekleştirmektedir. Bu durum "Nilüfer etkisi" olarak bilinmektedir ve başta boya ve tekstil sanayi olmak üzere birçok alanda bu etkiden yararlanılmaktadır [80].

Nilüfer bitkisinin yanı sıra hidrofobik özellik gösteren bir başka bitki de aslanpençesidir. Ayrıca; kelebek ve kızböceği kanadı, gül bitkisi taç yaprakları vb. gibi örnekler hidrofobik özelliğe sahiptirler. Şekil 7.25' te aslanpençesi bitkisi ve nilüfer etkisi görülmektedir.



Şekil 7.25 Aslanpençesi bitkisi ve nilüfer etkisi [81]

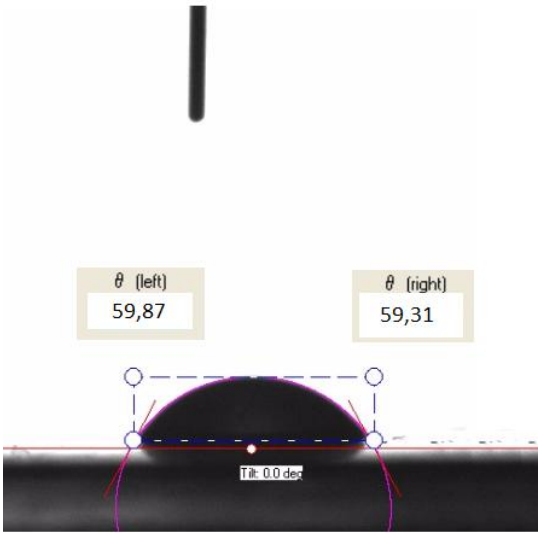
Hidrofobiklik testi için kullanılan Contact angle ölçümleri, endüstriyel araştırmaların bir parçası olarak geliştirilmiştir. Yüzey tedavilerinin ve yüzey temizliklerinin etkilerini değerlendirmek için sıklıkla kullanılır [82].

Yüzeyin kendi kendini temizleyebilmesi için suyun etkisi gerekli olduğundan dolayı, yüzey ile üzerine düşmüş olan su damlası arasındaki ilişki için bu test esas alınır. Dolayısıyla yüzeylerin hidrofobik veya hidrofilik olması durumu, yüzey üzerinde bulunan su damlasının yüzey ile yaptığı değme açısına (θ) göre belirlenir. θ>90° ise yüzey hidrofobik olarak adlandırılır; θ>150° olduğu durumlarda ise yüzey süperhidrofobik adını almaktadır [81].

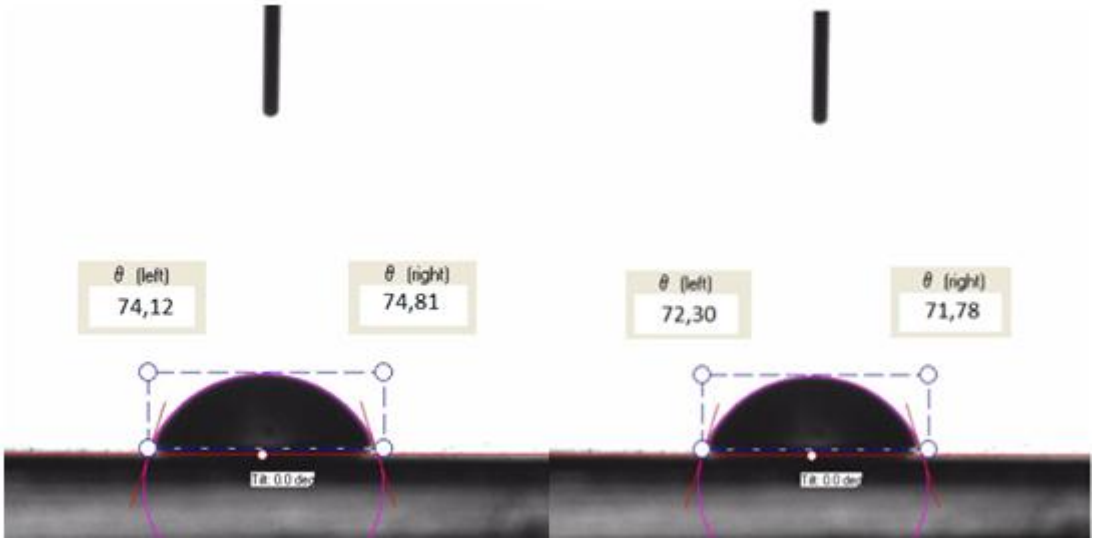
Hidrofobiklik testi sonucu olarak contact angle analiz sonuçlarına göre alınan değerler Şekil 7.26-7.29' de gösterilmektedir.

Contact angle cihazında analizi yapılan su bazlı referans boyanın, yüzeyle yaptığı değme açısı yaklaşık 59° olarak ölçülmüştür. Katkı maddesi olarak su bazlı boyaya eklenen aslanpençesi, titandioksit ve borik asit maddeleri sonucunda yüzey değme açıları 1. set için 74°; 2. set için ise 72° olarak ölçülmüştür. Referans boyaya kıyasla boyanın hidrofobiklik özelliğinde gelişme sağlandığı gözlemlenmiştir.

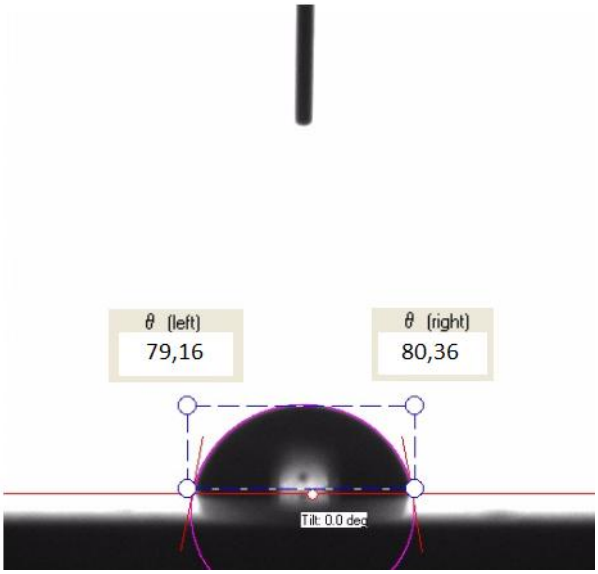
Contact angle cihazında hidrofobiklik özellik için analizi yapılan solvent bazlı referans boyanın, yüzeyle yaptığı değme açısı yaklaşık 80° olarak ölçülmüştür. Katkı maddesi olarak solvent bazlı boyaya eklenen aslanpençesi, titandioksit ve bor oksit maddeleri sonucunda yüzey değme açıları 1. set için 85°; 2. set için ise 86° olarak ölçülmüştür. Referans boyaya kıyasla boyanın hidrofobiklik özelliğinde gelişme sağlandığı gözlemlenmiştir.



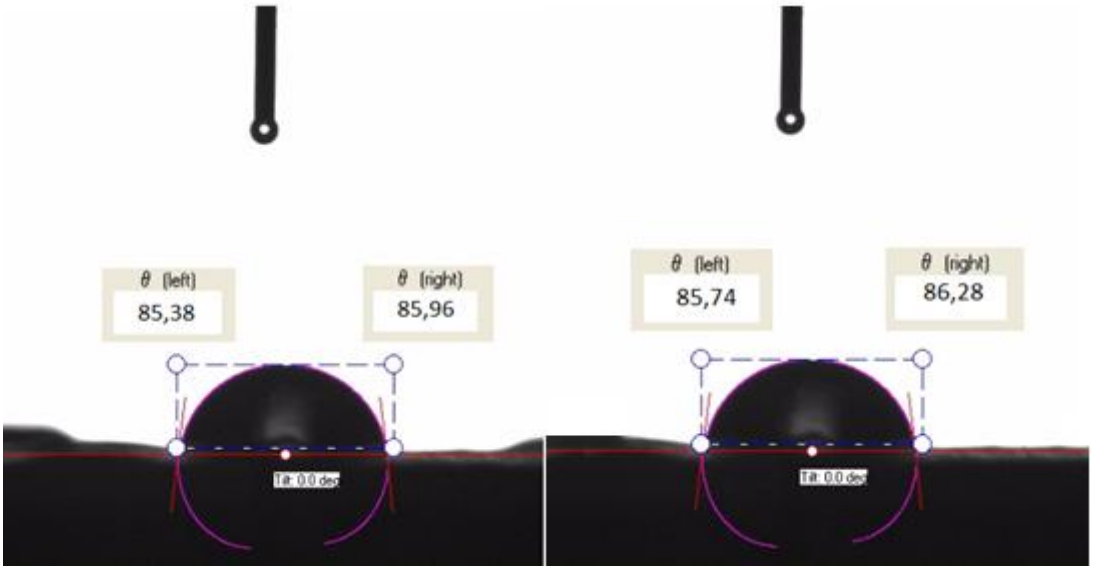
Şekil 7.26 Su bazlı referans boya contact angle sonucu



Şekil 7.27 Su bazlı boya 1. ve 2. set optimum numunelerin contact angle sonucu



Şekil 7.28 Solvent bazlı referans boya contact angle sonucu



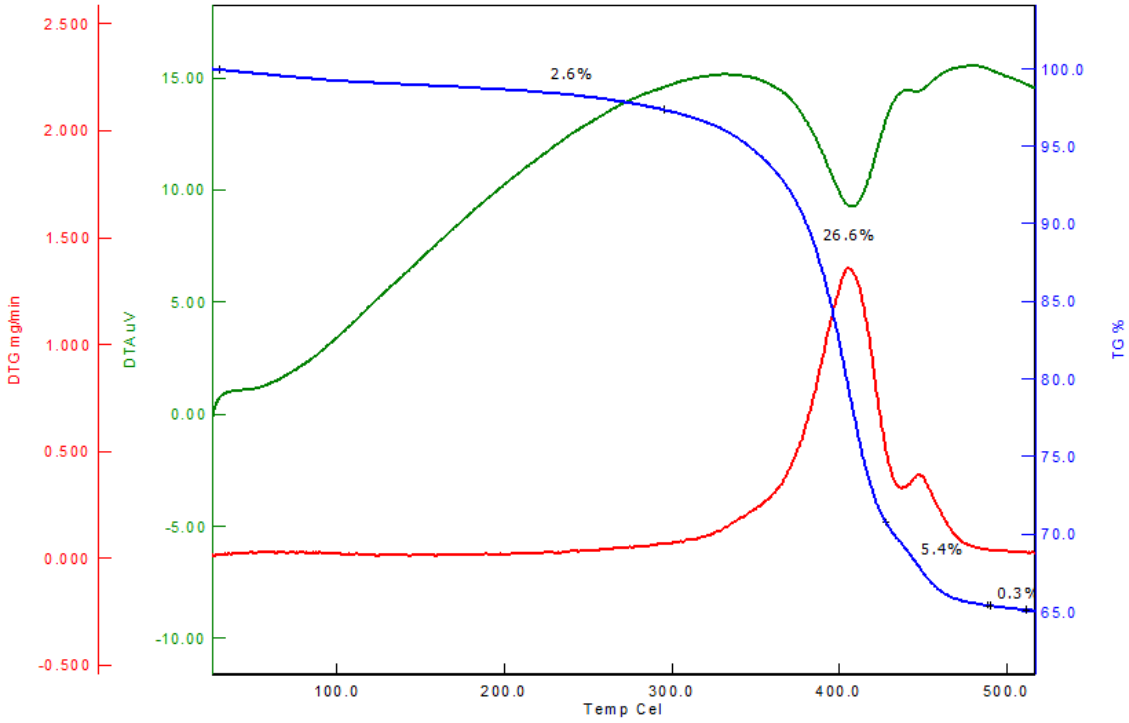
Şekil 7.29 Solvent bazlı boya 1. ve 2. set optimum numunelerin contact angle sonucu

7.6 Yanma Testi

Numunenin kütlesinde meydana gelen değişimin, sıcaklığa karşı çizildiği grafikler termogravimetrik analiz sonucunda elde edilmektedir. Termogravimetride (TG) numune, kontrollü bir sıcaklık programı altında tutulup kütlesinde meydana gelen değişimler; zamanın veya sıcaklığın bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir. Diferansiyel termal analizde (DTA) ise, termal olarak inert özellik gösteren bir karşılaştırma maddesi

kullanılarak; numuneyle aynı sıcaklık uygulanır ve ardından ikisi arasındaki sıcaklık farkı ölçülür [83].

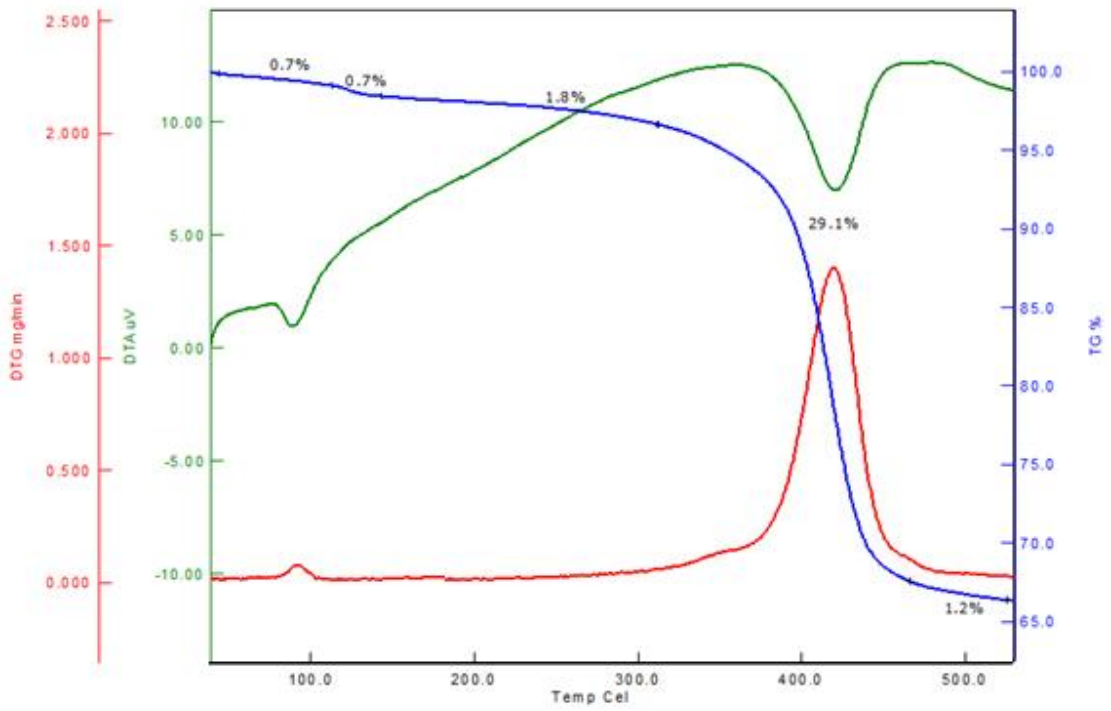
Şekil 7.30-7.35’ te referans ve optimum özelliklere sahip boyaların TG-DTA eğrileri görülmektedir.



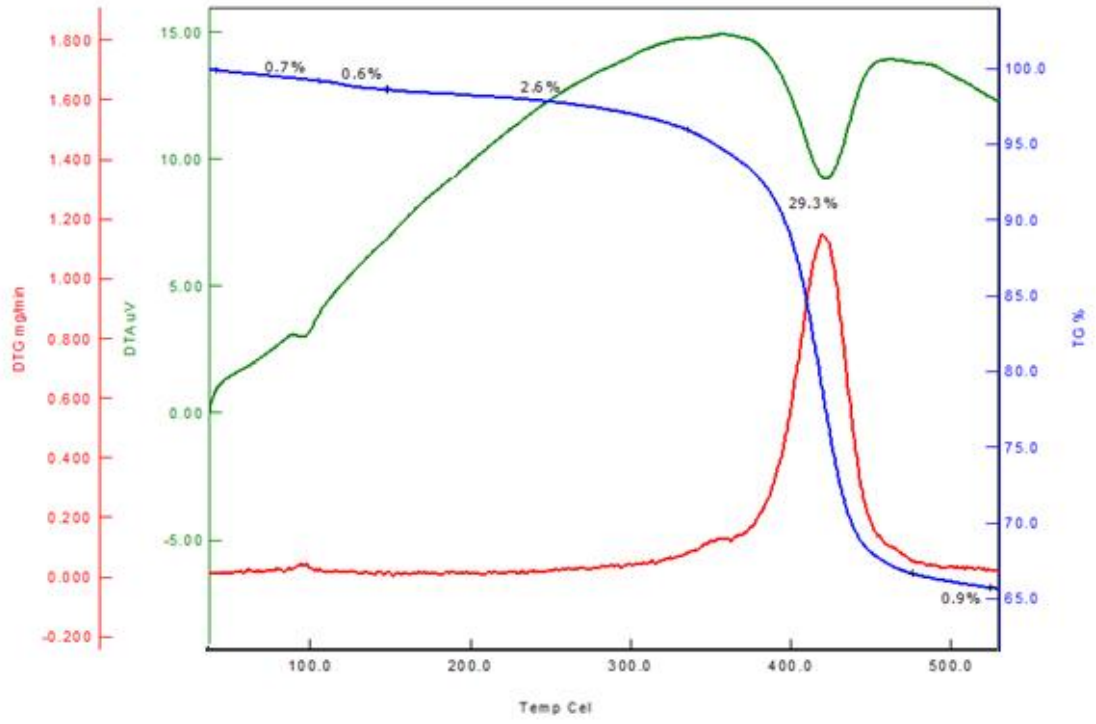
Şekil 7.30 Su bazlı referans boyanın TG-DTA analiz sonucu

Referans ve optimum numunelerde termal analiz esnasında azot gazı atmosferi kullanılarak, sıcaklık dakikada 10°C arttırılmış ve 25°C’ den 530°C’ ye yükseltilmiştir. Analiz sonuçlarına göre su bazlı referans boyanın yaklaşık 400°C’ de termal bozunmaya uğradığı gözlemlenmiştir. Su bazlı 1. ve 2. Set optimum numunelerinde ise 416°C ve 420°C değerleri elde edilmiştir. Yaklaşık olarak 12-16°C arasında sıcaklıkta bir yükseliş görülmektedir.

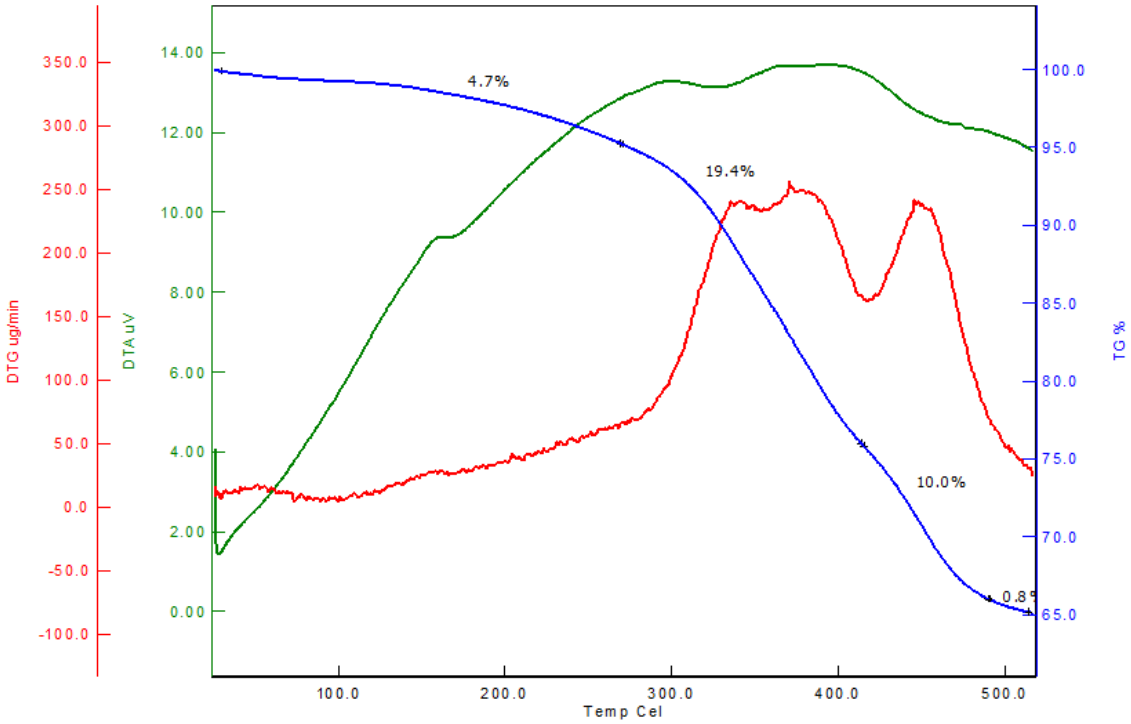
Solvent bazlı referans boyanın ise yaklaşık 360°C’ de termal bozunmaya uğradığı gözlemlenmiştir. Solvent bazlı 1. ve 2. Set optimum numunelerinde dekompoze olma sıcaklığı yaklaşık olarak 410- 420°C civarındadır.



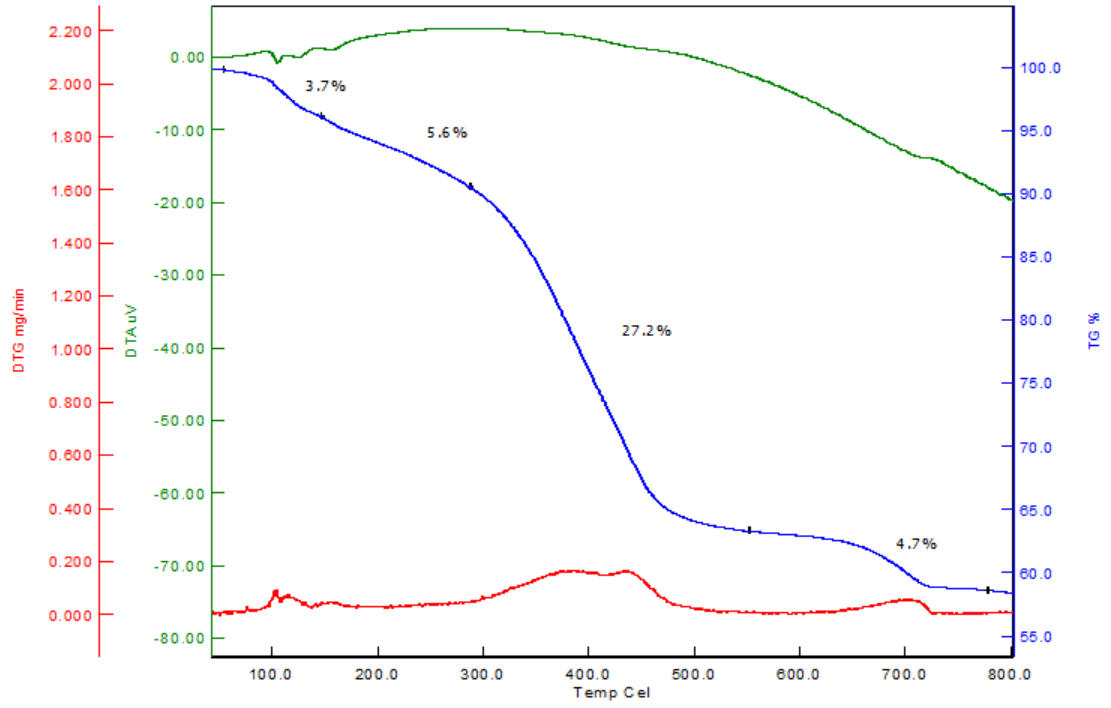
Şekil 7.31 Su bazlı boya 1. set optimum TG-DTA analiz sonucu



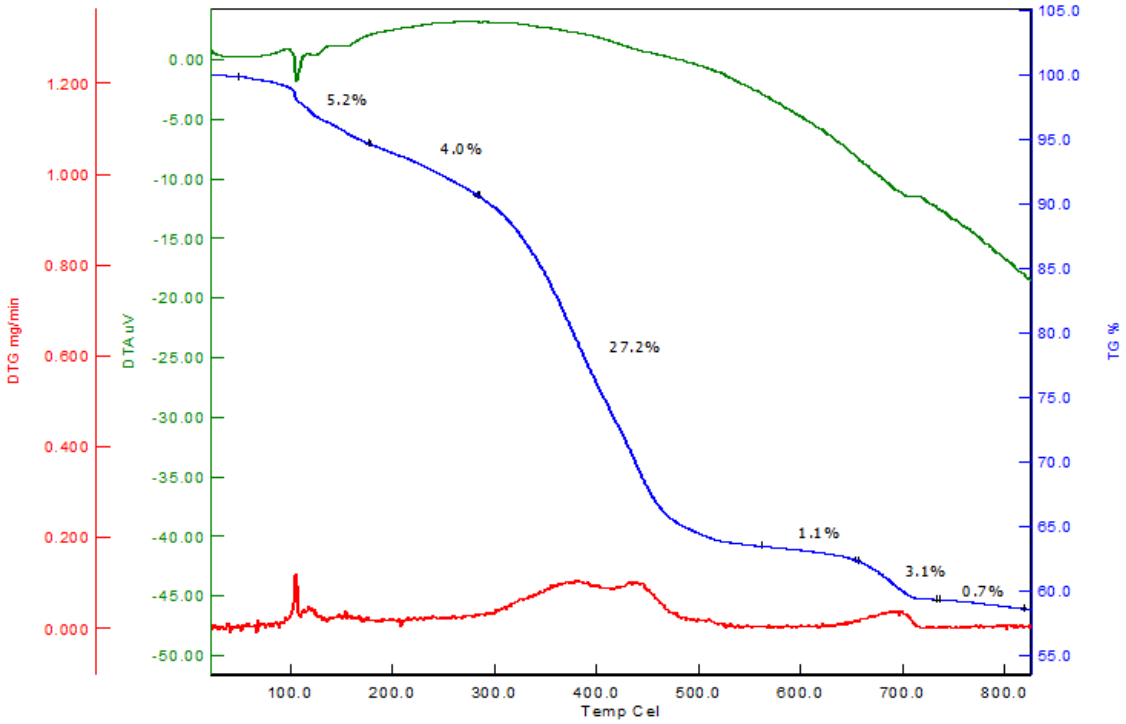
Şekil 7.32 Su bazlı boya 2. set optimum TG-DTA analiz sonucu



Şekil 7.33 Solvent bazlı referans boyanın TG-DTA analiz sonucu



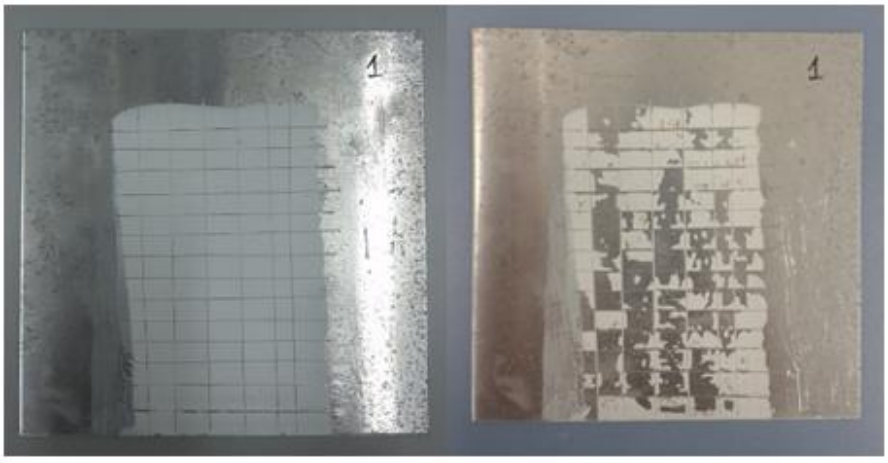
Şekil 7.34 Solvent bazlı boya 1. set optimum TG-DTA analiz sonucu



Şekil 7.35 Solvent bazlı boya 2. set optimum TG-DTA analiz sonucu

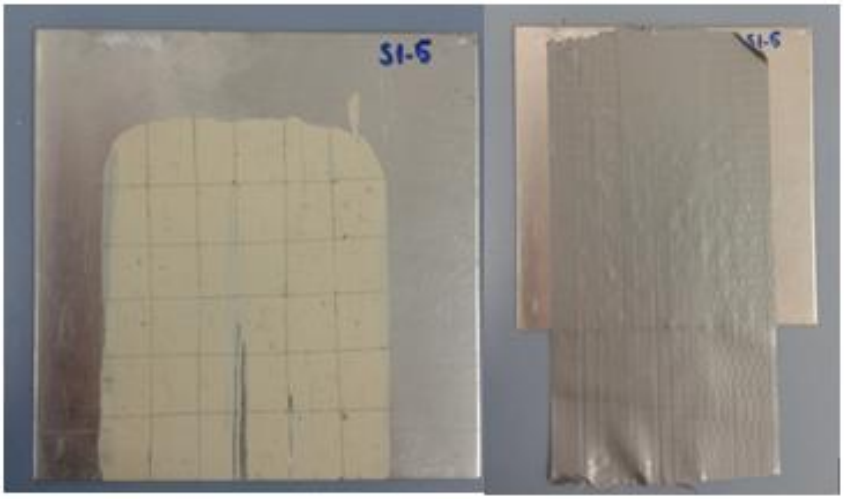
7.7 Crosscut Testi

Cross-cut uygulaması için, malzemelerin üzerine belirli aralıklarla çizgiler çizilmiştir ve üzerine bu alanda hava kabarcıkları olmadan bant yapıştırılmıştır. Hızla çekilen bandın üzerine yapışan boya parçacıklarının olup olmadığı tespit edilmiştir.

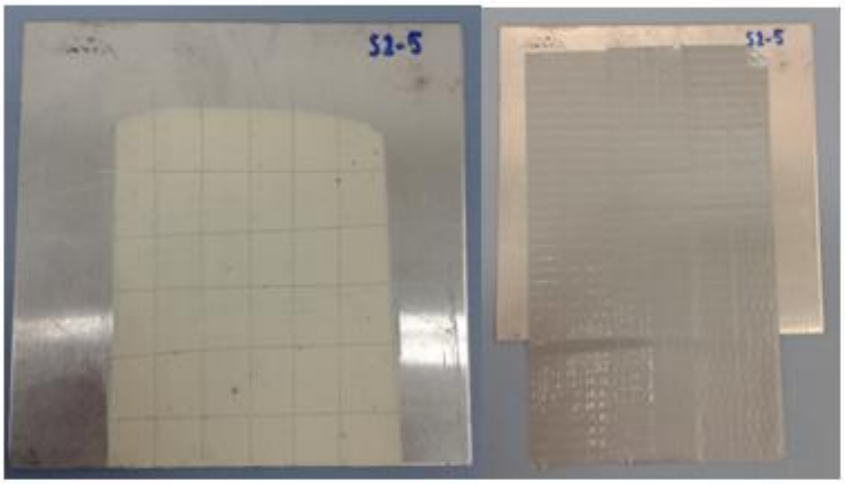


Şekil 7.36 Crosscut öncesi ve sonrası su bazlı referans boya

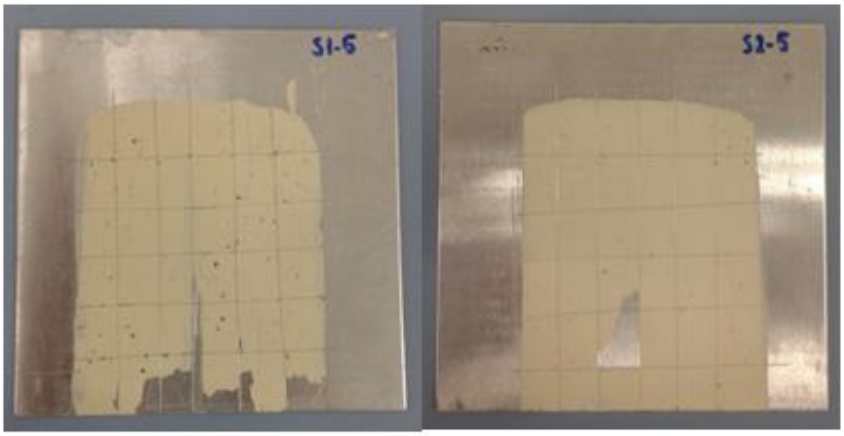
Su bazlı boya ile hazırlanan optimum setlere uygulanan crosscut testi sonucunda, hazırlanan boyanın referans boyaya kıyasla (Şekil 7.36) daha iyi özelliklere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 7.37-7.39)



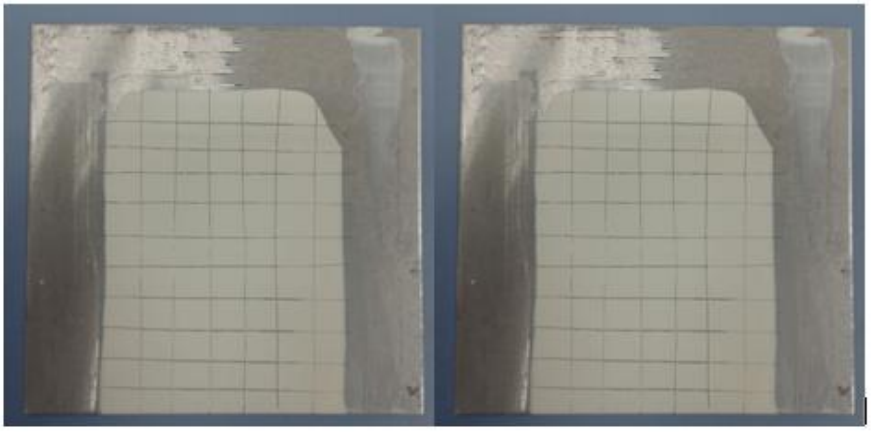
Şekil 7.37 Su bazlı 1.set optimum numunesi crosscut testi



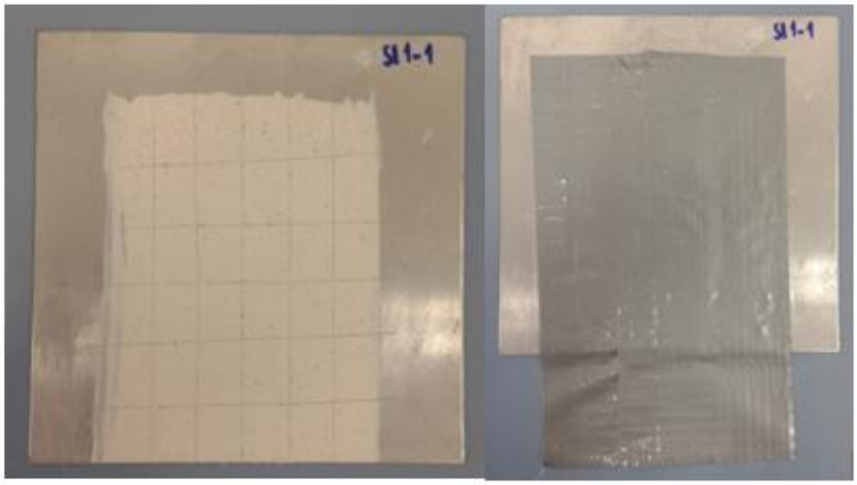
Şekil 7.38 Su bazlı 2.set optimum numunesi crosscut testi



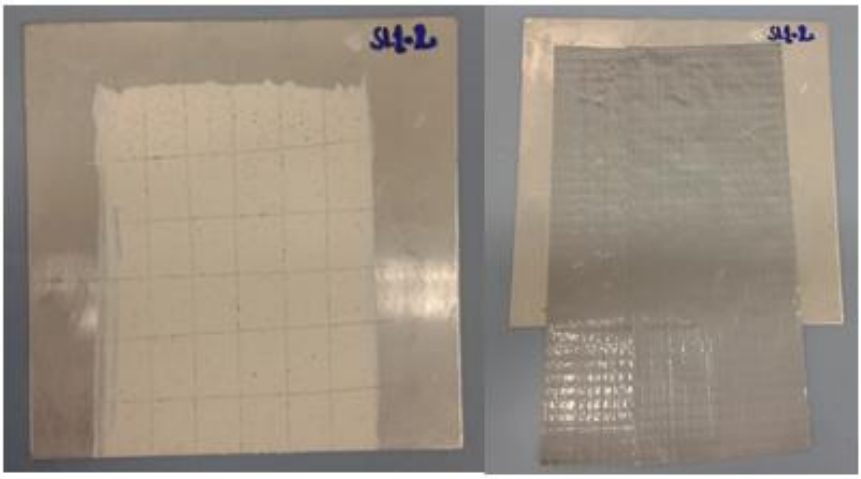
Şekil 7.39 Crosscut test sonrası su bazlı optimum numuneler



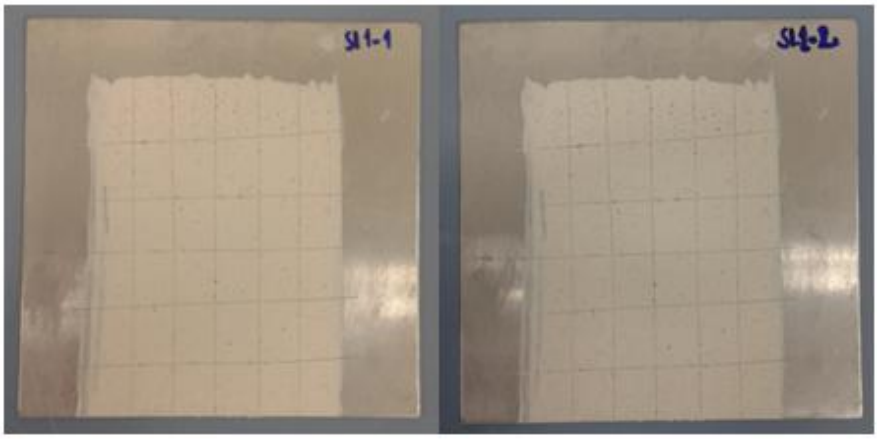
Şekil 7.40 Crosscut öncesi ve sonrası solvent bazlı referans boya



Şekil 7.41 Solvent bazlı 1.set optimum numunesi crosscut testi



Şekil 7.42 Solvent bazlı 2.set optimum numunesi crosscut testi



Şekil 7.43 Crosscut test sonrası sovent bazlı optimum numuneler

Solvent bazlı boya ile hazırlanan optimum numunelere crosscut testi uygulanmıştır. Test sonucunda referans boyanın yapışkanlığının (Şekil 7.40) güçlü olduğu gözlemlenmiştir. Hazırlanan su bazlı optimum numunelere kıyasla solvent bazlı optimum numunelerde, mevcut özellikte iyileştirme sağlanamamıştır (Şekil 7.41-7.43).

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, boya içine katılan titandioksit, aslanpençesi, boroksit veya borik asidin; korozyon, hidrofobiklik ve alev geciktiricilik üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla titandioksit, aslanpençesi, bor oksit veya borik asidin karakterizasyonu yapılarak kırıcılarda ve öğütücülerde 200 µm boyutuna getirildikten sonra boya içerisine ilave edilmişlerdir. Solvent ve su bazlı boyaların ağırlıkça % 0-6 (w/w)' sı olacak şekilde, farklı oranlarda titandioksit, aslanpençesi, bor oksit ve borik asit solvent ve su bazlı boyalara ilave edilmiştir. Taguchi L-9 ortogonal diziye göre, tek set için üç düzeyde üç parametre seçerek hazırlanmış 9 farklı içerikteki toplam otuz altı boya numunesi 10x10 $cm^{2,}$ lik özel hazırlanmış plakalara uygulanmıştır. Bu plakalara uygulanan boyalara görsel testler yapılmıştır. Bu görsel testler sonucunda uygulanan boyaların örtücülüğünün yüksek, hidrofobik, dekoratif, yapışmaya ve darbeye karşı dirençli olduğu gözlemlenmiştir.

Kuruluk testi için dokunma kuruma testi yapılmıştır. Dokunma kuruma testi, işaret parmağını boya yüzeyine çok hafif sürterek tespit edilebilmiştir ve kurumanın takriben 24 saat olduğu gözlemlenmiştir. Tam kuruma testinde, boya filmine başparmakla baskı uygulanmıştır ve en fazla kuvvet uygulanarak başparmak 90° çevrilmiştir, film bozulmadığı için tam kurumanın gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Örtücülük testi için boya numuneleri, zebra kağıtlarına 200 µm'lik aplikatörle uygulanmıştır. Hazırlanan boyaların, uygulandığı yüzeyi kapatacak şekilde yeterli

örtücülüğe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hazırlanan numunelerin uygun viskozite ve parlaklığa sahip olduğu, yapılan ölçümlerle belirlenmiştir.

Cross-cut testinde, kuru boya filmi üzerine belli aralıklarla çizgiler çizilmiştir ve üzerine bu alana hava kabarcıkları kalmayacak şekilde bant yapıştırılmıştır. Yapışkan bandın bir ucu serbest bırakılarak bu ucundan tutulan bant ani bir hareketle çekilmiştir. Testler sonucunda, çapraz çizginin kenarlarının dökülmediği gözlemlenmiştir. Bu da boya filminin yapışkanlığının yüksek olduğunu göstermektedir.

Hidrofobiklik testi için contact-angle analiz cihazı kullanılmıştır. Boya uygulaması yapılmış olan plakalar bu cihazda test edilmiş ve yüzeyin su damlacığı ile yapmış olduğu açılar belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre referans boyaya kıyasla boyaların hidrofobik özelliklerinde gelişme olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan korozyon testinde plakalar, önce tuzlu su ortamında bekletilmiş, ardındanda yüksek nem ortamına maruz bırakılmıştır. Analiz sonucuna göre su ve solvent bazlı boyalarda hidrofobiklik özelliğine pozitif yönde etki eden aslanpençesi bitkisinin, korozyon oluşumuna etki ettiği gözlemlenmiştir.

Yanmaya karşı dayanım testi için, plakalar üzerine uygulanan boyadan alınan numunelere TG-DTA analizi yapılmıştır. TG-DTA eğrileri incelendiğinde ise su ve solvent bazlı boyalarda; yapılan katkılandırmadan dolayı yüzeylerin yanmaya karşı daha fazla dayanım gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak ortam şartlarına dayanıklılığın yetersiz kaldığı durumlarda uygun miktarlarda titandioksit, aslanpençesi, bor oksit veya borik asit boya içine katılarak gerekli direnç ve dayanıklılıklar sağlanmıştır. Bu çalışmanın devamı olarak bor kaynağı olarak borik asit ve bor oksit dışında diğer bor türevleri, değişik parametrelerle ve farklı seviyelerde, su ve solvent bazlı boyaya katılarak alev geciktirme ve korozyon önleme amaçlı deneysel çalışmalar devam ettirilebilir. Yapılan bu çalışmanın, bu alanda yapılan diğer çalışmalara ışık tutacağı ve yol göstereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Kalafatoğlu, İ. E. ve Örs, S. N., (2003). "21. Yüzyılda Bor Teknolojileri ve Uygulamaları", BAÜ Fen Bil. Enst. Derg., 5(1): 59- 71.

[2] Doğan, M. ve Ünlü, S. M., (2014). "Flame Retardant Effect of Boron Compounds on Red Phosphorus Containing Epoxy Resins", Polymer Degradation and Stability, 99: 12-17.

[3] Yıldırım, S., (2013). Production and Industrial Application of Nanostructured Flame Retardant Reinforced Composite Materials, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[4] Kayran, B., (2013). Su Bazlı-Stiren Akrilik Esaslı-Çinko Borat Katkılı Boyaların Alev Geciktirme, Duman Bastırma ve Antibakteriyel Etkinlikleri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[5] Ökenek, F., (2013). Su Bazlı ve Stiren Akrilik Esaslı Boyalarda Alkali-Toprak Alkali Borat Katkılarının Alev Geciktirici Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[6] T.C. Ekonomi Bakanlığı, Boya Sektörü- Sektör Raporları, http://www.ekonomi.gov.tr/portal/content/conn/UCM/uuid/dDocName:EK-225904, 29 Ocak 2017.

[7] Camcıoğlu, Ş., (2010). Su Bazlı Boya Üretim Tesislerinin Atıksularının Arıtılmasında Genelleştirilmiş Minimum Değişmeli (Gmv) Algoritma ile Ph Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[8] T.C Milli Eğitim Bakanlığı, (2010). Kimya Teknolojisi Bağlayıcılar 1, Ankara.

[9] Kayan, M., (2013). Alkid Reçinelerindeki Uçucu Organik Bileşik Miktarını Azaltmak ve Suda Yayılabilir Özellik Kazandırmak, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

[10] Çakır, D., (2009). Alkid Reçinesi Üretimi Atıksu Profili ve Arıtılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[11] Çağlar, D., (2011). Keten Tohumu Esaslı Alkid Reçinelerin Sentezi: Boya Formülasyonlarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] Şeker, A., (2010). Epoksi Reçine/Sepiyolit Kompozitlerinin Hazırlanması ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

[13] Aytekin, A., Karataş Toğral, A. ve Yılmaz, Ö. H., (2015). "Epoksi Reçineleri ve Mesleki Dermatozlarla İlişkisi" , Ankara Med J., 15(2): 96- 101.

[14] Nordkapp Deniz ve Endüstriyel Boya Çözümleri, Boya Hakkında Kısa Bilgiler, http://www.nordkapp.com.tr/sitebuilder/page7.aspx, 20 Şubat 2017.

[15] Bekircan, E. A., (2007). Su Bazlı Boyalarda Süreç Koşullarının Dağılım Kalitesine ve Boya Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

[16] Yetim, F., (2012). Bağlayıcı Olarak Bor İçeren Epoksi Reçinesinin Kullanılması ile Hazırlanan Boyanın Antifouling Etkinliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

[17] Atalay, Ö., (2012). Magnezyumborat Sentezi ve Alev Geciktirici Pigment Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[18] Gümüş, M., (2007). Alüminyum Yüzeyler için Antikorozif Boya ve Kaplama Şekillerinin Geliştirilmesi ve Kaplama Altı Korozyon Davranışlarının Elektrokimyasal Yoldan İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[19] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, (2014). Kimya Teknolojisi Boya Solventleri, Ankara.

[20] Erkmen, J., (2012). "Solvent Bazlı İnşaat Boyalarında Pigment Boyutunun Etkilerinin Uzun Zaman Aralığında İncelenmesi", Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2(6): 83- 94.

[21] Koltka, S. ve Sabah, E., (2012). "Boya Sektörü ve Sentetik (Çöktürülmüş) Kalsiyum Karbonat (PCC)", 8. Uluslararası Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 29-30 Kasım 2012, İstanbul.

[22] Dinç, H., (2011). Boya Atıksuyunun Kimyasal ve İleri Arıtma Yöntemleri ile Arıtılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[23] T.C Milli Eğitim Bakanlığı, (2009). MEGEP Kimya Teknolojisi Boya Üretimi, Ankara.

[24] Şengül, F., Dursun, D., Çatalkaya, E. Ç., Dinçer, A. R. ve Kargı, F., (2003). "Solvent İçerikli Boya Sanayi Atıksularının Arıtımı", Çevre Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(3): 1-9.

[25] Ünal, N., (2009). Boya, Katalizör- Popüler Kimya Dergisi, http://www.katalizor.net/sayilar.php?sayi=6, 10 Ocak 2017.

[26] Kocabaş, E., (2009). Su Bazlı Boya Üretimi Atıksularının Fiziko-Kimyasal Yöntemlerle Arıtımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[27] Aras, U., Kalaycıoğlu, H. ve Yel, H., (2016). "Orta Yoğunlukta Liflevha (MDF) Yüzeylerinde Toz Boya Uygulamaları", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(2): 791- 800.

[28] Balık, Ö. Y., (2013). Boya Endüstrisi Atıksuyunun Koagülasyon ile Ön Arıtımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[29] Paşa, Ç., (2006). Otomotivde Boyama Teknolojisi ve Boya Kurutma Fırınının Ekserji Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[30] Atalar's, Boya Testleri, http://www.atalars.com/pdf/yapi/boya_testleri.pdf, 7 Şubat 2017.

[31] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, (2012). Kimya Teknolojisi Yaş Boya Testleri, Ankara.

[32] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, (2013). Kimya Teknolojisi Kuru Boya Özellikleri, Ankara.

[33] Kaftan, M. A., (2006). Çelik Yapılarda Korozyon Oluşumu ve Korozyondan Korunma Yöntemlerinin Maliyet Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

[34] Altun, H., (2004). Magnezyum Alaşımlarının Korozyonu ve FBB Kaplamaların Korozyon Davranışlarına Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

[35] Metin, E., (2007). Katodik Koruma Sistemleri Yeni Uygulamalar ve Ekonomik Analiz, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[36] Paksoy, A. K. (2008). Çelik Yapıların, Atmosferik Korozyona Karşı Korunmasında Epoksi Bazlı Boya ve Kaplamaların Kullanımı ve Performansı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[37] Durgun, M. Y., (2011). Pomza, Kolemanit, Barit ve Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Boyalarla Kaplanan Beton ve Donatların Korozyon Performansı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

[38] Elyiğit, A., (2011). Bor Kaplamalı Betonarme Çeliğinin Korozyona Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[39] Aydoğdu, G. H. ve Aydınol, M. K., (2005). AISI 316L Tipi Östenitik Paslanmaz Çeliklerin Tanelerarası Korozyona Duyarlılığının Elektrokimyasal Polarizasyon Yöntemiyle Belirlenmesi, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi140/d140_5061.pdf, 16 Ocak 2017.

[40] Palmanak, E., (2009). 6-Amino-m-Kresol Polimerinin Bakır ve Paslanmaz Çelik Üzerine Sentezi ve Korozyon Performansının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

[41] Muratoğlu, S., (2008). Pirinç' in Sulu Çözeltilerdeki Korozyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[42] Roberge, P. R., (1999). Handbook of Corrosion Engineering, McGraw- Hill, New York.

[43] Doğan, G., (2006). Atmosferik Korozyonun Metal Yapı Malzemelerine Etkisi Üzerine Deneysel Bir Çalışma ve Yapay Sinir Ağı ile Korozyon Hızı Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[44] Elçiçek, H., Karaoğlanlı, A. C. ve Demirel, B., (2011). "Gemicilik Endüstrisinde Korozyon Problemi ve Katodik Koruma Uygulamaları" , 6th International Advanced Technologies Symposium, 16- 18 Mayıs 2011, Elazığ.

[45] Yajima, A., (2015). Assessment of Soil Corrosion in Underground Pipelines Via Statistical Inference, Doctor of Philosophy, The Graduate Faculty of The University of Akron, Ohio.

[46] Cunat, P. J., (2001). Corrosion Resistance of Stainless Steels in Soils and in Concrete, http://www.worldstainless.org/news/show/84, 1 Mart 2017.

[47] TMMOB Makine Mühendisleri Odası, (1994). MAMA Mühendisliği El Kitabı Üretim ve Tasarım, Ankara.

[48] Gerengi, H., (2009). "Benzotriazole' ün Yapay Deniz Suyunda, Pirinç-118 ve Pirinç-MM55 Alaşımlarının Korozyon Davranışına Etkisinin, Harmonik Analiz Yöntemi ile İncelenmesi", Teknik-Online Dergi, 8(3): 321- 339.

[49] Eker, D., (2016). Ahşap Koruyucu Boya ve Vernik Uygulamaları için Yangına Dayanıklı Polyester Bağlayıcı Sistemlerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[50] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, (2015). Yangın ve Kazalarla Mücadele El Kitabı, İstanbul.

[51] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, (2016). İstatistikler, İstanbul.

[52] Gu, J., Zhang, G., Dong, S., Zhang, Q. ve Kong, J., (2007). "Study on Preparation and Fire-retardant Mechanism Analysis of Intumescent Flame-retardant Coatings", Surface and Coatings Technology, 201: 7835- 7841.

[53] Aydın, D. Y., Gürü, M., Ayar, B. ve Çakanyıldırım Ç., (2016). "Bor Bileşiklerinin Alev Geciktirici ve Yüksek Sıcaklığa Dayanıklı Pigment Olarak Uygulanabilirliği", Bor Dergisi, 1(1): 33-39.

[54] Abd El-Wahab, H., Abd El-Fattah, M. ve Gabr, M.Y., (2010). "Preparation and Characterization of Flame Retardant Solvent Base and Emulsion Paints", Progress in Organic Coatings, 69(3): 272- 277.

[55] Tuzcu, H., (2010). Isı Yalıtımı ve Otomotiv Endüstrilerinde Kullanılan Yanmaya Dirençli Poliüretan Esaslı Malzemelerin Tutuşma ve Yanma Karakteristiklerinin Deneysel İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

[56] Yavuz, H., (2007). Plazma Polimerizasyon Yöntemiyle Polimerik Malzemelere Yanmazlık Özelliğinin Kazandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[57] Kaya, M. ve Oz, D., (1999). "Mineral Esaslı Alev Geciktirici ve Duman Bastına Katkı Maddeleri", 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14-15 Ekim 1999, İzmir.

[58] Kangal, M. O. ve Güney, A., (2005). "Anyonik Toplayıcılar Varlığında Huntitin ($Mg_3Ca(CO_3)_4$), flotasyon davranışı", İTÜ Dergisi, 4(3): 87- 98.

[59] Yıldırım, S. ve Çelik, E., (2014). "Alev Geciktirici Huntit ve Hidromanyezit Nanopartikül Takviyeli Polimerik Kompozit Kaplamalar", Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering, 14: 387- 393.

[60] Alıcılar, A., Ökenek, F., Kayran, B. ve Tutak, B., (2015). "Bor Katkılı Stiren Akrilik Boyaların Alev Geciktirme, Duman Bastırma ve Antibakteriyel Etkinlikleri", Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(4): 701-709.

[61] Durğun, Z. G., (2010). Çeşitli Kalsiyum Boratların Sentezi Karakterizasyonu ve Alev Geciktirici Etkinliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[62] Tombal, T. D., Özkan, Ş. G., Ünver, İ. K. ve Osmanlıoğlu, A. E., (2016). "Bor Bileşiklerinin Özellikleri, Üretimi, Kullanımı ve Nükleer Reaktör Teknolojisinde Önemi" , Bor Dergisi, 1(2): 86- 95.

[63] Kaya, K., (2013). Boron Containing Epoxy Acrylate Coatings, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[64] İbibikcan, E., (2013). Use of Boron Compounds as Synergistic Flame Retardant in Low Density Polyethylene – Ethylene Vinyl Acetate Blends And Nanocomposites, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[65] Durmuş, C., (2016). Bor Katkılı Çimentoların Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[66] Ayar, B., (2007). Çinkoborat Sentezi ve Yüksek Sıcaklıkta Pigment Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[67] Budakçı, M., Sönmez, A. ve Esen, R., (2009). "Ahşap Verniklerin Su Buharı ve Islak Sıcaklığa Dayanıklılığının Araştırılması", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 13- 15 Mayıs 2009, Karabük.

[68] Mitra, A. C., Jawarkar, M., Soni, T. ve Kiranchand G. R., (2016). "Implementation of Taguchi Method for Robust Suspension Design", Procedia Engineering, 144: 77- 84.

[69] Karagöz, N., (2014). Taguchi Metodunun Hava Aracı Kanat Tasarımı Sürecine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

[70] Razak, M. A., Abdul-Rani, A. M., Rao, T. V. V. L. N., Pedapati, S. R. ve Kamal, S., (2016). "Electrical Discharge Machining on Biodegradable AZ31 Magnesium Alloy using Taguchi Method", Procedia Engineering, 148: 916- 922.

[71] Aydın, M. E., (1994). Taguchi Metodu ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

[72] Çelik, C., (1993). Kalite Geliştirmede Tasarım Eniyileme Problemine Taguchi Yöntemlerinin Uygulanmasında Sistematik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[73] Şanyılmaz, M., (2006). Deney Tasarımı ve Kalite Geliştirme Faaliyetlerinde Taguchi Yöntemi ile Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[74] Sasmito, A. P., Kurnia, J. C., Shamim, T. ve Mujumdar, A. S., (2015). "Optimization of Design Parameters for an Open-cathode Polymer Electrolyte Fuel Cells Stack Utilizing Taguchi Method", Energy Procedia, 75: 2027- 2032.

[75] Tanabe, I., Sakamoto, H. ve Miyamoto, K., (2014). "Development of Innovative Tool Using Taguchi-methods", AASRI Procedia, 9: 107- 113.

[76] Bădescu, D., Grigoreb, V., Deneșa, C. ve Bădescu, M., (2014). "The Taguchi Method and Conditions for its Implementation in High Performance Athletic Training", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 117: 378-382.

[77] Younis, S. M. Z. ve Iqbal, J., (2015). "Estimation of Soil Moisture using Multispectral and FT-IR Techniques", The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 18: 151- 161.

[78] National Institue of Standars and Technology, Titanium dioxide (anatase), http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C13463677&Type=IRSPEC&Index=0, 15 Şubat 2017.

[79] Mock, U., Förster, R., Menz, W. ve Rühe, J., (2005). "Towards ultrahydrophobic surfaces: a biomimetic approach", Journal of Physics: Condensed Matter, 17(9): 639- 648.

[80] Barsbay, M. ve Güven, O., (2010). "Selüloz Esaslı Kendi Kendini Temizleyen Süper Hidrofobik Yüzeyler", 3. Ulusal Polimer Bilim ve Teknolojisi Kongresi ve Sergisi, 12-14 Mayıs 2010, Kocaeli.

[81] Orhon, A. V., (2014). "Kendini Temizleyen Cephe Sistemleri", 7. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, 3-4 Nisan 2014, İstanbul.

[82] Lamour, G., Hamraoui, A., Buvailo, A., Xing, Y., Keuleyan, S., Prakash, V., Bafrooei, A. E ve Borguet, E., (2010). "Contact Angle Measurements Using a Simplified Experimental Setup", Journal of Chemical Education, 87(12): 1403- 1407.

[83] Yorulmaz, E., (2005). Schiff Bazlarının Termal Yöntemlerle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tuğba ÇİFTE

Doğum Tarihi ve Yeri : 18.08.1991- Bahçelievler

Yabancı Dili : İngilizce- İtalyanca

E-posta : tugbacifte@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	-
Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2015
Lise	Sayısal	Bahçelievler Cumhuriyet Anadolu Lisesi	2009

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2017	Renksan Plastik San.Tic.Ltd.Şti	Kimya Mühendisi

YAYINLARI

Makale

1. Gures, S., Cifte, T., Acarali, N., Ozturk, A.B., Kandilci, H.G., Ozgunduz, H.I., Sarac, H., (2016). "Improvement of Water-Based Interior Dyes Prepared by Using Natural Mineral and Fiber Industrial Plant", Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 31(1): 105-113.

Bildiri

1. Cifte, T., Acaralı, N., Ozturk, A.B., Ozgunduz, H.I., Kandilci, H.G., Sarac, H., (2016). "Optimization and Investigation of Solvent Based Dyes Including Boron Chemicals in Metal Industry", Paintistanbul & Turkcoat 2016, 22-23 Mart, İstanbul.