



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



## YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE FONKSİYONEL POLİMERLERİN  
YARDIMCI KİMYASAL OLARAK KULLANIMININ  
İNCELENMESİ

Hacer Yeşim CENGİZ

DANIŞMAN  
Prof. Dr. Hüseyin DELİGÖZ

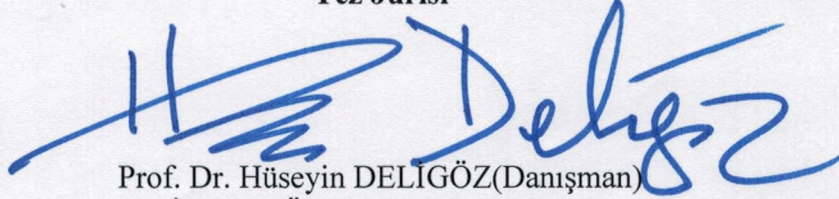
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Kimyasal Teknolojiler Programı

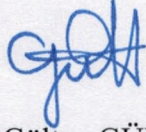
İSTANBUL-2018

Bu çalışma, 25.12.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Kimyasal Teknolojiler Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

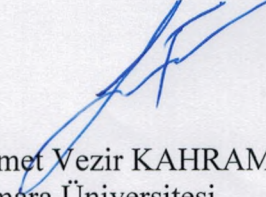
**Tez Jürisi**



Prof. Dr. Hüseyin DELİGÖZ(Danışman)  
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Gülten GÜRDAĞ  
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa  
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Memet Vezir KAHRAMAN  
Marmara Üniversitesi  
Fen Fakültesi



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

## ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca ilerlediğim yolda, bilgi ve tecrübeleriyle bana ışık olan, daima desteğini arkamda hissettiğim, çok değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin DELİGÖZ'e saygı, minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitimimde yapmış olduğum staj sürecinde tanıştığım ve tanıştığım andan itibaren her konuda bana destek olan, tez çalışmalarına bilgi birikimi ve tecrübeleriyle değer katan Gülден EROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Yenilikçi fikir ve önerileriyle bana farklı bakış açıları kazandıran, sağladığı olanaklarla yüksek lisans eğitimimi ve tez çalışmalarımı tamamlamamda en büyük destekçim olan, birlikte çalışmaktan mutluluk ve gurur duyduğum Emir TEMİZKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez dönemimde, deneysel çalışmalarım için bana laboratuvarlarını açan ve ham madde desteği sağlayan KMT POLYMERS'e, değerli çalışanları Mehmet CANBAZ ve Tuğba KAYA'ya ve diğer tüm çalışanlarına çok teşekkür ederim.

İş hayatına ilk adımımı attığım yer olan, içinde bulunmaktan gurur duyduğum STİL GİYİM A.Ş'ye ve değerli çalışanlarına bana kattıkları tecrübeler için teşekkür ederim.

Sevgisi ve duyduğu güvenle daima değerli hissettiren, bağlılık ve saygı duyduğum Hasan TEMİZKAN'a sağladığı motivasyon ve destekleri için minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Tecrübe ve bilgi birikimleriyle deneysel çalışmalarımda bana yol gösteren Tufan DEVELİOĞLU, Ahmet ÇİFTÇİ, Veronica BURCOMAN, Yeter KESME ÇAKICI ve Hanife HATİPOĞLU'na fikir ve önerileri için teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım boyunca desteğini asla esirgemeyen, her konuda çözüm üreten ve destek olan değerli arkadaşlarım Ayça ERGÜN'e ve Araş. Gör. Merve OKUTAN DENİZ'e teşekkür ederim.

Anlatmak için kelimelerin yetersiz kaldığı, birlikte büyüdüğüm değerli arkadaşlarım Aslı ÇELİK, Ozan Can TURAN ve Numan TÜLEK'e destekleri ve sağladıkları motivasyon için teşekkür ederim.

Sahip olduğum için şanslı hissettiğim, hayatım boyunca her konuda bana koşulsuz destek olan canım aileme sevgileri ve emekleri için sonsuz teşekkür ederim.

Aralık 2018

Hacer Yeşim CENGİZ

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ .....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xiii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	xiv
ÖZET .....	xv
SUMMARY .....	xvii
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR.....</b>	<b>3</b>
2.1 POLİMERLERİN TANIMI .....	3
2.2 POLİMERLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	4
2.3 POLİMERİZASYON MEKANİZMALARI .....	6
2.3.1 Basamaklı (Kondenzasyon) Polimerizasyon.....	6
2.3.2 Katılma (Zincir) Polimerizasyonu .....	7
2.4 FONKSİYONEL POLİMERLER.....	11
2.4.1 Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Fonksiyonel Yapıdaki Yardımcı Kimyasallar .....	11
2.5 TEKSTİL HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	12
2.5.1 İplik Hakkında Genel Bilgiler .....	13
2.5.1.1 İplik Numaralandırma Sistemleri .....	13
2.5.1.2 Elyaf ve Elyaf Çeşitleri .....	13
2.5.2 Kumaş Boyama Prosesi Ön İşlemleri Hakkında Genel Bilgiler .....	14
2.5.2.1 Haşıl Sökme .....	14
2.5.2.2 Pişirme.....	14
2.5.2.3 Kasar.....	14
2.5.2.4 Yıkama .....	15
2.5.2.5 Nötralizasyon.....	15
2.6 TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KUMAŞ BOYAMA PROSESLERİ .....	15
2.6.1 Boyar Maddeler Hakkında Genel Bilgiler.....	15
2.6.2 Pantone Hakkında Genel Bilgiler .....	16

2.6.3 Boyar Madde Elyaf Etkileşimleri.....	17
2.6.4 Reaktif Boyama .....	18
2.6.3.1 Reaktif boyar maddelerin yapısı.....	19
2.6.3.2 Reaktif boyama performansını etkileyen faktörler .....	19
2.6.3.3 Reaktif Boyama Mekanizması.....	20
2.6.5 Dispers (Polyester) Boyama .....	20
2.6.6 Pigment Boyama .....	21
2.7 HASLIK TESTLERİ VE KALİTE .....	21
2.7.1 Tekstil Ürünlerine Uygulanan Haslık Testleri .....	21
2.7.1.1 Yıkama Haslığı.....	23
2.7.1.2 Ter Haslığı.....	23
2.7.1.3 Su Haslığı.....	23
2.7.1.4 Işık Haslığı.....	24
2.7.2 Tekstil Endüstrisindeki Standartlar .....	24
2.7.3 Tekstil Endüstrisinde Kimyasal Madde Kullanımına Getirilen Kısıtlamalar.....	25
2.8 İYONOMERLER.....	26
2.8.1 Polikarboksilat (PC) .....	27
2.8.2 Literatürde Polikarboksilat (PC).....	28
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM.....</b>	<b>32</b>
3.1 KİMYASAL MALZEMELER .....	32
3.2 KULLANILAN MALZEMELERİN KİMYASAL YAPILARI .....	33
3.2.1 TPEG (Polietilen glikol).....	33
3.2.2 Akrilik asit .....	33
3.2.3 Maleik Anhidrit .....	33
3.2.4 Hidrojen Peroksit.....	33
3.2.5 APS (Amonyum persülfat) .....	34
3.2.6 Askorbik asit.....	34
3.2.7 Demir (II) sülfat.....	34
3.2.8 2- Merkaptoproponeik asit .....	34
3.2.9 Sodyum hipofosfit .....	34
3.2.10 o-fosforik asit.....	35
3.2.11 p-toluen sülfonik asit .....	35
3.2.12 Sodyum hidroksit.....	35
3.2.13 Potasyum hidroksit .....	35

3.2.14 Sodyum klorür .....	35
3.2.15 Polikarboksilat (PC) .....	36
3.2.16 Metilen Mavisı (MB).....	36
3.2.17 Prusya Mavisı (PB).....	36
3.2.18 Tween 80 .....	36
3.2.19 Reabond Blue, Reabond Yellow ve Sun TQ.....	37
3.3 POLİKARBOKSİLAT SENTEZİ .....	38
3.4 GPC ANALİZİ.....	40
3.5 FTIR ANALİZİ.....	41
3.6 TGA ANALİZİ .....	41
3.7 YÜZEY TEMAS AÇISI ( $\Theta$ ) ANALİZİ .....	42
3.8 BOYA ÇÖZELTİSİNİN HAZIRLANMASI VE BOYAMA PROSESİ.....	43
3.9 HASLIK TESTLERİ VE PH ÖLÇÜMÜ .....	46
3.9.1 Yıkama Haslığı Ölçümü.....	46
3.9.2 Ter Haslığı Ölçümü .....	47
3.9.3 Su Haslığı Ölçümü .....	48
3.9.4 Işık Haslığı Ölçümü.....	48
3.9.5 pH Ölçümü .....	49
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>50</b>
4.1 GENEL KISIM .....	50
4.2 GPC SONUÇLARI .....	50
4.3 FTIR SONUÇLARI .....	66
4.4 TGA SONUÇLARI.....	69
4.5 TEMAS AÇISI SONUÇLARI.....	71
4.6 BOYAMA DENEMELERİNİN HASLIK VE PH SONUÇLARI .....	73
4.6.1 BOYAMA DENEMELERİ .....	74
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>85</b>
5.1 SENTEZLENEN PC'LERİN $M_w$ , $M_n$ , PDI DEĞERLERİ VE TGA SONUÇLARI .....	85
5.2 SENTEZLENEN PC'LERİN FTIR VE TGA ANALİZLERİ.....	88
5.2 BOYALI KUMAŞ ÖRNEKLERİNİN TEMAS AÇISI VE HASLIK DEĞERLERİ .....	88
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>92</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>95</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>96</b>





## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Polietilenin kimyasal yapısı. ....	4
Şekil 2.2: Poli dimetil siloksanın kimyasal yapısı. ....	5
Şekil 2.3: Selülozun kimyasal yapısı. ....	5
Şekil 2.4: Kondenzasyon polimerizasyonu ile poliester sentezi. ....	7
Şekil 2.5: Kondenzasyon polimerizasyonu ile poliamid sentezi.....	7
Şekil 2.6: Radikalik katılma polimerizasyonunda birleşerek sonlanma. ....	8
Şekil 2.7: Radikalik katılma polimerizasyonunda disproporsiyonlaşma ile sonlanma.....	9
Şekil 2.8: İyonik katılma polimerizasyonunda iyonik aktif merkezlerin gösterimi.....	9
Şekil 2.9: Kovalent bağlı bir molekülün homolitik olarak bölünmesi. ....	10
Şekil 2.10: Kovalent bağlı bir molekülün heterolitik olarak bölünmesi. ....	10
Şekil 2.11: Yüzey aktif maddelerin misel oluşturma mekanizması. ....	12
Şekil 2.12: Bazı önemli kromofor grupları. ....	16
Şekil 2.13: Pantone görseli.....	17
Şekil 2.14: Referans renk görseli (14-4811 TPX).....	17
Şekil 2.15: Selüloz ile reaktif boyar madde arasındaki kovalent bağ etkileşimi. ....	18
Şekil 2.16: Reaktif boyar maddenin kimyasal yapısı.....	19
Şekil 2.17: Reaktif boyama mekanizması.....	20
Şekil 2.18: Dispers(polyester) boyama mekanizması. ....	20
Şekil 2.19: Gri skala görseli. ....	22
Şekil 2.20: Refakat bezi görseli. ....	23
Şekil 2.21: İyonomerlerin tersinir davranışı. ....	26
Şekil 2.22: Nafyonun kimyasal yapısı. ....	26
Şekil 2.23: PC'nin kimyasal yapısı. ....	27

Şekil 2.24: Üretan polikarboksilatın kimyasal gösterimi [21].	27
Şekil 3.1: Akrilik asidin kimyasal gösterimi.	33
Şekil 3.2: Maleik anhidritin kimyasal gösterimi.	33
Şekil 3.3: Hidrojen peroksitin kimyasal gösterimi.	34
Şekil 3.4: Askorbik asidin kimyasal gösterimi.	34
Şekil 3.5: p-tolen sülfonik asidin kimyasal gösterimi.	35
Şekil 3.6: Metilen mavisinin kimyasal gösterimi.	36
Şekil 3.7: Prusya mavisinin kimyasal gösterimi.	36
Şekil 3.8: 30/1, %100 pamuk üç iplik kumaşın görseli.	37
Şekil 3.9: 30/1, %100 pamuk pike kumaşın görseli.	37
Şekil 3.10: 30/1, %100 pamuk süprem kumaşın görseli.	38
Şekil 3.11: PC sentezinde kullanılan laboratuvar düzeneği.	39
Şekil 3.12: Nem tayin cihazı.	40
Şekil 3.13: GPC analiz cihazı.	41
Şekil 3.14: FTIR analiz cihazı.	41
Şekil 3.15: TG/DTA 6300 Termogravimetrik analiz cihazı.	42
Şekil 3.16: KSV Attension THETA yüzey temas açısı ölçüm cihazı.	43
Şekil 3.17: MilliQ Water ultra saf su cihazı.	45
Şekil 3.18: Isıtıcılı manyetik karıştırıcı.	45
Şekil 3.19: KSV Dip coater cihazı.	46
Şekil 3.20: Reaktif boya ile pamuk elyafının boyanması prosesi.	46
Şekil 3.21: Yıkama haslığı için kullanılan yıkama makinesi.	47
Şekil 3.22: EN 400 Etüv görseli.	48
Şekil 3.23: Işık kabini görseli.	48
Şekil 3.24: Işık haslığı test cihazı görseli.	49
Şekil 3.25: Biosan Orbital Çalkalayıcı PSU-20İ.	49
Şekil 4.1: ST-1 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.	51

Şekil 4.2: ST-2 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	53
Şekil 4.3: ST-3 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	55
Şekil 4.4: ST-4 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	57
Şekil 4.5: ST-5 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	59
Şekil 4.6: ST-6 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	61
Şekil 4.7: ST-7 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu. ....	63
Şekil 4.8: ST-8 numaralı örneğin GPC analizi. ....	65
Şekil 4.9: ST-3 numaralı örneğin spektral analiz grafiği. ....	66
Şekil 4.10: ST-4 numaralı örneğin spektral analiz grafiği. ....	67
Şekil 4.11: ST-7 numaralı örneğin spektral analiz grafiği. ....	68
Şekil 4.12: PCENEX-111 kodlu ticari ürünün spektral analiz grafiği. ....	69
Şekil 4.13: PCENEX-111 numaralı ticari ürünün ısı bozunma eğrisi. ....	70
Şekil 4.14: ST-7 numaralı örneğin ısı bozunma eğrisi. ....	70
Şekil 4.15: 30/1, %100 pamuk üç iplik kumaşa ait temas açısı görüntüsü. ....	72
Şekil 4.16: 30/1, %100 pamuk pike kumaşa ait temas açısı görüntüsü. ....	72
Şekil 4.17: 30/1, %100 pamuk süprem kumaşa ait temas açısı görüntüsü. ....	73
Şekil 4.18: Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşın deneme-1 sonucu görünüşleri. ....	75
Şekil 4.19: Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşın deneme-2 sonucu görünüşleri. ....	75
Şekil 4.20: Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-3 sonrası görünüşleri. ....	76
Şekil 4.21: Prusya mavisine pH etkisi [31]. ....	76
Şekil 4.22: Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-4 sonrası görünüşleri. ....	76
Şekil 4.23: Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-5 sonrası görünüşleri. ....	77
Şekil 4.24: Sırasıyla ST-4, ST-7 ve ST-8 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-6 sonrası görünüşleri. ....	77
Şekil 4.25: Sırasıyla ST-4, ST-7 ve ST-8 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-7 sonrası görünüşleri. ....	77

<b>Şekil 4.26:</b> Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-8 sonrası görünüşleri.	78
<b>Şekil 4.27:</b> Sırasıyla ST-7 ve ST-1 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-9 sonrası görünüşleri.	78
<b>Şekil 4.28:</b> Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşın deneme-10 sonrası görünüşleri.	79
<b>Şekil 4.29:</b> Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşın deneme-11 sonrası görünüşleri.	79
<b>Şekil 4.30:</b> Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşların deneme-12 sonrası görünüşleri.	79
<b>Şekil 4.31:</b> Üç iplik kumaşın deneme-13 sonrası görünüşü.	80
<b>Şekil 4.32:</b> Üç iplik kumaşın deneme-14 sonrası görünüşü.	80
<b>Şekil 4.33:</b> Üç iplik kumaşın deneme-15 sonrası görünüşü.	80
<b>Şekil 4.34:</b> Üç iplik kumaşın deneme-16 sonrası görünüşü.	81
<b>Şekil 4.35:</b> Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-17,18 ve 19 sonrası görünüşleri.	81
<b>Şekil 4.36:</b> Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-20 ve 21 sonrası görünüşleri.	81
<b>Şekil 4.37:</b> Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-22 ve 23 sonrası görünüşleri.	82
<b>Şekil 4.38:</b> Üç iplik kumaşın deneme-24 sonrası görünüşü.	82
<b>Şekil 4.39:</b> Üç iplik kumaşın deneme-25 sonrası görünüşü.	82
<b>Şekil 4.40:</b> Üç iplik kumaşın deneme-26 sonrası görünüşü.	83
<b>Şekil 4.41:</b> Üç iplik kumaşın deneme-27 sonrası görünüşü.	83
<b>Şekil 4.42:</b> Üç iplik kumaşın deneme-28 sonrası görünüşü.	83

## TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Tablo 2.1:</b> Ticari olarak sık kullanılan sentetik polimerlerin kullanım alanları. ....	3
<b>Tablo 2.2:</b> Polimerlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması. ....	4
<b>Tablo 2.3:</b> Bazı monomerlerin polimerizasyon yöntemleri. ....	10
<b>Tablo 2.4:</b> Boyama performansını etkileyen boyar madde özellikleri. ....	16
<b>Tablo 2.5:</b> Pamuğun fiziksel ve kimyasal özellikleri [12]. ....	18
<b>Tablo 3.1:</b> PC sentezinde kullanılan kimyasal malzemeler. ....	32
<b>Tablo 3.2:</b> Boyama prosesinde kullanılan kimyasal malzemeler. ....	32
<b>Tablo 3.3:</b> PC sentezi. ....	38
<b>Tablo 3.4:</b> Boyama prosesinde kullanılan kimyasal malzemelerin oranları. ....	44
<b>Tablo 3.5:</b> Yıkama haslığı analizi için yıkama koşulları. ....	47
<b>Tablo 4.1:</b> Deneme 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,28 ve ticari ürünün haslık ve pH değerleri. .....	84
<b>Tablo 5.1:</b> Sentezlenen PC'lerin $M_n$ , $M_w$ ve PDI değerleri. ....	87
<b>Tablo 5.2:</b> Bazı boyalı kumaşların haslık ve pH değerlerinin karşılaştırılması. ....	91

## SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ

### **Simgeler**                      **Açıklama**

**μL**                      : Mikro litre

### **Kısaltmalar**                      **Açıklama**

**Aa**                      : Akrilik asit

**APS**                      : Amonyum persülfat

**BNS**                      : Betanaftalin sülfonat

**g**                      : Gram

**m**                      : Metre

**MA**                      : Maleik anhidrit

**M<sub>A</sub>**                      : Molekül Ağırlığı

**ND**                      : Numara Denye

**NE**                      : Numara İngiliz

**NM**                      : Numara Metrik

**PC**                      : Polikarboksilat

**PET**                      : Polietilen tereftalat

**ppm**                      : Parts per million (milyonda bir birim)

**PVC**                      : Polivinil klorür

**Rpm**                      : Rate per minute (dakikadaki dönme sayısı)

**TGA**                      : Termogravimetrik Analiz

**UPC**                      : Üretan Polikarboksilat

**ZTA**                      : Zincir transfer ajanı

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE FONKSİYONEL POLİMERLERİN YARDIMCI KİMYASAL OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ

**Hacer Yeşim CENGİZ**

**İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman : Prof. Dr. Hüseyin DELİGÖZ**

Son yıllarda, tüm dünyada fonksiyonel polimerlerin farklı uygulama alanları için geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu uygulamalar arasında, ülkemizde öncelikli alanlar içerisinde yer alan enerji, çevre, su, biyomedikal ve akıllı tekstil uygulamalarına yönelik olarak yenilikçi fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi ilgi çekmektedir.

Bu tez çalışmasında, iyonlaşabilen bir polimer yapısı olarak günümüzde daha çok yapı sektöründe kullanılan polikarboksilat (PC) hazırlanarak, bu ürünün tekstil örme kumaşlarının boyanması prosesinde dispergatör olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda, radikalik katılma polimerizasyonu yöntemine göre PC sentezinde monomer miktarı, monomer/başlatıcı oranı, süre ve sıcaklık gibi önemli deneysel parametrelerin ürünün ağırlıkça ortalama molekül ağırlığına (Mw) ve polidispersite indeksi (PDI) değerine etkileri incelenmiştir. Takiben, sentezlenen PC'nin tekstil endüstrisinde örme kumaşların boyanmasında kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla boyalı kumaşın haslık özellikleri ve renk kalitesi performans testleri gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kumaş örnekleri olarak süprem, üç iplik ve pike kullanılmıştır. Ayrıca, sentezlenen PC örneklerinin yapısal analizleri FTIR, ısıl dayanımları TGA ve yüzey hidrofobitesi/hidrofilitesi yüzey temas açısı ölçüm cihazı ile incelenmiştir.

Sonuç olarak, tez kapsamında geliştirilen ST-7 kodlu PC örneğinin %0,75 oranında dispergatör olarak kullanımıyla hazırlanan boyalı kumaşların, uygulanabilir haslık değerlerine sahip olması

nedeniyle tekstil boyama endüstrisinde tekstil yardımcı kimyasalı olarak kullanılabilceği değerlendirilmiştir. Ayrıca mevcut reaktif boyama prosesinde kullanılan yardımcı kimyasallara alternatif olarak tuz ve kostik içermeksizin sadece PC ürünlerinin kullanılabilirliğinin boyama performansına olumlu etki yaptığı ve ümit verici sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Kullanılan iyonomer miktarının ve kullanılan dispergatör-kumaş etkileşiminin elde edilen boyanmış parçanın boyama performansı üzerine son derece önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aralık 2018, 114. sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Dispergatör, İyonomer, Kumaş Boyama, Tekstil





## **SUMMARY**

### **M.Sc. THESIS**

#### **INVESTIGATION THE USE OF FUNCTIONAL POLYMERS AS AUXILIARY CHEMICAL IN TEXTILE INDUSTRY**

**Hacer Yeşim CENGİZ**

**Istanbul University-Cerrahpasa**

**Institute of Graduate Studies**

**Department of Chemical Engineering**

**Supervisor : Prof. Dr. Hüseyin DELİGÖZ**

In recent years, it is of great importance to develop functional polymers for different application areas all over the world. Among these applications, the development of innovative functional products for energy, environment, water, biomedical and smart textile applications which are in the priority areas of our country of interest.

In this thesis, polycarboxylate (PC) which is mainly used as an ionizable polymer structure in the construction sector, has been prepared and the usability of this product as a dispersing agent in the process of dyeing textile knitted fabrics has been investigated. Within this scope, the effects of significant experimental parameters such as monomer/initiator ratio, reaction time and temperature on the weight average molecular weight (Mw) and polydispersity index (PDI) of PC synthesized to the radicalic polymerization method were examined. Afterward, in order to investigate the usability of synthesized PC in dyeing of knitted fabrics in textile industry, fastness and color quality performance tests of these products were performed.

Supreme, three yarns and pique were used as fabric samples. In addition, structural analyses and thermal stability of PC samples were investigated by using FTIR and TGA, respectively also the surface hydrophobicity/hydrophilicity were studied by using surface contact angle measurement device.

As a result, it was evaluated that the dyed fabrics prepared with the use of ST-7 coded PC sample as a dispersant of 0.75% can be used as textile auxiliary chemical in textile dyeing industry because of their applicable fastness values. In addition, as an alternative to the auxiliary chemicals used in the current reactive dyeing process, it was determined that the availability of PC products had a positive effect on staining performance and had promising results without salt and caustic. It was concluded that the amount of ionomer used and the dispergator-fabric interaction were extremely important on the dyeing performance of the dyed piece.

December 2018, 114. pages.

**Keywords:** Dispersant, Fabric Dyeing, Ionomer, Textile



## 1. GİRİŞ

Polimerler günümüzde tekstilden ilaç endüstrisine, kauçuktan yapıştırıcı sektörüne kadar çok farklı uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Özellikle polimerlerin fonksiyonel hale getirilmesi ve çeşitli modifikasyonları mevcut polimerlerin mevcut kullanım alanlarının daha da yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda iyonik gruplara sahip polimerlerin geliştirilmesi de adsorban teknolojisi ve kendi kendini onarabilen yapılar gibi oldukça uygulanabilir farklı alanlarda da polimerlerin kullanımlarına olanak tanımaktadır. Polimerlerin kullanıldığı bir başka önemli sektör, tekstil alanında olup ya tekstil malzemesinin kendisi ya da tekstil yardımcı hammaddeleri olarak boyama işlemlerinde kullanılmaktadırlar.

Mevcut uygulamada tekstil sektöründeki kumaşların boyanması için sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisi reaktif boyama adı verilen ve yoğun bir şekilde kostik ve tuz kullanımıyla gerçekleştirilen prosestir. Bu proseste hedef boyama performansı değerleri elde edilse dahi çevresel yönden bu kimyasalların neden olduğu bazı dezavantajlar bulunmaktadır. Bu kapsamda, yenilikçi boyama teknolojilerinin ve tekstil boyama yardımcı kimyasallarının araştırılması önem taşımaktadır.

Polikarboksilatlar özellikle son yıllarda polimer teknolojisi ve kimyasal alanındaki gelişmelere bağlı olarak üretilebilen ve özellikle yapı sektöründe çimento katkı maddesi olarak kullanılabilen, iyonik gruplara sahip önemli bir polimerdir. Kullanılan kimyasal ham madde türüne bağlı olarak serbest radikal katılma polimerizasyonu veya kondenzasyon polimerizasyonu ile yüksek verimlilikte polikarboksilat ürünleri hazırlanabilmektedir. İyonik gruplara sahip ticari bu polimerin sentez koşullarına bağlı olarak molekül ağırlığı dağılımının ve kimyasal yapı mimarisine bağlı olarak iyonik grup içeriğinin kontrol edilmesi uygulamalar açısından katkı sağlamaktadır. Polikarboksilatın endüstriyel alanlarda, yapı sektöründe hiper akışkanlaştırıcı, dental yapılarda katkı maddesi ve tekstil boyama işlemlerinde boya giderme/geri kazanım ajanı olarak kullanımları bilinmektedir.

Sunulan tez kapsamında literatürden farklı olarak, farklı koşullarda geliştirilen polikarboksilat ürünlerin tekstil sektöründe dispergatör olarak kullanımı ve mevcut uygulamada reaktif boyamaya alternatif yenilikçi bir yaklaşımın araştırılması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda hazırlanan polimerlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra geliştirilen

bu polikarboksilat ürünlerle boyanan kumaşlarda boyama performanslarının PC'nin türü ve kullanım miktarına bağlı olarak değişimleri incelenmiştir. Son olarak tez kapsamında geliştirilen PC ile boyanan kumaşların haslık değerlerinin ticari ürünler ve mevcut reaktif boyama koşullarında hazırlanan ürün ile karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen PC örneklerinin yapılarının kimyasal olarak beklenen yapıda olmaları, molekül ağırlığının ise hazırlama koşullarına bağlı olarak 8 378 ile 44 285 aralığında olduğu saptanmıştır. Hazırlanan PC örneklerinden ST-7 kodlu ürünün ısıl bozunma davranışının iki kademe üzerinden gerçekleştiği ve PC yapısının degradasyonuna atfedilen birinci kademe bozunmanın 362°C'de başlayıp 424°C'de son bulduğu, ikinci kademenin ise 424°C'de başlayıp 562°C'de son bulduğu belirlenmiştir. Tezde hazırlanan ST-7 kodlu PC örneğinin farklı oranlarda kullanılmasıyla boyanan üç iplik kumaşın yıkama haslığı, ter haslığı (alkali ve asit haslığı), su haslığı ve ışık haslığı değerleri incelendiğinde, ST-7 kullanım oranının %0,75 olduğu deneme 21 sonucu hazırlanan boyanmış kumaşın tüm haslık değerlerinin mavi ve gri skalaya göre 4-5 aralığında olduğu tespit edilmiştir. %0,5 oranında ST-7 kullanılarak boyanan kumaşın haslık değerleri incelendiğinde yıkama haslığı 3-4, asidik ter haslığının 3 ve alkali ter haslığının 3-4 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Karşılaştırma amacıyla mevcut reaktif boyama proseslerinden elde edilen boyalı kumaşın yıkama haslığı 4-5 aralığında, ter haslıkları 3-4 aralığında, ışık haslığı ise 4 olarak saptanmıştır. Tekstil sektöründe boyama sonrası boyalı kumaşın haslık değerlerinin 3 ve üzerinde olması durumunda boyama performansının kabul edilebilir olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda özellikle %0,75 oranında ST-7 kullanılarak hazırlanan boyalı kumaşın performans değerinin ticari ürünle rekabet edebilir seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaya ek olarak ticari olarak üretilen PCENEX-111 kodlu polikarboksilat ürünü kullanılarak hazırlanan boyalı kumaşın yıkama haslığı 3-4 aralığında, alkali ve asit ter haslığı da 3 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, tez kapsamında geliştirilen ST-7 kodlu PC örneğinin %0,75 oranında dispergatör olarak kullanımıyla hazırlanan boyalı kumaşların, uygulanabilir haslık değerlerine sahip olması nedeniyle tekstil boyama endüstrisinde tekstil yardımcı kimyasal olarak kullanılabilmesi değerlendirilmiştir. Ayrıca mevcut reaktif boyama prosesinde kullanılan yardımcı kimyasallara alternatif olarak tuz ve kostik içermeksizin sadece PC ürünlerinin kullanılabilirliğinin boyama performansına olumlu etki yaptığı ve ümit verici sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1 POLİMERLERİN TANIMI

Polimerler; hafif yapıları, ekonomiklikleri, kolay şekillendirilebilmeleri, orta derecede ısı ve mekanik dayanıma sahip olmaları nedeniyle farklı alanlarda kullanıma uygun olmaları gibi üstün özelliklerinden dolayı yalnızca kimya sektöründe değil, makine, tekstil, endüstri ve fizik alanlarında da ilgi çeken malzemelerdir [1]. Polimer, çok sayıda monomerin kimyasal bağlarla (başta kovalent bağ olmak üzere) bağlanması sonucu oluşan, yüksek molekül ağırlıklı makro moleküllerdir [2]. Monomer adı verilen küçük moleküllerin, polimer oluşturmak üzere birbirlerine kimyasal bağlarla bağlanabilmesi için en az 2 fonksiyonel grup içermeleri veya doymamış bağ bulundurmaları gerekmektedir [1].

1920’li yıllarda Herman Staudinger sentetik polimerler üzerine çalışmaya başlamıştır. Bu tarihten itibaren sentetik polimerlerle ilgili bilim ve teknoloji hızla gelişmeye başlamıştır [3]. Sentetik polimerler; kullanım alanlarına uygun olarak hedef özellikleri sağlayacak monomerler kullanılarak endüstride sentezlenen polimerlerdir [4]. Sentetik polimerler arasında polietilen en çok bilinen ve pazar payı anlamında talep edilen ticari polimerdir. Etilen gazının, yüksek basınç ve sıcaklık altında yapısındaki  $\pi$  bağlarının açılmasıyla yüksek yoğunluklu polietilen sentezi gerçekleştirilmektedir. Yüksek yoğunluklu polietilenin en çok kullanıldığı alanlar; boru yapımı ve araba yakıt depolarının üretimi üzerinedir [5]. Düşük yoğunluklu polietilen ise yumuşak ve esnek yapısından dolayı; yiyecek paketleri, selobant, plastik oyuncak vb. yapımında kullanılmaktadır [1]. Sentetik polimerlere ve kullanımlarına ait bir gösterim Tablo 2.1’de verilmiştir.

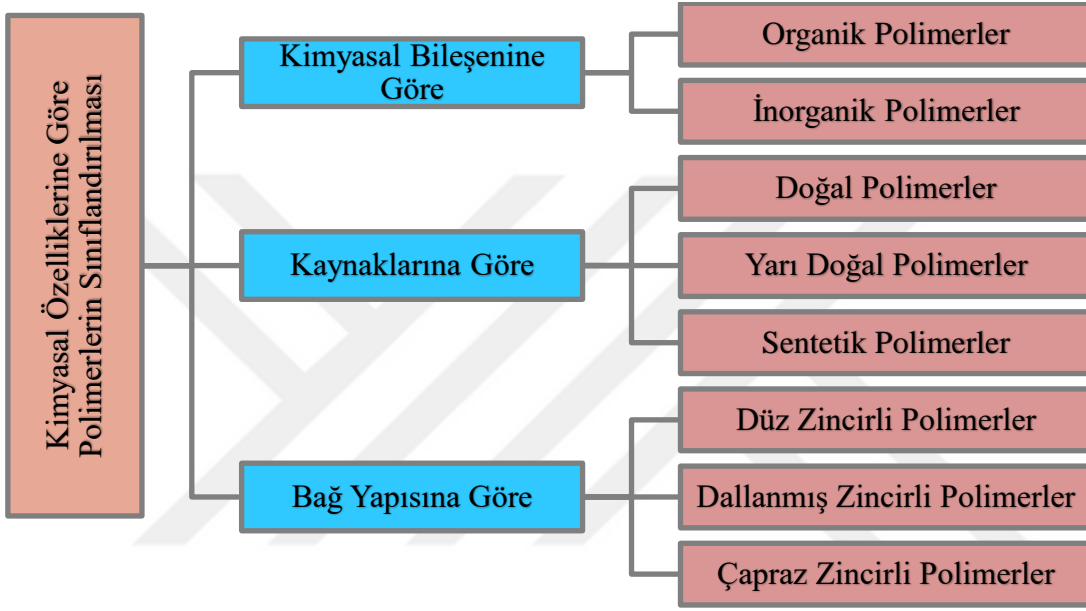
**Tablo 2.1:** Ticari olarak sık kullanılan sentetik polimerlerin kullanım alanları.

Sentetik Polimer Adı	Kullanım Alanları
Polietilen (PE)	Mutfak eşyası, plastik ambalaj, plastik oyuncak ve boru yapımı
Polistiren (PS)	İzolasyon malzemesi, köpük, otomobil parçaları, elektrikli aletlerin plastik aksamlarının üretimi
Polivinil klorür (PVC)	Yapı sektörü, su hortumu ve kablo yapımı
Politetrafloroetilen (TEFLON)	Tava ve tencere tabanı yapımı
Polipropilen (PP)	Mutfak eşyası, bahçe gereçleri, kablo ve iplik üretimi
Polietilen tereftalat (PET)	Yiyecek-içecek ambalajları, plastik film üretimi

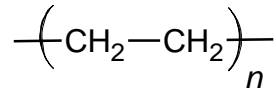
## 2.2 POLİMERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Polimerlerin sınıflandırılması, polimerlerin incelenmesini kolaylaştırmak amacıyla yapılmış olup, polimerler kimyasal yapılarına göre genel olarak Tablo 2.2'deki gibi sınıflandırılmıştır [3].

**Tablo 2.2:** Polimerlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması.

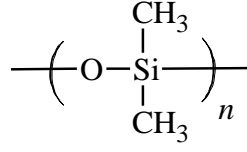


Organik polimerlerin ana zincirinde karbon ve hidrojen atomu bulunmakla birlikte organik polimerlere örnek olarak; polietilen, poliester, doğal kauçuk, protein, selüloz vb. gösterilebilir [2,3]. Polietilenin kimyasal yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



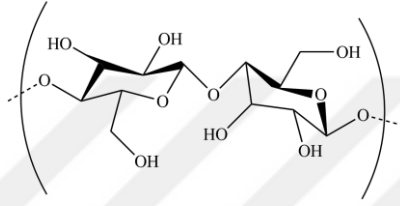
**Şekil 2.1:** Polietilenin kimyasal yapısı.

İnorganik polimerlerin ana zincirinde ise karbon yerine silisyum, fosfor, kükürt gibi atomlar bulunmaktadır. Poli (dimetil siloksan) önemli silikon polimerlerinden birisi olup inorganik polimerler sınıfının en bilinen üyeleri arasında yer almaktadır. Ancak inorganik ana zincire sahip polimerler organik yan gruplara sahip olabilmektedir [1]. Şekil 2.2'de örnek olarak poli dimetil siloksan yapısına ait kimyasal gösterim verilmiştir.



**Şekil 2.2:** Poli dimetil siloksanın kimyasal yapısı.

Doğada var olan makro molekül yapılarına doğal polimerler denir. Doğada en çok bulunan makro moleküler yapı bitki ve ağaçların yapısını oluşturan selülozdur [3]. Selüloza ait kimyasal gösterim Şekil 2.3'te sunulmuştur.



**Şekil 2.3:** Selülozun kimyasal yapısı.

Doğal polimerlerin eski zamanlardan beri kullanılan önemli örneklerinden bir diğeri de kauçuktur. Kauçuk ağacının kabuğunun çizilmesi sonrasında ağaçtan akan lateks sıvısı, kauçuğun sudaki emülsiyonudur. Doğal kauçuklar tek başlarına, yapışkan ve esnekliği az olan malzemelerdir. Ancak kükürt ile vulkanize edilerek oldukça kullanışlı hale gelebilmektedirler. Vulkanize edilmiş doğal kauçuklar genellikle oto lastiklerinin yapımında kullanılmaktadırlar [1].

Yarı doğal polimerler; doğal polimerlerin uygun işlemlerden geçirilerek modifiye edilmesiyle üretilmektedirler. Örneğin doğal selülozdan çıkarak yapılarının değiştirilmesi ile elde edilen rejenere selüloz olan liyosel, yarı doğal polimerlere örnek olarak gösterilebilir [1].

Ayrıca canlıların hareketlilik, yaşlanma ve duyu gibi özelliklerinden sorumlu olan polimerlere de biyopolimerler denir. Bunlar polimerik yapıda olan karbonhidratlar olup, DNA (deoksiribonükleik asit) ve RNA (ribonükleik asit) biyopolimerlere örnek olarak gösterilebilirler [3].

Bir başka sınıflandırma da oluşan polimerlerin zincir yapısına göre değişiklik göstermektedir ve polimerler zincir şekillerine göre; düz zincirli, dallanmış zincirli ve çapraz zincirli olarak 3'e ayrılmaktadırlar. Düz zincirli (doğrusal) polimerler, tekrar eden birimlerin lineer şekilde art arda eklenmesiyle oluşan yapılardır. Bu doğrusal yapıda, herhangi bir dallanma ya da ağ yapısı

oluşturacak çapraz bağlar bulunmamaktadır [6]. Polietilen ve PVC yapısı, doğrusal polimerlere örnek olarak verilebilir. Doğrusal polimerlerin eritilerek tekrar şekillendirilmeleri ve uygun çözücülerde çözünmeleri mümkündür [1].

Dallanmış zincirli polimerlerde ise, ana zincir yapısı üzerine kovalent bağlarla bağlanmış yan zincirler bulunmaktadır. Bu zincirler polimerin hareketlerini ve viskozitesini etkilemektedir [1]. Dallanmış polimerlerin kristallenme eğilimleri, yapılarında bulunan yan dalların engellemesinden dolayı azdır [1]. Çapraz bağlı polimerler, çapraz bağlı yapılarından dolayı çözücülerde çözünmezler. Ancak çapraz bağ yoğunluğuna bağlı olarak belli oranlarda bazı çözücülerde şişebilirler [1,6]. Ayrıca yapılarındaki çapraz bağlardan dolayı bu tip polimerler hareket edemezler, eriyemezler ve kalıpla şekillendirilemezler. Kauçuk malzemeler ve süper absorban polimerler, çapraz zincirli polimerlere örnek olarak gösterilmektedir [1,6].

### **2.3 POLİMERİZASYON MEKANİZMALARI**

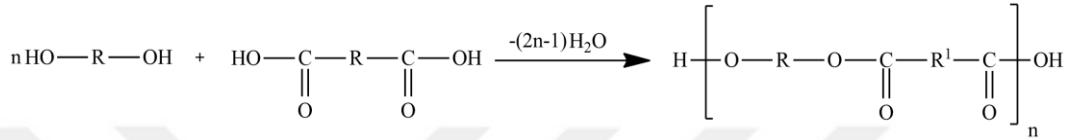
Polimerizasyon mekanizmaları için son dönemde farklı ve yenilikçi yaklaşımlar sunulsa da genel olarak en bilinenleri basamaklı polimerizasyon ve katılma polimerizasyonudur [7]. Yine oldukça bilinen diğer polimerizasyon çeşitleri ise, iyonik polimerizasyon, halka polimerizasyonu, koordinasyon polimerizasyonu ve atom transfer radikal polimerizasyonudur [8]. Basamaklı (Kondenzasyon) polimerizasyonu ve Katılma (Serbest Radikalik Katılma) polimerizasyonuna ait tanımlamalar şu şekildedir:

#### **2.3.1 Basamaklı (Kondenzasyon) Polimerizasyon**

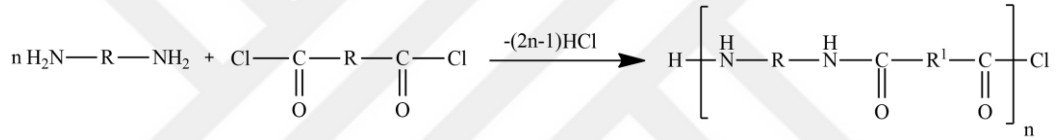
Basamaklı polimerizasyon, -OH, -NH<sub>2</sub>, -COOH gibi fonksiyonel grup çiftine veya daha fazlasına sahip bileşikler arasında gerçekleşmekte ve adım adım ilerlemektedir. Bu polimerizasyon mekanizmasına göre, önce ortamda bulunan monomerlerden (başlangıç malzemelerinden) iki tanesi tepkimeye girerek dimer oluşturmakta daha sonra dimer, monomerle veya ortamdaki dimer bileşikleriyle tepkimeye girerek büyümeye devam etmektedir. Polimerizasyon ortamında, her büyüklükteki moleküller birbiriyle tepkimeye girebilirler. Bu nedenle kondenzasyon polimerizasyonu boyunca ortamda her büyüklükte polimer bulunabilmektedir. Kondenzasyon polimerizasyonunda polimerin molekül ağırlığı yavaş yavaş artmakta ve yüksek molekül ağırlıklı polimer, uzun reaksiyon süresi sonunda elde edilebilmektedir [8].



Kondenzasyon polimerizasyonunda tepkimeye katılan moleküller, aralarından H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, HCl gibi küçük bir molekül ayrılarak birleşmektedirler. Bu sebeple, kondenzasyon polimerizasyonun gerçekleşebilmesi ve uzun zincirli bir yapı elde edilmesi için, tepkimeye giren bileşiklerin en az iki fonksiyonel grup içermeleri gerekmektedir. Adım polimerizasyon yöntemiyle sentezlenen polimerlerden bazıları; poliester, poliamid, poliüretan, polieter, poliimit, fenolik reçineler ve amino reçineleridir. Poliester ve poliamit sentezine ait kimyasal gösterimler Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'te sunulmuştur [1].



Şekil 2.4: Kondenzasyon polimerizasyonu ile poliester sentezi.



Şekil 2.5: Kondenzasyon polimerizasyonu ile poliamid sentezi.

### 2.3.2 Katılma (Zincir) Polimerizasyonu

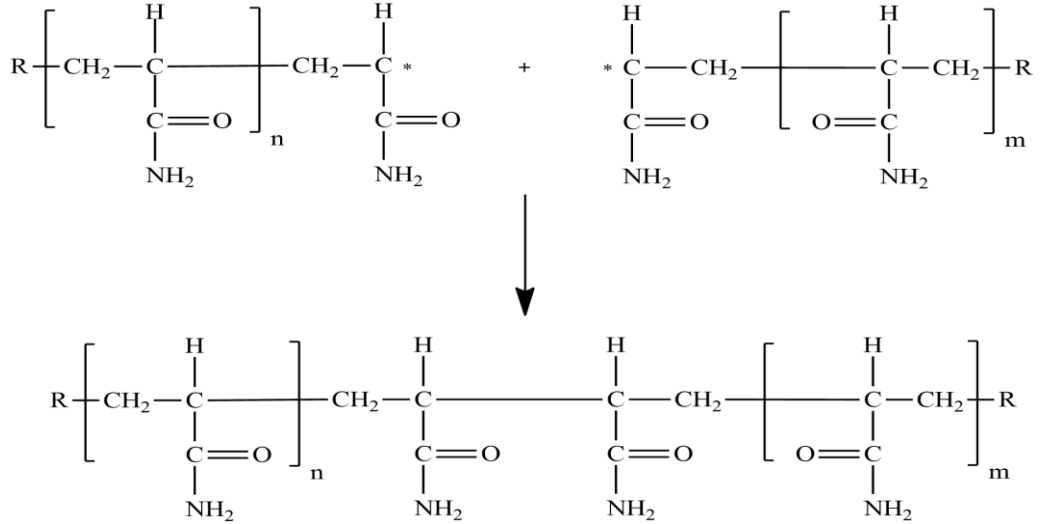
1939 yılında Flory, katılma polimerizasyonun, küçük moleküllerin zincir tepkimelerine benzer şekilde ilerlediğini öne sürmüştür. Bu nedenle katılma polimerizasyonuna “zincir polimerizasyonu”da denmektedir. Polimerizasyon molekül yapısındaki radikaller üzerinden başlamakta ve zincir büyümesi de yine radikaller üzerinden ilerlemektedir. Bu sebeple katılma/zincir polimerizasyonu en genel olarak serbest radikal katılma polimerizasyonu olarak tanımlanmaktadır. Polistiren, polietilen, polivinilklorür, polipropilen gibi ticari polimerler katılma polimerizasyonu ile sentezlenmektedir. Katılma polimerizasyonu, radikalik veya iyonik mekanizma üzerinden gerçekleşmektedir [1].

Radikalik katılma polimerizasyonu; başlama, büyüme ve sonlanma adımlarından oluşmaktadır. Başlama adımında, öncelikle polimerizasyonu başlatacak olan serbest radikaller üretilmektedir. Serbest radikaller fiziksel veya kimyasal yollarla oluşturulmaktadır. Radikal oluşturmak için kullanılan fiziksel yöntemler; ısı, ışık olarak sıralanabilir. Bu kapsamda radikal oluşturmak için kullanılan kimyasallar ise; organik peroksit veya hidroperoksitler, organometalik bileşikler, azo

bileşikleri ve redoks başlatıcılar olarak sıralanabilir [1]. Başlama adımında, yukarıda belirtilen fiziksel veya kimyasal yöntemlerle başlatıcı parçalanarak serbest radikal elde edilmekte ve bu oluşan serbest radikaller, monomerle etkileşerek aktif monomerleri oluşturmakta ve polimerizasyon başlatılmaktadır [1,3]. Büyüme adımında ise, aktif monomerler kendilerine hızla monomer katarak zinciri büyütme ve sonlanmadığı sürece radikalik yeni türler oluşturmaktadır. Böylece polimerizasyonun ilk anlarından itibaren polimerizasyon ortamında yüksek molekül ağırlıklı polimerler ile reaksiyona girmemiş monomerler bulunmaktadır [1,3]. Sonlanma adımı ise aktif polimer zincirlerinin, polimerizasyon ortamındaki radikalik herhangi bir molekülle etkileşerek aktifliklerini yitirmeleri ile gerçekleşmektedir. Aktifliğini yitirmiş olan polimer “ölü polimer” olarak tanımlanmaktadır. Polimerizasyon reaksiyonlarında sonlanma iki şekilde gerçekleşmektedir [1,3].

Bunlar;

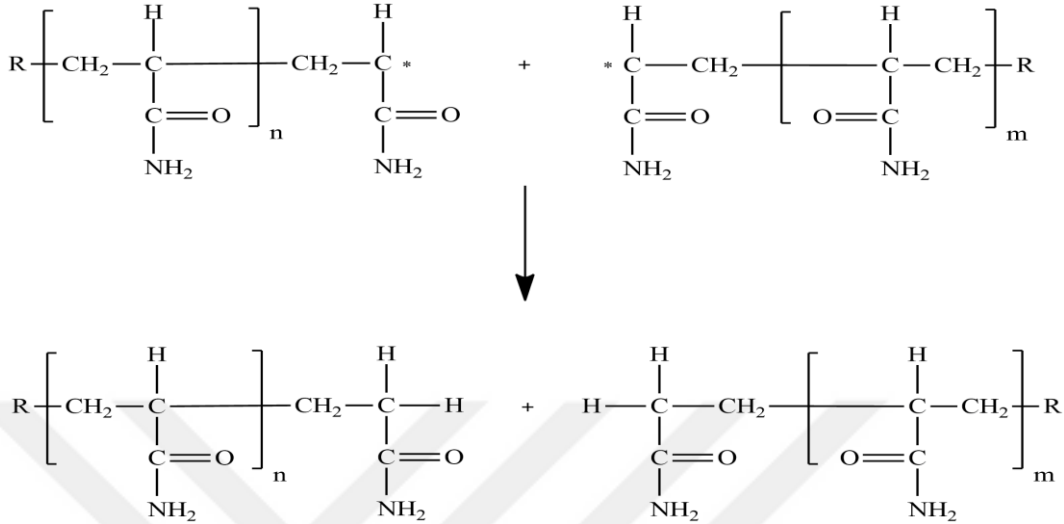
- 1. Birleşerek sonlanma (combination):** Bu tür bir sonlanmada iki aktif zincir birleşerek sonlanmayı gerçekleştirmektedir. Bağ kırılması gözlenmemekte ve iki radikal düşük bir aktivasyon enerjisiyle birleşerek polimeri oluşturmaktadır. Birleşme ile sonlanmaya ait bir gösterim Şekil 2.6’da sunulmaktadır.



Şekil 2.6: Radikalik katılma polimerizasyonunda birleşerek sonlanma.

- 2. Ayrı-ayrı sonlanma (disproporsiyonlaşma):** Bu sonlanma türünde bir zincirden diğerine atom aktarımıyla sonlanma gerçekleşmektedir. Bu atom genellikle β-hidrojenidir. Ayrı ayrı sonlanmada bir kovalent bağ kırılmakta, bağ kırılması gerektiği

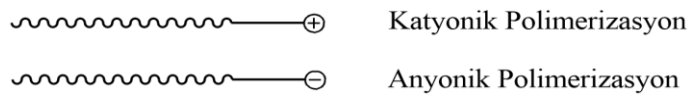
için de birleşerek sonlanma reaksiyonuna göre daha yüksek aktivasyon enerjisi gerekmektedir [1].



Şekil 2.7: Radikalik katılma polimerizasyonunda disproporsiyonlaşma ile sonlanma.

### İyonik Katılma Polimerizasyonu

Bu polimerizasyon türünde zincir büyümesi, “+” ya da “-” yüklü aktif merkezler üzerinden ilerlemektedir. Monomerler, aktif zincir uçlarındaki “+” veya “-” yüklü olan iyonik aktif merkezlere radikalik katılma mekanizmasına benzer şekilde katılarak zincirin büyümesini (polimer molekülünün büyümesini) sağlamaktadır. İyonik aktif merkezi “+” ise **katyonik katılma polimerizasyonu**, “-” ise **anyonik katılma polimerizasyonu** tanımı kullanılmaktadır [1]. Aktif merkezi “+” ve “-” olan iyonların gösterimi Şekil 2.8’de sunulmaktadır.



Şekil 2.8: İyonik katılma polimerizasyonunda iyonik aktif merkezlerin gösterimi.

### İyonik Polimerizasyonda Monomer Seçimi

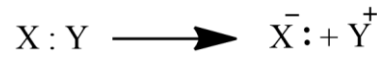
Radikaller elektriksel açıdan nötral olup  $\pi$ -bağı ile her koşulda tepkimeye girebilmektedirler. İyonlar ise “+” ya da “-” yüklü olmalarına göre polimerizasyon reaksiyonun meydana gelmesinde seçicilik göstermektedirler. Kovalent bağlı moleküllerin çifte bağındaki  $\pi$ -bağı “homolitik” veya “heterolitik” olarak kırılarak Şekil 2.9 ve 2.10’da verildiği gibi düzenlenmektedir. Serbest radikal ve iyon oluşumu arasındaki fark da bu şekilde belirlenebilir. Homolitik bölünmede kovalent bağlı bir molekül bölündüğünde her bir parçasında ortak

elektronlardan biri kalmaktadır. Homolitik bölünme yüksek enerjili dalgalar ve yüksek sıcaklık etkisiyle gerçekleşmektedir [1].



**Şekil 2.9:** Kovalent bağlı bir molekülün homolitik olarak bölünmesi.

Heterolitik bölünmede ise kovalent bağı oluşturan her iki elektron molekülü oluşturan atomlardan yalnızca birinde kalmakta ve böylece iyonlar meydana gelmektedir.



**Şekil 2.10:** Kovalent bağlı bir molekülün heterolitik olarak bölünmesi.

Monomerin iyonik polimerizasyon yöntemiyle polimerleşip polimerleşemeyeceği, monomer üzerindeki yan grubun (-R) kimyasal yapısına bağlıdır. Örneğin; yan grup, elektron çekici özellikte ise karbon-karbon çifte bağındaki elektron yoğunluğunu azaltmakta ve buna bağlı olarak anyonik başlatıcıların etkisi kolaylaşmaktadır. Diğer taraftan, yan grup elektron itici özellikte ise, karbon-karbon çifte bağındaki elektron yoğunluğu artmakta ve böylece katyonik başlatıcıların etkisi kolaylaşmaktadır [1].

Temel olarak bazı monomerlerinin polimerizasyonunda kullanılacak yöntemler Tablo 2.3'te gösterilmektedir. Tabloda kullanılan "+" simgesi monomer türünün tabloda verilen polimerizasyon türüyle polimerleşebileceği anlamına gelirken "-" simgesi ise, monomer türünün verilen polimerizasyon türüyle polimerleşemeyeceğini ifade etmektedir.

**Tablo 2.3:** Bazı monomerlerin polimerizasyon yöntemleri.

Monomer	Serbest Radikalik Katılma Polimerizasyonu	Anyonik Polimerizasyon	Katyonik Polimerizasyon
Etilen	+	-	+
Stiren	+	+	+
Vinil Klorür	+	-	-
Vinil Florür	+	-	-
Akrilik Esterler	+	+	-
Akrilonitril	+	+	-
Metakrilik Esterler	+	+	-

## 2.4 FONKSİYONEL POLİMERLER

Fonksiyonel polimerler modern polimer bilim ve teknolojisinin gelişmesine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Fonksiyonel polimerler; hidroksil, karboksil veya amino grubu gibi fonksiyonel grup içeren polimerler ve belirli uygulamalar için sentezlenen ve özgün işlevleri olan polimerler olarak iki şekilde tanımlanmaktadır [8].

Fonksiyonel polimerlerin sentezinde, son ürünün hedef özellikleri belirlendikten sonra farklı yöntemler kullanılabilir. Ancak farklı sentez yöntemleriyle hazırlanan bu fonksiyonel polimerlerin fizikokimyasal özellikleri birbirlerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, son ürün hedef özelliklerinin belirlenmesinin ardından, monomer seçimi, çözücü seçimi, uygulanacak polimerizasyon yöntemi vb. tüm özelliklerin tasarlanması gerekmektedir. Fonksiyonel polimerler; organik sentezlerde kataliz desteği, tıpta hücre yedeği olarak kullanılmaktadır. Ayrıca; manyetik polimerler, biyomalzemeler, yapı ve fotoğrafçılık malzemeleri, boya ve yüzey örtü maddeleri de fonksiyonel polimerlerin uygulama alanları arasında yer almaktadır [8].

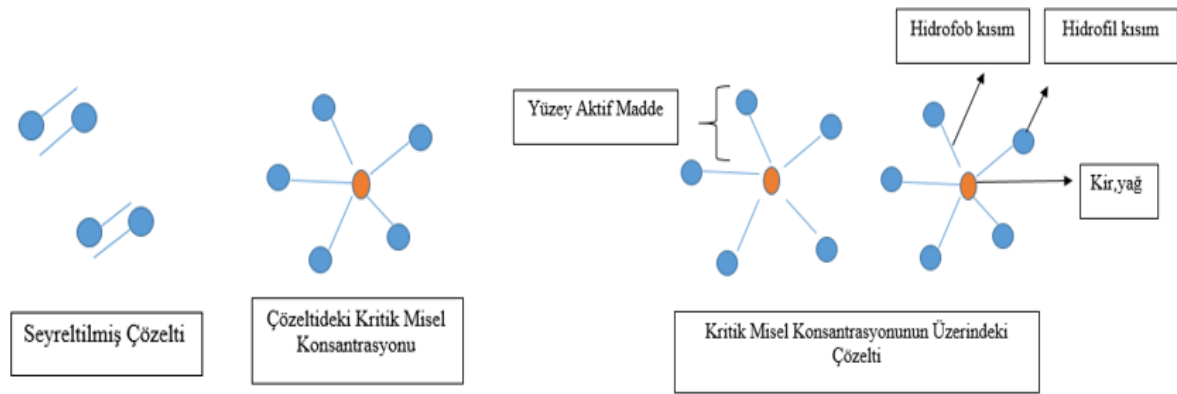
### 2.4.1 Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Fonksiyonel Yapıdaki Yardımcı Kimyasallar

Tekstil endüstrisinde kullanılan kimyasallar iki grupta incelenmektedir. Birinci grupta kostik, soda, hidrojen peroksit gibi temel kimyasallar bulunmakta, ikinci grupta ise özel kullanım amacı için formüle edilmiş fonksiyonel yapıdaki kimyasallar bulunmaktadır. Bu grup içerisinde değerlendirilen kimyasallar, tekstil yardımcı kimyasalları olarak adlandırılmaktadır. Tekstil yardımcı kimyasallarının kullanım yerleri, işlem amaçlarına göre şu şekildedir; yıkama, temizleme maddeleri, ıslatma maddeleri, yağ sökücüler, stabilizörler, iyon tutucular, kompleks yapıcılar, pH dengeleyiciler, kırık önleyiciler, köpük kesiciler, yumuşatıcılar, dispergatörler, fiksatorler, emülgatörler, egalizatörler, migrasyon önleyiciler, indirgen/yükseltgen maddeler, boya sökücüler, enzimler, optik beyazlatıcılar ve kıvam yapıcılar [9].

Tekstil yardımcı kimyasallarının çoğu yüzey aktif özelliktedir. Yüzey aktif maddeler, bir çözücüde çözüldüğünde ortamın yüzey gerilimini etkileyen/düşüren maddeler olup molekül yapılarında hidrofob (suyu sevmeyen) ve hidrofil (suyu seven) grup bulundurmaktadırlar. İlk bilinen yüzey aktif maddelerden biri sabun olmakla birlikte,  $C_{17}H_{35}COO^-Na^+$  kapalı formülüne sahip olan sabunun yapısındaki hidrokarbon grubu ( $C_{17}H_{35}^-$ ) hidrofob karakteri, alkali grubu ( $COO^-$ ) ise hidrofil kısmı temsil etmektedir. Yüzey aktif maddeler suda çözüldüklerinde misel

oluşturmakta, misel içerisindeki hidrofob kısım sulu çözeltideki yağı çevrelemekte, hidrofilik kısım ise miseli suya çekmesiyle yüzey aktif maddenin temasta olduğu yüzeyden yağ ve kirin koparılmasıyla yüzey temizlenmektedir [9].

Seyreltik bir çözeltide yüzey aktif madde miktarının misel oluşturabildiği minimum konsantrasyon “kritik misel konsantrasyonu” olarak adlandırılmaktadır. Yüzey aktif maddelerin misel oluşturma mekanizması Şekil 2.11’de sunulmaktadır.



Şekil 2.11: Yüzey aktif maddelerin misel oluşturma mekanizması.

## 2.5 TEKSTİL HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Tekstil, kelime anlamı olarak elyafın elde edilmesinden, dokunmuş veya örülmüş kumaş haline getirilinceye kadar geçirdiği aşamaların tümünü ifade etmektedir. Tekstil terbiyesi ise dokunmuş veya örülmüş kumaşın son ürün haline gelmesine kadar gördüğü işlemlerin tümüne verilen bir tanımdır. Tekstil terbiyesi; ön terbiye, boyama, apre ve diğer bitim işlemlerini içermektedir [10].

Türkiye’de tekstilin köklü bir geçmişi bulunmaktadır. Anadolu’da dokumacılığın geçmişi Selçuklu dönemine kadar dayanmakta olup Türkiye Cumhuriyeti kurulduktan sonra, 1933 yılında tekstil ve bankacılık alanında faaliyet göstermek üzere SÜMERBANK kurulmuştur. Sümerbank’ın kurulması Atatürk’ün sosyo-ekonomik alanda yaptığı devrimlerden biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde Türkiye, dünya hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı

sıralamasında İTKİB (İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatı Birlikleri) Aralık 2016 verilerine göre 17 milyar dolarlık ihracatı ile gelişmeye devam ettiğini göstermektedir ve bu ihracatın büyük bir kısmı Avrupa Birliği ülkelerine yapılmaktadır [9].

### 2.5.1 İplik Hakkında Genel Bilgiler

Kozasından çıkartılan pamuk, yapısında %88-96 oranlarında selüloz bulundurmakta ve çeşitli işlemlerden geçirilerek saf selüloz iplik haline getirilmektedir. Bilinen en eski elyaf olan pamuğun camsı geçiş sıcaklığı ( $T_g$ ) 230°C olmakla birlikte [11] ısıya ve neme dayanımının iyi olduğu ve boyamaya elverişli olduğu bilinmektedir [9].

#### 2.5.1.1 İplik Numaralandırma Sistemleri

Tekstil sektöründe kullanılan ipliklerin tanımlanmasında birim uzunluktaki ipliğin ağırlığı baz alınarak sınıflandırma yapılmaktadır. En çok kullanılan sınıflandırma biçimleri; Numara Denye, Numara Metrik ve Numara İngiliz olarak verilmektedir [10].

Buna göre;

##### **Numara Denye (ND Ağırlık Sistemi):**

9000 metre uzunluğundaki iplik veya elyafın gram olarak ağırlığı “denye” ile ifade edilmektedir. Bir lifin ağırlığı 1 denyeden az ise bu lif “mikro fiber” olarak adlandırılmaktadır. 9000 metresi 1 g ve 150 g gelen iplik, sırasıyla 1 Nd ve 150 Nd şeklinde gösterilmektedir [10].

##### **Numara Metrik (NM Uzunluk Sistemi):**

1 gram ipliğin metre cinsinden uzunluk değeri “NM” ile ifade edilmektedir. 1 gramı 1 m gelen iplik, NM 1, 1 g’ı 20 m gelen iplik ise NM 20 olarak adlandırılmaktadır [10].

##### **Numara İngiliz (NE Sistemi)**

Bir libre ağırlığındaki ipliğin hank cinsinden uzunluğunu ifade etmektedir. (1 libre = 453,6 gram, 1 hank = 768 metre). NE’yi NM’ye çevirirken;  $NE \times 1,693 = NM$  formülü kullanılmaktadır [10].

#### 2.5.1.2 Elyaf ve Elyaf Çeşitleri

Elyaf lar elde edil iş yöntemlerine göre doğal ve sentetik elyaf olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [10].

### **Doğal Elyaf lar**

Doğada hazır olarak bulunan ve doğal elyaf olarak adlandırılan yapılara örnek olarak pamuk, keten, yün ve ipek verilebilir [10].

### **Sentetik Elyaf lar**

Sentetik elyaf lar polimerlerden eriyikten çekme, çözültiden çekme ve yaş çekme yöntemleriyle üretilmektedir. Sentetik elyaf lar ilk kullanılmaya başlandıkları zaman, doğal liflerin ihtiyacı karşılamaması durumunda kullanılmak üzere üretilirken daha sonraki zamanlarda tüketicinin farklı talep ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere, çeşitli özelliklerde üretilmeye başlanmıştır [10].

## **2.5.2 Kumaş Boyama Prosesi Ön İşlemleri Hakkında Genel Bilgiler**

Pamuklu kumaşlarda boyama prosesinden önce uygulanan ön terbiye işlemleri; haşıl sökme, pişirme, kasar, yıkama ve nötralizasyondur [9]. Bu işlem basamakları detaylandırılacak olursa;

### **2.5.2.1 Haşıl Sökme**

Kumaşları sertleştirmekte kullanılan, genellikle nişasta ve sentetik yapıştırıcı esaslı kimyasalın (haşıl) boyama işleminden önce uzaklaştırılması gerekmektedir. Nişasta haşılını sökmek için amilaz enzimi kullanılmaktadır. Bu kapsamda haşıl sökme işlemini uygulama yöntemi genel olarak; amilaz enzimi çözeltisinin kumaşa emdirilip 12 saat bekletilmesi ve ardından da sıcak su (50-85°C) ile yıkanması şeklindedir. İşlem sonunda iyot çözeltisi ile haşılın sökölüp sökölmediği kontrol edilmektedir [9,10].

### **2.5.2.2 Pişirme**

Pamuğun boyama öncesi içerdiği safsızlıkların temizlenmesi için pişirme işlemi yapılmaktadır. Pişirme işlemi banyoya alkali ortamı sağlamak için kostik soda kullanılarak gerçekleştirilmektedir. 90-95°C'de 15-20 dakika boyunca gerçekleştirilen bu işlem sonunda kirler ve yağlar suda çözünür hale gelerek yıkama işlemi ile kumaştan uzaklaştırılmaktadırlar [9,10].

### **2.5.2.3 Kasar**

Kasar işleminin amacı, kumaşın üzerindeki renkli bileşenleri uzaklaştırmak ve beyazlığı sağlamaktır. Kasar işlemi genellikle açık renk tonlarında boyama yapılacağı zaman



uygulanmakta olup kasar banyosunda; iyon tutucu, stabilizatör, kostik/soda ve peroksit bulunmaktadır. Uygulamada ıslatıcı banyoya verildikten 15 dakika sonra kostik çözeltisi, 10 dakika sonra da peroksit çözeltisi ilave edilmektedir [9,10].

#### **2.5.2.4 Yıkama**

Haşıl sökme ve pişirme ön işlemlerini tamamlamak için, kumaş üzerinde oluşan kalıntıların temizlenmesi gerekmektedir. Sıcak suyla yıkama işlemi yapılarak bu kalıntılar temizlenmektedir [10].

#### **2.5.2.5 Nötralizasyon**

Kumaşın boyama işleminden önce nötral pH seviyesine (6,5-7) getirilmesi amacıyla pişirme işlemi sonucu kumaşın üzerinde kalan kostik/soda kalıntıları var ise bunlar asit ile nötralize edilmektedir [10].

## **2.6 TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KUMAŞ BOYAMA PROSESLERİ**

### **2.6.1 Boyar Maddeler Hakkında Genel Bilgiler**

Kumaş boyama işlemi, boyar madde yardımıyla kumaşın renklendirilmesi olarak tanımlanmaktadır [10]. Boyama işleminin gerçekleşebilmesi için boyar madde ile boyanacak lif arasında bazı koşulların sağlanması gerekmektedir. Bunlar;

1. Her iki tarafın da birbirine belirli oranda ilgisinin olması (afinite),
2. Kimyasal polaritelerinin ve su sevme özelliklerinin benzer olması ve
3. Reaksiyonu gerçekleştirecek fonksiyonel grublara sahip olunması olarak sıralanmaktadır [12].

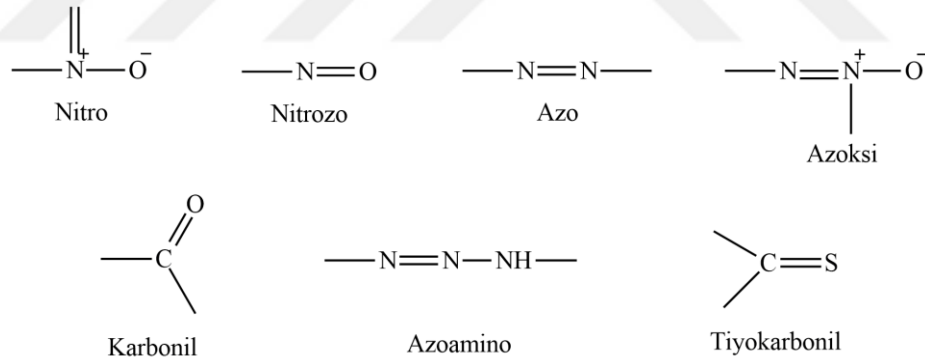
Boyar maddelerin boyama ortamındaki iyonik özelliklerinin yanı sıra ve kimyasal yapıları da boyama performansına etki etmektedir.

Yukarıda sıralanan boyar madde lif arasındaki etkileşimlerinin dışında boyar maddelerin iyonik ve kimyasal yapılarına bağlı olarak boyama performansını etkileyen boyar madde özellikleri Tablo 2.4'te sunulmuştur.

**Tablo 2.4:** Boyama performansını etkileyen boyar madde özellikleri.

<b>Boyama Performansında Etkili Olan Boyar Madde Özellikleri</b>	
<b>Boyama Ortamındaki İyonik Özellikleri</b>	Noniyonik boyar maddeler; pigment boyar maddeler, -OH, SO <sub>2</sub> , -NH <sub>2</sub> gruplarını içeren dispers boyar maddelerdir.
	Anyonik boyar maddeler; reaktif, asit ve kükürt boyar maddeleridir.
	Katyonik boyar maddeler; bazik yapıdaki boyar maddelerdir.
<b>Kimyasal Yapıları</b>	Afinite (çekim gücü) fazla ise boyar maddelerin lif alınmaları daha fazla olur.
	Molekül büyüklüğü; büyük moleküller lif içine zor girerken küçük moleküller yapıya kolay girer, ancak aynı zamanda kolay da çıkarlar ve bu haslığın düşük olmasına neden olur.
	Suda çözünürlüğü; anyonik ve katyonik boyar maddeler hidrofilik, noniyonik boyar maddeler ise hidrofobik özellik göstermektedir.

Organik yapılu boyar maddelerin yapılarında doymamış gruplar (çoklu bağlar) bulundurmaktadır. Boyar maddelerin yapısındaki çoklu bağları içeren gruplara kromofor grup denmektedir ve bazı önemli kromofor grupları Şekil 2.12’de gösterilmektedir. Kromofor grup sayısının artmasıyla renkte koyulaşma meydana gelmektedir [12].

**Şekil 2.12:** Bazı önemli kromofor grupları.

Oksosom denilen gruplar (amino (-NH<sub>2</sub>), substitüe amino (-NHR, -NR<sub>2</sub>), hidroksil (-OH), sülfonil (-SO<sub>3</sub>H), karbonil (-COOH)) renk oluşumunda kromoforu tamamlamakta olup boyar madde molekülünün sudaki çözünürlüğünü ve elyafa karşı olan afinitesini arttırmaktadır [12].

### 2.6.2 Pantone Hakkında Genel Bilgiler

Pantone, tekstil ürünlerinde numaralandırma sistemi ile oluşturulmuş renk kataloğu olarak tanımlanmaktadır. Pantonede 9 temel renge ilave olarak siyah ve beyaz ile birlikte 11 rengin

değişik oranlarda karıştırılmasıyla yaklaşık 747 renk mevcuttur [13]. Şekil 2.13'te tekstil endüstrisinde kullanılan pantone görseli sunulmuştur.



Şekil 2.13: Pantone görseli.

Bu tez çalışmasında referans rengi olarak TPX pantoneden 14-4811 kodlu renk seçilmiştir. Seçilen referans rengin görseli Şekil 2.14'te sunulmuştur.



Şekil 2.14: Referans renk görseli (14-4811 TPX).

### 2.6.3 Boyar Madde Elyaf Etkileşimleri

Selülozun yapısındaki  $-OH$  grupları ile boyar maddenin yapısındaki azo ve amino grupları arasındaki hidrojen bağları zayıf etkileşimleri oluşturmaktadır [12]. Anyonlar ve katyonlar arasındaki iyonik bağlar ise daha güçlü etkileşimler olup, anyon-katyon etkileşiminin kararlılığı boya ile elyaf arasındaki tutunum davranışını belirlemektedir. Kovalent bağlarla birbirine bağlanmış boyar madde ile elyaf, elektron ortaklaşması ile bağlandıkları zaman en güçlü etkileşime sahiptirler [14]. Örneğin selüloz ile reaktif boyar madde arasındaki kovalent bağ etkileşimi Şekil 2.15'te sunulmuştur.



**Şekil 2.15:** Selüloz ile reaktif boyar madde arasındaki kovalent bağ etkileşimi.

Bu etkileşimlerin yanı sıra genellikle non-polar liflerin dispers boyar maddelerle boyanması sırasında oluşan fiziksel etkileşimler (örneğin; Van der Waals bağları) de bulunmaktadır. Bu etkileşimin sağlanması için ya yüksek sıcaklıklarda elyaf gözenekleri genişletilerek boyar maddenin gözeneklere girmesi sağlanır, ya da boyar maddeler gözenek çapı göz önüne alınarak üretilmektedir [15].

## 2.6.4 Reaktif Boyama

Pamuğun reaktif boyanması prosesinde reaktif boya, tuz ve kostik soda kullanılmakta olup boyama prosesi 60°C’de gerçekleşmekte ve proses yıkama işlemiyle tamamlanmaktadır [10]. Boyama prosesini kavrayabilmek adına öncelikle pamuğun fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş olup bu özellikler Tablo 2.5’te sunulmuştur [12].

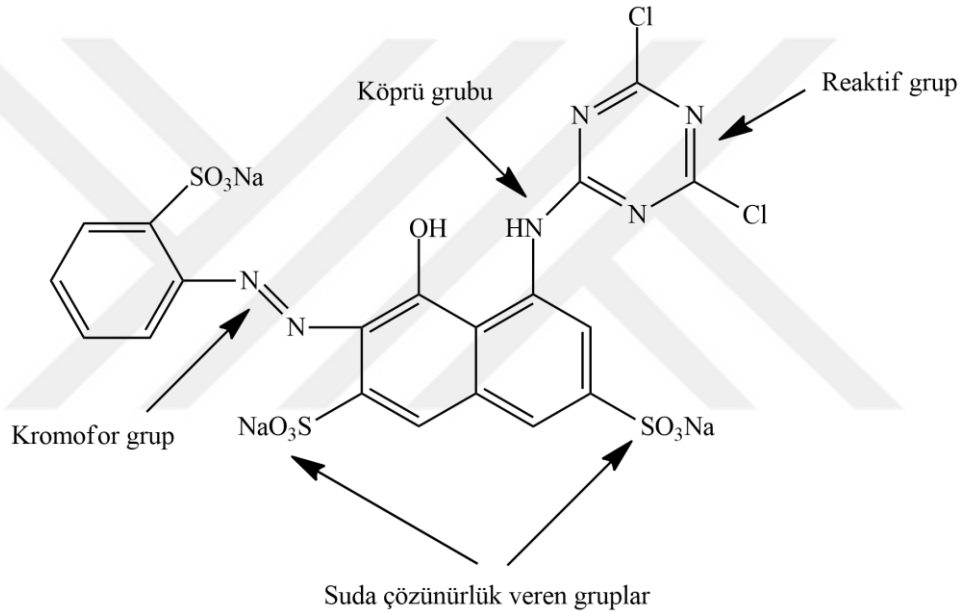
**Tablo 2.5:** Pamuğun fiziksel ve kimyasal özellikleri [12].

Pamuğun Özellikleri	
Kimyasal Yapısı	%80-90 selüloz, %6-8 su ve metal oksitleri (%0,25 CaO, %0,2 MgO), pektin, protein gibi safsızlıklar içermektedir.
Yoğunluğu	1,54 g/cm <sup>3</sup>
Camsı Geçiş Sıcaklığı	230 °C
Sıcaklık Dayanımı	100 °C’deki suya dayanım göstermektedir. 230 °C’de kısa süreli ütülemeye dayanabilmektedir. Ancak sıcaklık yükseldikçe pamuk kavrulup dağılmaktadır.
Nem Alma Özelliği	Ham pamuğun yapısındaki safsızlıklar giderildikten sonra hidrofilik yapısına dönen pamuk, %8,5 civarında nem almaktadır.
Uzama Elastikiyeti	Uzama kabiliyete %3-10 arasındadır ve pamuk ortalama %2 uzatıldığında, %75 oranında eski uzunluğuna geri dönebilmektedir.
Uzunluğu	Elyafın boyu 1-6 cm aralığındadır.

Pamuğun yapısında yüksek oranda (%80-90) bulunan selülozun pamuk elyafı içinde yerleşimleri farklı olabilmektedir. Elyaf içerisindeki bölgelerin yaklaşık %70’inde selüloz makro molekülleri kristalin olarak, %30’unda ise amorf olarak bulunmaktadır. Kristalin bölgelerde makro moleküller arası çekim kuvvetleri daha fazladır, bu nedenle kimyasal maddelerin ve boyar maddelerin yoğunluğunun kristalin bölgeye nüfuz edememekte birlikte reaksiyonlar kristalin bölgelerin yüzeyinde gerçekleşmektedir [12].

### 2.6.3.1 Reaktif boyar maddelerin yapısı

Reaktif boyar maddelerin yapısında suda çözünen grup, kromofor grup, reaktif grup, köprü grubu bulunmaktadır. Reaktif boyar maddeler suda çözünmeyi sağlamak için sülfonik asit grubu içermektedir. Kromofor gruplar ise farklı difüzyon yeteneklerine sahip olarak, farklı molekül büyüklüklerinde yapıda bulunmaktadır [12]. Reaktif grup selülozun yapısındaki -OH grubu ile reaksiyona girmesi için gereklidir. Köprü grubu olarak da yapıda genelde amino grubu (-NH) bulunmaktadır [16]. Örnek bir reaktif boyar maddenin kimyasal yapısı Şekil 2.16'da sunulmuştur.



Şekil 2.16: Reaktif boyar maddenin kimyasal yapısı.

### 2.6.3.2 Reaktif boyama performansını etkileyen faktörler

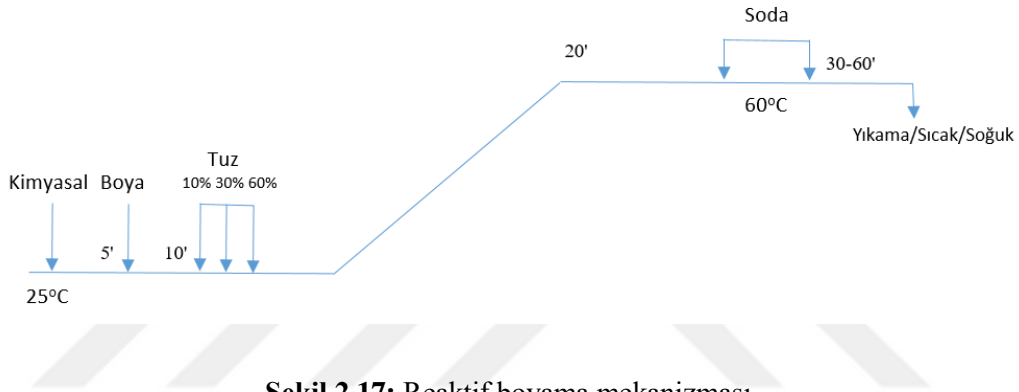
Selüloz esaslı elyafları reaktif yöntemle boyama prosesinde, boyar madde ile elyaf arasındaki etkileşimi arttırmak için optimum koşulların sağlanması gerekmektedir [12]. Bu optimum koşulları etkileyen faktörler sırayla şu şekilde verilmektedir; (i) boyar maddenin difüzyon ve adsorpsiyon kapasitesi özellikleri, (ii) ortamdaki tuz konsantrasyonu, (iii) pH-alkali miktarı ve (iv) sıcaklığın etkisi. Reaktif boyalar anyonik ve katyonik yapıdaki aktif gruplara sahip olabilirler. Selülozik elyafların -OH grupları ile reaktif boyar madde arasında birincil ve ikincil etkileşimleri oluşturmak için ortamın elektrolitliğini arttırmak gerekmektedir. Bu da tuz

ilavesiyle sağlanmaktadır. Selülozun yapısında bulunan –OH grubu asidik ortamda hidroliz olamayacağından boyama ortamı alkali yapılmaktadır. Alkaliliğin artmasıyla;

$[Selüloz-OH^-] + [Cl-R-Boya] \longrightarrow [Selüloz-O-R-Boya] + [HCl]$  reaksiyon mekanizması ürünler yönüne kayacaktır [10].

### 2.6.3.3 Reaktif Boyama Mekanizması

Reaktif boyama prosesinde kullanılan reaktif boyalar elyaf ile kovalent bağ oluşturmak üzere reaksiyon vermektedir [10].

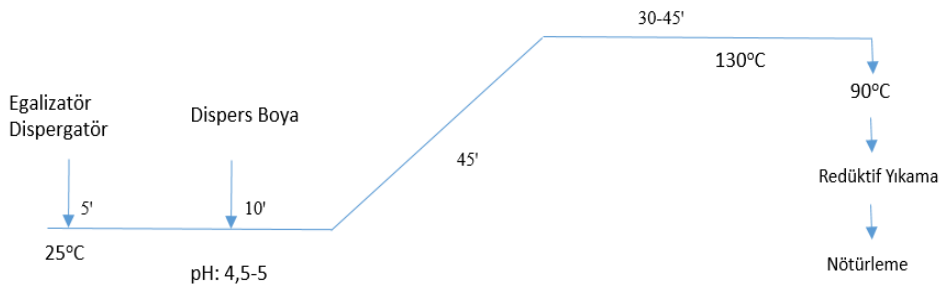


Şekil 2.17: Reaktif boyama mekanizması.

### 2.6.5 Dispers (Polyester) Boyama

Dispers boyama prosesi, polyester elyafının yüksek sıcaklıkta açılması sonucu boyanın gözeneklere girmesi ve soğutma sonrasında gözeneklerde kalması ile gerçekleştirilmektedir. Dispers boyamada flotte oranı 1:6-1:10 aralığında tercih edilmelidir [10].

### Dispers (Polyester) Boyama Mekanizması



Şekil 2.18: Dispers (polyester) boyama mekanizması.

### 2.6.6 Pigment Boyama

Hem pigment hem de boya her türlü maddeye renk vermek için kullanılır. Ancak ikisinin arasındaki fark; boyanın çözücünde %100 çözünürken, pigmentin çok iyi derecede disperse olması fakat çözünmemesidir. Boyalar pigmentlere göre daha parlak renk sağlarlar fakat ışık stabilizasyonları daha düşük ve kalıcılıkları daha azdır [17].

Pigment boyama işlemi her çeşit elyaf üzerine uygulanabilir. Pigment boyar maddeler yapılarına göre organik ve anorganik pigmentler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Organik pigmentler yağlardan, anorganik pigmentler ise minerallerden elde edilir. Anorganik pigmentlerin ışık haslıkları organik pigmentlere göre daha yüksektir. Buna karşın organik pigmentler ise renk çeşitliliği ve estetik açıdan avantaj sağlamaktadır [10]. Pigmentler elyaf üzerine bağlayıcı ile bağlanırlar. Bağlayıcıların kullanılması pigment boyama prosesinde kumaşın baş ve son bölümündeki renk farklılığını ortadan kaldırmakta ve yıkama yapılmasını gerektirmemektedir [18].

## 2.7 HASLIK TESTLERİ VE KALİTE

Tekstil sektöründe son ürünün kalitesini/amaca uygunluğunu ölçmek için ürüne bir dizi test yapılmakta ve sonuçlar sayısal verilerle ifade edilmektedir. Bu testlerden ürün kalitesini belirlemede en önemli olanı da haslık testleridir [9].

Haslık; ürünün kullanım sırasında maruz kaldığı etkilere karşı olan dayanımı olarak tanımlanmaktadır. Renk haslığı, yıkama haslığı, ter haslığı, ütü haslığı, sürtme haslığı bu testlere örnek olarak verilebilir. Haslık testlerinin standartları ürünün amaca uygunluğuna göre belirli aralıklar olarak ISO tarafından belirlenmiş ve Avrupa Kıtası Haslık Komisyonuna üye ülkelere bu standartlara uyma zorunluluğu getirilmiştir [9].

### 2.7.1 Tekstil Ürünlerine Uygulanan Haslık Testleri

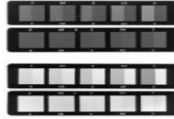
Haslık kontrolleri yapılırken, değerlendirme aracı olarak mavi ve gri skala kullanılmaktadır. Mavi skala ışık haslıklarının değerlendirilmesinde kullanılırken, gri skala da ışık haslığı dışındaki diğer haslıkların ölçülmesinde kullanılmaktadır [9].

### **Mavi Skala**

Boyanmış ürünlerin ışık haslığı tayininde kullanılan mavi skala 1-8 arasında değerlendirilen 8 basamaklı bir skaladır. 1. basamak en düşük, 8. basamak ise en yüksek ışık haslığını ifade etmektedir. Işığ haslığının ölçülmesinde mavi skala kullanımı şu şekildedir; Haslığı ölçülecek olan boyar maddelerle boyanan kumaş örnekleri, belirli bir süre gün ışığında (son yıllarda suni ışınlar –kuars lambaları- kullanılmaktadır) bırakılmaktadır. Kumaşın solmaya başladığı ana kadar geçen süre ölçülerek, ışık haslığı bilinen boyar madde ile boyanmış örneğin solması ile karşılaştırılmaktadır. Haslığlar renge göre değişmekte olup, örneğin ışık haslığı koyu renklerde açık renklere göre daha iyiyken, yıkama haslığı ise açık renklerde koyu renklere göre daha üstün olabilmektedir [9].

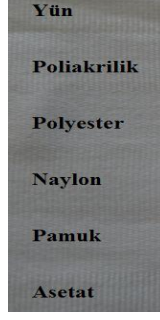
### **Gri Skala**

Işığ haslığı haricindeki haslığların ölçülmesinde kullanılan ve 1-5 arasında değerlendirilen bir skaladır. 1. basamak en düşük, 5. basamak ise en yüksek haslığı ifade etmektedir. Gri skala iki ayrı başlığın değerlendirilmesinde kullanılır. Bunlardan biri “Renk Değişiminin Değerlendirilmesi” diğer de “Akmanın Değerlendirilmesi”dir. Renk değişiminin değerlendirilmesinde; test sonucu boyalı ürünün renginde meydana gelen değişim ölçülmektedir. Akmanın değerlendirilmesinde ise beyaz bir refakat bezi kullanılarak boyalı ürünün refakat bezini kirletme derecesi ölçülmektedir [9]. Gri skala görseli ve refakat bezi görseli sırasıyla şekil 2.19 ve şekil 2.20’de sunulmuştur.



**şekil 2.19:** Gri skala görseli.





Şekil 2.20: Refakat bezi görseli.

### 2.7.1.1 Yıkama Haslığı

Boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinde rengin farklı yıkama koşullarına karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla yıkama haslığı testi yapılmaktadır. Yıkama haslığı kontrol edilecek olan numuneye multielyaf denilen refakat bezi dikilmekle birlikte farklı şartlarda yıkamalar yapılarak, sonuçlar ışık kutusunda gri skala kullanılarak değerlendirilmektedir. Refakat bezi, boyalı olmayan ve farklı türlerde kumaşlardan oluşan, yıkama sonucunda boyada meydana gelen akmayı gözlemlemek için kullanılan bezdir. Farklı koşullarda yapılan yıkamalar sonucunda refakat bezine akan boya, ışık kutusunda D65 numaralı gün ışığında gri skala kullanılarak değerlendirilmektedir [9].

### 2.7.1.2 Ter Haslığı

Boyalı tekstil ürünlerinde, rengin insan vücudundaki ter ve sıcaklığa bağlı olarak değişim direncini belirlemek amacıyla ter haslığı testi yapılmaktadır. Ter haslığı ölçümü için asidik ve bazik ter çözeltileri hazırlanmaktadır. Yıkama haslığında olduğu gibi, ter haslığı belirlenecek olan numuneye refakat bezi dikilerek bu numuneler ter çözeltilerinde 30 dakika kadar bekletilmekte ve ardından ışık kutusunda gri skala kullanılarak değerlendirme yapılmaktadır [9]. Bu tez çalışmasında Palben Boyahanesi'ne yaptırılan ter haslığı testlerinde ISO 105 EO4 standardı kullanılmıştır.

### 2.7.1.3 Su Haslığı

Boyalı tekstil ürünlerinde, rengin oda sıcaklığındaki saf suda bekletilmesine bağlı olarak değişim direncini belirlemek amacıyla su haslığı testi yapılmaktadır. Su haslığı testi ile, boyar madde moleküllerinin konsantrasyonunun yüksek olduğu bölgelerden refakat bezindeki düşük konsantrasyonlu bölgelere migrasyonu(göçü) belirlenmektedir. Boyalı tekstil örnekleri saf suda

30 dakika bekletildikten sonra etüvde kurutulularak, ışık kutusunda gri skala kullanılarak haslık derecelerinin değerlendirilmesi yapılmaktadır [9].

#### **2.7.1.4 Işık Haslığı**

Boyalı tekstil ürünlerinde, rengin güneş ışığına maruz bırakıldığı durumlara bağlı olarak değişim direncini belirlemek amacıyla ışık haslığı testi yapılmaktadır [9].

#### **2.7.2 Tekstil Endüstrisindeki Standartlar**

Tekstil işletmelerinde hemen her işlemde kimyasal kullanımı bulunmaktadır. Ancak hem insan sağlığı hem çevre duyarlılığı göz önüne alınarak özellikle Avrupa Birliği üyesi ülkelerin üzerinde durduğu bazı hukuksal düzenlemeler (regülasyonlar) ve standartlar getirilmiştir. Regülasyonlar; üye ülkelerin uymakla yükümlü olduğu kesin yayınlardır, standartlar ise uyulması gerekli koşulları kapsayan ancak uyulması tarafların isteğine bağlı olan teknik özellikleri barındıran belgelerdir [9].

ISO (International Standardization Organisation/Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu) 1947 yılında ABD, İngiltere ve Kanada'dan katılan temsilcilerin yönetiminde kurulmuştur. Avrupa Birliği standartlarına uyum yasası gereği, tüm işletmelerde olduğu gibi tekstil işletmelerinde de uluslararası standartlara uyulması gerekmektedir. ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi standardı, ISO'nun yayınladığı çevreci yaklaşım standardıdır [9].

EKO TEX 100 Standardında ise tekstil endüstrisinde üretim aşamalarının tamamının (ham maddeden son ürün haline, son üründen atık haline gelinceye kadarki tüm aşamaların) çevre ve insan sağlığına uygun yürütülmesi esas alınmaktadır [9].

GOTS (Global Organic Textile Standards)'a göre, GOTS sertifikalı ürünler minimum %70 organik elyaf içermeli ve üretim aşamalarında kullanılan kimyasallar çevre standartlarına uygun olmalıdır [9].

CE (Conformite Europeene) belgesi ise Avrupa'ya uygunluğun sembolüdür. CE belgeli ürünlerin Avrupa Birliği standartlarına uygun olduğu kabul edilmektedir [9].

### **2.7.3 Tekstil Endüstrisinde Kimyasal Madde Kullanımına Getirilen Kısıtlamalar**

Kısıtlamalar, standartlara uygunluğun koşullarına bağlı olarak son ürün değerleri ve tekstil işlemlerinde kullanılan kimyasalların kısıtlamaları olarak ayrı ayrı incelenmektedir. Son üründe; pH değeri 5 ile 7 arasında olmalıyken, formaldehit miktarı bebek-çocuk giysilerinde maksimum 15 ppm (parts per million/milyonda bir birim), yetişkin giysilerinde ise maksimum 75 ppm olmalıdır [9].

#### **APEO's (Alkilfenoletoksilatlar):**

Islatıcı ve temizleyici olarak kullanılan bu kimyasal, doğada zor çözüldüğü ve toksik etkisi olduğu için 003/53/EC direktifine göre tekstil proseslerinde %0,1 (1000 ppm) üzerinde kullanılamamaktadır [9].

#### **Azo Boyar Maddeler:**

Dünya üzerinde yaklaşık 3500 farklı azo boyar madde bulunmaktadır. Bu azo boyar maddelerin %65'i boyama sonucunda serbest amino grubu oluştururlar ve oluşan 24 farklı serbest amino gruplarından 4 tanesi kanserojen maddedir. 20 tanesi ise muhtemelen kanserojen maddedir. Avrupa Birliği 2004/21/EC direktifiyle bu 24 amino grupları içeren azo boyar maddelerin kullanımını 30 ppm ile sınırlandırmıştır [9].

#### **Dispers Boyar Maddeler:**

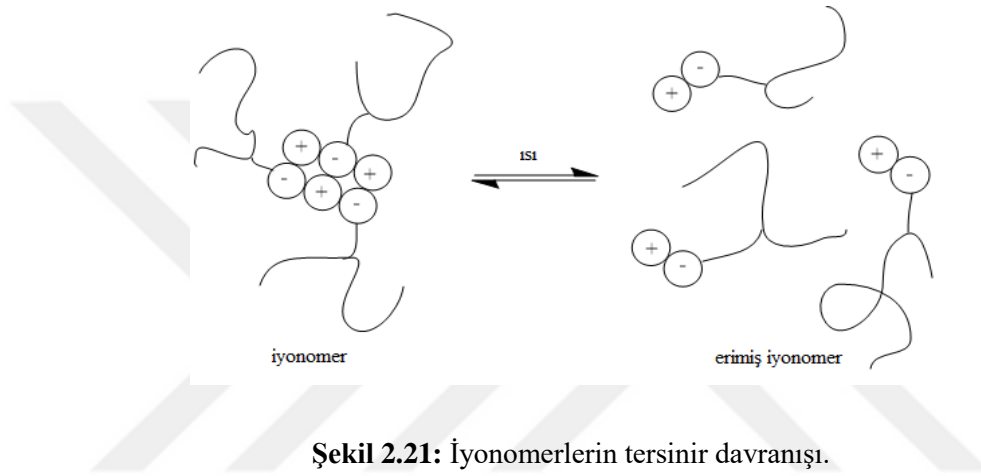
Polyester, poliamid, asetat gibi sentetik elyafların boyanması prosesinde kullanılan dispers boyar maddeler 2002/371/EC direktifi ile sınırlandırılmaktadır [9].

#### **Kanserojen Boyar Maddeler:**

2002/61/EC direktifi ile 22 adet aromatik arilamin içeren boyar maddenin kanserojen olduğu saptanmış ve kullanımları yasaklanmıştır. Yasaklı kimyasalların başlıcaları; benzidin, 4-aminodifenil, 2-naftilamin, 3,3-diklorbenzidindir. Bunların yanı sıra ağır metaller, peptisitler ve biyosidallerin kullanımını da hukuksal düzenlemelerle sınırlandırılmaktadır [9].

## 2.8 İYONOMERLER

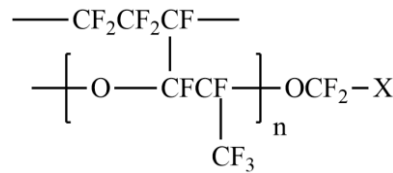
İyonomerler (iyonik polimerler), yapılarında yüklü grup bulunduran polimerlerdir. İyonomerlerin zincirleri arasındaki iyonik etkileşimler tersinir çapraz bağ işlevi göstermekte, ısı etkisiyle bu iyonik etkileşimler kırılarak polimer erimesiyle iyonomerler termoplastik davranış göstermektedir [1, 19]. Bu tersinir yapılaşmaya çapraz bağlı yapılarda bulunan hidrojen bağı olarak sağlamaktadır [8]. İyonomerlerin tersinir davranışını gösteren görsel Şekil 2.21’de sunulmuştur.



Şekil 2.21: İyonomerlerin tersinir davranışı.

İyonomerler içerdikleri iyonik birim sayısına bağlı olarak, su ile etkileştiklerinde hidrojel gibi davranabilmektedirler [20]. İyonize olmuş grupların tekli (counterion) ya da toplanmış (cluster) halde iyonik çapraz bağlara eşlik etmesi de iyonomerleri karakterize eden önemli bir özellik olarak bilinmektedir [19].

İyonomer örneği olarak özellikle pek çok elektrokimyasal uygulamada sıklıkla kullanılan nafyonun kimyasal yapısı Şekil 2.22’de sunulmuştur.

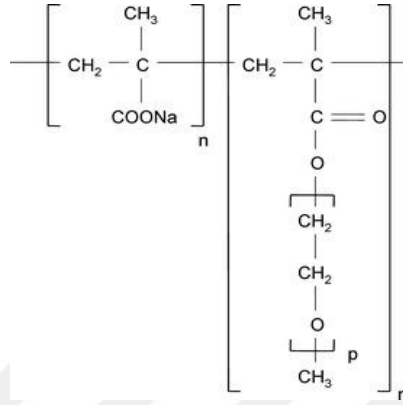


Şekil 2.22: Nafyonun kimyasal yapısı.

Nafyon, Şekil 2.22’de görüldüğü üzere teflon omurgadan ve perfloro eter yan zincirine tutunmuş karboksilik ya da sülfonik gruplardan meydana gelmektedir [19].

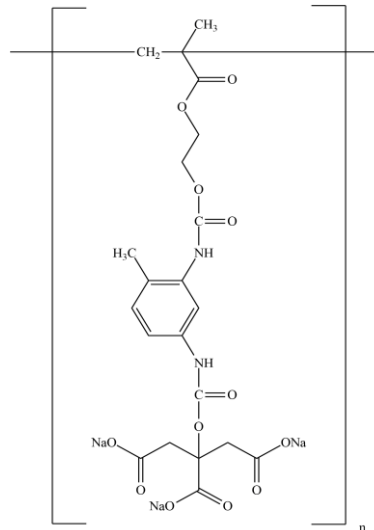
### 2.8.1 Polikarboksilat (PC)

PC'nin literatürde kullanımını araştırıldığında, yaygın olarak inşaat sektöründe çimento karışımlarında su azaltıcı/hiper akışkanlaştırıcı olarak kullanıldığı görülmektedir. PC'nin kimyasal gösterimi Şekil 2.23'te verilmektedir.



Şekil 2.23: PC'nin kimyasal yapısı.

PC'nin boya prosesinde kullanımını incelendiğinde ise, yeni bir adsorban olarak sentezlenen Üretan Polikarboksilatın (UPC) sulu çözelti ortamında tekli ve ikili sistemlerden boya uzaklaştırma kapasitesi olduğu görülmektedir [21]. UPC'nin kimyasal yapısı Şekil 2.24'te sunulmuştur.



Şekil 2.24: Üretan polikarboksilatın kimyasal gösterimi [21].

Organik bileşikler olarak boyalar, ürünler üzerindeki düşük afinite nedeniyle boyama işlemi sırasında tekstil atık suyuna salınmaktadır. Ayrıca, organik boyar maddeler sulu ortamda

hidroliz, oksidasyon, vb. gibi birçok reaksiyonla toksik yan ürünler üretmektedirler. Boyaların sulu ortamdan uzaklaştırılması için atık su arıtma yöntemlerinden biri olarak adsorpsiyon prosesi uygulanmaktadır. Bazı adsorban malzemeler bu proses için uygun olmalarının yanı sıra düşük maliyetlidirler. Ancak düşük oranda kirletici madde çıkarma kapasitelerinden dolayı kullanımları sınırlıdır. Bu bağlamda UPC’de, adsorban özelliği ile boya çözeltileri içindeki kationik boyaları kendi yapısına bağlayarak atık su arıtma yönteminde kullanılabilir [21].

### 2.8.2 Literatürde Polikarboksilat (PC)

Polikarboksilatın literatürde genellikle, yapı sektöründe ve dental ürünlerde katkı maddesi olarak kullanımları incelenmiştir. Bunların yanında PC’nin tekstil ve tekstil boyama alanlarında kullanımına ait çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan literatür taraması ve PC’ye ait çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

US20110065847 A1(2011) numaralı patente Kawabata H. ve Sakamoto N.’nin yaptığı çalışmalar sonucunda, doymamış polialkilen glikol eter bazlı monomerden ve doymamış karboksilik asit bazlı monomerden hazırlanan polikarboksilik asit esaslı kopolimer için üretim yöntemi sağlanmış olup, yüksek performanslı bir beton katkı maddesi elde edilmiştir. Tez çalışmasında bölüm 3.3’te bahsedilen polikarboksilat sentezi, US20110065847 A1 numaralı patente bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir [22].

Felekoğlu B. Ve Felekoğlu K.T.’nin, “Kendiliğinden Yerleşen Beton Üretiminde Polikarboksilat Esaslı Süper Akışkanlaştırıcı Katkıların Kullanımı” başlıklı çalışmasında iki farklı polikarboksilat esaslı katkı maddesi kullanarak kendiliğinden yerleşen beton tasarımındaki taze ve sertleşmiş hal performanslarını deneysel olarak incelemiştir. Zamana bağlı olarak kendiliğinden yerleşen betonların yayılma çapının katkı türüne göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır [23].

Ng S.ve Plank J., “Interaction Mechanisms Between Na Montmorillonite Clay and MPEG-Based Polycarboxylate Superplasticizers” başlıklı makalede sodyum montmorillonit kilinin (aktif kil) 2-metakrilat bazlı polikarboksilatın çimento hamurundaki dispersiyon kuvvetini olumsuz etkilediğini gösteren bir çalışma yapmışlardır [24].

Dinçer B. ve Erdiñç A. M.'nin, "A Comparison Between Zinc Polycarboxylate and Glass Ionomer Cement in the Orthodontic Band Cementation" başlıklı çalışmasında sabit ortodontik aletlerin, demineralizasyon ve çürüklerden sorumlu tutulduğunu göz önüne alarak çinko polikarboksilat ve cam iyonmer sementasyonlarının, bant sementasyonunda kullanılan birincil malzemeler olduğunu saptamıştır [25].

Keng-Ming Chen ve arkadaşları, "Interaction Between New Multi-Anionic Surfactants and Direct Dyes and Their Effects on The Dyeing of Cotton Fabrics" başlıklı çalışmalarında multi-anyonik ve noniyonik hidrofilik kısımlar içeren bir dizi yeni yüzey aktif madde hazırlamıştır. Karboksilik asit grupları içeren ürünler oluşturmak için peroksi tipi serbest radikal başlatıcının varlığında fumarik asit, polioksietilenli stearyl eter ile reaksiyona sokularak yüzey aktif maddenin polioksietilen zincirinin uzunluğunun artırılması üzerine kritik misel konsantrasyonunun (CMC) azaldığı görülmüştür. Ayrıca boyalar ve polikarboksile edilmiş multi-anyonik yüzey aktif maddeler arasındaki etkileşimlerini incelemek için spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır. Boya-yüzey aktif madde komplekslerinin oluşumu, pamuklu kumaşlar üzerindeki boya alım hızını geciktirmiştir [26].

Ayad M. M. ve arkadaşlarının, "Polypyrrole-Coated Cotton Textile as Adsorbent of Methylene Blue Dye" başlıklı çalışmalarında polipirol kaplı pamuklu tekstilin, metilen mavisi içeren katyonik boya çözeltilerinden uzaklaştırılması için bir adsorban olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda polipirol kaplı pamuklu tekstilin, kaplanmamış pamuklu tekstile göre daha yüksek bir adsorpsiyon kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca boya çözeltilerinden adsorblanan boya miktarının, temas süresi ve adsorban miktarı (polipirol kaplı pamuk tekstil) ile arttığı bulunmuştur. Termodinamik parametreler, adsorpsiyon sürecinin uygun, verimli ve negatif  $\Delta H^\circ$  değeri ile kendiliğinden meydana geldiğini göstermiştir. Polipirol kaplı pamuklu tekstilin, metilen mavisi içeren boya çözeltilerinden iyi bir verim ve yüksek dayanıklılık ile boya adsorpsiyonu için yeniden kullanılabilirliğine imkan sağladığı saptanmıştır [27].

Mahmoodi N.M. ve arkadaşlarının "Synthesis of Urethan Polycarboxylate as a Novel Adsorbent and Its Binary System Dye Removal Ability from Aqueous Solution" başlıklı çalışmalarında yeni bir adsorban olarak ürethan polikarboksilat (UPC) sentezlemiş ve karakterize etmişlerdir. Tek ve ikili sistemlerin sulu çözeltilerinden ürethan polikarboksilatın boya uzaklaştırma yeteneği araştırılmıştır. Organik bileşikler olarak boyalar, yüzey üzerindeki düşük

afinite nedeniyle boyama işlemi sırasında tekstil atık suyuna salınmaktadır. Boyaların sulu ortamdan arıtılması için atık su arıtma yöntemlerinden biri olarak adsorpsiyon prosesi uygulanmaktadır. Bununla birlikte, düşük kirletici madde uzaklaştırma kapasitesi gibi sınırlamalara sahiptirler. Bu sebeple, çalışmalar yüksek kapasiteli adsorbanların sentezine yönelmiştir. Bu bağlamda UPC’de, adsorban özelliği ile boya çözeltisi içindeki katyonik boyaları kendi yapısına bağlayarak atık su arıtma yönteminde kullanılabilme potansiyelinin bulunduğunu göstermektedir [28].

US 4787912 numaralı patentte (1988) Reinach H.A. ve Riehen H.R.’nin yaptığı çalışmalarda, sentetik nitrojen içeren elyaf malzemenin özellikle poliamid elyafların boyanması ve beyazlatılması için yardımcı kimyasal malzeme hazırlanmasında, sülfone polikarboksilat, anyonik yüzey aktif madde, noniyonik yüzey aktif madde ve organik bir polar çözücü kullanılmıştır. Azot içeren elyaf malzemelerin boyanmasında kullanılan yardımcı kimyasalların dezavantajı, az miktarlarda eklendiğinde, ıslatma özelliklerinin yeterli olmaması ve politetrafloroetilen ile kaplanmış nitrojen içeren elyafların işlenmesi için tamamen yetersiz kalmalarıdır. Bu nedenle, ön arıtma işleminde büyük miktarlarda ıslatıcı madde kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalar kapsamında, düşük miktarlarda kullanıldığında bile çok iyi ıslatma özelliklerine sahip olan yeni bir yardımcı kimyasal bulunmuştur [29].

US 6004357 numaralı patentte (1999) Mark Dohman’ın yaptığı çalışmalarda polyester elyaf içeren tekstil malzemelerinin boyanması prosesinde alkali boya banyosunda kullanılan dispersiyon boya maddesi ve Na-perborat tuzu yerine alternatif olarak nitrilotriasetik asit ve polikarboksilat eklenmiştir ve pH 9-10 aralığında boyar maddelerin çökmesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığı saptanmıştır [30].

Yukarıda sunulan literatür özetinden görüleceği üzere PC türevi polimer/kopolimerlerin tekstil boyar madde endüstrisinde kullanımına ait çalışma sayısı sınırlı olup, bu çalışmalarda özellikle boya giderimi üzerine elde edilen sonuçlar raporlanmıştır. Tez kapsamında literatürden farklı olarak farklı koşullarda geliştirilen polikarboksilat ürünlerin tekstil sektöründe dispergator olarak kullanımı ve mevcut uygulamada reaktif boyamaya alternatif yenilikçi bir yaklaşımın araştırılması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda hazırlanan polimerlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra geliştirilen bu polikarboksilat ürünlerle boyanan kumaşlarda boyama performanslarının PC’nin türü ve kullanım miktarına bağımlı olarak değişimleri incelenmiştir. Son olarak tez kapsamında geliştirilen PC ile boyanan kumaşların



haslık değerlerinin ticari ürünler ve mevcut reaktif boyama koşullarında hazırlanan ürün ile karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.



### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1 KİMYASAL MALZEMELER

Tez çalışmasında kullanılan kimyasal malzemeler; PC sentezinde kullanılan kimyasallar ve boyama prosesinde kullanılan kimyasallar olarak iki grupta incelenmiş olup sırasıyla Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de sunulmuştur.

**Tablo 3.1:** PC sentezinde kullanılan kimyasal malzemeler.

Kimyasal Madde	Tedarikçi/Üretici	Erime Noktası (°C)	Safılık (%)
TPEG	KMT Polymers	Bilgi yok	99,9
Akrilik asit	Merck	13	98
Maleik anhidrit	Merck	52,6	99,8
Hidrojen peroksit	Merck	-0,43	99
Amonyum persülfat	Merck	Bilgi yok	99
Askorbik asit	Merck	190	99,5
Demir(II)sülfat	Merck	70	99
2-Merkaptopropionik asit	Merck	18	99
Sodyum hipofosfit	Merck	Bilgi yok	99
o-fosforik asit	Merck	42	85
p-toluen sülfonik asit	Merck	105	Bilgi yok
NaOH	Sigma Aldrich	318	99
KOH	Merck	360	90

**Tablo 3.2:** Boyama prosesinde kullanılan kimyasal malzemeler.

Kimyasal Madde	Tedarikçi/Üretici	Erime Noktası (°C)	Safılık (%)
NaCl	Sigma-Aldrich	801	99,5
PC	KMT Polymers	Bilgi yok	48
Methylene blue	Sigma-Aldrich	180	99
Prussian blue	Sigma-Aldrich	162	99
Reabond blue	Sumifix	Bilgi yok	Bilgi yok
Reabond yellow	Sumifix	Bilgi yok	Bilgi yok
Sun TQ	Sumifix	Bilgi yok	Bilgi yok
Tween 80	Sigma-Aldrich	Bilgi yok	Bilgi yok

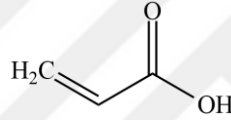
## 3.2 KULLANILAN MALZEMELERİN KİMYASAL YAPILARI

### 3.2.1 TPEG (Polietilen glikol)

Ortalama molekül ağırlığı 2400 g/mol olan makro monomerik yapıdır. PC sentezinde ana zincire bağlı yan dallar olarak bulunmaktadır.

### 3.2.2 Akrilik asit

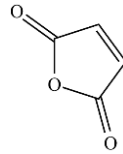
Molekül ağırlığı 72 g/mol olan akrilik asit monomeri, ikinci bir monomerle çözeltisi hazırlanarak polimerizasyona sokulmakta ve PC'nin ana zincirini oluşturmaktadır. Esterefikasyon veya serbest radikalik polimerizasyonla polimerleşebilmektedir. Yoğunluğu 1,05 g/cm<sup>3</sup> olan akrilik asidin kapalı formülü C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> olup kimyasal gösterimi Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1: Akrilik asidin kimyasal gösterimi.

### 3.2.3 Maleik Anhidrit

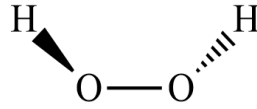
Yoğunluğu 1,48 g/cm<sup>3</sup>, molekül ağırlığı 98 g/mol olan maleik anhidrit monomerinin kapalı formülü C<sub>4</sub>H<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'tür ve kimyasal gösterimi Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3.2: Maleik anhidritin kimyasal gösterimi.

### 3.2.4 Hidrojen Peroksit

Yoğunluğu 1,45 g/cm<sup>3</sup>, molekül ağırlığı 34 g/mol olan hidrojen peroksit, PC sentezinde başlatıcı olarak kullanılmaktadır. Aktif olduğu sıcaklık yaklaşık 58 °C olup kapalı formülü H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'dir. Hidrojen peroksitin kimyasal gösterimi Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



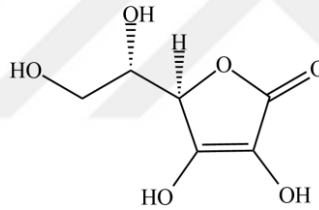
Şekil 3.3: Hidrojen peroksitin kimyasal gösterimi.

### 3.2.5 APS (Amonyum persülfat)

Yoğunluğu  $1,98 \text{ g/cm}^3$ , molekül ağırlığı  $228,2 \text{ g/mol}$  olan APS, PC sentezinde kullanılan diğer bir tür başlatıcıdır. Aktif olduğu sıcaklık  $70-90^\circ\text{C}$  aralığında olup kapalı formülü  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  olarak verilmektedir.

### 3.2.6 Askorbik asit

Molekül ağırlığı  $176,12 \text{ g/mol}$  olan askorbik asit PC sentezinde indirgeyici ajan olarak kullanılmaktadır. Kapalı formülü  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 'dır ve yoğunluğu  $1,65 \text{ g/cm}^3$ 'tür. C vitamini olarak bilinen askorbik asitin kimyasal gösterimi Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4: Askorbik asidin kimyasal gösterimi.

### 3.2.7 Demir (II) sülfat

Molekül ağırlığı  $278 \text{ g/mol}$ , kapalı formülü  $\text{Fe(II)SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  olarak verilmektedir. Yoğunluğu  $1,898 \text{ g/cm}^3$  olan demir (II) sülfat kullanılan diğer bir indirgeyici ajandır.

### 3.2.8 2- Merkaptoproponeik asit

PC sentezinde zincir transfer ajanı olarak kullanılan 2-merkaptoproponeik asidin molekül ağırlığı  $106,14 \text{ g/mol}$ 'dür.

### 3.2.9 Sodyum hipofosfit

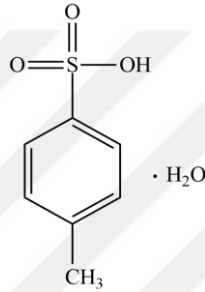
Molekül ağırlığı  $105,99 \text{ g/mol}$  olan sodyum hipofosfit, PC sentezinde kullanılan diğer bir zincir transfer ajanı çeşididir. Kapalı formülü  $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  iken erime noktası  $90^\circ\text{C}$ 'dir.

### 3.2.10 o-fosforik asit

Yoğunluğu  $1,685 \text{ g/cm}^3$ , molekül ağırlığı  $98 \text{ g/mol}$  olan o-fosforik asit PC sentezinde pH ayarlayıcı olarak kullanılmaktadır. Kapalı formülü  $\text{H}_3\text{PO}_4$  olarak verilmektedir.

### 3.2.11 p-toluen sülfonik asit

Molekül ağırlığı  $172,2 \text{ g/mol}$  olan p-toluen sülfonik asit, PC sentezinde kullanılan diğer bir pH ayarlayıcı çeşididir. Kapalı formülü  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_3\text{S}$  iken yoğunluğu  $1,24 \text{ g/cm}^3$ 'tür ve kimyasal yapısı Şekil 3.5'te sunulmuştur.



Şekil 3.5: p-toluen sülfonik asidin kimyasal gösterimi.

### 3.2.12 Sodyum hidroksit

Molekül ağırlığı yaklaşık  $40 \text{ g/mol}$ , yoğunluğu  $2,13 \text{ g/cm}^3$  olan  $\text{NaOH}$ , PC sentezinde nötralizasyon aracı olarak, boyama prosesinde ise alkali ortam yaratmak için kullanılmaktadır.

### 3.2.13 Potasyum hidroksit

Molekül ağırlığı  $56 \text{ g/mol}$ , yoğunluğu  $2,12 \text{ g/cm}^3$  olan  $\text{KOH}$ , PC sentezinde nötralizasyon aracı olarak kullanılmaktadır.

### 3.2.14 Sodyum klorür

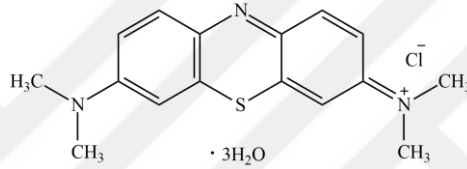
Molekül ağırlığı  $58,4 \text{ g/mol}$ , yoğunluğu  $2,16 \text{ g/cm}^3$  olan  $\text{NaCl}$ , boyama prosesinde, boya banyosunun elektrolitliğini artırarak boyanın kumaş yüzeyine daha iyi tutunmasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır.

### 3.2.15 Polikarboksilat (PC)

İnşaat sektöründe hiper akışkanlaştırıcı olarak kullanılan PC, bu tez çalışmasında farklı monomer, başlatıcı, zincir transfer ajanı ve pH ayarlayıcılar kullanılarak sentezlenmiş olup, molekül ağırlığı yaklaşık olarak 20000 g/mol'dür.

### 3.2.16 Metilen Mavisi (MB)

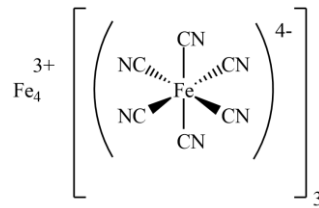
Molekül ağırlığı 319,85 g/mol olan katyonik (pozitif yüklü) metilen mavisi, boya çözeltisinin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Kapalı formülü  $C_{16}H_{18}ClN_3S$  olan metilen mavisinin kimyasal gösterimi Şekil 3.6'da sunulmaktadır.



Şekil 3.6: Metilen mavisinin kimyasal gösterimi.

### 3.2.17 Prusya Mavisi (PB)

Molekül ağırlığı 306,89 g/mol olan prusya mavisi de boya çözeltisi hazırlanmasında kullanılmaktadır. Kapalı formülü  $C_{18}Fe_7N_{18}$  olan prusya mavisi katyonik bir boya çeşidi olup, kimyasal gösterimi Şekil 3.7'de sunulmaktadır.



Şekil 3.7: Prusya mavisinin kimyasal gösterimi.

### 3.2.18 Tween 80

Molekül ağırlığı ortalama 1228 g/mol olan non-iyonik yapıdaki tween 80, boyama prosesinde dispergator olarak kullanılmıştır.

### 3.2.19 Reabond Blue, Reabond Yellow ve Sun TQ

Tez çalışmasında boyar madde olarak kullanılan sun TQ, reabond blue ve reabond yellow isimli ürünler vinil sülfon gruplu boyar maddelerdir. Bu boyar maddelerde renk veren kısmın yanında vinil sülfon grubu ( $D-SO_2CH=CH_2$ ) bulunmaktadır. Bu ürünler Palben Tekstil firmasından ücretsiz olarak temin edilmiştir.

Tez çalışmasında kimyasallar dışında boya denemelerinde üç iplik, süprem ve pike kumaşlar kullanılmış olup kullanılan bu kumaşların özellikleri de aşağıda verilmiştir.

Üç iplik kumaşlar zemin ve astar ipliğine ilave olarak üçüncü bir ipliğin (bağlama ipliği) örmeye katılımı ile üretilmektedir. Birinci zemin ipliği ile zemin örgüyü, ikinci iplik (astar ipliği) ile yüzeyi oluşturma ve üçüncü bağlantı ipliği ile de yapının daha sağlam olması sağlanmaktadır. Bu kumaşlar daha ağır yapılı örme kumaşlar olup Şekil 3.8’de görseli sunulmuştur.



**Şekil 3.8:** 30/1, %100 pamuk üç iplik kumaşın görseli.

Boya denemelerinde kullanılan diğer bir kumaş türü olan 30/1, %100 pamuk pike kumaş ise, bal peteğine benzer özel yapıda bir örme kumaş çeşididir. Tekstil sektöründe lacoste kumaş olarak da tanınmakta olup pike kumaşa ait görsel Şekil 3.9’da verilmiştir.



**Şekil 3.9:** 30/1, %100 pamuk pike kumaşın görseli.

Boya denemelerinde kullanılan üçüncü kumaş türü ise 30/1, %100 pamuk yapısındaki süprem kumaştır. Süprem kumaş ön ve arka yüzü birbirinden farklı, pike ve üç iplik kumaşa göre, nispeten daha ince kumaşlardır. 30/1, %100 pamuk yapısındaki süprem kumaşa ait görsel Şekil 3.10’da, temas açısı görüntüsü ise Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: 30/1, %100 pamuk süprem kumaşın görseli.

### 3.3 POLİKARBOKSİLAT SENTEZİ

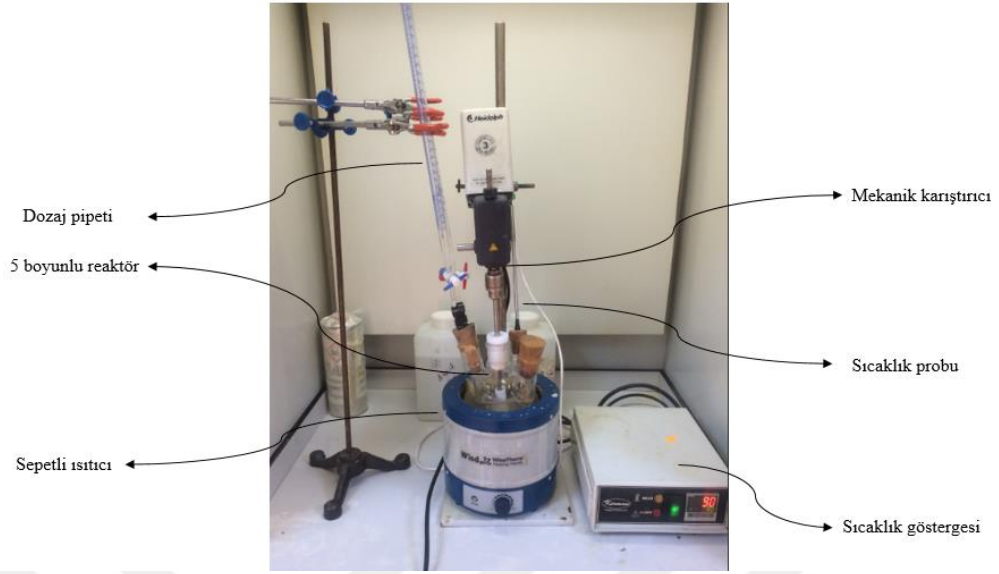
Bu tez çalışmasında PC, literatür çalışmaları doğrultusunda verilen monomer, başlatıcı ve zincir transfer ajanı oranları kullanılarak sentezlenmiştir. PC sentezinde kullanılan kimyasal oranları Tablo 3.3'te, sentez için kullanılan düzenek ise Şekil 3.11'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: PC sentezi.

Kod	Monomer			Başlatıcı			İndirgeyici Ajan		Zincir Transfer Ajanı		pH ayarlayıcı	Sıcaklık (°C)
	AA mol	MA mol	TPEG mol	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> mol	APS mol	Askorbik asit mol	Demir (II) sülfat mol	Merkapto proponeik asit mol	Sodyum hipofosfit mol	o-fosforik asit ml	p-toluen sülfonik asit ml	
ST-1	0,36	-	0,167	-	-	0,03	-	0,01	-	3-6	-	58
ST-2	0,36	-	0,167	-	-	0,03	-	0,01	-	-	3-6	58
ST-3	0,69	0,21	0,172	-	0,02	0,01	-	-	0,113	-	-	90
ST-4	0,55	0,17	0,172	-	0,02	-	-	-	0,113	-	-	90
ST-5	0,55	0,18	0,172	-	0,02	-	-	-	0,113	-	-	90
ST-6	0,55	0,18	0,172	0,02	-	-	-	-	0,113	-	-	58
ST-7	0,55	0,17	0,166	-	0,02	0,01	-	-	0,103	4-6	-	58
ST-8	0,40	0,14	0,180	-	0,02	-	0,001	-	0,103	4-6	-	58

**AA:** Akrilik asit    **MA:** Maleik anhidrit    **TPEG:** Polietilen glikol    **APS:** Amonyum persülfat





**Şekil 3.11:** PC sentezinde kullanılan laboratuvar düzeneği.

PC sentezinde polimerizasyon reaksiyonu beş boyunlu reaktörde gerçekleştirilmiş olup, boyunlara dozaj pipeti, mekanik karıştırıcı ve sıcaklık probu bağlanmıştır. Reaksiyona makromonomer ve suyun karıştırılması ile başlanmakta, uygun pH değerinde başlatıcı ilave edilmekte ve sıcaklık yaklaşık 50°C'ye geldiğinde monomer karışımı ve zincir transfer ajanı eklenmektedir. Polimerizasyon reaksiyonu sonunda pH kontrolü yapılarak monomerlerin asidik yapısından dolayı NaOH veya KOH ile nötralizasyon işlemi uygulanmıştır.

Sentezlenen polimerlerin nem tayin cihazında katı madde oranı belirlenmiştir. Nem tayin cihazında terazi ve ısıtıcı bulunmaktadır. Cihaza konulan örnek ısıtılarak örneğin kurutma süresi boyunca ağırlık kaybı belirlenmiş ve bu bilgiye göre hesaplama yapılarak katı madde oranına ulaşılmıştır. Tez çalışmasında Sartorius marka nem tayin cihazı kullanılmış olup, resmi Şekil 3.12'de verilmiştir.



**Şekil 3.12:** Nem tayin cihazı.

### 3.4 GPC ANALİZİ

Gel Permeation Chromatography (Jel Geçirgenlik Kromatografisi) cihazı, bu tez çalışmasında sentezlenen PC'nin ağırlıkça ortalama molekül ağırlığı, sayıca ortalama molekül ağırlığı ve PDI değerlerinin bulunması için kullanılmıştır. Sayıca ortalama molekül ağırlığı 1 mol ( $6,02 \times 10^{23}$  tane) molekülün kütlesine karşılık gelmektedir. Ağırlıkça ortalama molekül ağırlığı, polimerin yapısında bulunan her boydaki zincirlerinin mol kütlelerinin de hesaba katılmasıyla hesaplanmaktadır. Polidispersite indisi (PDI/heterojenlik indisi/molekül ağırlığı dağılımı), ağırlıkça ortalama molekül ağırlığının, sayıca ortalama molekül ağırlığına olan oranıdır ve PDI değeri 1'e yaklaştıkça polimerin yapısındaki zincir uzunluklarının da birbirine yaklaştığı bilinmektedir.

Geçirgenlik Kromatografisi cihazının çalışma prensibi şu şekildedir; polimer örneği gözenekli bir jel yapısına sahip sabit fazı içeren kolona enjekte edilmekte, takiben polimerin molekül ağırlığına göre ayrılmasını kolonun bu gözenekli yapısı sağlamaktadır. Ayırma kolonunda dolgu maddesi olarak genellikle polistiren kürecikler kullanılmaktadır. Polimer çözeltisi kolondan geçirilirken küreciklerin gözeneklerine giremeyecek büyüklükte olan polimer molekülleri kolonu ilk olarak terk etmektedirler. Küçük polimer molekülleri ise küreciklerin gözeneklerine gireceklerinden kolonu daha geç terk etmektedirler. Kolondaki alıkonma süresine göre gelen sinyal doğrusunda GPC cihazındaki detektör çıkan polimerin miktarını belirlemekte ve ilgili data girişleri işlenerek ortalama molekül ağırlığı değerleri hesaplanmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan GPC cihazının markası Perkin Elmer olup, resmi Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13: GPC analiz cihazı.

### 3.5 FTIR ANALİZİ

Sentezlenen PC örneklerinin yapılarındaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve fonksiyonel gruplarını inceleyebilmek amacıyla Bruker marka, Alpha model FTIR analiz cihazı kullanılmış olup, cihaza ait görsel Şekil 3.14'te sunulmaktadır.



Şekil 3.14: FTIR analiz cihazı.

FTIR spektroskopisi polimerlerin yapısını hızlı ve kesin olarak tespit etmek için kullanılmaktadır. FTIR analizi sonucu elde edilen grafikten gerilme ve eğilme piki değerleri saptanmaktadır.

### 3.6 TGA ANALİZİ

Sentezlenen PC'nin bozunma mekanizmalarını inceleyebilmek için Exstar marka, TG/DTA 6300 model termogravimetrik analiz cihazı kullanılmış olup cihaza ait görsel Şekil 3.15'te sunulmaktadır.



**Şekil 3.15:** TG/DTA 6300 Termogravimetrik analiz cihazı.

Termogravimetrik analizde numunenin kütlesinin artan sıcaklığa karşı ve zamana bağlı olarak değişimi kaydedilmektedir ve kütlenin zamana bağlı değişimini gösteren grafikler termogram olarak adlandırılmaktadır.

Termogravimetrik analiz (TGA) cihazında analitik bir terazi, fırın, inert gaz atmosferi için gaz sistemi ve mikro işlemci bulunmaktadır. Cihaza numune alınırken, referans krozesi boş bırakılır, numune krozesi üzerine alınan örnek (1mg- 100 mg arası örnek alınabilir), fırına konularak cihaz çalıştırılır. Sıcaklık ayarlaması yapıldıktan sonra, cihaz sıcaklığa ulaşana kadar ki kütle kaybını mikro işlemci işler ve sonucunda numune için termogram oluşturulabilecek değerlere ulaşılır. Termogram değerlendirilerek, incelenen polimer numunesinin bozunma mekanizmaları hakkında bilgi edinilebilir.

### **3.7 YÜZEY TEMAS AÇISI ( $\Theta$ ) ANALİZİ**

Bu tez çalışmasında boyama prosesinde kullanılan 30/1 üç iplik, süprem ve pike kumaşların hidrofilitesini inceleyebilmek amacıyla yüzey temas açısı analizi yapılmıştır.

Temas açısı ölçülecek olan yüzeyler tanımlanırken; yüksek enerjili yüzey ve düşük enerjili yüzey terimleri kullanılmaktadır. Yüksek enerjili yüzeyler suyu tamamen dağıtarak ıslanırlar ve temas açıları sıfırdır. Böyle yüzeyler hidrofilik yüzey olarak tanımlanmaktadır. Düşük enerjili yüzeylerde ise su yüzeyde dağılmak yerine küresel şeklini korumaya çalışır. Böyle yüzeylerde ise temas açısı  $90^\circ$ 'den büyüktür ve bu yüzeyler hidrofobik yüzey olarak tanımlanmaktadır.

Temas açısı ölçümlerinde, 5 $\mu$ L hacmindeki su damlacığı yüzeye 3 farklı noktadan damlatılmış ve yüzeyin seri şekilde 10 adet fotoğrafı çekilerek bu görüntülerden yüzey temas açısı değerleri ortalama olarak hesaplanmıştır. Yüzey temas açısı ölçümünde kullanılan KSV Attension THETA markalı cihaz Şekil 3.16’da sunulmuştur.



**Şekil 3.16:** KSV Attension THETA yüzey temas açısı ölçüm cihazı

### **3.8 BOYA ÇÖZELTİSİNİN HAZIRLANMASI VE BOYAMA PROSESİ**

Boyama prosesinde kullanılan kimyasal malzemelerin miktarları Tablo 3.4’te sunulmuştur.

**Tablo 3.4:** Boyama prosesinde kullanılan kimyasal malzemelerin oranları.

Deneme No	Boya			Dispergatör			Tuz			Baz			Su Miktarı (ml)
	Cinsi	Miktar (g)	ppm	Cinsi	Miktar (g)	wt%	Cinsi	Mol	wt%	Cinsi	Mol	wt%	
Deneme-1	PB	0,02	800										200
Deneme-2	MM	0,03	1000				NaCl	0,06	1,87	NaOH	0,12	2,35	192
Deneme-3	PB	0,02	800				NaCl	0,06	1,87	NaOH	0,12	2,35	192
Deneme-4	MM	0,02	666				NaCl	0,06	1,87	NaOH	0,12	2,35	192
Deneme-5	MM	0,01	200	tween 80	10,7	5,35	NaCl	0,06	1,87	NaOH	0,12	2,35	181
Deneme-6	MM	0,01	200	ST-4	5,2	2,60	NaCl	0,04	1,27				192
		0,01	200	ST-7	5,2	2,62	NaCl	0,04	1,27				192
		0,01	200	ST-8	5,2	2,60	NaCl	0,04	1,27				192
Deneme-7	MM	0,01	200	ST-4	5,2	2,60	NaCl	0,04	1,27	NaOH	0,12	2,35	188
		0,01	200	ST-7	5,2	2,62	NaCl	0,04	1,27				192
		0,01	200	ST-8	5,2	2,60	NaCl	0,04	1,27				192
Deneme-8	MM	0,01	200	ST-7	5,2	2,62	NaCl	0,04	1,27				192
Deneme-9	MM	0,01	200	ST-7	5,2	2,62	NaCl	0,04	1,27	NaOH	0,04	0,70	191
		0,01	200	ST-1	6,1	3,03	NaCl	0,04	1,27				191
Deneme-10	MM	0,00	100	ST-7	6,9	3,46	NaCl	0,04	1,27				191
		0,01	300	ST-7	6,9	3,46	NaCl	0,04	1,27				191
Deneme-11	MM	0,00	100	ST-7	6,3	3,15							194
		0,01	300	ST-7	6,3	3,15							194
Deneme-12	MM	0,00	100	ST-7	5,2	2,61							195
		0,01	300	ST-7	5,2	2,61							195
Deneme-13	MM	0,01	300	ST-7	3,1	1,57							197
Deneme-14	MM	0,01	300	ST-7	1,6	0,79							198
Deneme-15	MM	0,01	300										200
Deneme-16	MM	0,01	300	PCENEX-111	1,4	0,72							199
Deneme-17	RB	0,27	446	ST-7	1,6	0,26							603
	Sun TQ RY												
Deneme-18	RB	0,27	446	PCENEX-111	1,4	0,24							604
	Sun TQ RY												
Deneme-19	RB	0,27	446	PCENEX-303	1,4	0,24							604
	Sun TQ RY												
Deneme-20	RB	0,81	446	ST-7	18,2	1							1797
	Sun TQ RY												
Deneme-21	RB	0,81	446	ST-7	13,6	0,75							1801
	Sun TQ RY												
Deneme-22	RB	0,81	446	ST-7	54,5	3							1761
	Sun TQ RY												
Deneme-23	RB	0,81	446										1815
	Sun TQ RY												
Deneme-24	RB	0,81	446				NaCl	1,15	3,71	NaOH	1,13	2,48	1702
	Sun TQ RY												
Deneme-25	RB	0,27	446	ST-7	6,5	1							604
	Sun TQ RY												
Deneme-26	RB	0,27	446	ST-7	13	2							604
	Sun TQ RY												
Deneme-27	RB	0,27	446	ST-7	3,1	0,5							604
	Sun TQ RY												
Deneme-28	RB	0,27	446	PCENEX-111	3,4	0,5							604
	Sun TQ RY												

Boyama prosesinde, boya çözeltilisi hazırlanırken kullanılan ultra saf su, Millipore firmasına ait MilliQ Water ultra saf su cihazından sağlanmış olup, cihaza ait görsel Şekil 3.17’de verilmiştir.



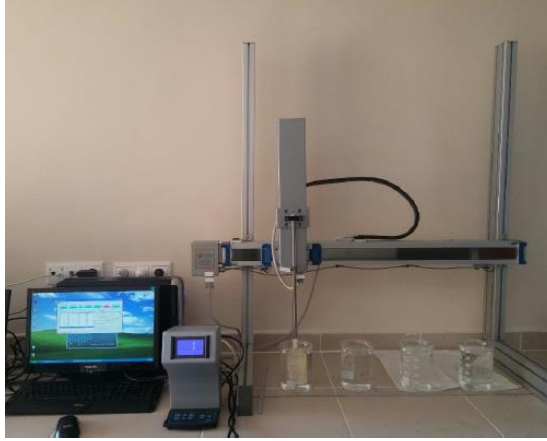
**Şekil 3.17:** MilliQ Water ultra saf su cihazı.

Denemelerde boya çözeltilisi farklı ppm değerlerinde hazırlanmış olup boyama prosesi ısıtıcılı manyetik karıştırıcı kullanılarak yapılmıştır. Sıcaklık ve karıştırma hızı (rpm, rate per minute) takibi ile yapılan denemelerde kullanılan ısıtıcılı manyetik karıştırıcıya ait bir görsel Şekil 3.18’de sunulmuştur.



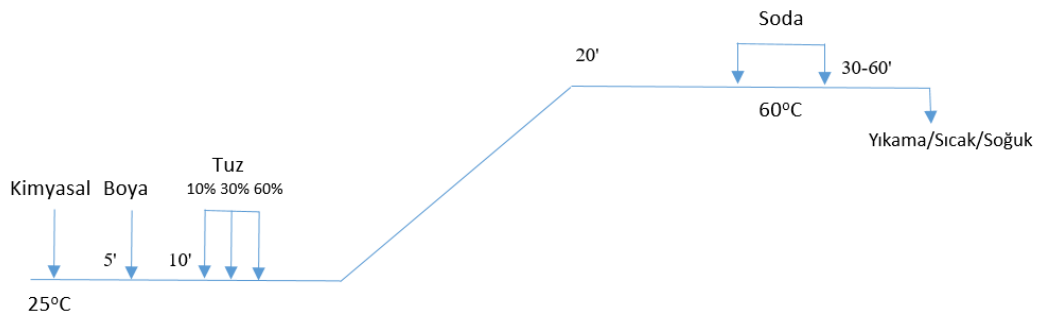
**Şekil 3.18:** Isıtıcılı manyetik karıştırıcı.

Boya çözeltilisi hazırlandıktan sonra oda sıcaklığında kumaşlar boya çözeltilisinin bulunduğu behere daldırılmıştır. İlk denemede dip-coater cihazı ile yapılan bu işlem daha sonraki denemelerde, daldırma hızının önemsiz olduğu gözlemlendiğinden dolayı doğrudan daldırma yöntemi ile yapılmıştır. İlk denemede 200 mm/dk hızla çalıştırılan KSV Dip-Coater cihazına ait görsel Şekil 3.19’da sunulmuştur.



Şekil 3.19: KSV Dip coater cihazı.

Boyama prosesinde, reaktif boya ile pamuk elyafının boyanması prosesi izlenmiş olup, proses akışı Şekil 3.20’de verilmiştir.



Şekil 3.20: Reaktif boya ile pamuk elyafının boyanması prosesi.

### 3.9 HASLIK TESTLERİ VE PH ÖLÇÜMÜ

Tez çalışmasında gerçekleştirilen boyama denemelerinde homojen görünüm açısından ışık kutusunda görece daha iyi sonuç veren boyanmış kumaşlara yıkama, ter, su, ışık haslığı ölçümleri ve pH ölçümü yapılmıştır.

#### 3.9.1 Yıkama Haslığı Ölçümü

Yıkama haslığı yapılacak numuneye her biri 10x4 cm boyutunda olacak şekilde refakat bezi dikilmekte ve Tablo 3.5’te verilen koşullarda yıkama işlemleri yapılmaktadır.



**Tablo 3.5:** Yıkama haslığı analizi için yıkama koşulları.

1. Koşul	2. Koşul	3. Koşul	4. Koşul	5. Koşul
Sabun çözeltisi ile 40°C’de 30 dakika	Sabun çözeltisi ile 50°C’de 45 dakika	Soda sabun çözeltisi ile 60°C’de 30 dakika	Soda sabun çözeltisi ile paslanmaz çelik bilyelerle birlikte 95°C’de 30 dakika	Soda sabun çözeltisi ile paslanmaz çelik bilyelerle birlikte 95°C’de 240 dakika

Sabun çözeltisi, litrede 5 g sabun içermekte iken sabun soda çözeltisi ise litrede 5 g sabun ve 2 g soda içermektedir. Kullanılan sabun, nemi %5’ten fazla olmayan, optik beyazlatıcı içermeyen özellikte olup çözeltiler, saf su ile hazırlanmaktadır. Yıkama haslığı için kullanılan bir yıkama makinesinin görseli Şekil 3.21’de sunulmuştur.

**Şekil 3.21:** Yıkama haslığı için kullanılan yıkama makinesi.

### 3.9.2 Ter Haslığı Ölçümü

Test edilecek numuneye her biri 10x4 cm boyutunda olacak şekilde refakat bezinin dikilmesini takiben bu numuneler hazırlanan asidik ve alkali ter çözeltilerinde 30 dakika bekletilmektedir. Asit çözeltisi hazırlanırken; 0,5 g/l histidin monohidroklorit monohidrat ( $C_6H_9O_2N_3 \cdot 2HClH_2O$ ), 5 g/l sodyum klorit (NaCl) 2,2 g/l sodyum di-hidrojen fosfat dihidrat ( $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ ) kullanılmaktadır. Bu kimyasallar 1 litre destile su ile çözülmekte ve pH değeri 0,1 mol/l NaOH ile 5,5’e ayarlanmaktadır.

Alkali çözelti hazırlanırken ise 0,5 g/l histidin monoklorit monohidrat ( $C_6H_9O_2N_3 \cdot 2HClH_2O$ ), 5 g/l sodyum klorit (NaCl), 2,5 g/l disodyum hidrojen ortafosfat dihidrat ( $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ ) kullanılmaktadır. Bu kimyasallar 1 litre destile su ile çözülmekte ve pH değeri 0,1 mol/l NaOH ile 8’e ayarlanmaktadır.

Numuneler 30 dakika asidik ve alkali çözeltilerde bekletilmekte, ardından Şekil 3.22’de görseli verilen etüvde kurutulduktan sonra, Şekil 3.23’te görseli sunulan ışık kutusunda D65 numaralı gün ışığında gri skala kullanılarak değerlendirilmektedir.



Şekil 3.22: EN 400 Etüv görseli.



Şekil 3.23: Işık kabini görseli.

### 3.9.3 Su Haslığı Ölçümü

Test edilecek numuneye refakat bezi dikildikten sonra numune oda sıcaklığındaki saf suda 30 dakika bekletilmektedir. Ardından etüvde kurularak, boyalı numuneden refakat bezine boyar madde migrasyonunu gözlemek amacıyla ışık kabiniinde D65 numaralı gün ışığında gri skala kullanılarak değerlendirme yapılmaktadır.

### 3.9.4 Işık Haslığı Ölçümü

Işık haslığı ölçülecek numune mavi skalayla birlikte D65 doğal gün ışığı yayan görseli Şekil 3.24’te verilen test cihazına konulduktan sonra numunenin yarısı kapatılmaktadır. Mavi skalada 4 numara referans alınarak bu renge ulaşılan kadar numune test cihazında bekletilmektedir. Işık almış ve almamış kısımlar karşılaştırılarak mavi skala üzerinden 1’den 8’e kadar haslık değerlendirmesi yapılmaktadır.



**Şekil 3.24:** Işık haslığı test cihazı görseli.

### 3.9.5 pH Ölçümü

pH tayini yapılacak numune, oda sıcaklığındaki destile suda yaklaşık bir saat boyunca Şekil 3.25'te verilen çalkalayıcıda bekletilmektedir. Numunenin yapısında bulunan iyonlar suda çözünmekte ve 1 saat sonunda numuneler sudan çıkartılarak oda sıcaklığındaki su ekstratının pH tayini titrasyon yöntemiyle yapılmaktadır.



**Şekil 3.25:** Biosan Orbital Çalkalayıcı PSU-20İ

## 4. BULGULAR

### 4.1 GENEL KISIM

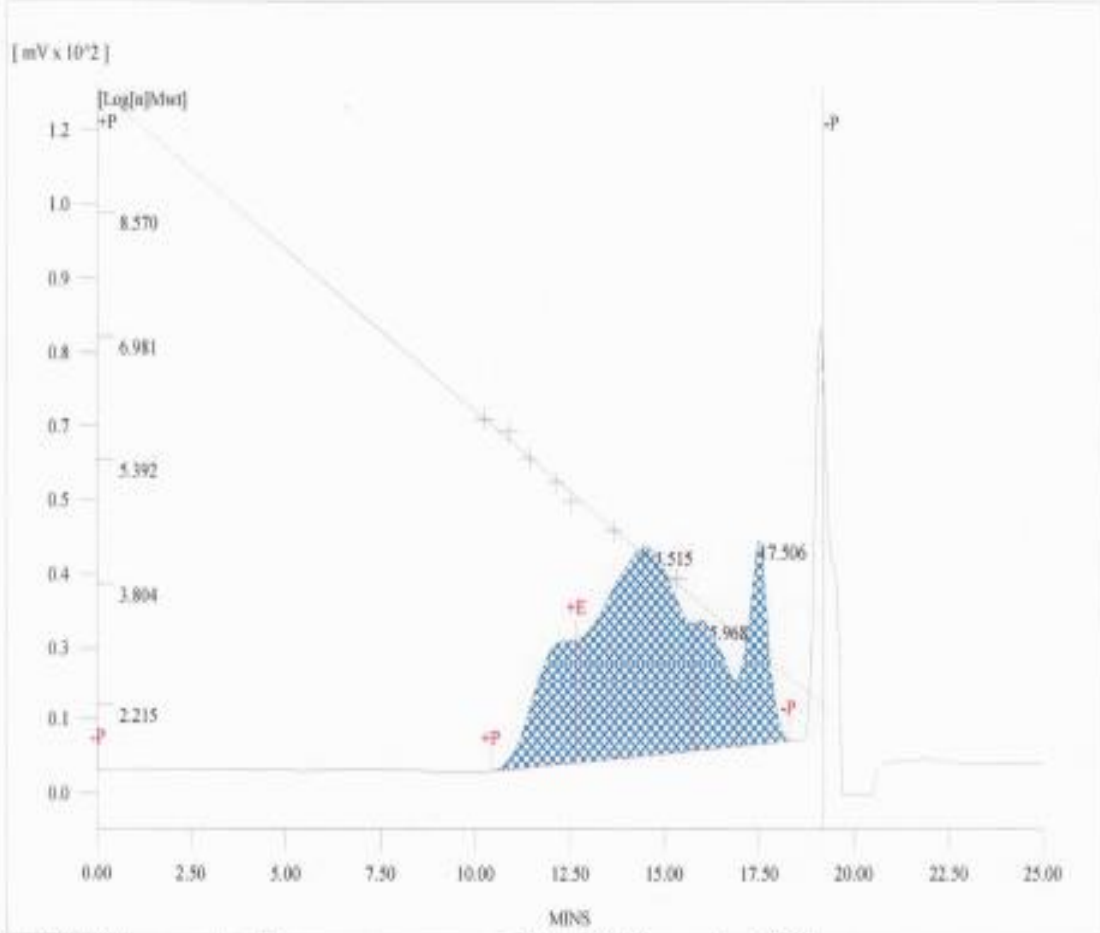
Bu tez çalışması iki aşamada gerçekleştirilmiş olup, bulgular da iki aşamada incelenmiş ve sonuçlar aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur. Birinci aşama polikarboksilat sentezidir ve ikinci aşama ise sentezlenen PC'nin tekstilde örme kumaşların boyanması prosesinde dispergatör olarak kullanımının incelenmesidir. Bu kapsamda sentezlenen PC'lerin ağırlıkça ve sayıca ortalama molekül ağırlığı ve PDI değerleri tayin edilmiş olup, bu değerlerin PC'lerin boyama prosesinde dispergatör olarak kullanımlarına olan etkisi incelenmiştir. Takiben, sentezlenen ve boyama prosesinde kullanılan PC'nin boyalı kumaşın haslık, özelliklerinin yanı sıra renk kalitesine vb. etkilerini incelemek adına performans testleri gerçekleştirilmiştir.

### 4.2 GPC SONUÇLARI

Bu tez çalışmasında farklı mol oranlarında monomer, başlatıcı, zincir transfer ajanı ve indirgeyici ajan kullanılarak sekiz farklı PC sentezi yapılmıştır.

ST-1 numaralı denemede makro monomer olarak TPEG, monomer olarak akrilik asit kullanılmış olup mol sayıları sırasıyla 0,167 ve 0,36'dır. Bu denemede indirgeyici ajan olarak askorbik asit ve zincir transfer ajanı olarak merkaptopropanoik asit kullanılmış olup mol sayıları sırasıyla 0,03 ve 0,009'dur. pH ayarlayıcı olarak yaklaşık 4 ml o-fosforik asit kullanılmış ve reaksiyon 58 °C'de gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen PC'nin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 42092 ve 3806 olarak, PDI değeri ise 11,06 olarak hesaplanmıştır. ST-1 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.1'de sunulmuştur.

Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmllab  
 Injection Time :      Sample Number : 1      Study : ST1  
 Report Printed : 5/15/2018 2:19:20 PM      Interface Serial# : 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171031\ST1-20171031-113121.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171031\ST1-20171031-115619.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1095      Z Average (Mz) : 150215  
 Number Average (Mn) : 3806      (Z + 1) Average : 237353  
 Weight Average (Mw) : 42092      PolyDispersity (Mw/Mn) : 11.060  
 Total Area : 9.8215054e+006 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

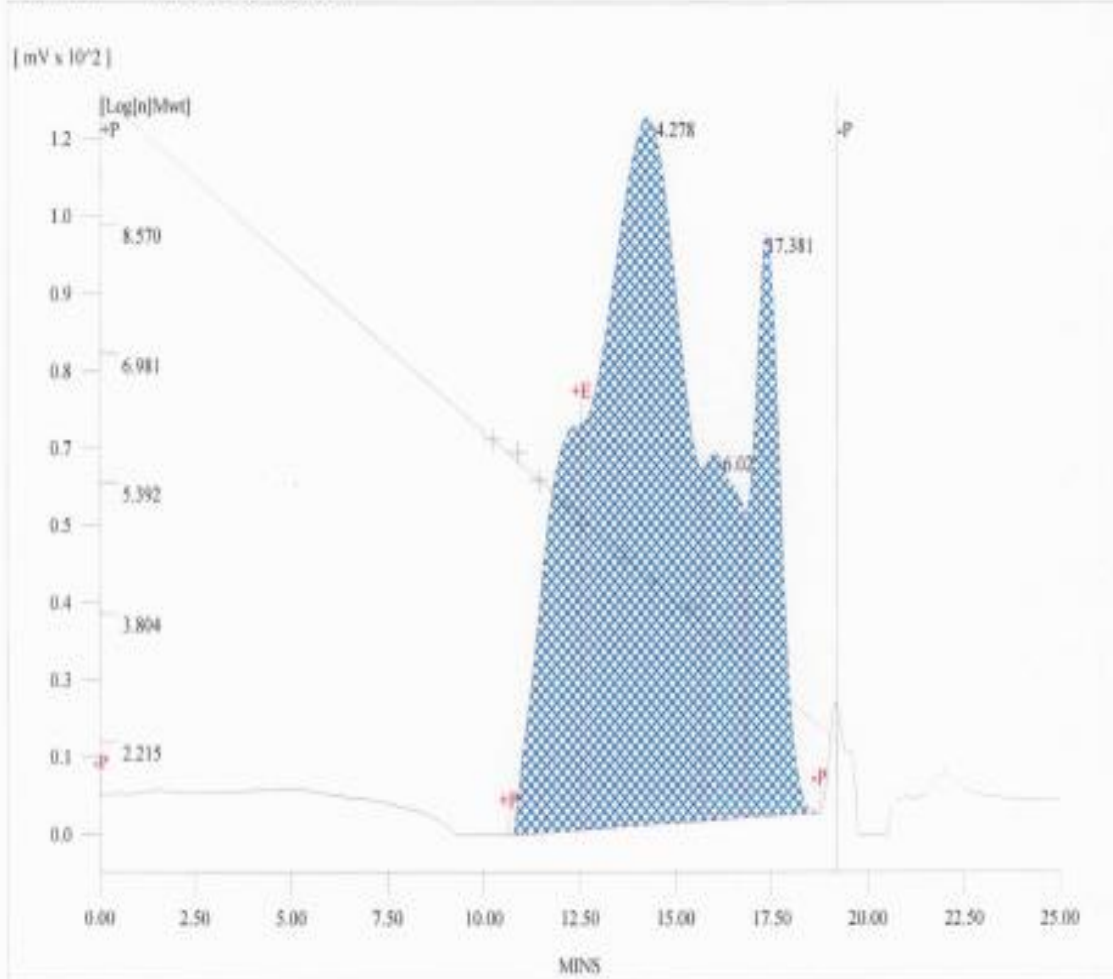
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		12.010	1604427.9	16.336	154764.3	169948.5	143010.6	1.1884	717508.5	82284.6
2		14.515	5518337.3	56.186	14227.2	24613.2	13662.3	1.8015	82284.6	4360.4
3		15.968	1295312.9	13.189	3564.7	2814.6	2572.7	1.0940	4360.4	1474.2
4		17.506	1403427.3	14.289	823.8	899.5	844.4	1.0653	1474.2	396.2

Şekil 4.1: ST-1 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-2 numaralı denemede ST-1 numaralı denemeden farklı olarak pH ayarlayıcı o-fosforik asit yerine p-toluen sülfonik asit kullanılmış olup, reaksiyon yine 58°C'de gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 44428 ve 3749 olarak, PDI değeri ise 11,81 olarak hesaplanmıştır ve pH ayarlayıcının türünün değiştirilmesinin polimerin  $M_w$ ,  $M_n$  ve PDI değerlerine etkisi olmadığı görülmüştür. ST-2 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmtlab  
 Injection Time :      Sample Number : 2      Study : ST2  
 Report Printed : 5/15/2018 2:19:06 PM      Interface Serial# : 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171031\ST2.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171031\ST2.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803\CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1056      Z Average (Mz) : 154600  
 Number Average (Mn) : 3749      (Z + 1) Average : 236533  
 Weight Average (Mw) : 44285      PolyDispersity (Mw/Mn) : 11.811  
 Total Area : 3.0835929e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		11.909	4678530.7	15.172	170472.5	184803.4	158370.1	1.1669	505970.0	93125.3
2		14.278	17395561.9	56.413	17846.0	27891.2	15438.6	1.8066	93125.3	4584.0
3		16.029	3917391.0	12.704	3365.5	2848.3	2595.0	1.0976	4584.0	1566.4
4		17.381	4844445.6	15.710	928.4	953.0	871.6	1.0934	1566.4	256.3

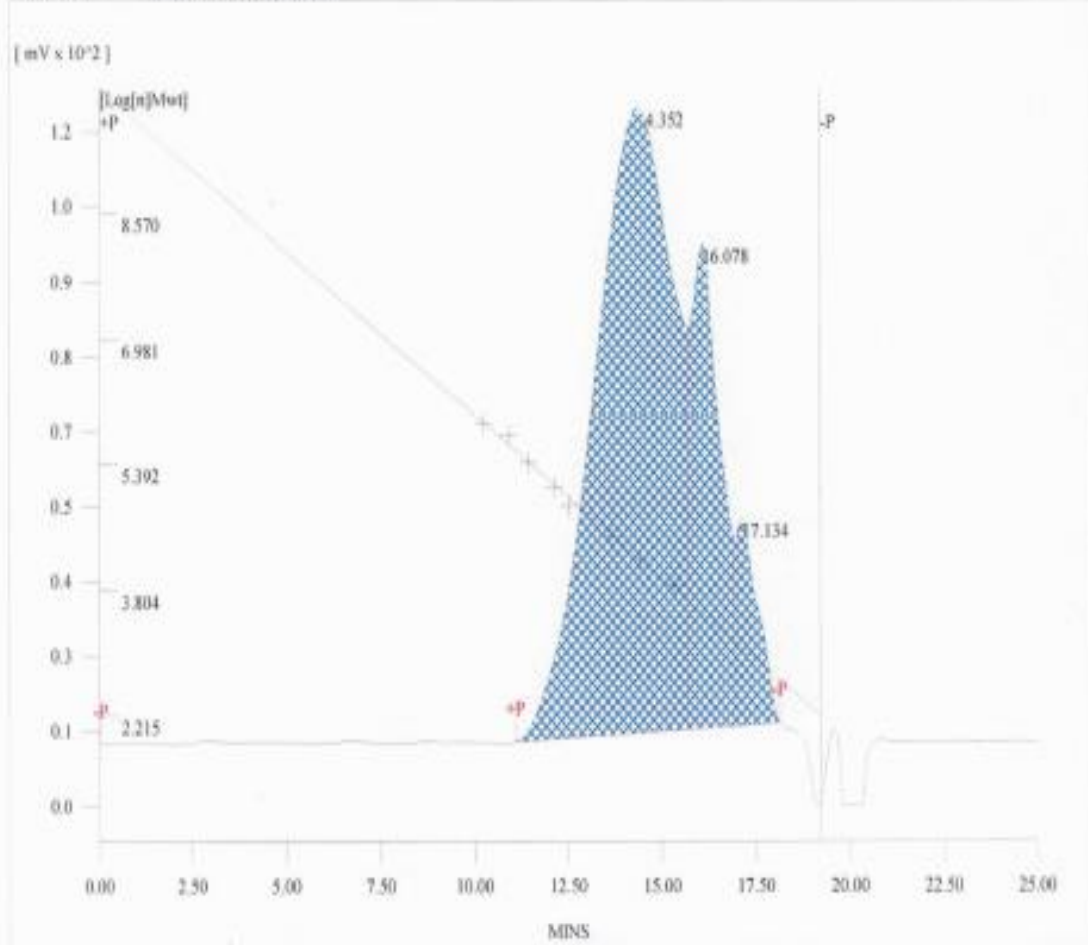
Şekil 4.2: ST-2 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-3 numaralı denemede ise, ST-1 ve ST-2 numaralı denemelerden farklı olarak akrilik asit mol oranı iki katına arttırılmış ve maleik anhidrit monomeri de 0,21 mol olarak ilave edilmiştir. Başlatıcı olarak 0,023 mol APS, indirgeyici ajan olarak da 0,01 mol askorbik asit kullanılmıştır. Zincir transfer ajanı olaraksa 0,113 mol sodyum hipofosfit kullanılmıştır ve reaksiyon 90°C’de gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 22.429 ve 5.056 olarak, PDI değeri ise 4,43 olarak hesaplanmıştır. Başlatıcı ilavesinin molekül ağırlığını düşürdüğü ve PDI değerinin de diğer denemelere nispeten 1’e yaklaştığı görülmüştür. ST-3 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.3’te sunulmuştur.





Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmrlab  
 Injection Time :      Sample Number : 3      Study : ST3  
 Report Printed : 5/15/2018 2:18:51 PM      Interface Serial#: 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171101\ST3.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171101\ST3.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1696      Z Average (Mz) : 64726  
 Number Average (Mn) : 5056      (Z + 1) Average : 118674  
 Weight Average (Mw) : 22429      PolyDispersity (Mw/Mn) : 4.436  
 Total Area : 2.1987288e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

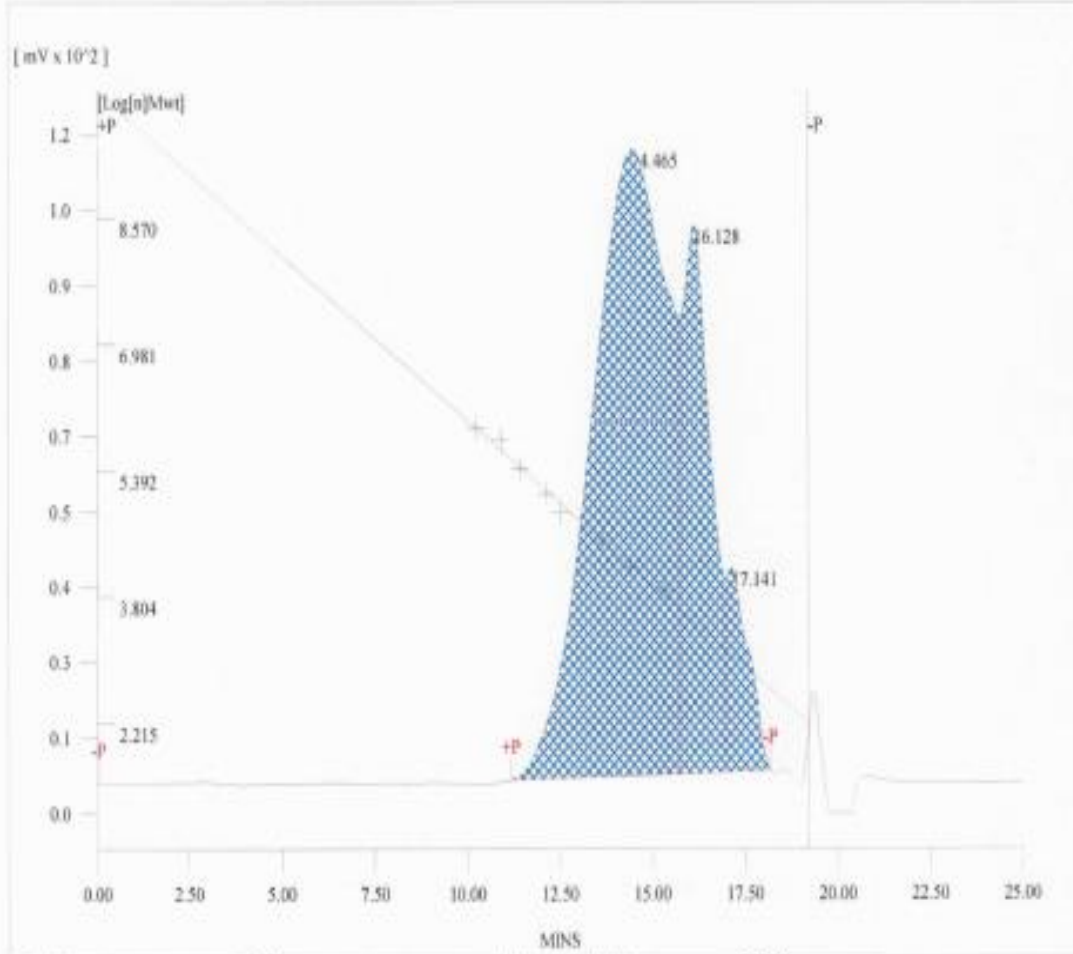
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		14.352	15943746.5	72.513	16626.3	29992.5	14528.6	2.0644	374204.6	4646.6
2		16.078	4604475.6	20.942	3212.3	2934.4	2661.7	1.1024	4646.6	1426.8
3		17.134	1439065.4	6.545	1174.2	1008.3	945.9	1.0660	1426.8	459.2

Şekil 4.3: ST-3 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-4 numaralı denemede, ST-3 numaralı denemeden farklı olarak yalnızca akrilik asit ve maleik anhidrit mol oranları %8 oranında düşürülmüş olup sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 19.030 ve 4.641 olarak, PDI değeri ise 4,10 olarak hesaplanmıştır. Düşürülen monomer oranlarının molekül ağırlığı ve PDI değerlerine önemli ölçüde etki etmediği görülmüştür. ST-4 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.4'te gösterilmiştir.



Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmtlab  
 Injection Time :      Sample Number : 4      Study : ST4  
 Report Printed : 5/15/2018 2:18:44 PM      Interface Serial# : 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI2017\171101\ST4.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI2017\171101\ST4.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1653      Z Average (Mz) : 55096  
 Number Average (Mn) : 4641      (Z + 1) Average : 103868  
 Weight Average (Mw) : 19030      PolyDispersity (Mw/Mn) : 4.100  
 Total Area : 2.2116746e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

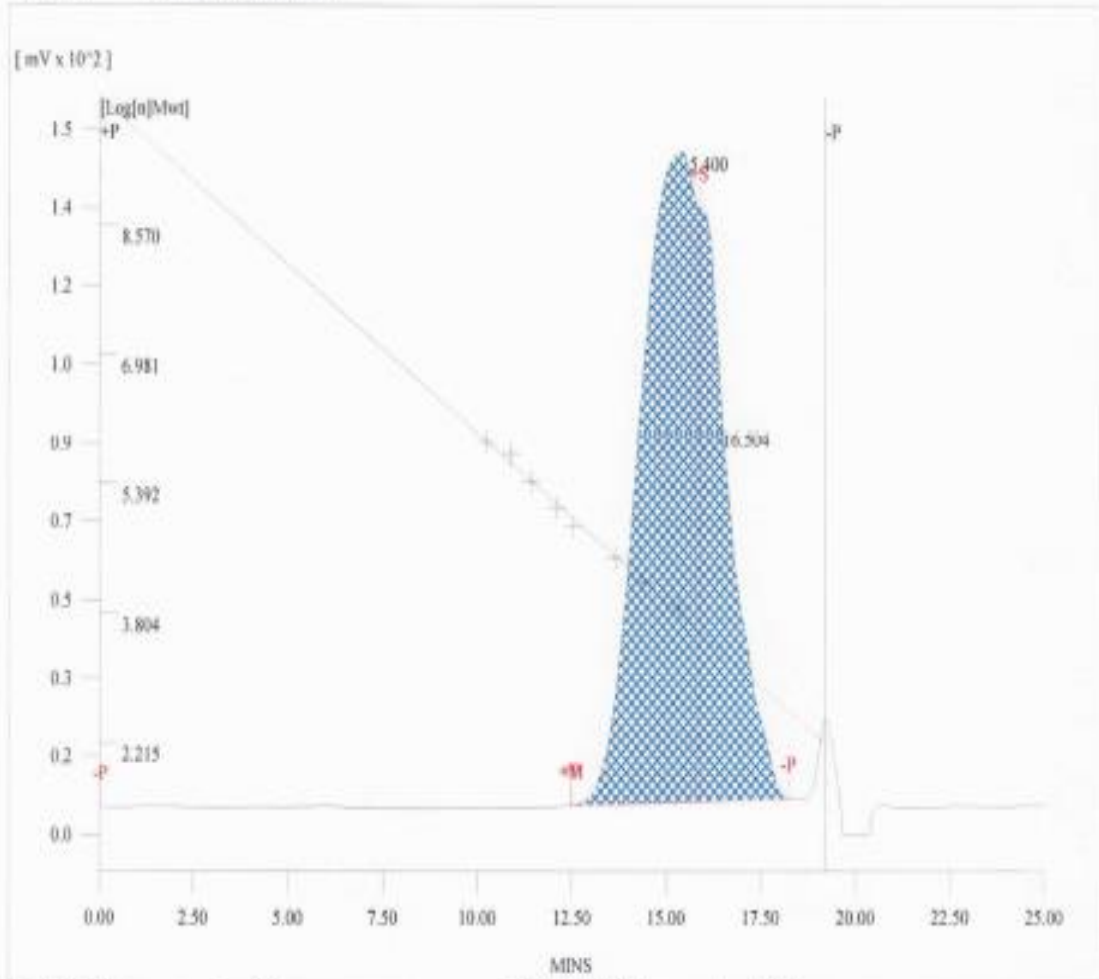
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		14.465	15570086.3	70.400	14933.1	26013.8	13076.1	1.9894	340201.2	4449.0
2		16.128	5104264.9	23.079	3061.2	2832.7	2577.9	1.0988	4449.0	1372.3
3		17.141	1442394.7	6.522	1166.7	966.3	904.5	1.0683	1372.3	436.8

Şekil 4.4: ST-4 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-5 numaralı denemede, ST-4 numaralı denemeden farklı olarak yalnızca monomerin ilave prosedürü değiştirilmiş olup, dozajlama yöntemi kullanılmıştır. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 8.378 ve 3.939 olarak, PDI değeri ise 2,12 olarak hesaplanmıştır. Dozajlama yönteminin molekül ağırlığı üzerine etkisi ve PDI değerinin diğer denemelere nispeten 1'e yaklaştığı açık biçimde görülmüştür. ST-5 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.5'te verilmiştir.



Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmilab  
 Injection Time :      Sample Number : 1      Study : ST5  
 Report Printed : 5/15/2018 2:21:09 PM      Interface Serial# : 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171102\ST5.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171102\ST5.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1962      Z Average (Mz) : 15520  
 Number Average (Mn) : 3939      (Z + 1) Average : 24182  
 Weight Average (Mw) : 8378      PolyDispersity (Mw/Mn) : 2.127  
 Total Area : 2.1557181e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

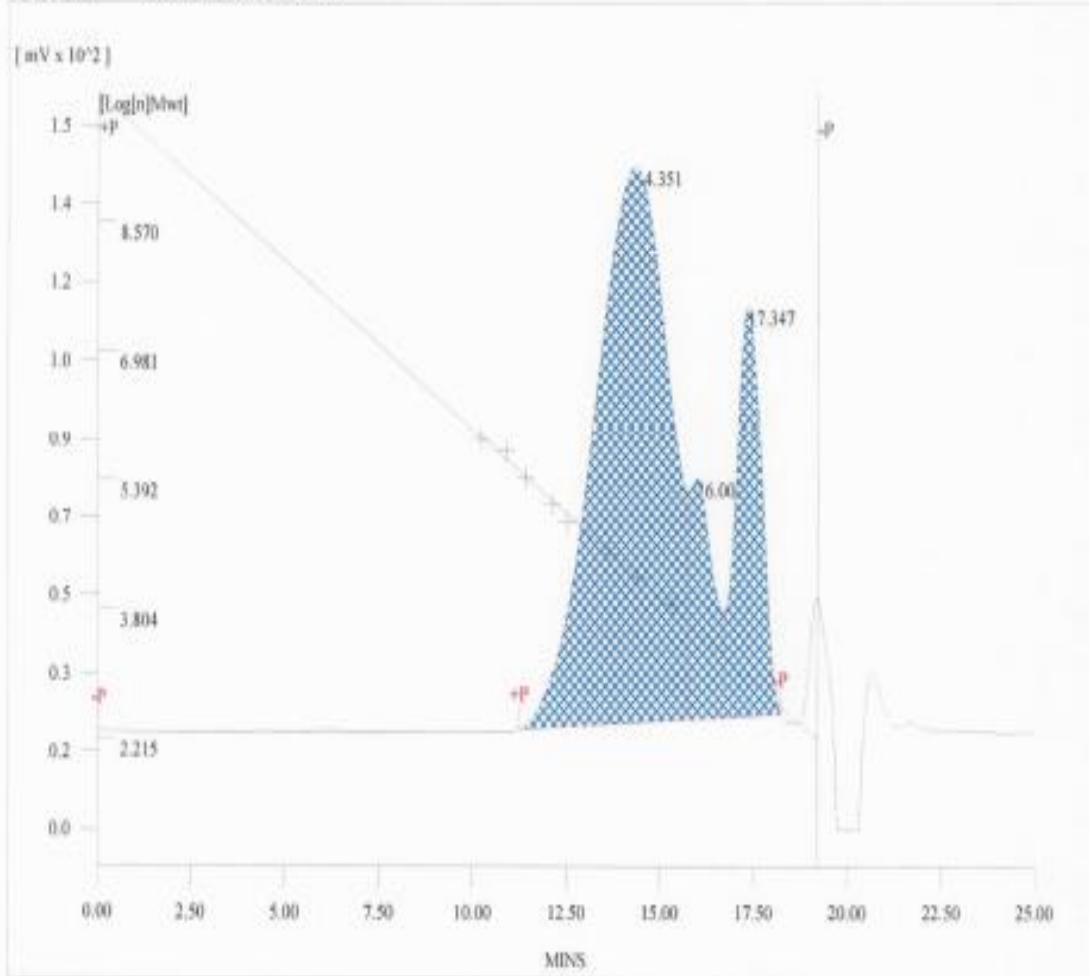
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		15.400	14436854.2	66.970	6125.4	11348.1	8146.0	1.3931	97898.1	3855.2
2		16.504	7120326.8	33.030	2139.4	2354.8	1924.0	1.2239	3855.2	405.7

Şekil 4.5: ST-5 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-6 numaralı denemede ise, ST-5 numaralı denemeden farklı olarak başlatıcı türü değiştirilmiş ve reaksiyon sıcaklığı 58°C'ye düşürülmüştür. Başlatıcı olarak 0,022 mol hidrojen peroksit kullanılmış olup, başlatıcı türünün ve sıcaklığın 58°C'ye düşürülmesinin molekül ağırlığı artışına olan etkisi incelenmiştir. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 20761 ve 3486 olarak, PDI değeri ise 5,95 olarak hesaplanmıştır. . ST-6 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.6'da sunulmuştur.



Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmrlab  
 Injection Time :      Sample Number : 1      Study : ST6  
 Report Printed : 5/15/2018 2:20:59 PM      Interface Serial#: 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171103\ST6.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171103\ST6.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL\_SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1093      Z Average (Mz) : 56215  
 Number Average (Mn) : 3486      (Z + 1) Average : 99078  
 Weight Average (Mw) : 20761      PolyDispersity (Mw/Mn) : 5.955  
 Total Area : 2.3093797e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		14.351	16609578.6	71.922	16646.1	28206.2	14607.8	1.9309	319266.6	4307.9
2		16.004	2257565.1	9.776	3446.8	3024.3	2849.5	1.0613	4307.9	1747.6
3		17.347	4226653.2	18.302	958.6	975.7	900.3	1.0838	1747.6	416.5

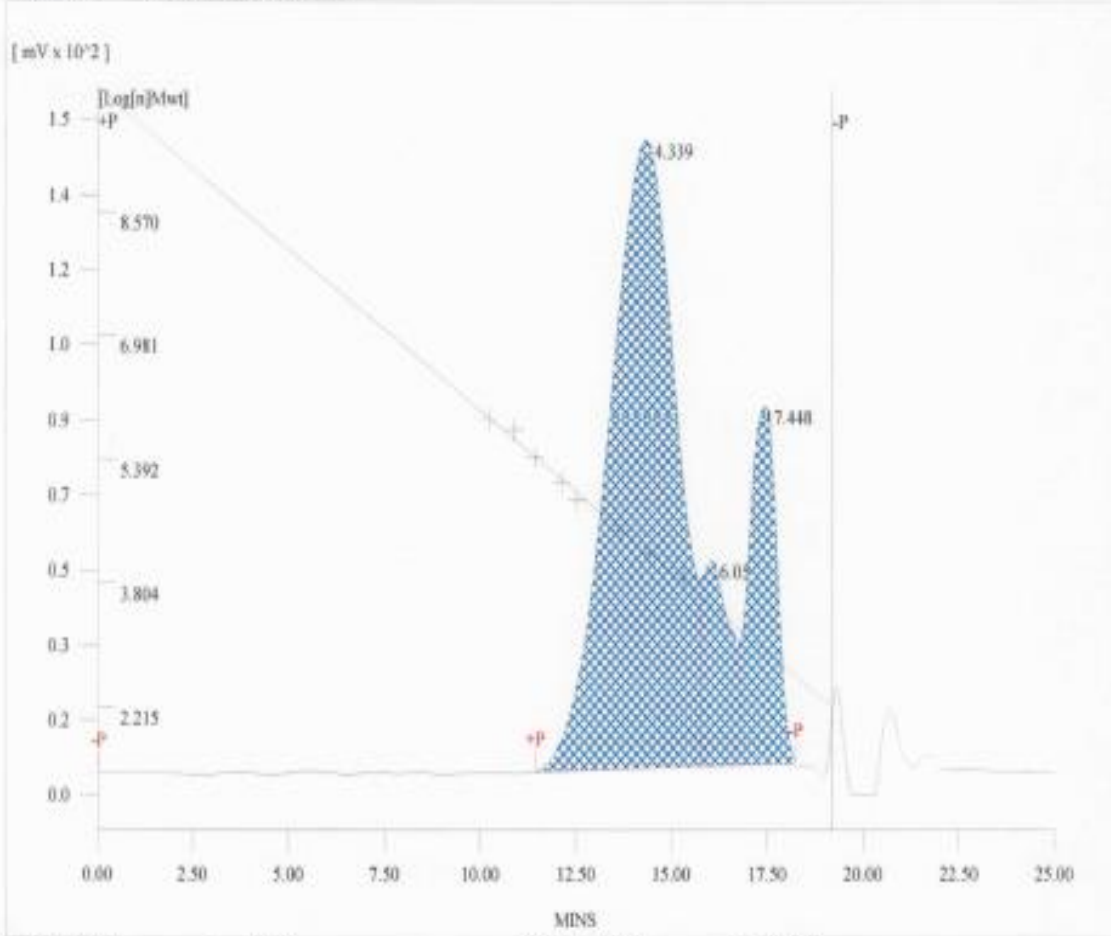
Şekil 4.6: ST-6 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-7 numaralı denemede, monomer miktarları ST-6 numaralı denemedeki miktarlar ile eş tutulup başlatıcı olarak hidrojen peroksit yerine 0,02 mol APS kullanılmıştır. Ayrıca ST-6 numaralı denemede kullanılmayan askorbik asit (indirgeyici ajan), ST-7 numaralı denemede 0,009 mol kullanılmıştır. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 19.278 ve 3.583 olarak, PDI değeri ise 5,38 olarak hesaplanmıştır. ST-7 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.7’de gösterilmiştir.





Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmilab  
 Injection Time :      Sample Number : 4      Study : ST7  
 Report Printed : 5/15/2018 2:20:52 PM      Interface Serial# : 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171103\ST7.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\2017\171103\ST7.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1093      Z Average (Mz) : 46137  
 Number Average (Mn) : 3583      (Z + 1) Average : 78382  
 Weight Average (Mw) : 19278      PolyDispersity (Mw/Mn) : 5.380  
 Total Area : 2.3817480e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

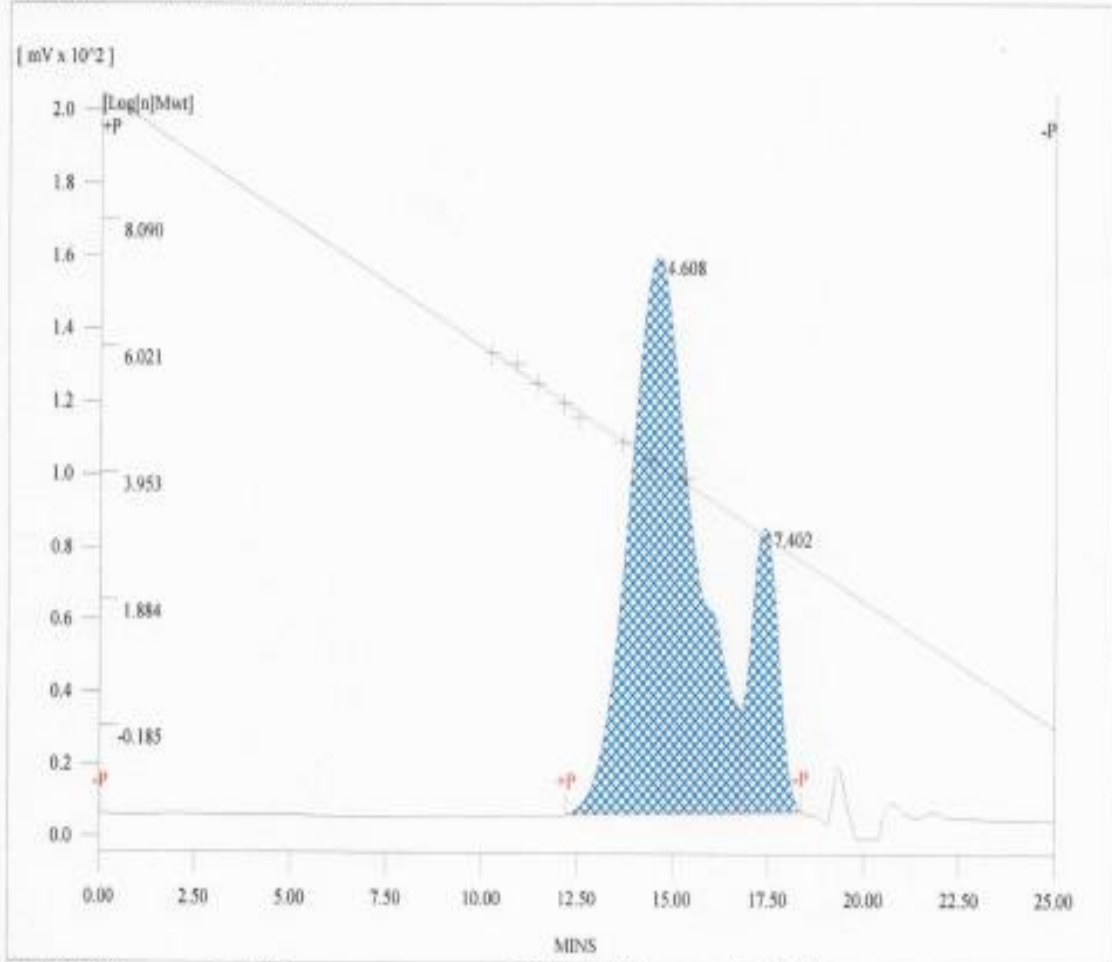
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		14.339	17402155.1	73.065	16826.5	25773.2	14800.5	1.7414	263880.2	4315.1
2		16.053	2325237.3	9.763	3289.5	2892.0	2696.3	1.0726	4315.1	1664.0
3		17.448	4090087.7	17.173	871.0	960.9	887.5	1.0827	1664.0	405.7

Şekil 4.7: ST-7 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu.

ST-8 numaralı denemede ise ST-7 numaralı denemeden farklı olarak indirgeyici ajan türü değiştirilmiş olup, 0,001 mol demir (II) sülfat kullanılmıştır ve monomerler reaksiyon ortamına dozajlanarak değil doğrudan ilave edilmiştir. Doğrudan ilavenin ve indirgeyici ajan türünün değişmesi ile molekül ağırlığı düşmüş ancak PDI değeri nispeten 1'e yaklaşmıştır. Sentezlenen PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 12165 ve 3231 olarak, PDI değeri ise 3,75 olarak hesaplanmıştır. ST-8 numaralı PC örneğinin GPC analiz sonucu Şekil 4.10'da sunulmuştur.



Software Version : < 6.2 >      Sample Name :      Operator : kmtlab  
 Injection Time :      Sample Number : 5      Study : ST8  
 Report Printed : 11/6/2017 1:47:04 PM      Interface Serial#: 1324574247  
 Raw File : C:\PENEXE\DATA\RI\171106\ST8.RAW  
 Result File : C:\PENEXE\DATA\RI\171106\ST8.RST  
 Method File : C:\PENEXE\METHOD\160803\CAL.SEC  
 Created : 08/02/13 08:35:01 AM  
 Modified : 08/03/16 03:40:30 PM



(n - 1) Average : 1103      Z Average (Mz) : 23910  
 Number Average (Mn) : 3231      (Z + 1) Average : 36128  
 Weight Average (Mw) : 12165      PolyDispersity (Mw/Mn) : 3.765  
 Total Area : 2.2443600e+007 (microvolt seconds)

#### Peak Molecular Weight Report

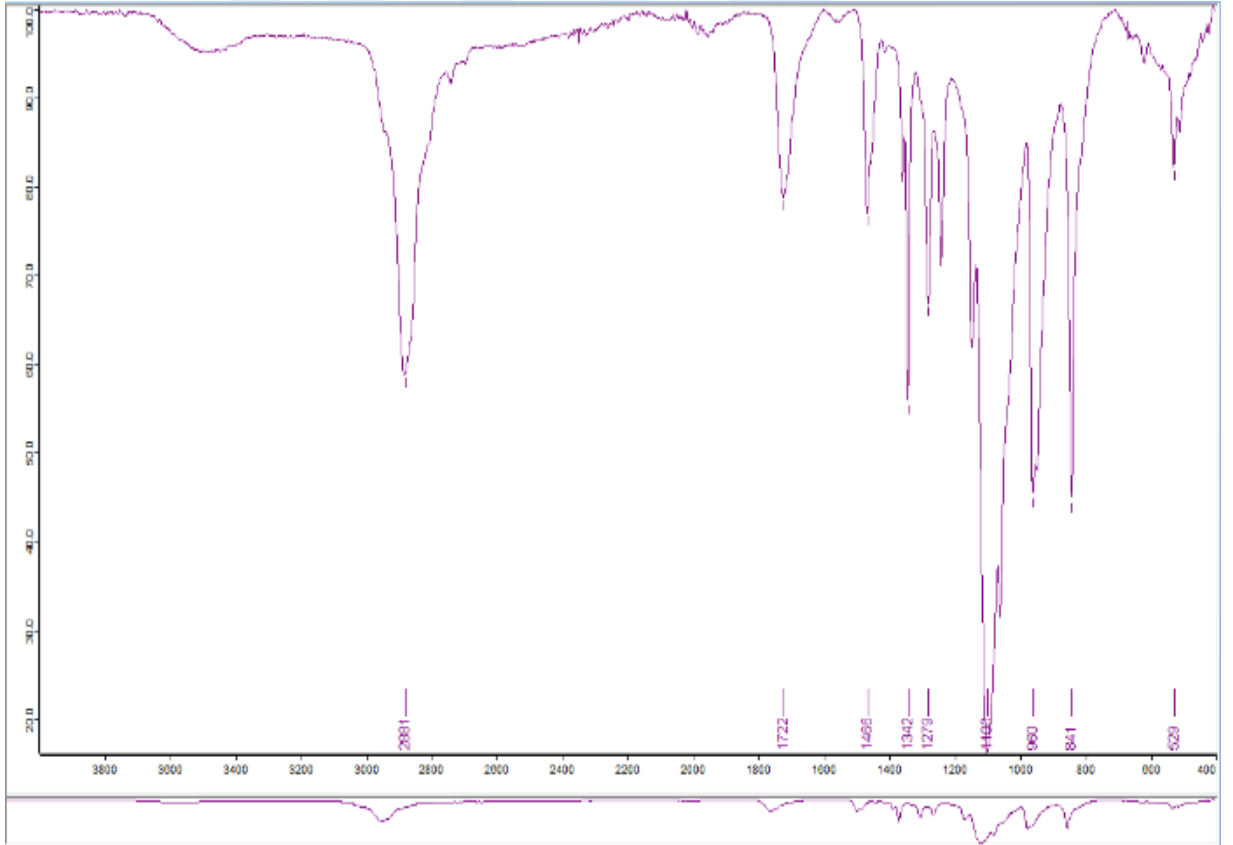
Peak	Component	RT	Area	%Area	PMwt	Mw	Mn	Mw/Mn	StartMw	EndMw
1		14.608	18452165.0	82.216	13024.9	14591.6	7812.8	1.8677	125116.8	1650.2
2		17.402	3991435.0	17.784	909.5	949.6	870.7	1.0906	1650.2	362.8

Şekil 4.8: ST-8 numaralı örneğin GPC analizi.

### 4.3 FTIR SONUÇLARI

Tez kapsamında hazırlanan polikarboksilat ürünlerinin kimyasal yapılarının incelenmesi amacıyla FTIR analizleri Bölüm 3.5'te verildiği şekilde gerçekleştirilmiş ve elde edilen grafikler Şekil 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir. Bu analizlerde tez kapsamında sentezlenen ST-3, ST-4 ve ST-7 kodlu ürünlerin FTIR analiz sonuçları görülmektedir. Karşılaştırma amacıyla, ticari olarak üretilen PCENEX-111 kodlu ürünün de FTIR analizi gerçekleştirilerek Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Gerek ticari gerekse tez kapsamında hazırlanan polikarboksilat örneklerinin FTIR analizleri sonucunda tüm örneklerin benzer pikleri taşıdığı ve Şekil 2.23'te gösterilen PC yapısına ait olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda tüm örneklerin FTIR grafiklerinde karbon hidrojen eğilme piki belirgin olarak  $1466\text{ cm}^{-1}$ 'de olduğu, karbonil bağının(C=O) ise  $1720\text{ cm}^{-1}$  ve  $840\text{ cm}^{-1}$  olduğu saptanmıştır.

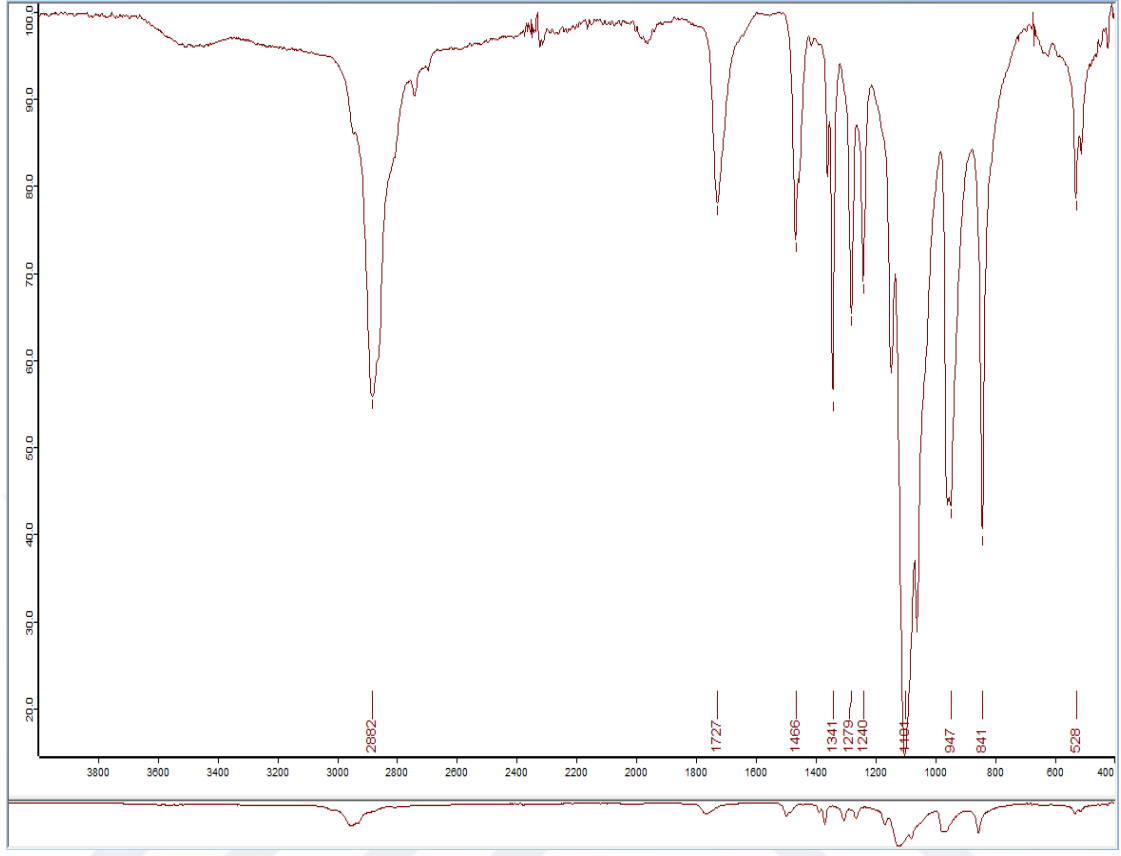
Transmitans (%)



Dalga sayısı  $\text{cm}^{-1}$

**Şekil 4.9:** ST-3 numaralı örneğin spektral analiz grafiği.

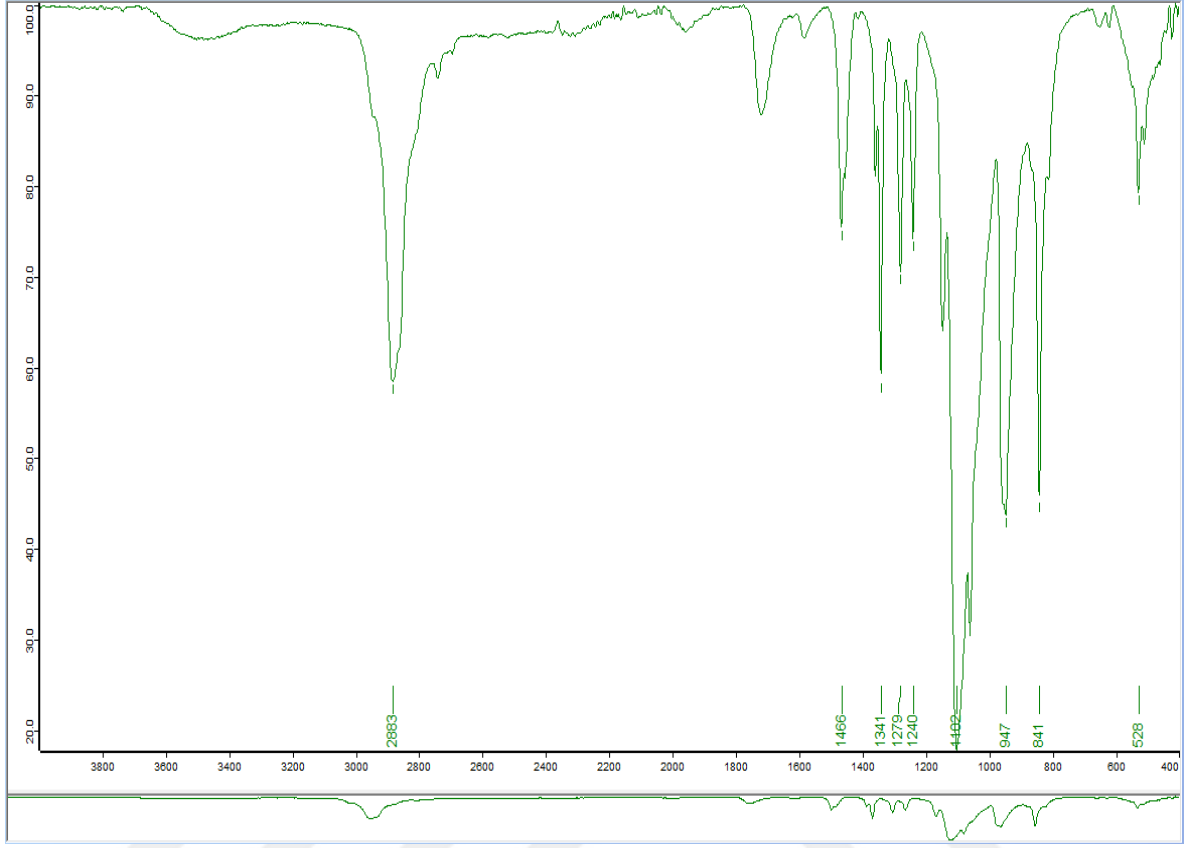
Transmitans (%)

Dalga sayısı cm<sup>-1</sup>

**Şekil 4.10:** ST-4 numaralı örneğin spektral analiz grafiği.

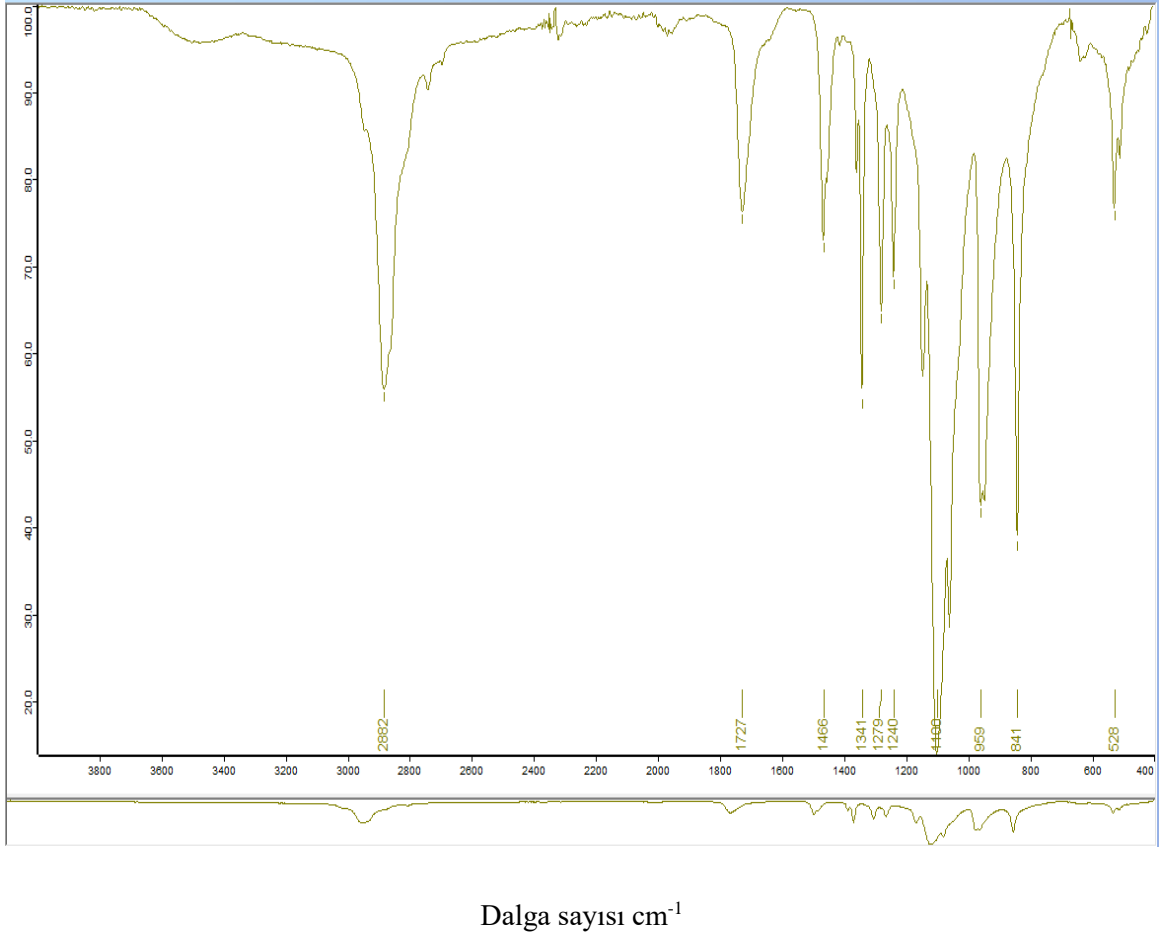
Yine belirgin şekilde tüm örneklerde, yapıdaki alifatik CH<sub>3</sub> yapısına atfedilen gerilme piklerinin 2880-2885 cm<sup>-1</sup>'de yer aldığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak polikarboksilat yapısındaki eter ve ester oluşumuna atfedilen karbon oksijen(C-O) bağları ise, yaklaşık 1280 cm<sup>-1</sup> – 1240 cm<sup>-1</sup> olarak iki ayrı pikte gözlenmektedir. Yine tüm örneklerde 3400-3500 cm<sup>-1</sup>'de omuz şeklinde gözükken pikin ise PC sentezinde kullanılan poliölün hidroksil gruplarından kaynaklandığı görülmektedir. Son olarak, yine tüm örneklerde görülen 1100 cm<sup>-1</sup>'deki pikin ise karbon karbon geriliminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Transmitans (%)

Dalga sayısı cm<sup>-1</sup>

Şekil 4.11: ST-7 numaralı örneğin spektral analiz grafiği.

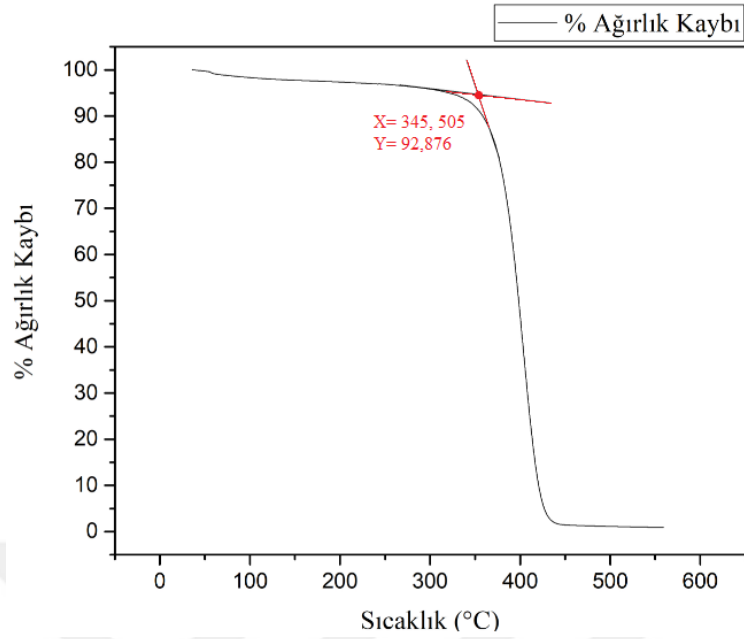
Transmitans (%)



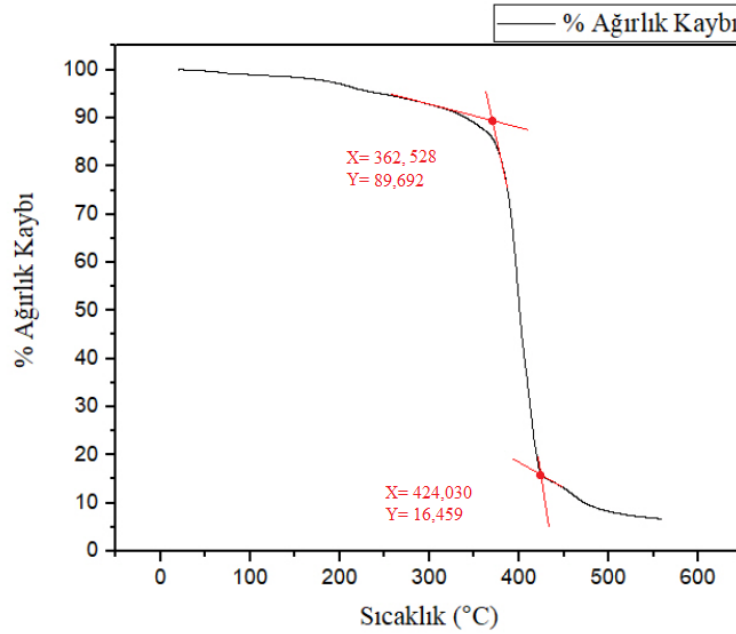
Şekil 4.12: PCENEX-111 kodlu ticari ürünün spektral analiz grafiği.

#### 4.4 TGA SONUÇLARI

Tez kapsamında ticari ürün olan PCENEX-111 örneği ve sentezlenen PC'lerden ST-7 numaralı örneğin TGA analizleri bölüm 3.4'te belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. PCENEX-111 numaralı ticari ürünün ve sentezlenen ST-7 numaralı PC örneğinin ısıl bozunma eğrileri sırasıyla Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.13: PCENEX-111 numaralı ticari ürünün ısıl bozunma eğrisi.



Şekil 4.14: ST-7 numaralı örneğin ısıl bozunma eğrisi.

Şekil 4.13'ten görüleceği üzere PCENEX-111 numaralı ticari ürün tek kademede bozunmaktadır. Bozunma sıcaklığına kadar olan yaklaşık %8'lik ağırlık kaybının, sulu çözeltisinden kurutma ile elde edilen katı ticari PC örneğinin içerisindeki su miktarının tam olarak uzaklaştırılmaması nedeniyle meydana geldiği değerlendirilmiştir. PCENX-111 kodlu

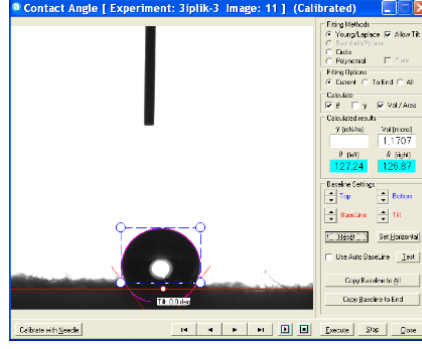


ticari ürünün bozunma sıcaklığı 345,5°C olup bozunmanın tek kademedede sonlandığı 435°C’de geriye %2,5 oranında bakiye bıraktığı tespit edilmiştir.

Tez kapsamında sentezlenen PC örnekleri arasında hedeflediğimiz molekül ağırlığı dağılımına ve sayısal ortalama molekül ağırlığına en yakın örnek olan ST-7 numaralı örneğin ısıl bozunma davranışı da ticari PC örneğine benzemekle birlikte bozunmanın iki kademe üzerinden gerçekleştiği görülmektedir. PC yapısının degradasyonuna atfedilen birinci kademe bozunma 362°C’de başlayıp 424°C’de son bulmakta, ikinci kademe ise 424°C’de başlayıp 562°C’de son bulmaktadır. ST-7 numaralı örneğin birinci ısıl bozunma adımından önce ağırlıkça görülen yaklaşık %13’lük kütle kaybının yukarıda belirtildiği üzere katı formda PC örneklerinin elde edilmesi için kurutulması esnasında suyun tamamen yapıdan uzaklaştırılamamasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Birinci kademe ısıl bozunmada polimer yapısının çok büyük bir kısmı dekompoze olmakta ve kütlece %75’lik kısmı uzaklaşmaktadır. İkinci kademe ısıl bozunmada ise görece daha düşük (%15) bir kütle kaybı meydana gelmektedir.

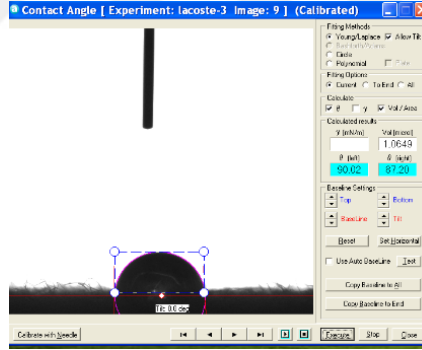
#### 4.5 TEMAS AÇISI SONUÇLARI

Tez kapsamında, boyama prosesinde kullanılan üç farklı kumaş (üç iplik, süprem, pike) tipinin hidrofilitesinin karşılaştırılması amacıyla temas açısı ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4.15’te üç iplik kumaşa ait temas açısı görüntüsü sunulmuştur. Şekilden görüleceği üzere %100 pamuk, 30/1 ağır yapılı örme kumaşlardan olan üç iplik kumaşın ortalama temas açısı değeri 127° olarak bulunmuştur. Bu değer üç iplik yapısının hidrofobik karakterde olduğunu gösterebilir ancak %100 pamuktan oluşan ve görece daha hidrofilik (su seven) bir karakter göstermesi beklenen bu kumaş türünün temas açısı değerinin beklentinin aksine daha yüksek olmasının nedeni kumaşın örgü türü olduğu düşünülmektedir.



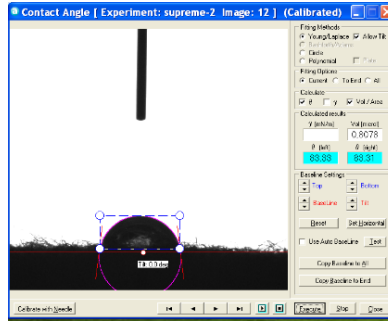
Şekil 4.15: 30/1, %100 pamuk üç iplik kumaşa ait temas açısı görüntüsü.

Temas açısı bakılan diğer bir tür olan bal peteğine benzer özel bir yapıdaki pike kumaşın temas açısına ait gösterim Şekil 4.16'da verilmiştir. Buna göre pike kumaşın ortalama temas açısı değerinin  $88,5^\circ$  olduğu tespit edilmiştir. Üç iplik kumaşın temas açısı analiz sonucuna benzer şekilde %100 pamuk olan bir ürünün temas açısı değerinin hidrofobite sınırında olmasının ana nedeninin kumaşın örgü tipinden kaynaklandığı ve buna bağlı olarak su ile ıslatılma derecelerinin değişiklik gösterdiği değerlendirilmiştir.



Şekil 4.16: 30/1, %100 pamuk pike kumaşa ait temas açısı görüntüsü.

Tezde kullanılan diğer bir kumaş olan yine %100 pamuk yapısındaki süprem kumaş, pike ve üç iplik kumaşa göre nispeten daha ince olup, bu kumaşın temas açısı analizine ait bir fotoğraf Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere süprem kumaşın ortalama temas açısı değeri  $83^\circ$ 'dir. Tez kapsamında kullanılan diğer kumaşlara oranla süprem kumaşın hidrofilitte özelliğinin daha yüksek olduğu ve kumaşlar arasında temas açısı değerlerindeki farklılığın başlıca kumaş örgü yapısı türüne bağlı olarak değiştiği saptanmıştır.



**Şekil 4.17:** 30/1, %100 pamuk süprem kumaşa ait temas açısı görüntüsü.

Tez kapsamında boyama öncesinde kumaşın yüzeyinin hidrofilizasyonu için iki farklı yaklaşım kullanılmıştır. Bunlardan birincisi, her üç kumaşın da yüzeyi PSS ve ST-7 ile kaplanmış ve sonrasında yüzey hidrofilite özelliği incelenmiştir. PSS ve ST-7 numaralı PC örneği ile yüzey işlemine tabi tutulan kumaşların tümünün su damlatılması sonucunda, suyun hızlı bir şekilde yüzeyde yayıldığı ve buna bağlı olarak yüzey temas açısının alınamadığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebinin PSS veya ST-7'nin sulu çözeltisi ile ön işleme tabi tutulan kumaşların örgü yapısındaki boşlukların arttığı ve selüloz yapısındaki şişmeye de bağlı olarak daha sonraki yüzey temas açısı ölçümlerinde oldukça hidrofilik karakter sergilediği düşünülmektedir.

#### 4.6 BOYAMA DENEMELERİNİN HASLIK VE PH SONUÇLARI

Boyalı kumaş örneklerinin, boyama sonrası performanslarının test edilmesi için bölüm 3.9'da verildiği üzere, ter haslığı, su haslığı ve ışık haslığı denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu haslık denemeleri sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 4.1'de verilmiştir. Ayrıca haslık testleriyle birlikte boyama sonrası kumaşın pH değeri de incelenerek Tablo 4.1'de sunulmuştur. Bu kapsamda uygulanabilir olması ve görece daha ümit verici sonuçlar elde edilmesi nedeniyle deneme 21-28 şeklinde kodlanan boyanmış ürünlerin haslık testleri sistematik biçimde gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda deneme 21'de dispergatör olarak ağırlıkça %0,75 PC, deneme 22'de %3 PC ve deneme 25 ile 26'da sırasıyla ST-7 kodlu PC örneğinden %1 ve %2 oranında kullanılmıştır. Dispergatör olarak PC'nin kullanıldığı denemelerde, herhangi bir tuz ve kostik kullanımı yapılmamış, pigment olarak ticari olarak da uygulanan turkuaz rengini elde edebilmek için 3 ayrı pigmentin (reabound blue, reabond yellow, sun tq) karışımı kullanılmıştır. Buna göre dispergatör olarak %0,75 oranında PC kullanılan deneme 21'de yıkama haslığı, alkali ve asit haslığı ile su haslığı 4-5 aralığında belirlenmiş olup elde edilen bu sonuçlar uygulama açısından ümit verici olarak değerlendirilmiştir. Ancak mavi skaladaki ışık

haslığı değeri 2 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan dispergatör olarak PC'nin %1, %2 ve %3 olarak kullanıldığı, deneme 25, deneme 26 ve deneme 22 ürünlerinin haslık değerlerinin deneme 21'de elde edilen haslık değerine göre kabul edilebilir seviyede olsa da daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tez kapsamında hazırlanan ST-7 kodlu PC'nin %1 ve %2 oranında kullanılmasıyla boyanan deneme 25 ve deneme 26 örneklerinin yıkama, ter ve su haslığı 3-4 aralığında bulunmuş olup, ticari uygulamalar için kabul edilebilir seviyelerde olduğu değerlendirilmiştir. PC oranının %2'den %3'e arttırılması durumunda ise, özellikle ter ve su haslığı değerlerinin gri skalada kabul edilebilir minimum değer olan 3'ün altında yer alması nedeniyle, uygulanabilir olmadığı değerlendirilmiştir. Bu durumun başlıca nedeninin yüksek oranda PC kullanımının boyar maddedeki boyanın yüzeyden refakat bezine transferinin kolaylaşmasına neden olan bir iyon değiştirici ajan gibi davranması ve buna bağlı olarak haslık değerlerinin düşmesi şeklinde açıklanabileceği değerlendirilmiştir.

Bu sonuçlarla karşılaştırmak üzere, 23 ve 24 numaralı denemelerde elde edilen kumaşların da haslık değerleri incelenmiştir. Deneme 23'te sadece pigment kullanımı durumunda tüm haslık değerlerinin mavi ve gri skalaya göre 3-4 aralığında yer aldığı ve uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bilimsel literatürden bilindiği üzere polikarboksilat ürünlerinin yapı malzemelerinde hiper akışkanlaştırıcı olarak kullanılmalarının yanı sıra özellikle sulu çözeltilerden boyaların geri kazanımında kullanılabildiği ve pH'a bağlı olarak yapısındaki iyon değiştirici gruplar nedeniyle söz konusu boyar maddeleri adsorblayabildiği bilinmektedir. Bu bağlamda polikarboksilatın boyar maddenin yüzeyden refakat bezine transferi yönünde kolaylaştırıcı etki sağladığı düşünölmektedir. Söz konusu bu denemelerde elde edilen boyanmış kumaş örneklerinin pH değerleri de incelenerek Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Buna göre %1 ve üzerinde PC kullanılarak hazırlanan boyanmış kumaşların pH değeri 6,37 ile 6,96 arasında değişirken, diğer örneklerin pH değerleri 7,5- 8 aralığında değişmektedir. Bu bağlamda haslık değerleri kabul edilebilir seviyenin üstünde görönen deneme 21'nin pH değerinin 7,4 olması da insan vücudu ile temas edeceğinden uygulama için kabul edilebilir olduğu değerlendirilmiştir.

#### **4.6.1 BOYAMA DENEMELERİ**

Deneme-1'de boya olarak katyonik yapıdaki prusya mavisi kullanılmış olup, proسته başka herhangi bir ilave kimyasal kullanılmamıştır. Oda sıcaklığında 800 ppm'lik boya çözeltilisine

daldırılarak kaplama (dip coating) cihazı ile pike, süprem ve üç iplik kumaşlar daldırılmış olup 60°C'ye çıkılmış ve bu sıcaklıkta 30 dakika bekletilmiştir. Sonrasında kumaşlar 35°C'de ultra saf suda 10 dakika bekletilerek yüzeyde kalan boyadan arındırılmıştır. Kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.18'de sunulmuştur.



**Şekil 4.18:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşın deneme-1 sonucu görünümleri.

Deneme 2'de boya olarak katyonik yapıdaki metilen mavisi kullanılmış olup, standart reaktif boyama yöntemi uygulanmıştır. 1000 ppm'lik boya çözeltisi hazırlandıktan sonra oda sıcaklığında iken kumaşlar beherlere daldırılmış ve tuz ilavesi yapılmıştır. Sıcaklık 60°C'ye ulaştığında kostik ilavesi yapılmış olup 30 dakika boyunca kumaşlar boyanmıştır. Sonrasında kumaşlar 35°C'de ultra saf suda 10 dakika yıkanarak yüzeyde kalan boyadan arındırılmıştır. Kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.19'da sunulmuştur.

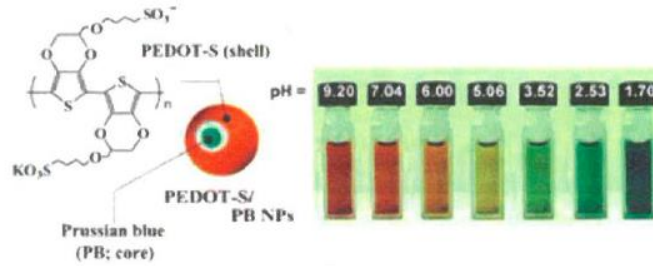


**Şekil 4.19:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşın deneme-2 sonucu görünümleri.

Deneme-3'te, Deneme-1'den farklı olarak standart reaktif boyama prosesi uygulanmış ve boya çözeltisine tuz ve kostik ilavesi yapılmıştır. Ancak 800 ppm'lik boya çözeltisindeki prusya mavisi, artan pH değerlerinde renk değiştirdiğinden, kostik ilavesinin ardından çözeltinin renginin maviden turuncuya döndüğü gözlenmiştir (Prusya mavisine artan pH etkisi Şekil 4.20'de verilmiştir). 30 dakika devam eden boyama prosesi ardından ultra saf suda yıkama yapılmış olup, kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

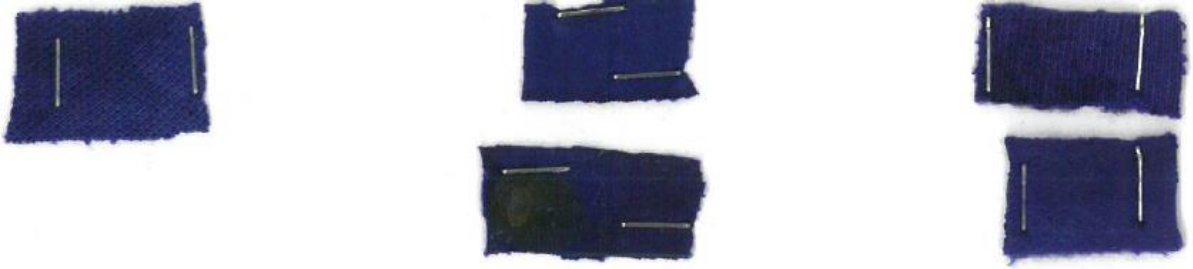


**Şekil 4.20:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-3 sonrası görünümleri.



**Şekil 4.21:** Prusya mavisine pH etkisi [31].

Deneme-4'te ise boyama prosesi 666 ppm'lik metilen mavisi çözeltisi kullanılarak pH'ı 1,8 olan PSS ile kaplanmış kumaşlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.22'de sunulmuştur.



**Şekil 4.22:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-4 sonrası görünümleri.

Deneme-5'te 200 ppm'lik metilen mavisi çözeltisi hazırlanmış olup, standart reaktif boyama prosesi dispergator olarak nonyonik bir dispersant olan tween 80'nin (kütlece %5,35 oranında) oda sıcaklığında ilavesi ile gerçekleştirilmiştir. Kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.23'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.23:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-5 sonrası görünüşleri.

Deneme-6'da 200 ppm'lik metilen mavisi çözeltisi ile standart boyama prosesi uygulanmış olup dispergator olarak tez çalışmalarında sentezlenen ST-4, ST-7 ve ST-8 numaralı PC'ler (kütlece %2,62 oranında) kullanılmıştır. Diğer denemelerden farklı olarak bu denemede tuz kullanılmış ancak kostik kullanılmamıştır. Bu denemede yalnızca üç iplik kumaş kullanılmış olup, yıkama sonrası görünümü Şekil 4.24'te sunulmuştur.



**Şekil 4.24:** Sırasıyla ST-4, ST-7 ve ST-8 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-6 sonrası görünüşleri.

Deneme-7, Deneme-6'nın birebir aynısı olup yalnızca ST-4 (kütlece %2,62 oranında) kullanılan boya çözeltisine kostik ilavesi yapılmıştır. Ancak kostik ilave edildiği anda renkte koyulaşma ve boya çözeltisinde pH değişimi ve PC yapısında iyon değişimine bağlı olarak çökelti oluşumu gözlenmiştir. Bu denemede de yalnızca üç iplik kumaş kullanılmış olup, yıkama sonrası görünüşler Şekil 4.25'te sunulmuştur.



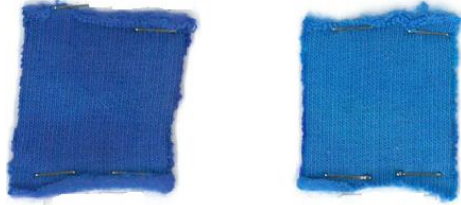
**Şekil 4.25:** Sırasıyla ST-4, ST-7 ve ST-8 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-7 sonrası görünüşleri.

Deneme 8, Deneme-6 ile aynı koşullarda gerçekleştirilmiş olup üç kumaş türü için de boyama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kumaşların yıkama sonrası görünümü Şekil 4.26'da sunulmuştur.



**Şekil 4.26:** Sırasıyla pike, süprem ve üç iplik kumaşların deneme-8 sonrası görünümleri.

Deneme-9'da 200 ppm'lik metilen mavisi ile hazırlanan boya çözeltisine ST-7 ve ST-1 numaralı PC'ler (sırasıyla kütlece %2,62 ve %3 oranlarında) dispergator olarak eklenmiş olup, ST-7 kullanılan örneğe kostik ilavesi yapılmıştır. Bu denemede de sadece üç iplik kumaş için boyama çalışmaları gerçekleştirilmiş, yıkama sonrası görünümler Şekil 4.27'de verilmiştir.



**Şekil 4.27:** Sırasıyla ST-7 ve ST-1 kullanılarak boyanan üç iplik kumaşın deneme-9 sonrası görünümleri.

Deneme-10'da 100 ve 300 ppm'lik metilen mavisi ile hazırlanan boya çözeltilerinden, tuz ve dispergator olarak ST-7 (kütlece %3,5 oranında) varlığında, kumaşların yıkama sonrası görünümleri Şekil 4.28'de verilmiştir.





**Şekil 4.28:** Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşın deneme-10 sonrası görünüşleri.

Deneme-11'de ise 100 ppm ile 300 ppm'lik metilen mavisi ile hazırlanan boya çözeltilerinden Deneme-10'dan farklı olarak tuz kullanılmaksızın yalnızca ST-7 (kütlece %3,15 oranında) dispergatör olarak kullanılmış ve kumaşların yıkama sonrası görünüşleri Şekil 4.29'da sunulmuştur.



**Şekil 4.29:** Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşın deneme-11 sonrası görünüşleri.

Deneme-12'de oda sıcaklığında PSS çözeltisinde 1 saat bekletilen üç iplik kumaşlar, sırasıyla 100 ve 300 ppm'lik metilen mavisi ile hazırlanan boya çözeltilerine konulmuş olup dispergatör olarak ST-7 (kütlece %2,61 oranında) numaralı PC örneği kullanılmıştır. Kumaşların yıkama sonrası görünüşleri Şekil 4.30'da sunulmuştur.



**Şekil 4.30:** Sırasıyla 100 ppm ve 300 ppm'lik çözeltilerle boyanan üç iplik kumaşların deneme-12 sonrası görünüşleri.

Deneme-13'te 300 ppm'lik metilen mavisi ile boya çözeltisi hazırlanmış olup dispergatör olarak ST-7 (kütlece %1,5 oranında) kullanılmıştır ve kumaşın yıkama sonrası görünümü Şekil 4.31'de verilmiştir.



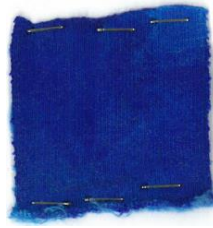
**Şekil 4.31:** Üç iplik kumaşın deneme-13 sonrası görünümü.

Deneme-14'te 300 ppm'lik metilen mavisi ile boya çözeltisi hazırlanmış olup dispergator olarak ST-7 (kütlece %0,8 oranında) kullanılmıştır ve kumaşın yıkama sonrası görünümü Şekil 4.32'de verilmiştir.



**Şekil 4.32:** Üç iplik kumaşın deneme-14 sonrası görünümü.

Deneme-15'te 300 ppm'lik metilen mavisi ile boya çözeltisi hazırlanmış olup kumaşın yıkama sonrası görünümü Şekil 4.33'te verilmiştir.



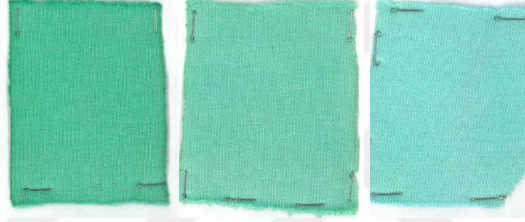
**Şekil 4.33:** Üç iplik kumaşın deneme-15 sonrası görünümü.

Deneme-16'da ise 300 ppm'lik boya çözeltisi kullanılmış olup dispergator olarak ticari ürün olan PCENEX-111 numaralı PC'den %0,72 oranında kullanılmıştır ve yıkama sonrası görünümü Şekil 4.34'te verilmiştir.



**Şekil 4.34:** Üç iplik kumaşın deneme-16 sonrası görünümü.

Deneme 17, 18 ve 19'da 446 ppm'lik(turkuaz rengi elde etmek amacıyla; reabond blue, reabon yellow ve sun tq kodlu pigmentlerden hazırlanan) boya çözeltisi kullanılmış olup, dispergatör olarak sırasıyla % 0,26 ST-7, % 0,24 PCENEX-111 ve % 0,24 oranında da PCENEX-303 kodlu PC'lerden kullanılmıştır ve yıkama sonrası görünümleri sırasıyla Şekil 4.35'te verilmiştir.



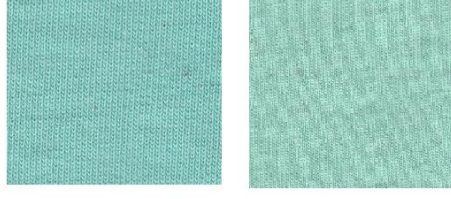
**Şekil 4.35:** Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-17,18 ve 19 sonrası görünümleri.

Deneme 20 ve 21'de yine 446 ppm'lik(reabond blue, reabon yellow ve sun tq pigmentleriyle hazırlanan) boya çözeltileri kullanılmış olup, dispergatör olarak sırasıyla %1 ve %0,75 oranında ST-7 kullanılmıştır. Yıkama sonrası görünümleri Şekil 4.36'da sunulmuştur.



**Şekil 4.36:** Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-20 ve 21 sonrası görünümleri.

Deneme 22 ve 23'te ise 446 ppm'lik (reabond blue, reabon yellow ve sun tq) boya çözeltisi hazırlanmış olup, deneme 22'de dispergatör olarak %3 oranında ST-7 kullanılırken, deneme 23'te herhangi bir dispergatör ilavesi yapılmamıştır. Yıkama sonrası görünümleri Şekil 4.37'de sunulmuştur.



**Şekil 4.37:** Üç iplik kumaşın sırasıyla deneme-22 ve 23 sonrası görünümüleri.

Deneme 24'te reaktif boyama prosesi uygulanmış olup, 446 ppm'lik (reabond blue, reabon yellow ve sun tq) boya çözeltisine %3,71 oranında NaCl, %2,48 oranında NaOH eklenerek boyama prosesi gerçekleştirilmiştir. Yıkama sonrası görünüm Şekil 4.38'de sunulmuştur.



**Şekil 4.38:** Üç iplik kumaşın deneme-24 sonrası görünümü.

Deneme 25'te 446 ppm'lik(reabond blue, reabon yellow ve sun tq pigmentleriyle hazırlanan) boya çözeltisi kullanılmış olup, dispergator olarak %1 oranında(Deneme 20 ile aynıdır, ancak haslık testlerinin yapılabilmesi için büyük ölçekte deneme yapılmıştır.) ST-7 kullanılmış olup yıkama sonrası görünüm Şekil 4.39'da verilmiştir.



**Şekil 4.39:** Üç iplik kumaşın deneme-25 sonrası görünümü.

Deneme 26'da 446 ppm'lik(reabond blue, reabon yellow ve sun tq pigmentleriyle hazırlanan) boya çözeltisi kullanılmış olup, dispergator olarak %2 oranında ST-7 kullanılmıştır ve yıkama sonrası görünüm Şekil 4.40'ta verilmiştir.



**Şekil 4.40:** Üç iplik kumaşın deneme-26 sonrası görünümü.

Deneme 27’de 446 ppm’lik (reabond blue, reabon yellow ve sun tq pigmentleriyle hazırlanan) boya çözeltisi kullanılmış olup, dispergatör olarak %0,5 oranında ST-7 kullanılmıştır ve yıkama sonrası görünüm Şekil 37’de sunulmuştur.



**Şekil 4.41:** Üç iplik kumaşın deneme-27 sonrası görünümü.

Deneme 28’de 446 ppm’lik (reabond blue, reabon yellow ve sun tq pigmentleriyle hazırlanan) boya çözeltisi kullanılmış olup, dispergatör olarak %0,5 oranında ticari ürün olan PCENEX-111 kullanılmıştır ve yıkama sonrası görünüm Şekil 38’de sunulmuştur.



**Şekil 4.42:** Üç iplik kumaşın deneme-28 sonrası görünümü.

Yapılan denemelerden 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 ve 28 numaralı olanlara, PC oranlarına bağlı olarak haslık değerlerinin karşılaştırılması amacıyla haslık testleri yapılmıştır. Tablo 4.1’de denemelerin yıkama, ter, su ve ışık haslığı değerleri verilmiştir. Buna ek olarak, yine tablo 4.1’de deneme sonucu elde edilen boyanmış kumaşların pH değerleri verilmiştir.

**Tablo 4.1:** Deneme 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,28 ve ticari ürünün haslık ve pH değerleri.

Deneme No	Yıkama Haslığı	Ter Haslığı		Su Haslığı	Işık Haslığı	pH
		Alkali	Asit			
Deneme-21	4-5	4-5	4-5	4-5	2	7,4
Deneme-22	3-4	2-3	2-3	2	3	6,7
Deneme-23	3-4	3-4	3-4	3-4	3	7,5
Deneme-24	3-4	2-3	2-3	2-3	3	7,9
Deneme-25	3-4	3-4	3-4	3-4	-	6,4
Deneme-26	3-4	3-4	3-4	3-4	-	7
Deneme-27	3-4	3-4	3-4	3	-	6,3
Deneme-28	3-4	3	3	3	-	6,1
Ticari boyama	4-5	3-4	3-4	3-4	4	5-8

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Literatürde PC'nin tekstil sektöründe kullanımıyla ilgili yapılan araştırmalarda PC'nin dispergator olarak kullanımından çok, boya çözeltilerinden boyanın uzaklaştırılması sistemlerinde kullanıldığı saptanmıştır [28]. Tez çalışmasında polikarboksilatın dispergator olarak kullanımının incelenmesi, literatürden farklı olarak özgün bir çalışma olarak değerlendirilebilir.

Tez kapsamında PC'nin geliştirilmesine yönelik olarak bir seri çalışma gerçekleştirilerek, elde edilen polimere ait fiziksel ve kimyasal özellikler aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur. Literatürde yer alan US 2011/00658547 numaralı patente atıfla PC sentezi için gerçekleştirilen denemelerde monomer olarak akrilik asit ve maleik anhidritin farklı kombinasyonları ile TPEG kullanılmıştır. Serbest radikal katılma polimerizasyonuna göre hazırlanan PC ürünlerde başlatıcı olarak  $H_2O_2/APS$ , zincir transfer vasıtası olarak ise merkaptopropionik asit ile sodyum hipofosfit kullanılmıştır. Son olarak, pH ayarlayıcısı olarak o-fosforik asit veya p-toluen sülfonik asit kullanılmıştır. Takiben, tez kapsamında hazırlanan PC'nin fizikokimyasal özelliklerinin yanı sıra tekstil endüstrisinde yardımcı kimyasal olarak kullanımına ait testler gerçekleştirilmiştir.

### 5.1 SENTEZLENEN PC'LERİN $M_w$ , $M_n$ , PDI DEĞERLERİ VE TGA ANALİZLERİ

Tez kapsamında serbest radikal katılma polimerizasyonuna göre hazırlanan PC'lerin ağırlıkça ortalama molekül ağırlığı ( $M_w$ ), sayısal ortalama molekül ağırlığı ( $M_n$ ) ve polidispersite indeksi (PDI) değerleri Jel Gerçirgenlik Kromatografisi (GPC) analizi ile incelenmiştir. Buna göre ST-1'in  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 42 092 ve 3 806 olarak hesaplanmıştır. Monomer olarak TPEG ve akrilik asidin kullanıldığı bu ürünün PDI ( $M_w/M_n$ ) değeri ise 11,06 olarak tespit edilmiştir. ST-1'den farklı olarak, pH ayarlayıcı olarak o-fosforik asit yerine p-toluen sülfonik asidin kullanıldığı ST-2 numaralı PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerlerinin ST-1 örneğine benzer olduğu tespit edilmiştir. ST-2 numaralı örnek için  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 44 285 ve 3 749 olarak bulunmuş, PDI değeri de 11,81 olarak hesaplanmıştır. ST-1 ve ST-2 numaralı örnekler birlikte değerlendirildiğinde polidispersite değerinin geniş bir aralığı kapsadığı ve pH düzenleyici olarak o-fosforik asit yerine p-toluen sülfonik asit kullanımının hazırlanan polimerin  $M_w$ ,  $M_n$  ve PDI değerleri üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

ST-3 numaralı PC örneğinde ise monomer olarak akrilik asit ve maleik anhidrit komonomerleri ile başlatıcı olarak APS kullanılmıştır. Ayrıca bu örnekte molekül ağırlığı değerleri üzerine oldukça etkili olduğu bilinen zincir transfer ajanı olarak sodyum hipofosfit kullanılmıştır. ST-3 örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri 22 429 ve 5 056 olarak GPC analizinden elde edilmiş olup, PDI değeri ise 4,43 olarak hesaplanmıştır. ST-3 numaralı PC örneğinin ST-1 ve ST-2 numaralı örneklere göre başlangıç formülasyonunda yapılan değişikliklere bağlı olarak daha kontrol edilebilir molekül ağırlığı özelliklerinde ürünler verdiği ve PDI değerinin belirgin oranda düştüğü gözlenmiştir. Bu sebeple, takip eden çalışmalarda molekül ağırlığı değişimlerinin kontrol edilebilir seviyede kalması ve düşük PDI değerlerine ulaşılması için TPEG ile birlikte akrilik asit ve maleik anhidrit karışımından oluşan komonomer yapısının kullanımı öncelik kazanmıştır. Bu kapsamda, ST-4 numaralı PC örneğinde akrilik asit/maleik anhidrit oranı eşit tutulmuş ancak mol sayıları düşürülmüştür. 90°C sıcaklıkta gerçekleştirilen ST-4 numaralı PC örneğinin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 19 030 ve 4 641 olarak belirlenmiş olup PDI değeri 4,1 olarak hesaplanmıştır.

Bir diğer çalışmada, elde edilen ST-5 numaralı PC örneğinde hemen hemen formülasyon ve reaksiyon sıcaklığı sabit tutulmuş, ancak monomerlerin ilave prosedürü farklı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, kullanılan monomerler (TPEG, akrilik asit, maleik anhidrit) farklı bir kapta karıştırılarak sonrasında damlatma ile reaksiyon ortamına ilave edilmiştir. Damlatma ile ilave edilen polimerizasyon reaksiyonunu ve elde edilen polimerik ürünün molekül ağırlığını daha iyi kontrol edebilmek için böyle bir yaklaşım öngörülmüştür. ST-5 numaralı PC ürününün  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 8 378 ve 3 939 olarak bulunmuş ve PDI indeksi de 2,13 olarak hesaplanmıştır.

Bir diğer çalışmada, elde edilen ST-6 numaralı PC örneğinde komonomer bileşim ve mol sayısı sabit tutularak başlatıcı olarak APS yerine hidrojen peroksit kullanılmış ve reaksiyon 58°C'de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ST-6 numaralı örneğin polidispersite indeksinin ST-5 numaralı örneğe göre daha yüksek olduğu (5,96) tespit edilmiştir. ST-6 numaralı örneğe ait  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 20 761 ve 3 486 olarak bulunmuştur.

ST-7 numaralı örnek ST-5 numaralı örneğin hazırlandığı reaksiyon koşullarında analog olarak gerçekleştirilmiş sadece reaksiyon sıcaklığı 90°C yerine 58°C olarak tercih edilmiştir. ST-7 numaralı örneğin hazırlanmasında da monomerlerin reaksiyon ortamına ilavesi damlatma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon sıcaklığının düşürülmesine bağlı olarak hazırlanan



ST-7 numaralı PC örneğinin PDI değeri ST-5 ile karşılaştırıldığında artış göstererek 5,38 değerine ulaşmıştır. Benzer şekilde ST-7 numaralı örneğin  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 19 278 ve 3 583 olarak bulunmuştur.

ST-8 örneğinde komonomer olarak kullanılan akrilik ve maleik anhidrit mol oranları bir miktar düşürülerek 58°C’de 3 saat süren bir reaksiyon gerçekleştirilmiş ve elde edilen ST-8 numaralı PC örneğinin PDI değeri 3,765 olarak hesaplanmıştır. Bu ürüne ait  $M_w$  ve  $M_n$  değerleri sırasıyla 12 165 ve 3 231 olarak belirlenmiştir. ST-8 numaralı örneğin PDI değeri hazırlanan ürünler arasında kabul edilebilir gözüktüğü de düşük sıcaklık ve düşük komonomer mol oranlarına bağlı olarak  $M_w$  değerinin yükseltilmesi gerektiği düşünülmüştür.

Özet olarak, PC sentezinde monomer, başlatıcı, indirgeyici ajan, zincir transfer ajanı ve pH ayarlayıcı olarak kullanılan kimyasal malzemelerin mol oranlarının, Polikarboksilatın ortalama ağırlıkça ve sayıca ortalama molekül ağırlığına etkileriyle birlikte polidispersiteye olan etkisi de incelenmiş olup Tablo 5.1’de sonuçlar sunulmaktadır.

**Tablo 5.1:** Sentezlenen PC’lerin  $M_n$ ,  $M_w$  ve PDI değerleri.

Ürün Kodu	GPC Analizi		
	$M_w$	$M_n$	PDI ( $M_w/M_n$ )
ST-1	42.092	3.806	11,06
ST-2	44.285	3.749	11,81
ST-3	22.429	5.056	4,43
ST-4	19.030	4.641	4,10
ST-5	8.378	3.939	2,13
ST-6	20.761	3.486	5,95
ST-7	19.278	3.583	5,38
ST-8	12.165	3.231	3,76

## 5.2 SENTEZLENEN PC'LERİN FTIR VE TGA ANALİZLERİ

Tez kapsamında hazırlanan polikarboksilat ürünlerinin kimyasal yapılarının incelenmesi amacıyla FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen yapıların yanı sıra karşılaştırma amacıyla, ticari olarak üretilen PCENEX-111 kodlu ürünün de FTIR analizi yapılmıştır. Gerek ticari gerekse tez kapsamında hazırlanan polikarboksilat örneklerinin FTIR analizleri sonucunda tüm örneklerin benzer pikleri taşıdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda tüm örneklerin FTIR grafiklerinde karbon hidrojen (C-H) eğilme pikinin belirgin olarak  $1466\text{ cm}^{-1}$ 'de olduğu, karbonil bağının (C=O) ise  $1720\text{ cm}^{-1}$  ve  $840\text{ cm}^{-1}$ 'de olduğu gözlenmiştir.  $2880\text{-}2885\text{ cm}^{-1}$ 'de gözlenen belirgin pikin ise, yapıdaki alifatik  $\text{CH}_3$  yapısına atfedilen gerilme piklerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. PC yapısındaki eter ve ester bağlarını temsilen karbon oksijen (C-O) bağları ise, yaklaşık  $1280\text{ cm}^{-1}\text{-}1240\text{ cm}^{-1}$  olarak iki ayrı pikte gözlenmektedir. Yine tüm örneklerde  $3400\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ 'de omuz şeklinde gözükken pikin ise PC sentezinde kullanılan poliolün hidroksil gruplarından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, tez kapsamında hazırlanan PC örneklerinin ticari PC örneğiyle benzer ve beklenen pikleri içerdiği, dolayısıyla sentez çalışmalarının başarıyla gerçekleştirildiği değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında ticari PCENEX-111 ve çalışmalarda başarıyla hazırlanan ST-7 numaralı polikarboksilat örneklerinin ısıl bozunmaları TG analizi ile belirlenmiştir. PCENEX-111 kodlu ticari ürünün yaklaşık %8'lik ağırlık kaybının sulu çözeltilisinden kurutularak elde edilen ve daha sonra takiben TG analizi yapılan örnek içerisinde uzaklaştırılmadan kalan sudan kaynaklandığı, söz konusu ticari ürünün yaklaşık  $345^\circ\text{C}$ 'de bozunmaya başladığı ve  $435^\circ\text{C}$ 'de bozunmanın tek kademe sonlandığı tespit edilmiştir. Ticari ürünün yanı sıra, tez kapsamında hazırlanan ST-7 numaralı örneğin ısıl bozunma davranışı da benzerlik göstermektedir. PC yapısının bozunmasının  $362^\circ\text{C}$ 'de başlayıp  $424^\circ\text{C}$ 'de sonlandığı tespit edilmiştir. ST-7 numaralı örneğin ticari PC örneğinden farklı olarak  $420\text{-}560^\circ\text{C}$  aralığında kısmi bir bozunma daha sergilediği belirlenmiş olup, görece daha yüksek sıcaklıkta meydana gelen bu bozunmanın PC yapısı içerisinde yüksek molekül ağırlığına sahip fraksiyonlardan meydana gelmiş olabileceği değerlendirilmiştir.

## 5.2 BOYALI KUMAŞ ÖRNEKLERİNİN TEMAS AÇISI VE HASLIK DEĞERLERİ

Üç iplik, süprem ve pike olmak üzere üç farklı kumaş üzerine boyama işlemi yapılmış olup, nihai boyanmış ürünlerin yüzey hidrofilitesinin belirlenmesi amacıyla temas açısı ölçümleri

gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda %100 pamuk 30/1 ağır yapılı örme üç iplik kumaşın ortalama temas açısı değeri 127° olarak bulunmuştur. %100 pamuktan oluşan bir tekstil ürününün daha düşük ortalama temas açısı değeri vermesi beklenirken, aksine daha yüksek değerlerin bulunmasının kumaşın örgü türünden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Bir diğer kumaş türü olan pikenin ortalama temas açısı değerinin 88,5° olduğu tespit edilmiştir. Süprem kumaş ise 83°'lik ortalama temas açısı değeri vermiş olup, kullanılan tekstil ürünleri içerisinde görece daha hidrofilik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İlgili tekstil ürünlerinin boyama öncesi hidrofilizasyon işlemleri için PSS ve ST-7 ile kaplanmış durumlarının da yüzey temas açısı değerleri incelenmiş ve kumaşlara su damlatılması durumunda suyun hızlı bir şekilde yüzeyde dağıldığı ve buna bağlı olarak yüzey temas açısının belirlenemediği tespit edilmiştir. Bu durumun sebebinin, PSS veya ST-7'nin yüzeye uygulanması durumunda, kumaşların örgü yapısındaki boşlukların arttığı ve selüloz yapısındaki şişmeye bağlı olarak, oldukça hidrofilik bir karakter sergilediği değerlendirilmiştir.

Tez kapsamında hazırlanan ST-7 örneği dispergatör olarak boyama işleminde farklı oranlarda kullanılmış ve haslık testleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, boyanmış kumaşların yıkama haslığı, ter haslığı (alkali ve asit), su haslığı ve ışık haslığı analizleri yapılmıştır. Bu denemelerde ST-7 kullanım oranının %0,75 olduğu deneme 21 sonucu hazırlanan boyanmış kumaşın tüm haslık değerleri mavi ve gri skalaya göre 4-5 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada, %0,5 oranında ST-7 kullanılarak boyanan kumaşın haslık değerleri incelendiğinde ise yıkama haslığı 3-4, asidik ter haslığının 3 ve alkali ter haslığının 3-4 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Ticari uygulamalarda tüm haslık değerleri 3 ve üzeri uygulanabilir kabul edildiğinden, deneme 21 ve 27 sonucu hazırlanan boyalı kumaşların uygulama performansının iyi olduğu değerlendirilmiştir. Diğer çalışmalarda, PC oranının %1 ve üzerinde kullanılması ile gerçekleştirilen boyama denemelerinde elde edilen kumaşların haslık değerlerinin 3-4 aralığında değiştiği tespit edilmişse de PC ürününün %3'e yükseltilmesi durumunda ter haslığının 2-3 aralığında ve su haslığının 2 olduğu saptanmıştır. Özetle boyama işleminde dispergatör olarak kullanılan PC oranının yükseltilmesiyle, haslık değerlerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bu durumun başlıca nedeninin PC'nin kimyasal yapısı gereği boyar madde adsorbantı olarak boyanmış kumaş yüzeyinden refakat bezine boya aktarımında yardımcı etki sağlaması olduğu değerlendirilmiştir. Dispergatör olarak hiçbir

kimyasalın kullanılmadığı, sadece pigment kullanılan deneme 23'te ise haslık değerlerinin yine 3-4 aralığında yer aldığı tespit edilmiştir.

Tez kapsamında hazırlanan PC ürünlerinin yıkama ve ter haslıklarının yanı sıra karşılaştırma amacıyla ticari polikarboksilat ürününün (PCENEX-111) kullanımıyla hazırlanan boyalı kumaş ve mevcut reaktif boyama prosedüründe elde edilen kumaşın haslık değerleri incelenmiştir. Ticari PCENEX-111 kullanılarak hazırlanan boyalı kumaşın yıkama haslığı 3-4 aralığında alkali ve asit ter haslığı 3 olarak tespit edilmiştir. Mevcut reaktif boyama proseslerinden elde edilen boyalı kumaşın yıkama haslığı 4-5 aralığında, ter haslıkları 3-4 aralığında, ışık haslığı ise 4 olarak tespit edilmiştir.

Boyanmış kumaş örneklerinin pH değerleri incelendiğinde %1 ve üzerinde PC kullanılarak hazırlanan boyanmış kumaşların pH değeri 6,37 ile 6,96 arasında değişirken, diğer örneklerin pH değerleri 7,5- 8 aralığında değişmektedir. Bu bağlamda haslık değerleri kabul edilebilir seviyenin üstünde görünen deneme 21'nin pH değerinin 7,4 olması da insan vücudu ile temas edeceğinden uygulama için kabul edilebilir olduğu değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, tez kapsamında geliştirilen ST-7 kodlu PC örneğinin %0,75 oranında dispergator olarak kullanımıyla hazırlanan boyalı kumaşların, uygulanabilir haslık değerlerine sahip olması nedeniyle tekstil boyama endüstrisinde tekstil yardımcı kimyasal olarak kullanılabilirdiği değerlendirilmiştir. Ayrıca mevcut reaktif boyama prosesinde kullanılan yardımcı kimyasallara alternatif olarak tuz ve kostik içermeksizin sadece PC ürünlerinin kullanılabilirliğinin boyama performansına olumlu etki yaptığı ve ümit verici sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir.

Tez kapsamında elde edilen polikarboksilat ürünleriyle boyanan bazı kumaşların performans değerlerine ait karşılaştırma Tablo 5.2'de verilmiştir. Ticari ürün olarak değerlendirilen boyalı kumaşın haslık ve pH değerleri literatürde araştırıldığında, reaktif boyama prosesinde %2,48 oranında kostik, %3,71 oranında tuz kullanıldığı ve bunun sonucunda yıkama haslığının 4-5 aralığında, ter haslığının (asit/alkali) 3-4 aralığında, su haslığının yine 3-4 aralığında ve ışık haslığının da 4 olduğu literatürde yer almakla birlikte [32], sentezlenen polikarboksilatın ticari boyalı ürünün haslık performansıyla rekabet edebildiği ve alternatif olarak kullanılabilirliği saptanmıştır.

**Tablo 5.2:** Bazı boyalı kumaşların haslık ve pH değerlerinin karşılaştırılması.

Deneme No	Kullanılan Kimyasal	Kullanılan kimyasal %'si	Yıkama Haslığı	Ter Haslığı		Su Haslığı	Işık Haslığı	pH
				Alkali	Asit			
Deneme-27	ST-7	0,5	3-4	3-4	3-4	3	-	6,3
Deneme-21	ST-7	0,75	4-5	4-5	4-5	4-5	2	7,4
Deneme-22	ST-7	3	3-4	2-3	2-3	2	3	6,7
Deneme-28	PCENEX-111	0,5	3-4	3	3	3	-	6,1
Ticari boyama	Kostik Tuz	2,48 3,71	4-5	3-4	3-4	3-4	4	5-8

## KAYNAKLAR

- [1]. Saçak, M., 2004, *Polimer Kimyası*, Gazi Kitapevi, Ankara, ISBN: 978-975-8640-27-0.
- [2]. Brandrup, J., Immergut, E.H., Grulke, E.A., 1999, *Polymer Handbook*, 4<sup>th</sup> ed., John Wiley and Sons, New York, ISBN: 0-471-16628-6.
- [3]. Baysal, B., 1994, *Polimer Kimyası*, ODTÜ Basım İşliği, Ankara.
- [4]. Akkaya, A., 2010, *Tekstil Sanayinde Kullanılan Sentetik Polimer Mamullerin Biyoaktif Bileşiklerle Modifikasyonu*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5]. Büyüksakallı, B., 2011, *Comparison of Shelf Life of Packed Food Stuffs in use of Polyethylene and Polyethylene Nanocomposites*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6]. Saçak, M., 1998, *Polimer Kimyasına Giriş*, A.Ü.F.F Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, Ankara.
- [7]. Pakemoto, K., Ottenbrite, R.M., Kamachi, M., 1997, *Functional Monomers and Polymers*, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker Inc, New York, ISBN: 0-8247-9991-7.
- [8]. Seçkin, T., 2015, *Polimer Kimyası Fonksiyonel Yaklaşım ve Uygulamaları*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, ISBN: 978-975-02-3275-6.
- [9]. İltter, M., 2015, *Tekstil Üretimi ve Yardımcı Kimyasallar*, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir.
- [10]. Peker, E.H., 2014, *Tekstil El Kitabı*, TETSİAD Yayınları-2, İstanbul.
- [11]. Bresee, R.R., 1986, General Effects of Ageing on Textiles, *Journal of the American Institute for Conservation*, 25 (1), 39-48.
- [12]. Öztürk, M., 2004, *Pamuklu Örme Kumaşların Reaktif Boyalarla Boyanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [13]. Gable, G., 2007, *Pantone 2.0: After 45 Years, the Sequel PMS*, <https://creativepro.com/pantone-2-0-after-45-years-the-sequel-to-pms/>, [Erişim Tarihi: 06.05.2018].
- [14]. Rouette, K.H., 2002, *Encyclopedia of Textile Finishing*, Springer, Verlog, Heidelberg.
- [15]. Venkatamaran, K., 1978, *The Chemistry of Synthetic Dyes*, Vol.6, NY Academic Press, New York.
- [16] Bird, C.L., Boston, W.S., 1975, *Theory of Coloration of Textiles*, Dryers Company Publication Trust, Bradford.
- [17]. Gürses, A., Açıkyıldız, M., Güneş, K., Gürses, M.S., 2016, *Dyes and Pigments*, Springer, ISBN: 978-3-319-33890-3.

- [18]. Fox, M.R., Sumner, H.H., 1986, *The Dyeing of Cellulosic Fibers*, Preston, London.
- [19]. Süleymanoğlu, N., 1999, *İyonomerlerin Elektron Spin Rezonans Yöntemi ile İncelenmesi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [20]. Wilson, A.D., Prosser, H.J., 1986, *Developments in Ionic Polymers-2*, Elsevier Science Publishing Co., Inc., London, ISBN: 978-94-009-4187-8.
- [21]. Mahmoodi, N.M., Abdi, J., Najafi, F., 2013, Synthesis of Urethane Polycarboxylate as a Novel Adsorbent and Its Binary System Dye Removal Ability from Aqueous Solution, *Fibers and Polymers*, 15(3), 446-456.
- [22]. Kawabata, H., Sakamoto, N., 2011, Method for Producing Polycarboxylic Acid Copolymer and Copolymer Composition for Cement Admixture, US20110065847 A1.
- [23]. Felekoğlu, B., Felekoğlu, K.T., 2014, Kendiliğinden Yerleşen Beton Üretiminde Polikarboksilat Esaslı Süper Akışkanlaştırıcı Katkıların Kullanımı, *Hazır Beton*, 124, 60-69
- [24]. Ng, S., Plank, J., 2012, Interaction Mechanisms Between Na Montmorillonite Clay and MPEG-Based Polycarboxylate Superplasticizers, *Cement and Concrete Research*, 42, 847-854.
- [25]. Dinçer, B., Erdinç, A.M., 2002, A Comparison Between Zinc Polycarboxylate and Glass Ionomer Cement in the Orthodontic Band Cementation, *The Journal of Clinic Pediatric Dentistry*, 26(3), 285-288.
- [26]. Chen, K.M., Lin, L.H., Wang, C.F., Hwang, M.C., 2010, Interactions Between New Multi-Anionic Surfactants and Direct Dyes and Their Effects on the Dyeing of Cotton Fabrics, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 356, 46-50.
- [27]. Ayad, M.M., Amer, W.A., Zaghlol, S., Minisy, I.M., Bober, P., Stejskal, J., 2018, Polypyrrole- Coated Cotton Textile as Adsorbent of Methylene Blue Dye, *Chemical Papers*, 72, 1605-1618.
- [28]. Mahmoodi, N.M., Abdi, J., Najafi, F., Synthesis of Urethane Polycarboxylate as a Novel Adsorbent and Its Binary System Dye Removal Ability from Aqueous Solution, *Fibers and Polymers*, 15(3), 446-456.
- [29]. Abel, H., Raisin, H., 1988, Dyeing Assistant and Use Thereof for Dyeing or Whitening Synthetic Nitrogen-Containing Fibre Materials, US4787912A.
- [30]. Dohmen, M., 1999, Process for Dyeing Textile Material Having Polyester Fibers, US006004357A.
- [31]. Yamada, M., Ohnishi, N., Watanabe, M., Hino, Y., 2009, Prussian Blue Nanoparticles Protected by the Water-Soluble  $\pi$ -Conjugated Polymer PEDOT-S: Synthesis and Multiple-Color pH-Sensing with a Redox Reaction, *Chemical Communications*, Issue 46, 7203-7205.

- [32]. Tunç, S., 2012, *Meta Aramid Kumaşın Boyanması, Haslık Yönünden Elyaf Boyalı Meta Aramid Kumaşlarla Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.





**EKLER**



## ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Hacer Yeşim Cengiz
Doğum Yeri	İstanbul
Doğum Tarihi	27.07.1993
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	(+90)537 360 46 60
E-Posta Adresi	<a href="mailto:yesimcengiziu@gmail.com">yesimcengiziu@gmail.com</a>
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Kimya Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Kimya Mühendisliği
Programı	Kimyasal Teknolojiler