

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLİBÜTİLEN TEREFTALAT (PBT) VE
KARIŞIMLARININ BOYANMASI**

**Gaye YOLAÇAN
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Erhan ÖNER**

İSTANBUL 2006

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POLİBÜTİLEN TEREFTALAT (PBT) VE
KARIŞIMLARININ BOYANMASI**

**Gaye YOLAÇAN
(Teknik Öğretmen)
(141102820040088)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Erhan ÖNER**

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, sentetik elyaf üretimi ve tüketiminin hızla arttığı tekstil endüstrisinde, son yıllarda, düşük sıcaklıklarda düzgün boyanabilme, hareket rahatlığı sağlama ve esneklik gibi özellikleri ile dikkatleri üzerine çeken PBT (polibütilen tereftalat) ve PBT karışımlarının boyanmasına ait karakterizasyonların ortaya çıkartılmasından yola çıkılarak hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, PBT ve PAN/PBT (Poliakrilonitril/Polibütilen tereftalat) karışım materyale ait boyanma özellikleri, farklı yöntemler kullanılarak saptanmaya çalışılmış ve her bir yöntem diğerleriyle, haslık test sonuçları ve spektrofotometrik renk ölçümü sonuçları bakımından karşılaştırılmıştır. Saptanan bu özelliklerle birlikte, PBT ve PAN/PBT karışım materyalin boyanmasına ait çekim özellikleri incelenmiş ve PBT materyalin termodinamik parametreleri tespit edilmiştir. Çalışmaya ait bulgular tezin tartışma ve değerlendirme kısmında sunulmaktadır.

Bu tez çalışmasının yürütülmesi sırasında, sonsuz destek ve yardımını esirgemeyen çok değerli hocam, tez danışmanım M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü, Boya-Apre ve Baskı Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Erhan ÖNER'e, termodinamik parametreler konusundaki bilgilerini paylaştan M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Zeki TEZ'e, çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Nihal SÖKMEN'e, deneysel çalışmaların yürütülmesi sırasında kullanılan materyallerin teminini sağlayan Sayın Kamil ACAR'a, desteğini her zaman hissettiğim, fikir ve önerilerinden yararlandığım değerli hocalarım Araş. Gör. Burcu YILMAZ ve Öğr. Gör. Cenkkut GÜLTEKİN'e ve manevi desteği ile her zaman güç kaynağım olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2006

Gaye YOLAÇAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	VIII
ABSTRACT	X
YENİLİK BEYANI	XII
SEMBOLLER	XIII
KISALTMALAR	XIV
ŞEKİL LİSTESİ	XVI
ÇİZELGE LİSTESİ	XIX
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ	1
I.1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER	3
II.1. GENEL BİLGİLER	3
II.1.1. Sentetik Lifler	3
II.1.1.1. PET Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri.....	4
II.1.1.2. PBT Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri	7
II.1.1.3. PET ve PBT Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin	
Karşılaştırılması	9
II.1.1.4. PAN Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri.....	10
II.1.2. Karışım Lifler	11
II.2. BOYARMADDELER VE LİFLERLE ETKİLEŞİMLERİ	13
II.2.1. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri.....	13
II.2.1.1. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı	13
II.2.1.2. Dispers Boyarmaddelerin Fiziksel Özellikleri	14

II.2.1.3. Dispers Boyarmaddelerin Dispersiyonu.....	14
II.2.1.4. Dispers Boyarmaddelerin Haslık Özellikleri.....	15
II.2.1.5. PET Lifinin Dispers Boyarmaddelerle Boyanması	15
II.2.1.6. PAN Lifinin Dispers Boyarmaddelerle Etkileşimleri	20
II.2.2. Bazik Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri.....	20
II.2.2.1. Bazik Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı	21
II.2.2.2. PAN Lifinin Bazik Boyarmaddelerle Boyanması	22
II.2.2.3. PET Lifinin Bazik Boyarmaddelerle Etkileşimleri	24
II.2.3. Karışım Liflerin Boyanması.....	24
II.2.3.1. PET/PAN Karışımlarının Boyanması.....	24
II.2.3.2. PET ve PAN Lifleri İçeren Diğer Karışımların Boyanması.....	25
II.2.3.2.1. PET Lifi İçeren Karışımların Boyanması.....	25
II.2.3.2.2. PAN Lifi İçeren Karışımların Boyanması.....	28
II.2.4. Boyama Kinetiği.....	30
II.2.5. Termodinamik Parametreler.....	32
II.2.5.1. Boyama Hızı ve Difüzyon Katsayısı	32
II.2.5.2. Standart Afinite	33
II.2.5.3. Entalpi ve Entropi Değişimi	34
BÖLÜM II. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	35
III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ.....	35
III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI TEST METOTLARI	
VE STANDARTLARI	36
III.3. UYGULAMALAR.....	37
III.3.1. Amaç	37
III.3.2. Kullanılan Malzemeler.....	37
III.3.2.1. Boyanacak Materyal.....	37
III.3.2.2. Uygulamalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	38
III.3.2.2.1. Dispergator	38
III.3.2.2.2. Keriye	38
III.3.2.2.3. Retarder	39
III.3.2.2.4. Non – İyonik Yıkama Maddesi	39
III.3.2.2.5. Asetik Asit.....	39
III.3.2.2.6. Formik Asit	40
III.3.2.2.7. Sodyum Hidroksit	40
III.3.2.2.8. Hidrosülfid	40
III.3.2.3. Boyarmadde	40
III.3.3. Uygulanan Boyama Prosesleri	41
III.3.3.1. PBT Materyale Uygulanan Boyama Prosesleri.....	41
III.3.3.1.1. HT Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	41
III.3.3.1.2. Atmosferik Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	42
III.3.3.1.3. Atmosferik - Keriyele Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	43
III.3.3.1.4. Atmosferik - Keriyelesiz Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	44
III.3.3.1.5. Ultrasonik Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	45

III.3.3.2. PAN/PBT Karışım Materyale Uygulanan Boyama Prosesleri.....	46
III.3.3.2.1. Tek Banyo Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	46
III.3.3.2.2. İki Banyo Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı.....	47
III.3.4. Boyama Kinetiğinin İncelenmesi	49
III.3.4.1. Boyamalara Ait Çekim Özelliklerinin Tespiti	49
III.3.4.1.1. Boyama Banyosunda Tek Boyarmadde Olması Durumunda Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri.....	49
III.3.4.1.2. Boyama Banyosunda İki Boyarmadde Olması Durumunda Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri.....	50
III.3.4.1.3. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Boyama Prosesi ve Çalışma Diyagramı.....	51
III.3.4.1.4. PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Boyama Prosesi ve Çalışma Diyagramı.....	52
III.3.4.2. Boyamalara Ait Termodinamik Parametrelerin Tespiti.....	53
III.3.4.2.1. Termodinamik Parametrelerin Tespitinde Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri	53
III.3.4.2.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerinin Tespitinde Kullanılan Boyama Prosesleri ve Çalışma Yöntemleri.....	54
BÖLÜM IV. SONUÇLAR.....	56
IV.1. PBT MATERYALİN BOYANMASI.....	56
IV.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar.....	57
IV.1.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri	57
IV.1.1.2. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	58
IV.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar	60
IV.1.2.1. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri	60
IV.1.2.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	61
IV.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar	63
IV.1.3.1. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri	63
IV.1.3.2. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	64
IV.2. PAN/PBT KARIŞIM MATERYALİN BOYANMASI.....	66
IV.2.1. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar.....	66

IV.2.1.1. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri.....	66
IV.2.1.2. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	68
IV.2.2. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar.....	68
IV.2.2.1. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri.....	69
IV.2.2.2. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	70
IV.2.3. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar.....	71
IV.2.3.1. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri.....	71
IV.2.3.2. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri.....	72
IV.3. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİNE AİT SONUÇLAR.....	73
IV.3.1. Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi	73
IV.3.1.1. Dispers Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi.....	73
IV.3.1.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar	73
IV.3.1.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar	75
IV.3.1.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar	77
IV.3.1.2. Bazik Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi.....	79
IV.3.1.2.1. C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar	80
IV.3.2. Boyamaların Çekim Özelliklerinin İncelenmesi.....	82
IV.3.2.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesi	82
IV.3.2.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar	82
IV.3.2.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar	83
IV.3.2.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar	85
IV.3.2.2. PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesi	86
IV.3.3. PBT Materyalin Boyanmasında Termodinamik Parametrelerin İncelenmesi	88
IV.3.3.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde Çekim Özelliklerinin İncelenmesi.....	88
IV.3.3.1.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Çekim Özellikleri	89
IV.3.3.1.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Çekim Özellikleri	90
IV.3.3.1.3. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik	

Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Çekim Özellikleri	92
IV.3.3.1.4. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Çekim Özellikleri.....	93
IV.3.3.1.5. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Çekim Özellikleri	95
IV.3.3.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametreler....	96
IV.3.3.1.1. Adsorpsiyon İzotermi.....	97
IV.3.3.1.2. Boyama Hız Sabiti Difüzyon Katsayıları ve Difüzyonun Aktivasyon Enerjisi.....	97
IV.4. PBT ve PAN/PBT MATERYALLERE AİT İPLİK TEST SONUÇLARI	101
IV.4.1. PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları.....	101
IV.4.1.1. Boyanmamış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları	101
IV.4.1.2. Boyanmış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları.....	102
IV.4.1.3. Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	103
IV.4.2. PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları	103
IV.4.2.1. Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları.....	103
IV.4.2.2. Boyanmış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları.....	104
IV.4.2.3. Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	104
IV.5. BOYANMIŞ MATERYALLERE UYGULANAN YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI	105
IV.5.1. PBT Materyale Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları	105
IV.5.2. PAN/PBT Materyale Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları	107
BÖLÜM V. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER	108
KAYNAKLAR	113
EKLER	116
EK A. PBT MATERYALİN AÇILIM BOYAMALARINA AİT RENK ÖLÇÜMÜ SONUÇLARI	118
A.1. PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Renk Ölçümü Sonuçları.....	118
A.1.1. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar.....	118
A.1.2. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar.....	120
A.1.3. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar.....	122
A.2. PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Renk Ölçümü Sonuçları.....	124
A.2.1. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar	124
A.2.2. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar	125
A.2.3. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73	

Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar	127
EK B. PBT MATERYALİN AÇILIM BOYAMALARINA	
AİT YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI	130
B.1. PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında	
Açılım Boyamalara Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları.....	130
B.2. PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında	
Açılım Boyamalara Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları.....	132
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

POLİBÜTİLEN TEREF TALAT (PBT) VE KARIŞIMLARININ BOYANMASI

%100 PBT farklı boyama yöntemleri (Yüksek sıcaklık, atmosferik boyama, keri yer içeren atmosferik boyama, ultrasonik boyama yöntemleri) ile ve %83/17 PAN/PBT materyal ise, “tek banyo” ve “iki banyo” boyama yöntemleri ile boyanmıştır. PBT materyal için yapılan boyamalarda dispers, PAN/PBT materyal için yapılan boyamalarda ise bazik ve dispers boyarmaddeler kullanılmıştır. Kullanılan farklı boyama yöntemlerine ait boyanmış numunelerin, spektrofotometrik renk ölçümü ve yıkama haslığı test sonuçları saptanmıştır. Her iki materyal için de birer boyama yöntemi dikkate alınarak boyamalara ait çekim özellikleri üzerinde çalışılmıştır. Ayrıca, PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametreler tespit edilmiştir. Boyamaların çekim özelliklerinin ve termodinamik parametrelerin incelenmesinde, UV-görünür alan spektrofotometresi, boyanmış numunelerin renk ölçümlerinde ise, reflektans spektrofotometresi kullanılmıştır. Elde edilen tüm bu verilerin değerlendirilmesi yoluyla, her iki materyal, kendi içinde, kullanılan tüm boyama yöntemleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Sunulan tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; çalışmanın amacı anlatılmaktadır.

İkinci bölümde; sentetik liflere ait genel bilgiler, PET, PBT, PAN ve karışım materyallere ait genel fiziksel ve kimyasal özellikler, dispers ve bazik boyarmadde gruplarına ait kimyasal yapı ve özellikler, PET ve PAN liflerinin bu boyarmadde grupları ile boyanma yöntemleri, PET ve PAN içeren diğer karışımlara ait genel özellikler ve boyanma özellikleri ile boyama kinetiği ve termodinamik parametreler hakkında bilgiler sunulmaktadır.

Üçüncü bölümde; uygulamalarda kullanılan yöntemler, maddeler, araçlar ve standartlar verilmektedir.

Dördüncü bölümde; boyanmış PBT ve PAN/PBT materyallere ait spektrofotometrik renk ölçümü değerleri, PBT ve PAN/PBT materyallerin boyanmasındaki çekim özelliklerinin incelenmesine ait sonuçlar, PBT materyalin termodinamik parametrelerinin tespitine ilişkin sonuçlar, yapılan yıkama haslığı testlerinden elde edilen veriler ve materyallere ait iplik test sonuçları sunulmaktadır. Beşinci bölümde ise; tez çalışması sonucunda elde edilen veriler ortaya konmuş, tartışılmış ve değerlendirilmiştir.

Haziran, 2006

Gaye YOLAÇAN

ABSTRACT

DYEING OF POLYBUTYLENE TEREPHTHALATE (PBT) AND PBT BLENDS

In this work, %100 PBT material was dyed by different types of dyeing methods (High Temperature, atmospheric, atmospheric with carrier and ultrasonic methods) and %83/17 PAN/PBT blends were dyed by “single-bath” and “two- bath” dyeing methods. PBT was dyed with disperse dyes and the PAN/PBT blends were dyed with basic and disperse dyes. The results of the spectrophotometric colour measurements and washing fastness of the samples, which were dyed by the different types of dyeing methods, were obtained. For each material, one type of dyeing process was considered as a reference and the dye uptake of the fibre was studied. Furthermore, thermodynamic parameters of PBT were found. UV-visible spectrophotometer was used to study the dye uptake of the fibre and to obtain the thermodynamic parameters of PBT. Reflectance spectrophotometer was used to measure the reflectance values and the colour values of dyed samples were calculated. All of the data were evaluated to compare different types of dyeing methods which were used to dye two materials.

This study consists of five chapters. In the first chapter; the aim of the investigation was explained.

In the second chapter; general information about synthetic fibers, physical and chemical characteristics of PET, PBT, PAN and the blend fibers, chemical structures and features of disperse and basic dyes, dyeing of PET and PAN fibers, the general dyeing features of other blend fibers which were implied PET and PAN, dyeing kinetics and thermodynamic parameters were given.

The experimental methods, substances, instruments and standards were presented in the third chapter.

In the fourth chapter; spectrophotometric colour measurement values of dyed PBT and PAN/PBT samples, the findings on dye uptake of PBT and PAN/PBT materials, the results of the thermodynamic parameters of dyeing PBT, washing fastness and yarn test results of the materials were submitted.

Finally, the fifth chapter has given the general conclusions and recommendations for further works.

June, 2006

Gaye YOLAÇAN

YENİLİK BEYANI

Bu çalışmada, iplik formundaki %100 PBT (polibütilen tereftalat) materyal; “Atmosferik”, “Atmosferik - Keriyeirli”, “Atmosferik - Keriyeirsiz”, “HT” (Yüksek Sıcaklık) ve “Ultrasonik” boyama yöntemleri kullanılarak dispers boyarmaddelerle boyanmıştır. Ayrıca, iplik formunda bulunan %83/17 PAN/PBT karışım materyal ise; “Tek Banyo Boyama Yöntemi” ve “İki Banyo Boyama Yöntemi” kullanılarak bazik ve dispers boyarmadde kombinasyonları ile boyanmıştır. Farklı boyama yöntemleri kullanılarak boyanmış materyallerin boyanma özellikleri, boyanmış numunelere ait spektral renk ölçümü değerleri, haslık test sonuçları ve “zaman-%çekim” değerleri yoluyla incelenmiştir. Her bir materyale uygun boyama prosesleri, kendi içlerinde yıkama haslığı test sonuçları ve renk ölçümü sonuçları gibi parametrelerle karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, PBT lifi ve karışımlarının boyanması hakkında literatürde çok sınırlı sayıda kaynak olmasından dolayı, PBT materyalin, dispers boyarmaddeler ile boyanmasında, hem boyamalara ait çekim özelliklerinin, hem de termodinamik parametrelerinin tespitinde katkı sağlayacak niteliktedir.

Haziran, 2006

Prof. Dr. Erhan ÖNER

Gaye YOLAÇAN

SEMBOLLER

A_x	: 1. boyarmaddenin λ_1 'deki absorbans değeri
a_x	: 1. boyarmaddenin λ_2 'deki absorbans değeri
A_y	: 2. boyarmaddenin λ_2 'deki absorbans değeri
a_y	: 2. boyarmaddenin λ_1 'deki absorbans değeri
a*, b*	: Parlaklığa bağlı olarak gri ve beyaz
Cf	: Denge durumunda lif içerisindeki boyarmadde miktarı (g/100 g)
CH₃COOH	: Asetik asit
cm	: Uzunluk birimi (m/100)
C_n	: Belirli zaman aralıklarında boyama banyosundan alınan çözeltilerin konsantrasyonu (g/L)
Cs	: Denge durumunda boya banyosu içerisindeki boyarmadde miktarı (g/100 mL)
C_t	: t anında lif içerisindeki boyarmadde miktarı (mg g ⁻¹)
C_x	: 1. boyarmaddeden hazırlanan çözeltinin konsantrasyonu
C_y	: 2. boyarmaddeden hazırlanan çözeltinin konsantrasyonu
C₀	: Boyama çözeltisinin başlangıç konsantrasyonu (g/L)
C*	: Kroma
C_∞	: Denge durumunda lif içerisindeki boyarmadde miktarı (mg g ⁻¹)
D	: Difüzyon katsayısı (m ² s ⁻¹)
D_T	: Belirli bir sıcaklıktaki difüzyon katsayısı (m ² s ⁻¹)
D₀	: Sıcaklıktan bağımsız sabit
D65	: Renk sıcaklığı 6500 K olan lamba
E	: Aktivasyon enerjisi (kJ/ K mol)
g	: Kütle (kg/1000)
h	: Dönme açısı (°)
HCOOH	: Formik asit
K	: Boyama hız sabiti (s ⁻¹)
L	: Hacim birimi (litre)
mg	: Kütle (10 ⁻⁶ kg)
mL	: Hacim birimi (mililitre)
mm	: Uzunluk birimi (m/1000)
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre (10 ⁻⁹ m)
Na₂S₂O₄	: Sodyum ditiyonit
Na₂S₂O₈	: Sodyum persülfat
pH	: Hidrojen iyonu molar konsantrasyonunun (mol/L) on tabanına göre logaritmasının eksi işaretli değeri
R	: Gaz sabiti (8.314 J/ K mol)

r	: Lif yarıçapı (m)
SO₄⁻²	: Sülfat iyonu
T	: Mutlak sıcaklık (K)
t	: Zaman (s)
tex	: 1000 m uzunluğundaki lifin gram olarak değeri
X, Y, Z	: Tristimulus değerleri
°Bé	: Yoğunluk ifadesi
°C	: Sıcaklık birimi (Santigrat)
μ	: Mikron (10 ⁻⁶ m)
λ	: Dalga Boyu (nm)
λ_{max}	: Maksimum absorbansın yapıldığı dalga boyu (nm)
λ₁	: 1. boyarmaddenin λ _{max} 'u
λ₂	: 2. boyarmaddenin λ _{max} 'u
ΔE	: Renk farklılığı
ΔH°	: Entalpi değişimi
ΔS°	: Entropi değişimi
Δμ°	: Standart afinite

KISALTMALAR

A	: Absorbans
C	: Konsantrasyon (g/L)
C.I.	: Colour Index
e.a.ü.	: Elyaf ağırlığı üzerinden
HT	: Yüksek sıcaklık
LOİ	: Limit oksijen indeksi
ISO	: Uluslararası standartlar
PA	: Poliamid
PAN	: Poliakrilonitril (akrilik lifi)
PBT	: Polibütilen tereftalat
PET	: Polietilen tereftalat (poliester lifi)
Tg	: Cam geçiş sıcaklığı
TS	: Türk standartları
UV	: Ultra viole
2GT	: Poliester
4GT	: Polibütilen tereftalat

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil II.1 PET Lifinin Kimyasal Formülü.....	4
Şekil II.2 PBT Lifinin Kimyasal Formülü.....	7
Şekil II.3 PAN Lifinin Kimyasal Formülü.....	10
Şekil III.1 HT Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	41
Şekil III.2 Atmosferik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	43
Şekil III.3 Atmosferik - Keriyeerli Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	44
Şekil III.4 Atmosferik - Keriyeersiz Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	44
Şekil III.5 Ultrasonik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	45
Şekil III.6 Tek Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	46
Şekil III.7 İki Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı (a. PBT).....	47
Şekil III.8 İki Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı (b. PAN).....	48
Şekil III.9 Atmosferik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	51
Şekil III.10 Tek Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı.....	52
Şekil IV.1 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	58
Şekil IV.2 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği..	61
Şekil IV.3 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği..	64
Şekil IV.4 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	68
Şekil IV.5 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	70
Şekil IV.6 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	72
Şekil IV.7 C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyrelik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği.....	75
Şekil IV.8 C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	75
Şekil IV.9 C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyrelik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği.....	77
Şekil IV.10 C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	77
Şekil IV.11 C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyrelik Çözeltilerine	

Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği	79
Şekil IV.12 C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi	79
Şekil IV.13 C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği	81
Şekil IV.14 C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi	81
Şekil IV.15 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyamasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	83
Şekil IV.16 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği.....	83
Şekil IV.17 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyamasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	84
Şekil IV.18 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği.....	84
Şekil IV.19 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyamasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	85
Şekil IV.20 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği.....	86
Şekil IV.21 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyamasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	87
Şekil IV.22 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyamasında Zaman - %Çekim Grafiği.....	88
Şekil IV.23 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	90
Şekil IV.24 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği.....	90
Şekil IV.25 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	91
Şekil IV.26 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği.....	92
Şekil IV.27 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	93
Şekil IV.28 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği.....	93
Şekil IV.29 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	94
Şekil IV.30 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği.....	95
Şekil IV.31 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği.....	96
Şekil IV.32 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği.....	96
Şekil IV.33 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle	

Boyarmasına Ait Adsorpsiyon İzotermi.....	97
Şekil IV.34 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 355 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/Ct$ Eğrileri	98
Şekil IV.35 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 359 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/Ct$ Eğrileri	99
Şekil IV.36 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 363 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/Ct$ Eğrileri	99
Şekil IV.37 PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 367 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/Ct$ Eğrileri	100
Şekil IV.38 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 371 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/Ct$ Eğrileri	100
Şekil IV.39 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle Farklı Sıcaklıklarda Boyanmasında $1/T - \ln D$ Eğrileri	101
Şekil A.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	119
Şekil A.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği	121
Şekil A.3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği	123
Şekil A.4 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği	125
Şekil A.5 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği	127
Şekil A.6 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği.....	129

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge II.1 PBT Lifinin Özellikleri.....	8
Çizelge II.2 PET ve PBT Liflerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	9
Çizelge III.1 Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları.....	36
Çizelge III.2 Deneysel Çalışmalarda Uygulanan Testler ve Standartlar.....	37
Çizelge III.3 Uygulamalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler	38
Çizelge III.4 Boyamalarda Kullanılan Boyarmadde Grupları Ticari Adları ve Üretici Firmaları	41
Çizelge III.5 HT Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları.....	42
Çizelge III.6 Redüktif Yıkama Koşulları	42
Çizelge III.7 Atmosferik Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları.....	43
Çizelge III.8 Atmosferik - Keriyerli Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları.....	44
Çizelge III.9 Ultrasonik Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları.....	46
Çizelge III.10 Tek Banyo Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları.....	47
Çizelge III.11 İki Banyo Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları (a. PBT Kısımının Boyanması).....	48
Çizelge III.12 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözelti Alınan Zaman Aralıkları	52
Çizelge III.13 PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözelti Alınan Zaman Aralıkları.....	53
Çizelge III.14 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin İncelenmesinde Kullanılan Sıcaklık Değerleri.....	55
Çizelge III.15 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözelti Alınan Zaman Aralıkları	55
Çizelge IV.1 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri.....	57
Çizelge IV.2 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	59
Çizelge IV.3 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile	

Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	59
Çizelge IV.4 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyerli ve Atmosferik - Keriyersiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	60
Çizelge IV.5 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	60
Çizelge IV.6 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	62
Çizelge IV.7 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	62
Çizelge IV.8 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyerli ve Atmosferik - Keriyersiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	63
Çizelge IV.9 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	63
Çizelge IV.10 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	65
Çizelge IV.11 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	65
Çizelge IV.12 PBT Materyalin C.I. Dispers Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyerli ve Atmosferik - Keriyersiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	66
Çizelge IV.13 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Dispers Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	67
Çizelge IV.14 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	68
Çizelge IV.15 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	69
Çizelge IV.16 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	71
Çizelge IV.17 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	71
Çizelge IV.18 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Boyanmasına Ait CIELab Değerleri	73

Çizelge IV.19	C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri	74
Çizelge IV.20	C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri	76
Çizelge IV.21	C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri	78
Çizelge IV.22	C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri	80
Çizelge IV.23	PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	82
Çizelge IV.24	PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	84
Çizelge IV.25	PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	85
Çizelge IV.26	PAN/PBT Karışım Materyalin Çekim Özelliklerinin İncelenmesine Ait Hesaplamalarda Kullanılan Veriler.....	86
Çizelge IV.27	PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	87
Çizelge IV.28	PBT Materyale Ait Lif Yarıçapı ve İplikteki Filament Sayısı	88
Çizelge IV.29	PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	89
Çizelge IV.30	PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	91
Çizelge IV.31	PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	92
Çizelge IV.32	PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	94
Çizelge IV.33	PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri.....	95
Çizelge IV.34	Denge Durumunda Lif İçindeki ve Boya Banyosundaki Boyarmadde Miktarları	97
Çizelge IV.35	PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle Boyanmasına Ait Boyama Hız Sabitleri Difüzyon Katsayısı ve Difüzyonun Aktivasyon Enerjisi	98
Çizelge IV.36	Boyanmamış PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Test Sonuçları.....	102
Çizelge IV.37	Boyanmış PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti Test Sonuçları (g/tex).....	102
Çizelge IV.38	Boyanmış PBT Materyale Ait Kopma Uzaması Test Sonuçları (mm).....	102
Çizelge IV.39	Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyalin Kopma	

Mukavemeti Test Sonuçlarındaki Sapmalar	103
Çizelge IV.40 Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyalin Kopma Uzaması Test Sonuçlarındaki Sapmalar	103
Çizelge IV.41 Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Test Sonuçları	104
Çizelge IV.42 Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti Test Sonuçları (g/tex).....	104
Çizelge IV.43 Boyanmış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Uzaması Test Sonuçları (mm).....	104
Çizelge IV.44 Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyalin Kopma Mukavemeti Test Sonuçlarındaki Sapmalar	105
Çizelge IV.45 Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyalin Kopma Uzaması Test Sonuçlarındaki Sapmalar.....	105
Çizelge IV.46 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	106
Çizelge IV.47 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	106
Çizelge IV.48 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	106
Çizelge IV.49 PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri	107
Çizelge IV.50 PAN/PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	107
Çizelge IV.51 PAN/PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri	107
Çizelge A.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri.....	118
Çizelge A.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri.....	120
Çizelge A.3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri.....	120
Çizelge A.4 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri.....	122
Çizelge A.5 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri.....	122
Çizelge A.6 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri.....	123
Çizelge A.7 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	124
Çizelge A.8 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre	

C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	125
Çizelge A.9 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	126
Çizelge A.10 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	127
Çizelge A.11 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri	128
Çizelge A.12 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri	129
Çizelge B.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	130
Çizelge B.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri	131
Çizelge B.3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri	131
Çizelge B.4 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri	131
Çizelge B.5 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	132
Çizelge B.6 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	132
Çizelge B.7 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri.....	133
Çizelge B.8 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri	133

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yeryüzünde nüfus arttıkça, doğal lifler, insanların ihtiyaçlarına yetmemeye ve hammaddeleri doğada bulunmayan, çoğunlukla petrol yan ürünlerinden oluşan sentetik lifler üretilmeye başlamıştır [1, 3]. Sentetik lifler, birçok kusursuz tekstil özelliğine sahiptir ve tüketilen tüm lif miktarının %40'ından fazlasını oluşturmaktadır. Sentetik lifler olarak kabul edilen en önemli polimerler; poliester, poliamid ve poliakrilonitrildir [2].

Geçtiğimiz son birkaç yıl içinde, başarılı bir araştırmanın sonucu olarak, yeni bir poliester ipliği piyasaya girmiştir. Kimyasal olarak bakıldığında, bu yeni poliester ipliğinin PBT olduğu ortaya çıkmaktadır [17]. PBT, renkli ve renksiz her iki oluşum ve özellik bakımından, PET ile benzer özellikler taşıyan, yarı kristal bir polimerdir [26]. PBT, yüksek esneklik özelliğine sahiptir ancak elastomerik bir lif değildir [17, 23]. Hacimli ve yumuşak tutumlu bir lif olarak tanımlanır [23]. Boyutsal stabilite ve yüksek sıcaklıklarda iyi performans özelliklerine sahiptir, diğer liflerle karışım halde kullanılmaya elverişlidir [23, 29]. PBT, vücutta hareket rahatlığı ve hava geçirgenliği sağlar. Genel olarak, sportif giysilerde, iç giyimde ve elbiselik kumaşlarda kullanılır [23]. Günümüzde, PBT'nin dünya çapındaki üretim kapasitesi, yılda 400.000 ton'dan fazladır ve bu üretimin yaklaşık ¼'ünü Avrupa ülkeleri karşılamaktadır [29]. PBT lifinin en önemli özelliklerinden biri de, atmosferik ortamda, keriyersiz olarak kolayca boyanabilmesidir [23, 33].

Boyama, çözeltideki boyarmaddenin lif yüzeyine geçişi, boyarmaddenin lif yüzeyine adsorpsiyonu ve boyarmaddenin lif içerisine difüzyonu adımlarını gerektirir. Boyarmaddenin lif içerisine difüzyonu, boyarmadde - lif etkileşimleri ve lif moleküllerindeki mekanik engellerden dolayı, çözeltiye difüzyondan çok daha zordur [2]. Boyarmaddenin tekstil materyaline difüzyonuyla ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur [11].

Bu çalışmanın amacı; yeni bir lif olan PBT'nin, farklı boyama yöntemleriyle boyanması, boyama esnasındaki davranışlarının, boyamalara ait çekim özellikleri ve termodinamik parametreler yardımıyla ortaya çıkartılması, boyanmış materyallere ait haslık özellikleri ve renk ölçümü sonuçlarının belirlenmesi yoluyla, PBT lifinin, tek bileşen halindeyken ve PAN lifi ile karışım haldeyken sergilediği boyanma karakterizasyonlarının tespit edilmesidir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

II.1. GENEL BİLGİLER

Tez çalışmasında materyal olarak kullanılan PBT ve PAN liflerinin sentetik lifler olması dolayısıyla, sentetik liflerin tarihsel gelişim süreci ve özellikleri sunulmaktadır. PBT lifinin poliester türevi bir lif olmasından hareketle; PET, PBT ve PAN liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri anlatılmaktadır. Ayrıca, karışım lifler ve tez çalışmasında kullanılan “dispers” ve “bazik” boyarmadde grupları, bunların PET ve PAN lifleri ile olan etkileşimleri, boyama kinetiği ve termodinamik parametreler hakkında genel bilgiler kısaca anlatılmaktadır.

II.1.1. Sentetik Lifler

Elyafın ana maddesi olan polimer, bazı kimyasal maddelerden sentez yoluyla elde ediliyorsa sentetik lifler olarak adlandırılmaktadır [1].

Bu sınıftaki liflerin yapısını oluşturan polimerler doğada yoktur; basit monomerlerden sentetik olarak elde edilir. Genellikle, polimeri oluşturacak olan monomer veya monomerler, petrol veya kömürün ayrışsal damıtmasından elde edilmiş yan ürünlerdir [1].

Sentetik lifler olarak kabul edilen en önemli polimerler; poliamid, poliester ve poliakrilonitrildir. Poliamid ve poliester, ‘polikondenzasyon reaksiyonu’ ile, poliakrilonitril ise, ‘radikal adisyon polimerizasyonu’ ile üretilmektedir [2].

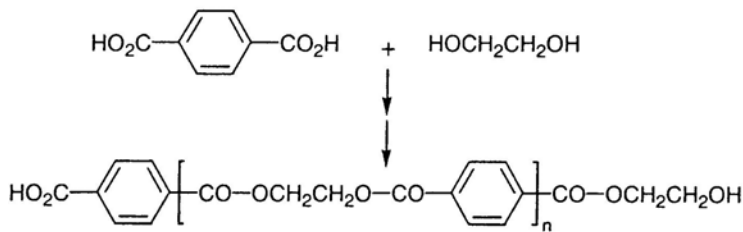
1930’larda. W.H. Carother’in yönetimi altında, Dupont’ta polimer oluşumuyla ilgili yapılan araştırma, ticari öneme sahip ve tamamı ile sentetik ilk lifin Nylon 6.6 olduğunu göstermektedir. İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra, polimer kimyası ve tekniği hızla gelişmiş ve 1948’lerde pazara giren tereftalik asit (1,4-benzendikarboksilik asit) ile etilen glikolden (1,2-etandiol) elde edilen poliestere yoğunlaşmıştır ve poliesteri 1950’lerde poliakrilonitril kopolimeri izlemiştir [2].

Tüm sentetik lifler, ya eritilmiş polimerlerin, ya da polimerin bir çözücü içerisindeki eriyiğinin, çok ufak delikler içeren metal plakadan çekilmesi suretiyle, sonsuz filamentler olarak üretilmektedir. Polimer filamentlerin çekimi de, iplik üretimi olarak adlandırılabilir, ancak, kesikli liflerin büküm ve çekimi ile elde edilen iplik üretiminden ayırmak gerekir. Polimerin eritilmesi suretiyle yapılan filament çekiminde, katı polimer filamentleri, eritilmiş polimerlerden çekilen liflerin çok hızlı bir biçimde soğutulması yoluyla elde edilirken; polimerin eriyikten çekilmesi suretiyle yapılan filament üretiminde, çözücünün buharlaştırılması veya koagülasyon banyosundaki uygun kimyasallarla uzaklaştırılması söz konusudur [2].

Giysi endüstrisinin ihtiyaçlarına göre değişiklik gösterebilen, geniş çeşitliliğe sahip her tür lifin eldesi mümkündür. Bu çeşitlilikler, monofilament, multifilament, kesikli lif eldesi, her incelik ve uzunlukta, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerin oluşturulabilmesidir. Sentetik liflerin en önemli üstünlüklerinden biri de, fiziksel ve kimyasal modifikasyonların nispeten kolay elde edilebilir olmasıdır [2].

II.1.1.1. PET Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Poliester, etilen glikol (1,2-etandiol) ve tereftalik asidin (1,4-benzendikarboksilik asit) kondenzasyonu ile üretilir [2].



Şekil II. 1 PET Lifinin Kimyasal Formülü [2]

Etilen glikol ve tereftalik asitten oluşan poliester, polietilen tereftalat (PET) olarak adlandırılır [2].

Modifiye olmamış homopoliester, kısaca 2GT olarak tanımlanır. Modifiye homopoliester ve kopoliester lifleri genel olarak, 1,4-di(hidroksimetil) sikloheksan, bütan- 1,4-diol gibi alternatif diollerle, adipik, sebatik, izoftalik veya 5-sülfo-izoftalik asit gibi dioik asit türlerini içermektedir [4].

Gerçek polimerizasyon işlemi, etilen glikol ve ester dimetil tereftalat ile başlayan ester değişimi reaksiyonudur [2].

İlk ticari biçimdeki poliester, Whinfield ve Dickson tarafından İngiltere’de 1941 yılında üretilmiştir [2].

Etilen glikol, petrol yan ürünlerinin ayrışsal damıtmasıyla elde edildiğinden, çok miktarda mevcuttur. Etilen, klorlu suda muamele edildiğinde, etilen klorhidrini oluşturur. Bu, sodyum karbonat veya kalsiyum hidroksit gibi alkalilerle ısıtıldığında, etilen glikole dönüşür. Ancak tereftalik asidin, ticari üretim için ekonomik olarak elde edilebilirliği, Whinfield ve Dickson’un orijinal üretimleriyle mümkün değildi. Yapılan yoğun çalışmalar sonrasında, paraksilenin saflaştırılması yoluyla tereftalik asidin endüstriyel boyutta üretimi mümkün olmuştur [3].

1.a. PET Liflerinin Üretimi

Polietilen tereftalat, dimetil tereftalat ve etilen glikol karışımının 150-210°C’de ısıtılması ve sodyum metoksit, magnezyum metoksit veya çinko borat gibi uygun katalizörlerin ilavesi ile elde edilir [3].

Filament üretimi Nylon 6.6 ile benzer şekilde gerçekleşmektedir. Eritilmiş poliester, kalın bir şerit halinde çekilir, soğutulur ve parçalanır. Karıştırılan polimer parçacıkları daha sonra azot ile tekrar eritilir ve filament halinde çekilir. PET lifleri orijinal uzunluklarının 4-5 katı kadar çekilmektedir. Bu işlem, polimer zincirlerinin yönlerini düzenlemekte ve kristalizasyonu sağlamaktadır [2].

PET liflerinin cam geçiş sıcaklığı (T_g) 80-90°C civarındadır ve oda sıcaklığında düşük plastikleşme özelliklerinden dolayı soğukta yapılan germe işlemi sonunda daha düzgünlük filamentler elde edilmektedir [2].

Sıcakta yapılan germe- çekme işleminde soğukta uygulanana nazaran daha dayanıklı filamentler elde edilir. Germe-çekme uygulanmamış poliester filamentlerinde kristalin bölge oranı %0 iken, gerilmiş liflerde bu değer, en az %55’e kadar çıkar. PET poliesterinde kristalinite oranı %65-85 arasındadır [1].

1.b. PET Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Poliester liflerinin yoğunluğu, bazı yapay ve doğal liflerle kıyaslandığında oldukça yüksektir (1.36-1.45 g/cm³). Bu değer polimerdeki kristalin alanların oranı ile değişir [1].

PET'in standart nem absorpsiyonu, sadece %0.4'tür ve dolayısıyla hidrofobik bir liftir [2].

Islakken, gerilme özelliklerinde önemli bir değişim olmamaktadır. Poliester materyaller, düşük su absorpsiyonlarından dolayı çabuk kurur. Termoplastik bir polimerdir ve bu yüzden sıcaklığa bağlı olarak gerilme özellikleri değişim gösterir. 2GT (poliester) lifi, 180°C'de, normal sıcaklıklarda sahip olduğu tenasitenin yaklaşık olarak yarısını sergilemekte ve uzama kabiliyeti azalmaktadır. Fiske edilmemiş filamentler, su veya hava ortamında çekmektedir. Bu nedenle poliester lifleri, üretimleri esnasında veya son işlem olarak fiske edilmekte, böylece boyutsal stabilite sağlanmaktadır [4].

Standart poliesterin uzama direnci iyidir ve bu, farklı bir tutum, kırılganlık tutmama ve kullanımda iyi boyutsal stabilite verir. PET, aşınmaya karşı dayanımlıdır, ama karışımlarda kullanıldığı zaman, eğer özel lif veya özel bitim işlemleri kullanılmamışsa lif boncuklaşması oluşturma eğilimindedir. Antistatik bitim işlemi uygulanmamışsa, statik elektrik yüklerin oluşumu lifin düşük nem alma özelliği ile izah edilir [5].

1.c. PET Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Poliester lifleri, bilinen birçok kimyasal maddeye karşı, normal şartlar altında direnç göstermekte ve birçok madde, dayanımları üzerinde çok az etki etmekte veya hiç etki etmemektedir [4].

Oksitleyici maddelere ve redüktif maddelere karşı dirençleri iyidir ve ağartma işleminde, lif rengi üzerinde önemli bir etkide bulunmasa da sodyum klorit, bunun dışında sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksit kullanılabilmektedir. Poliester lifleri, 100°C sıcaklığa kadar seyreltik alkalilerden etkilenmez ancak, kostik alkali çözeltileri polimere zarar verir ve kaynama sıcaklığına yaklaşıldıkça, zarar, tüm lif yüzeyini kaplar [4].

Poliester lifleri zayıf asit çözeltilerine karşı soğukta ve sıcakta oldukça dayanıklıdır. Derişik anorganik asitlerden de oda sıcaklığında etkilenmez. Ancak sıcaklık yükseldikçe etkilenme başlar. Özellikle nitrik asitte tamamen çözünür. Buna

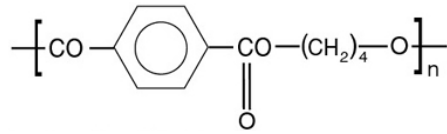
karşılık, derişik sülfürik asit çözeltisinden sıcakta kısa sürede etkilenmez. UV (ultra viole) ışınlardan bir miktar etkilenir [1].

PET lifleri, metilen klorit, kloroform, karbon tetraklorür, trikloretilen, perkloretilen, benzen, klorobenzen, toluen, ksilen, metil, etil ve propil alkoller, aseton, dioksan ve dietil eter gibi sıradan organik çözücülerde çözünmezler. Bütün bu organik çözücüler, oda sıcaklığında lif dayanımı üzerinde çok az etkiye sahiptir. Poliester lifler, fenol, kresol, klorlanmış fenol, anilin ve benzer maddelerle orta sıcaklık değerlerinde çözünürler [4].

PET lifleri, balık ağından yelken bezlerine, döşemelik kumaşlardan fantezi kumaşlara ve dikiş ipliklerine kadar çeşitli amaçlar için kullanılır [1].

II.1.1.2. PBT Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

PBT, termoplastik bir poliester lifidir. [24] 4GT olarak adlandırılan PBT, 1,4-bütillen glikol ve tereftalik asitten oluşan bir polimerdir [17].



Şekil II. 2 PBT Lifinin Kimyasal Formülü [29]

PBT, 1941 yılında Whinfield ve Dickson tarafından sentezlenmiştir [17]. PBT'nin üretimi iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlar; PBT reçinesi ve PBT bileşimidir. PBT bileşimi; PBT reçinesi ve UV ışınlarından koruyucu madde, yanmayı geciktirici madde gibi ilavelerle oluşturulan bir karışımdır. PBT reçinesi; PBT lifi, optik kablo kaplamaları, PBT filmi gibi amaçlarla kullanılırken, PBT bileşimi; otomobil aksesuarları, soğutucu fanlar ve elektrik düğmelerinin yapımında kullanılmaktadır [32].

PBT lifi, PBT reçinesinin bulunmasından bu yana birçok kuruluş tarafından kullanılmıştır. 1960'ların sonlarında Hoechst AG, kesikli PBT liflerini halı yapımında kullanmıştır. PBT polimeri, bikomponent lifler ve hacimli olarak üretilen iplikler için de uygundur [17].

PET polimeri ile karşılaştırıldığında, PBT polimeri, geniş pazar beklentileri için, geçmişte daha fazla fiyat sergilemiştir. Ancak, saf tereftalik asit ve daha verimli lif üretim tekniklerine dayanan polikondenzasyon işlemini etkin kılan teknolojik

gelişmeler, PBT polimer ve liflerinin düşük fiyatlarla elde edilebilir olmasını sağlamıştır [17].

PBT lifi; ısısal bozunma direnci, sürtünme ve giyim esnasındaki aşınmalara karşı dayanım, kusursuz yüzey düzgünlüğü, uzama yeteneği, yaş uzama geri kazanımı, klorlu suda yaş boyutsal stabilite, renk haslığı ve iyi boyanabilme gibi birçok özelliğin yanı sıra, iyi elektrik yalıtımı ve kimyasal maddelere karşı dayanım özellikleri de sergiler [17, 24, 25].

PBT gibi termoplastik lifler, neredeyse hiç kimyasal madde içermeksizin ve yaklaşık 200°C gibi sıcaklıkları içeren zor koşullarda verimli olarak performans gösterebilen liflerdir. PBT lifi, eriyikten çekilen, kesikli, monofilament, multifilament ve diğer biçimlerde, kimyasal maddelere ve yüksek sıcaklıklara dayanım göstermektedir. Bükümlü iplik olarak, giysi amaçlı tekstilde gayet iyi esneme ve rahatlık özelliklerine sahiptir. Yakından incelendiğinde, çok sayıda teknik tekstilin yapısında da ortaya çıkmaktadır [30].

Çizelge II.1 PBT Lifinin Özellikleri [17, 28]

Özellikler	
Lif Yoğunluğu (gcm ⁻³)	1.32-1.33
Nem Tutma (%)	0.4
Erime Noktası (°C)	221-226
Cam Geçiş Sıcaklığı (°C)	20-40
LOİ (Limit Oksijen İndeksi) (%)	21
Gerilme Dayanımı (cN/dtex)	3.5
Kopma Uzaması (%)	38
Başlangıç Young Modülü (cN/dtex)	23
%20 Esneklikte Gerilme Geri Kazanımı (%)	40
Kaynama Sıcaklığındaki Çekme (%)	15

PBT lifi, dayanıklı ve sağlamdır, yüksek sıcaklıklarda bile düşük bükülme özelliği sergilemektedir. Çok az nem absorplar ve yağ, çözücü, seyreltik asit, baz, tuz çözeltileri, organik kimyasallar ve ozon gibi birçok kimyasal maddeye dayanımı yüksektir. Bunların yanı sıra, mantar oluşumuna karşı da dirençlidirler ve çok uzun periyotlar sonunda suya batırılabilirler. Sıcaklığı 150°C'ye ulaşan su ve buhara, kısa süreli olarak maruz bırakıldıklarında dayanımlıdır. Geniş aralıktaki viskozitesi göz önüne alınırsa, PBT lifinin performansı, eğrilmiş ve eriyikten çekilmiş monofilament, kesikli lif ve multifilamentler için, hemen hemen tüm kumaş ve dokusuz yüzey işlemlerinde oldukça iyidir [30].

PBT lifi, yapısında var olan uzama özellikleri ile bilinen bir poliester lifidir [27]. İplikler, gizli esneklik özelliğini, yüksek sıcaklıklardaki muameleler veya genel

olarak boyama ve apresinde uygulanan yüksek elastik çekme ile kazanmaktadır [17, 33]. Boyama esnasındaki sürtünmeden önce, PBT'den elde edilen tekstüre iplikler, friksiyonlu tekstüre iplik yapısındaki PET ve PA (poliamid) gibi, iki boyutlu kıvrıma sahiptir. Boyama sonrasında, PET ve PA'nın iki boyutlu kıvrımı sürdürmelerine karşın, PBT, yeni üç boyutlu kıvrıma ulaşmaktadır. Bu üç boyutlu kıvrımlar, PBT'nin boyama esnasında kazandığı yüksek esnekliğin nedenidir. PBT tekstüre ipliğinin gizli esnekliği, tekstil teknolojisi uzmanlarını yeni üretimler yapmaya iten niteliklerden bir tanesidir [17].

PBT lifi, yaygın olarak karışım halde kullanılmaktadır. PBT lifinin yün ve akrilikle olan karışımlarında rahatça uzayabilen iplikler elde etmek mümkündür [31].

II.1.1.3. PET ve PBT Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması

PBT lifi, özel niteliklere sahip olmasından kaynaklanan başarılı bir üretim özelliği gösterir. Bu nitelikleri, PET ve PA liflerinin özellikleri ile karşılaştırmak mümkündür. Bu lifler, yüksek seviyede uzama ve uzama geri kazanımının istendiği giysi alanında rekabet etmektedir [17].

Çizelge II.2 PET ve PBT Liflerinin Özelliklerinin Karşılaştırılması [17]

Özellikler	PBT	PET
Cam Geçiş Sıcaklığı (°C)	20–40	69–81
Erime Sıcaklığı (°C)	221–226	253–260
Fiksaj Sıcaklığı (°C)	182–188	177–188
Dispers Boyarmaddelerle Boyanma Sıcaklığı (°C)	98–130	125–130
Lif Yoğunluğu (gcm ⁻³)	1.32–1.33	1.39
LOİ (%)	21	23

PET lifi ile karşılaştırıldığında, PBT, daha fazla uzama yeteneği, uzama geri kazanımı ve daha yumuşak bir tuşeye sahiptir. PBT lifi, daha düşük cam geçiş sıcaklığına sahip olduğundan, PET'ten daha düşük sıcaklıklarda “keriyersiz” olarak boyanabilmektedir [17].

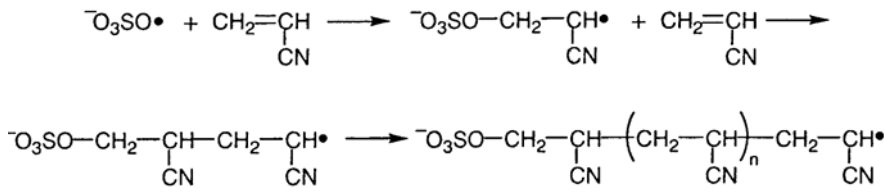
Sentetik polimerlerin pek çoğunda olduğu gibi, benzer endüstriyel işlemlere uğrayan PET polimeri de az miktarda, düşük molekül ağırlıklı bileşikler, yani “oligomer”leri içerir. 2GT içerisindeki oligomer, temelde, etilen tereftalatın siklik trimeridir [4]. Buna karşın, PBT lifinin boyanması, dokuma veya örme işlemleri esnasında oligomer problemi oluşmamaktadır [17].

PBT lifinin, PET lifine oranla daha hızlı kristallenebilme özelliği, daha hacimli olmasını sağlamasının yanı sıra, endüstriyel boyutta tercih edilme eğilimini de arttırmaktadır [17, 26]. Ancak, PBT'nin yüksek kristalizasyon eğilimi, ısı ile sertleşme özelliği bakımından PET'e göre dezavantaj yaratmaktadır. PET lifleri gibi, PBT lifleri de, leke, klor ve UV ışınlarına karşı dayanımlıdır [17].

Teknik tekstiller bakımından değerlendirildiğinde, PBT lifi, PET lifine kıyasla birçok üstünlüğe sahiptir. Hidrolize karşı, PET liflerine oranla daha dirençlidir ve daha hızlı kristallenebilmesi sayesinde işlem sonrası çekme ve tahrip olma eğilimi çok daha düşüktür. Ayrıca, PET'e göre, daha yumuşak ve esnek kumaşların üretimi mümkündür. Tüm bu nedenlerden dolayı PBT, gelecekte teknik tekstiller bakımından mükemmel bir aday olarak nitelendirilmektedir [30].

II.1.1.4. PAN Liflerinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Sodyum persülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$) ve bisülfıt başlangıç maddelerini kullanarak, akrilonitrilin sulu çözeltideki radikal polimerizasyonu, sülfat (SO_4^-) ve sülfonat son gruplarıyla birlikte poliakrilonitrili verir [2].



Şekil II. 3 PAN Lifinin Kimyasal Formülü [2]

Bir akrilik lifi, en azından ağırlığının %85'i kadar akrilonitril birimi içerir [2]. Bu birimler çoğunlukla, metakrilik asit, metilmetakrilat, vinil asetat veya benzer vinil bileşikleridir. Bu monomerlerin ilavesi ile akrilik liflerin boyanabilirlikleri, mekanik ve yapısal özellikleri gelişmektedir, ayrıca, Tg'si düşmektedir [4]. Tg, 60 – 120°C arasındadır. Eklenen komonomerin polarlık özelliklerine göre akrilik lifler, ya anyonik veya katyonik karakterde olurlar [1].

Akrilonitrilin polimerizasyonuna ait ilk deneysel çalışma, 1940'ta DuPont tarafından başlatılmış ve 1942 yılında az miktarda tekstil lifi, ticari denemeler için elde edilmiştir [3].

Ticari akrilik elyafı, diğer monomerlerin varlığında, genellikle sulu çözelti veya emülsiyon içerisinde, akrilonitrilin polimerizasyonu ile elde edilir [2]. PAN'ın çekilmesi, ticari olarak mevcut organik çözücülerde yetersiz çözünürlük sergilediği

için oldukça güçtür. PAN lifleri, dimetil formamid, kalsiyum tiyosiyanat, etilen karbonat gibi kuvvetli polar çözücüler içeren çözeltilerden çekilir. En uygun çözücü, dimetil formamiddir [3, 4]. PAN, yaklaşık 200°C olan erime noktasının civarındaki sıcaklıklarda bozunduğundan dolayı, filamentler, eriyikten yaş veya kuru eğirme ile çekilir [1, 3]. Çözücü, kuru eğirme yönteminde buharlaştırılmakta, yaş eğirme yönteminde ise yıkanarak uzaklaştırılmaktadır. Eğirme işleminin ardından lifler çekilmekte, kuru veya yaş ısıt işlemlerle mekanik özellikler, özellikle de tenasite ve hacim özellikleri geliştirilmektedir [4].

PAN lifleri, hidrofobik karakterlidir, nem çekimi %1-3 arasındadır. Nylon ve poliester gibi yüksek tenasiteye sahip değildir ancak, dayanımı, birçok tekstil uygulaması için yeterlidir. PAN kumaşlar, sıcakta fiske edilebilir ancak, Nylon ve PET'ten farklı olarak bu fiksaj, kristaliniteyi arttırmaz. Filamentler ısıya maruz kaldığında kolayca uzar ve ısıt işlemlerle uzatma işlemi, filamentlerde gerilime neden olur. Bu özellik, hacimli liflerin üretilmesine olanak sağlar. Yüksek hacimli (high - bulk) akrilik liflerin büyük bir kısmı, başlangıçta ısıt işleme tabi tutma, ardından buharlama işleminin yapılması yoluyla üretilir [2].

PAN lifleri, oldukça iyi mekaniksel özellikler sergiler. Işığa maruz bırakıldığında çok az sararma gösterir veya hiç sararmaz [2]. Seyretilik bazlarda, lif yüzeyinde meydana gelen hidroliz ve sabunlaşma nedeniyle, polimerleşme derecesi düşer ve sararır. Derişik baz çözeltilerinde ise bozunur. Asitlere karşı, bazik çözeltilerden daha dayanıklıdır. Asit çözeltilerinde, ancak çok uzun süre kalırsa zarar görür. Yükseltgenlerden etkilenmez [1].

PAN lifleri, tüketim olarak Nylon ve poliesterin arkasındadır [2]. Temelde, kesikli lif olarak kullanılırlar [4]. Dolgun, sıcak ve yumuşak bir tutuma sahip olmaları, özellikle örme yapılarda kuru halde kırışıklık tutmama gibi özellikleriyle yün lifine benzer özellikler sergileyen PAN lifleri, günümüzde birçok yün örme materyalin yerini almıştır [2, 5].

II.1.2. Karışım Lifler

Karışım lifler ifadesi, iplik veya kumaşın, birden fazla farklı lifi içermesi anlamına geldiği gibi, farklı liflerin birlikte çekilerek iplik yapılması anlamına da gelir [13]. Karışım, iplik üreticileri tarafından, iki ya da daha fazla lif bileşeninin bir dizi işlem sonunda karıştırılarak tek bir ipliğe dönüştürülmesi olarak tanımlanır [6].

Doğal lifler, tutum, ısı tutma gibi özelliklerinden dolayı, daha dayanımlı ve sağlam olan sentetik liflerle karıştırılır [13]. Sentetik liflerin, özellikle de poliesterin üretiminin yıldan yıla artması, geniş kullanım alanları, üstün özellikleri ve ekonomik olarak elde edilebilir olmaları, pamuk ve yün gibi doğal liflerin üretiminin ise sınırlı olması, sentetik ve doğal lif karışımlarının kullanımını arttırmaktadır. Sentetik lifler, dayanıklılık, ısıyla şekil alabilme, yıkama ve kullanım kolaylığı sağlama gibi üstünlüklerinin yanı sıra, düşük nem absorpsiyonu, statik elektriklenme eğilimi, yetersiz ısı direnci, boncuklanma gibi olumsuz özelliklere de sahiptir. Ancak, doğal liflerle karışım yapılması suretiyle, birçok dezavantajın azaltılması mümkündür. Sentetik lifler, doğal liflerle incelik ve uzunluk bakımında uyum gösterebildiğinden dolayı, karışım için uygundur [34]. Çok sayıda farklı lifin kombinasyonundan birkaçı tekstil endüstrisinde ticari öneme sahiptir ve yapılan çalışmalar, karışım lifler için bazı tipik uygulamalar olduğunu göstermiştir [13].

Yapay lif polimerlerinin lif çekimi esnasında veya filament halinde birleştirilmesi esasına dayanan “bikomponent” lif üretimi de karışım liflere örnektir. Karışım materyallerin ortaya çıkmasındaki etkenler, ekonomik olması, dayanıklılık, fiziksel özellikler, renk çeşitliliği yaratması ve dış görünüş özellikleri olarak sıralanabilir [6].

Karışım boyamada, bir bileşen için kullanılan boyarmadde, kolaylıkla diğer bileşeni lekeleyebilir. Renk tutturmada sıkıntı yaratır ve haslıkları olumsuz etkiler. Özellikle sentetik/doğal lif karışımlarının boyanmasında, boyarmadde seçimi çok önemlidir. Düzgünsüz boyama, karışım liflerin boyanmasında çok önemli bir sorundur. Düzgünsüzlük, sadece görsel olarak dikkat çekecek boyutta olmayabilir. Aynı renk derinliğinin hedeflendiği boyamalarda, renk tutturma işleminde, karışım oranı, yüzey özellikleri gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Karışımı oluşturan bileşenlerin, renk tonu ve derinliği arasındaki denge, görünümü önemli ölçüde etkiler[34].

Karışım içerisindeki iki lif türü, aynı boyarmadde sınıfı ile boyanmayabilir. Çoğu durumda, her bir bileşen için farklı boyarmadde sınıfları gerekir ve bu boyarmaddeler, tek banyo veya çoklu banyo teknikleri kullanılarak uygulanır. Boyarmaddelerin uyumluluğu, haslık özellikleri ve boyarmaddelerin, boyamayı gerçekleştirdiği lif dışındaki diğer bileşeni lekelemesi gibi unsurlar, boyamanın tek banyoda gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirler [13].

II.2. BOYARMADDELER VE LİFLERLE ETKİLEŞİMLERİ

II.2.1. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Bu boyarmadde sınıfı, ismini, uygulamanın sudaki dispersiyonlarında yapılmasından almaktadır [7]. Dispers boyarmaddeler, suda az çözünebilen ve birkaç hidrofobik life substantivitesi olan boyarmaddeler olarak tanımlanır [4]. Sulu banyoda, dispersleme maddeleri ile düzgün süspansiyonlar oluşturabilirler [2]. Sulu ortamda boyama yapıldığında, en azından boyama prosesinin başlangıç aşamasında, boyarmaddenin lif içerisine geçişi, oldukça seyreltik bir sulu çözeltiden gerçekleşir ve bu geçiş, süspansiyondaki boyarmadde partiküllerinin sürekli olarak çözünmesi yoluyla yenilenir [4]. Su, çok az miktarda boyarmaddeyi monomoleküler formda çözer. Dispers boyarmaddeler, non-iyonik organik bileşikler olduğundan, çoğunlukla düşük molekül ağırlığına sahiptir ve birçoğu ısı ile süblimleşir. Bu sayede boyama, boyarmaddenin buharları vasıtasıyla da gerçekleşebilir [2]. Dispers boyarmaddelerin bu özelliği, birçok boyama prosesinin de temelini oluşturur. Emdirme prosesi ve ısı transferi yoluyla yapılan baskı işlemleri, bu proseslerden bazılarıdır [4].

Dispers boyarmaddelerin temel kullanım alanı, selüloz asetat ve poliester elyafın renklendirilmesidir. Ayrıca, Nylon ve akrilik liflerin boyanmasında da kullanılır [4].

II.2.1.1. Dispers Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı

Dispers boyarmaddelerin birçoğu, non-iyonik monoazo veya antrakinin yapıları ve düşük molekül ağırlıklıdır [2].

Temelde, dispers boyarmaddelerin kimyasal yapısı şu şekilde gruplanır:

- Nitrodifenilamin
- Azo
- Antrakinin

Nitrodifenilamin grubu; temel olarak sarı ve turuncu boyarmaddelerdir. Ucuzdur ve yapımı kolaydır. Poliester ve asetat liflerinin boyanmasında iyi haslık özellikleri sunar. Gelişmiş süblimasyon haslığı özellikleri, polar gruplar

içermelerinden veya molekül büyüklüğünün artmasından kaynaklanır. Azo grubu; birkaç mor ve mavi rengin yanı sıra, çoğunlukla sarı, turuncu ve kırmızı boyarmaddelerdir. Çok geniş ve önemli bir boyarmadde grubudur. Antrakinon grubu ise; mavimsi kırmızı, mor, mavi ve mavimsi yeşil renkleri içerirler. Bu boyarmadde sınıfı da oldukça büyük ve önemlidir. Parlak renkler sunarlar ve boyama şartları altında, hidrofobik life uygulanmaları sırasında stabilizasyon problemi yaratmazlar[4].

Dispers boyarmaddelerde, polar gruplar ve su arasındaki dipol etkileşimleri ve hidrojen bağları gibi etkileşimler, suda çözünürlük için çok önemlidir. Bu etkileşimler, dispersiyon gücünün yanı sıra, boyarmadde moleküllerinin lifteki polar gruplara bağlanmasını da sağlar [2].

II.2.1.2. Dispers Boyarmaddelerin Fiziksel Özellikleri

Saf dispers boyarmaddeler, 150-250°C sıcaklıkta eriyebilen, düşük molekül ağırlıklı katı kristallerdir ve bozunmadan süblimleşebilirler. 80°C'deki suda çözünürlüğü, 0.2-100 mg/L arasında değişir. Çözünürlüğü, sıcaklıkla logaritmik olarak arttığından, uygulamada, boya banyosu sıcaklığı 130°C olarak ayarlanır [4].

Dispers boyarmaddeler, tüm boyama koşulları altında, çözüldükten moleküler olarak disperslenir. Sulu dispersiyonlar şeklinde uygulandığından, partikül boyutu ve dispersiyon stabilitesi son derece önemlidir. İdeal olarak, ticari bir dispers boyarmaddenin, suya ilave edildiğinde hızlı bir biçimde disperslenmesi ve uygun partikül boyutlarında (<1µ) stabil dispersiyonlar vermesi istenir. Ayrıca, dispersiyon, boyama esnasında en yüksek sıcaklığa ulaşıldığında ve keriyer, düzgünleştirici maddeler gibi diğer boya banyosu ilavelerinin varlığında da stabilizasyonu korumalıdır [4].

II.2.1.3. Dispers Boyarmaddelerin Dispersiyonu

Dispersleme maddelerinin fonksiyonu, her bir boyarmadde partikülünün yüzeyini, adsorplanmış dispersleme maddesinin, monomoleküler tabakasıyla kaplamaktır. Bu kimyasallar çoğunlukla, anyonik polimerler olduğundan, polimer zincirlerinin daha hidrofobik kısımları, polimerin anyonik gruplarıyla birlikte hidrofobik boyarmadde partiküllerinin yüzeyine adsorplanır [2].

Boyama banyosunda dispersleme maddelerinin olması, boyarmaddenin sudaki çözünürlüğünü artırır. Bu nedenle, boyama çekimi düşer. Bu, çözeltideki

dispersleme maddesinin misellerinin çok sayıda boyarmadde molekülünü çözmesinden kaynaklanır. Katı haldeki boyarmadde moleküllerinin oranı, dispersleme maddesinin misel sayısından çok daha fazladır [2].

II.2.1.4. Dispers Boyarmaddelerin Haslık Özellikleri

Dispers boyarmaddelerle, sentetik ve asetat liflerinin boyanmasında, yıkama ve ışık haslıkları genellikle orta seviyededir veya iyidir [2]. Uzun süre UV ve günışığı altında kalan dispers boyarmaddelerle boyanmış tekstil materyallerinde büyük ölçüde solma gözlenir [7]. Dispers boyarmaddelerle poliesterin boyanmasında, yıkama haslığı, boyarmadde kalıntılarının boyama sonrasında ne kadar iyi uzaklaştırılabildiğine bağlıdır. Fiksaj, kurutma gibi ısı işlemler esnasında, dispers boyarmaddelerin poliester lifi içerisinden yüzeyine olan göçü, yıkama, kuru temizleme ve sürtme haslıklarını düşürebilir [2].

Dispers boyarmaddelerde, süblimleşme özelliği görülür. Süblimleşme sonunda, renkli madde buharlaşacağından, renkte solma ortaya çıkar. Bu tür boyarmaddelerle boyanmış materyalde, sıcak ütülemede, boyarmaddenin buharlaşıp elyafı terk etmesi sonucunda renk kaybı olur [7].

II.2.1.5. PET Lifinin Dispers Boyarmaddelerle Boyanması

Modifiye olmamış poliester lifleri, suda az çözünürlüğe sahip boyarmaddelerle boyanır. Bu boyarmaddeler, dispers ve azoik boyarmaddelerdir. Bazık, kükürt, reaktif, krom, metal kompleks, asit ve direkt boyarmaddeler gibi diğer boyarmadde grupları da poliester elyafı renklendirir. Ancak, bu renklendirme, çoğu kez elyaf yüzeyinin lekelenmesi ile sınırlıdır [4].

Poliester lifleri, 70-80°C'nin altındaki sıcaklıklarda boyanamaz. 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda difüzyon hızı çok yavaştır ve kaynama sıcaklığı, yeterli boyarmadde çekimini sağlayamaz. Boyama hızı, küçük moleküler boyuttaki, yüksek difüzyon katsayısına sahip boyarmaddelerle yapıldığında yüksektir [2]. Ticari kabul edilebilirlik seviyesi için boyama hızı, ya çalışma sıcaklığının 130°C civarına ulaşması, ya da kaynama sıcaklığında bir boyama hızlandırıcısı kullanımı ile artırılabilir [4].

Boyama prosesi sonunda, elyaf tarafından absorplanan boyarmadde ile banyoda kalan boyarmadde arasında dinamik bir denge vardır. Buradan, boyarmaddenin elyafa geçişinin monomoleküler bir çözeltiden gerçekleştiği ve

boyama prosesinin ilk aşaması esnasındaki konsantrasyonun, banyo içerisinde dispersiyon halindeki katı boyarmadde partiküllerinin kademeli çözünmesiyle korunduğu sonucuna varılabilir [4].

Boyama prosesinin mekanizması, birbirini izleyen dört aşamadan oluşur:

- Boyarmaddenin bir kısmı, boya banyosunun suyu içerisinde çözünür.
- Boyarmadde molekülleri, çözeltiden elyaf üzerine geçer.
- Boya banyosundaki çözelti, dispersiyondan daha fazla miktardaki katı maddenin çözünmesiyle yenilenir.
- Adsorplanan boyarmadde, lif içerisinde monomoleküler olarak difüzenir[4].

Poliester elyaf, dispers boyarmaddeler için yüksek bir afiniteye sahiptir ve elyaf üzerindeki başlangıç adsorpsiyonunun hızla oluştuğu veya en azından sulu çözeltideki çözünürlüğün mümkün kıldığı ölçüde, boyamanın hızlı bir şekilde gerçekleştiği bilinmektedir. Elyaf içerisindeki düşük difüzyon hızı, boyarmadde moleküllerinin geçişini engeller ve sulu çözeltideki boyarmadde konsantrasyonu ile lif üzerindeki boyarmadde konsantrasyonu denge seviyesine yaklaşır. Bu şartlar oluştuğunda, boya banyosundan elyafa olan geçiş hızı, iç difüzyon hızı ile belirlenir. Elyaf üzerindeki konsantrasyon, geçiş aşaması sonlanıncaya dek sabit kalır [4].

5.a. HT Boyama Prosesi

Poliesterin dispers boyarmaddelerle kaynama sıcaklığında boyanması, boyarmaddenin life olan difüzyon hızının düşük olmasından dolayı yavaştır [2]. Boyarmaddenin, banyo içinde, lif ve çözelti arasındaki dağılım katsayısı, banyonun sıcaklığı arttıkça düşer. Yüksek boyama sıcaklıkları, boyama prosesinin daha hızlı tamamlanmasını sağlar. Düşük sıcaklıklarda yapılan boyamalar, yeterli zaman kullanılmadığı ve dispersiyonun niteliği bu zaman dilimi boyunca korunmadığı takdirde daha güç olacaktır. 130°C’de, dispers boyarmaddelerin sudaki çözünürlüğü, 95°C’deki değerinden 3.5 kat daha fazladır [4].

Yüksek sıcaklıklarda, basınç altında, keriysiz gerçekleştirilen boyamada, boyama hızı önemli ölçüde artar. Boyanacak olan poliester materyalin türüne göre, uygun boyama sıcaklığı ve süresi belirlenmelidir. Boyama süresi, sıcaklık kontrolü altında, boyarmadde çekim hızı ve düzgün boyarmadde absorpsiyonu dikkate alınarak en az düzeyde belirlenir. Boyama süresinin belirlenmesinde, boyama hızının dengeye ulaşması da göz önünde bulundurulmalıdır [2].

Poliester lifinin dispers boyarmaddelerle, HT boyama prosesine göre boyanmasında, boyama banyosunun pH'sı, amonyum sülfat ile formik asit veya asetik asit kullanımı, ya da yalnızca asetik asit ilavesiyle 4.5-5.5 olarak ayarlanır. Zayıf asidik karakterli boyama banyosu, yıkama esnasında kalan ve poliesterin dayanımını düşürebilecek hidroliz olayını kolaylıkla katalizleyebilecek olan alkali kalıntılarını nötralize eder [2].

5.b. Keriyeerli Boyama Prosesi

Yüksek sıcaklıklarda boyamanın birçok üstünlüğü olmasına karşın, karışımdaki diğer elyafın, bu ağır koşullara dayanıklı olmaması, uygun donanımın bulunmayışı veya diğer faktörler, yüksek sıcaklıklarda boyamayı, istenmeyen durum haline dönüştürebilir [4].

Keriyeer, boya banyosu içerisinde çözünebilen veya emülsiyeye olabilen ve boyama hızını arttıran organik bileşiklerdir [2].

1947-1950 yılları arasında 300'e yakın boyama hızlandırıcısı üzerinde çalışılmıştır. Keriyeer etkisi yaratabilecek bileşikler; fenolik bileşikler, primer aminler, hidrokarbonlar ve eterler olmak üzere dört grupta toplanır [4]. Toplam etki, polimerin cam geçiş sıcaklığının düşürülmesiyle görülebilir. Bu sayede polimer zincirlerinin hareketi artar ve serbest bir hacim oluşur. Ayrıca, keriyeer, boyarmaddenin daha çözünür olduğu durumlarda, lif yüzeyinin etrafını sıvı film şeklinde kaplar, bu da boyarmaddenin life geçiş hızını artırır [2].

Etkili keriyeer maddelerinin birçoğu suda az çözünür özelliktedir ve boyama dispersiyonunun stabilitesini engellemeyecek, uygun stabilizatörler içeren emülsiyonlar halinde kullanılırlar [4]. Günümüzde, keriyeerlerin kullanımı, kötü kokuları, boyama sonrasında lif üzerinden uzaklaştırılamamaları ve bazı boyarmaddelerin ışık haslıklarına olan olumsuz etkileri nedeniyle yaygınlığını kaybetmiştir [2].

5.c. Termosol Boyama Prosesi

Poliester materyalin boyama hızı, proses sıcaklığı arttırıldıkça arttığından, yaklaşık 200°C'de, çok kısa sürede, tamamı ile penetre olmuş boyamalar elde etmek mümkündür. Emdirme – termofiksaj veya emdirme – fırınlama prosesleri bu özelliği kullanır ve dispers boyarmaddelerin kuru ısı altında elyafa transfer olabilmesinden yararlanır. Çoğunlukla dokuma veya örme kumaş halindeki materyal, su içerisine

disperslenmiş olan boyarmadde çözeltisine daldırılır, kurutulur ve ardından 190-225°C arasında değişen (genellikle 210°C) sıcaklıklarda 1-2 dakika fırınlanır [4]. Kumaş, maksimum sıcaklığa ulaşır ulaşmaz, dispers boyarmadde süblimleşmeye, poliester ise boyarmadde buharlarını absorplamaya başlar. Süblimasyon hızı düşük olduğunda, boyarmadde partikülleri lifler arasında kalır, yüksek olduğunda ise, boyarmadde buharları, poliesterin absorplayabileceğinden çok daha hızlı birikir ve liflerin yakınından geçerek, çoğunlukla makine duvarlarında kalır. Bu nedenle, fiksaj süresi ve sıcaklığı, uygun süblimasyon hızı ve istenen renge ulaşılabilmesi için dikkatle kontrol edilmelidir [2].

Basit boyama mekanizmasına rağmen, termosol boyama yönteminde bazı teknik problemler ortaya çıkabilir. İstenilen boyamanın elde edilebilmesi için, boyarmadde partikülleri, kumaş üzerinde düzgün bir dağılıma sahip olmalıdır. Bu nedenle, düzgün dispersiyon ve emdirme çok önemlidir. Süblimasyon aşamasında, boyarmaddenin buharlaşma hızı ile bu buharların lif tarafından absorpsiyonu arasındaki denge sağlanmalıdır [2].

Termosol boyama prosesi, temel olarak, şerit ve kemer gibi poliester dar dokuma kumaşların ve poliester/selülozik karışım elyafın, özellikle de poliester/pamuk karışımlarının boyanmasında kullanılır [2, 4].

5.d. Organik Çözücülerle Boyama Prosesi

Organik çözücülerin, boyama banyosu veya sulu banyolarda boyama yardımcı maddesi olarak kullanımına olan ilgi, sekonder asetatın gelişiminin ilk yıllarına kadar uzanır. Bu alandaki ilk çalışmalar, daha az zehirli ve tercihen suda çözünür karakterdeki alkoller, aldehitler ve ketonlar gibi çözücüler üzerine yoğunlaşmıştır. Yapılan ilk prosesler, poliester film veya elyafın, su ile karışabilen, yüksek kaynama noktasına sahip gliserol veya dietilen glikol gibi sıvılarda, dispers boyarmadde çözeltilerinin kullanılmasını içerir. Materyaller, 180°C'deki çözeltilere 10-30 saniye kadar daldırılmakta ve ardından su ile durulanmaktadır [4].

Suya olan talep ve maliyetin artması gibi birçok faktör, klorlanmış hidrokarbon çözücülerin kullanımını yaygınlaştırmıştır. Kolayca buharlaşabilen ve geri kazanılabilen çözücülerin kullanımı, atık problemini azaltmıştır. Son yıllarda, perkloretilen buharları içinde, poliester elyafın dispers boyarmaddelerle boyanması esasına dayanan yöntem bulunmuştur. Boyama ortamı olarak perkloretilenin kullanımının, hem avantaj, hem de dezavantajları vardır. Perkloretilen, birçok dispers

boyarmaddeyi çözer, tekstil materyalini hızlı bir şekilde ıslatır, Tg'yi indirerek poliester elyafı üzerinde kısmen keriyer faaliyeti gösterir. 121°C olan çözücünün kaynama sıcaklığına yaklaşıldığında, dispers boyarmadde elyaf içerisine hızla difüze olur ve denge çekim değerlerine hızlı bir biçimde ulaşılır. Çözücünün düşük buharlaşma sıcaklığı, boyama sonrasında elyaftan uzaklaştırılmasını ve geri kazanımını kolaylaştırır. Ancak, birçok dispers boyarmaddenin perkloretilenden çektirilmeleri oldukça zordur [4].

Poliester lifinin çözücülerle boyanması, uygun donanımlara sahip olunmasına karşın, henüz ticari yaygınlık kazanmamıştır [4].

5.e. Oligomerler

Siklik trimer ile triglikol ve tridiasit birimleri gibi küçük miktarlardaki siklik oligomerler, polikondenzasyon reaksiyonlarının daima yan ürünleridir. PET lifi, %1-4 oranında oligomer içerir. Oligomerler, yüksek erime sıcaklığına sahiptir ve yeterince sıcak suda çözünürler. Basınç altında yapılan boyamalarda liften ayrılırlar. Oligomerler, PET lifi yüzeyine, buharlı sıcak fiksaj ve kuru fiksaj esnasında da göç ederler. Materyal üzerinde veya makine duvarlarında beyaz toz şeklinde görünürler. Materyal üzerinde, daha koyu boyanmış noktaların oluşmasına neden olabilirler ve bobin iplik boyamada, boya banyosunun akışını engelleyebilirler[2].

Siklik tris(etilen teraftalat), kristal yapılı bir maddedir, 314-319°C sıcaklıkta erir ve ksilen, dioksan, kloroform, karbontetraklorit ve benzer çözücülerde çözünür, soğuk dietileter ve soğuk asetonda çözünmez. Kuvvetli alkali çözeltilerinde hidroliz olmalarına rağmen, suda çözünürlükleri çok az olduğundan, işlem çok yavaştır. Erimiş poliester polimeri içerisinde çözünme eğilimi gösterirler. Ancak, yeterli enerji sağlandığında, katılaşmış materyalin dış yüzeyine göç etme eğilimleri vardır. Molekül hacmi, tipik bir antrakinin yapılı dispers boyarmaddeden üç kat daha fazla olduğundan, boyarmaddeden daha yavaş göç ettiği düşünülmektedir. Elyaf yüzeyindeki oligomer kalıntıları, lif içerisinde yeniden çözünmenin sonucu olarak, 210-220°C'deki yüksek sıcaklıklı son işlemlerle azaltılabilir. 130°C'de, siklik trimer, 5 g/L'lik sodyum hidroksit çözeltisinden etkilenir. Bu, kalıntıların temizlenmesi işleminin temelini oluşturur [4]. Boya banyosunun soğutulması, oligomerlerin, lif ve makinenin yüzeyine birikme riskini doğurmaktadır. Bu nedenle, çektirme boya banyoları, genellikle sıcakken boşaltılmaktadır [2].

II.2.1.6. PAN Lifinin Dispers Boyarmaddelerle Etkileşimleri

Akrilik lifler, dispers boyarmaddelerle boyanabilir, ancak, boyarmadde absorpsiyonu sınırlıdır ve renk verimi düşüktür [2]. Boyama mekanizması, poliesterin boyanmasına benzer. Poliesterle karşılaştırıldığında, çok düşük denge katsayısı ve akrilik elyafın boyanma hızının, boyarmaddenin elyafa olan yüksek difüzyon hızı dolayısıyla fazla olması yüzünden, ulaşılabilir renk derinliği sınırlıdır [4]. Akrilik liflerin plastikleşme ve çekme özelliklerinden dolayı, 100°C'nin üzerinde yapılan boyamalar, bu problemi çözemez. Yine, yüksek sıcaklıklarda plastikleşme sergilediğinden, boya banyosunun hızlı bir şekilde soğutulması, kumaşta kırışıklıklar oluşmasına neden olabilir. Boya banyosu yavaş soğutulduğu takdirde ise, kumaş yüzeyinde absorplanmamış boyarmadde partikülleri birikebilir ve bu durumda, boyama sonrası yıkama işlemine gerek duyulabilir. Akrilik liflerin boyanmasında, dispers boyarmaddeler, düzgün boyama ve iyi haslık özellikleri sergiler, ancak, boyama açık renk tonlarıyla sınırlıdır [2].

II.2.2. Bazik Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Bazik boyarmaddeler, sulu çözeltide bağlarını kopararak, renkli katyonlar veren boyarmaddeler olarak tanımlanır [4].

Bazik boyarmaddeler çoğunlukla parlak renklere sahiptir ve yüksek boyama gücü gösterirler. Birçok bazik boyarmadde, doğal liflere olan düşük ışık haslığı özellikleri nedeniyle kullanımdan kalkmıştır. Ancak, birkaçı kâğıt ve deri boyamacılığında ve mürekkep yapımında kullanılmaktadır [2].

En önemli özellikleri, parlak renkler vermeleridir. 1950'lerde akrilik elyafın ortaya çıkmasıyla birlikte, çok daha iyi ışık haslıkları elde edilmeye başlanmıştır. Bu, düzgün boyama özellikleri ve koyu renklerde iyi yaş haslıklar sunabilmeleriyle birleşmiş ve böylece bazik boyarmaddeler büyük önem kazanmıştır [4]. Rengin solmasına karşı direncin gelişmesi, akrilik liflerin bazik boyarmaddelere karşı substantivitesinin yüksek olması ve daha hidrofobik yapıdaki akrilik elyafın, su ve oksijen alımının sınırlandırılmış olmasından kaynaklanmaktadır [2, 7].

Bazik boyarmaddeler, lifleri, iyon değişimi ile oluşan anyonik bölgeler vasıtasıyla boyar. Bu, basit direkt boyama işlemidir. Katyonik boyarmaddeleri çökeltme ihtimalinden dolayı, anyonik yardımcı maddelerden kaçınılmalıdır.

Katyonik boyarmaddeler, aşırı oksidasyon sonucu, anyonik karboksilat grupları üretilmediği sürece pamuğa karşı çok düşük afinite gösterir. Günümüzde, bazik boyarmaddelerin en önemli kullanım alanı, anyonik akrilik ve modakrilik liflerinin boyanmasıdır. Bunun yanı sıra, az da olsa, modifiye nylon ve poliesterin boyanmasında kullanılmaktadır [2].

Akrilik lifleri tarafından boyarmaddenin adsorpsiyonu, anyonik sülfonat ve sülfat polimer son grupları ile katyonik boyarmadde molekülleri arasında etkileşim gerektirmektedir [2]. Cam geçiş sıcaklığının üstünde, akrilik elyaf, bazik boyarmaddeyi hızlı bir biçimde lif yüzeyine absorplar. Ancak, özellikle 100°C'nin altındaki sıcaklıklarda yüzeyden life olan difüzyon oldukça yavaştır [4].

II.2.2.1. Bazik Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı

Bazik boyarmaddeler, birçok farklı kimyasal sınıfa sahiptir. Eski bazik boyarmaddelerin birçoğu, difenilmetan, trifenilmetan, heterosiklik azin, oksazin, polimetin veya amino-azo bileşiklerinden oluşmaktaydı. Akrilik elyafın bulunmasıyla birlikte, yeni bazik boyarmaddeler, bu yeni lifi boyamak amacıyla üretilmeye başlanmıştır. Bunların birçoğu ise, kuarterner amonyum bileşikleriyle renkli kısmın parçası olmayan sınırlı katyonik yüklerden oluşmaktadır [2].

Bazik boyarmaddeler, kimyasal olarak üç grupta toplanabilir:

- Sınırlandırılmamış Pozitif Yük Taşıyan Boyarmaddeler:

Bu grup, parlak ve boyama gücü yüksek boyarmaddeleri içerir. Ancak, ışık haslıkları düşüktür. Triarilmetan, azin ve oksazin renkli grupları ile çok sayıda metin yapılı eski boyarmaddeleri içerir.

- Sınırlandırılmış Pozitif Yük Taşıyan Boyarmaddeler:

Pozitif yük, renkli sistem içerisinde sınırlandırılmıştır. Bu boyarmaddeler, doymuş hidrokarbon halkalarından izole edilmiştir. Işık haslıkları, çoğunlukla yüksektir.

- Onyum Tuzları ile Oluşturulan Boyarmaddeler:

Bu boyarmadde molekülleri, normalde pozitif yük taşımazlar. Ancak, asidik koşullarda katyon şeklini alırlar. Bu nedenle boyama, pH'ya bağlıdır [4].

Bazik boyarmaddeler, alkolde kolaylıkla çözünür. Suda çözünmez özellikte değildir. Ancak, çözünmediği durumlarda, yapışkan kütlelere dönüşür ve çözelti haline getirmek güçleşir [3].

II.2.2.2. PAN Lifinin Bazik Boyarmaddelerle Boyanması

Akrilik lifler, birçok farklı anyonik grup içerebilir. Sınırlı sayıda sülfat ve sülfonat grupları içeren türler olabilir. Bazı türlerde ise, polimerizasyon öncesinde akrilonitrile eklenen, akrilik asit veya benzer komonomerlerden oluşan, kayda değer sayıda karboksilat grupları bulunabilir. Bu anyonik gruplar, katyonik boyarmaddelere olan substantiviteden sorumludur [2].

Akrilik elyafın bazik boyarmaddelerle boyanması, iyon değişimi veya basit iyon dağılımı olarak tanımlanan bir mekanizma ile gerçekleşir [4]. Basit iyon değişimi mekanizması, akrilik elyafın boyanmasındaki birçok unsuru açıklasa da, işlem, iyon değişimi mekanizmasından çok daha karmaşıktır. Sülfonat ve sülfat grupları, banyodaki pH değişimine bağlı olarak değişim göstermez. Ancak, karboksilat grupları için durum farklıdır. Asidik çözeltilerde, karboksilat grupları proton alır ve negatif yükleri nötralleştirir [2].

Bazik boyarmaddelerin akrilik elyafı üzerine adsorpsiyonu, “Langmuir İzotermi” ile tanımlanır. Langmuir İzotermi’ne göre, doygunluk, düşük konsantrasyonlarda meydana gelir. Bunun anlamı, uygulamada, çok geniş konsantrasyon aralığı kullanıldığında, lif yüzeyinin boyarmadde ile doyacak olmasıdır. Doygun lif yüzeyine kolayca erişilebilir. Bu nedenle, açık renk boyamalar hariç, boyama, işlem süresince, dengeye ulaşıncaya kadar, lif yüzeyindeki sabit boyarmadde tabakasından gerçekleşir. Boyama hızı, bu yüzden, banyo oranından bağımsızdır [4].

Akrilik lifi, çektirme yöntemine göre, çoğunlukla 85-105°C arasında boyanır. Boyama hızı, standart koşullar altında, farklı bazik boyarmadde ve akrilik lifler için değişir. Uygulamada bu çeşitliliğe cevap vermek, sıcaklığın kontrolü ve yardımcı madde ilavesiyle mümkündür. Boyama hızı; difüzyon katsayısı, standart boyama süresi ve boyama hızı sabitleri gibi uygun özelliklerden yararlanılarak, hem lif, hem de boyarmadde için belirlenebilir. Bazik boyarmaddelerin birçoğu akrilik lifine karşı çok az migrasyon sergilediklerinden, boyama, mümkün olduğu kadar, başlangıç anından itibaren düzgünleştirilmelidir [4].

Akrilik lifin bazik boyarmaddelerle boyanması, asetik asit, sodyum asetat, non – iyonik ıslatıcı ve dispersleme maddesi içeren zayıf asidik ortamda gerçekleşir [2]. Boyama hızının kontrol altına alınması ve düzgün bir boyamanın gerçekleştirilmesi için boyama banyosunun zayıf asidik olması gerekir. pH, sadece asetik asit veya

sodyum asetat/asetik asit tampon çözeltilerinin kullanımıyla 4.5-5.5 aralığında dengede tutulur [2, 16]. pH: 5 civarında yapılan boyama, lif içerisindeki karboksilik asit gruplarının bağlarını koparmasını engeller ve böylece, boyama hızı kontrol altına alınmış olur. Düzgün boyamanın gerçekleşmesi, pH ve boyama sıcaklığının kontrolünün yanı sıra, katyonik retarder kullanımını da gerektirir [2].

2.a. Katyonik Retarderler

Katyonik retarderler, suda, life afinitesi olan renksiz katyonlardır. Çoğunlukla, uzun alifatik halkalar içeren kuarterner amin bileşikleridir ve aromatik gruplar afinitelerini belirler. Bu katyonlar, lif içerisindeki ve yüzeyindeki boyanabilir bölgeler için boyarmadde katyonlarıyla yarışır. Lif yüzeyindeki bazı boyarmadde katyonlarıyla yer değiştirirler. Bu nedenle, boyarmaddenin difüzyon için konsantrasyon etkililiği azalır [4].

Katyonik retarderler, “renksiz boyarmaddeler” olarak tanımlanır. Çekim hızını azaltması ve bağıl doygunluğu arttırması ile katyonik retarderlerin etkisi ikiye katlanır. Bu ikili etki, boyama düzgünlüğünü arttırır ancak, “aşırı doyma” ve “bloklanma” tehlikesi yaratır [4].

2.b. Anyonik ve Non – İyonik Retarder Sistemleri

Anyonik retarderler, life çok az afinitesi olan veya hiç afinitesi olmayan bileşiklerin ilavesiyle oluşturulmuş, katyonik boyarmaddelerle etkileşme özelliğine sahip, anyonik bileşiklerdir [4]. Anyonik retarderler, banyoda, bazik boyarmaddelerle kompleks haldedir ve çözeltideki serbest boyarmadde moleküllerinin sayısını azaltır [2]. Serbest boyarmadde katyonlarının konsantrasyonu, lif yüzeyindeki istenen doygunluk değerine ulaşıncaya kadar azalmaya devam eder ve boyama, yüzeydeki doymuş tabaka üzerinden ilerlemez. Boyama hızı ve çekim dengesi azalır ve kinetik yasaları geçerliliğini uzun süre koruyamaz. Çökmeyi önlemek için genellikle fazla miktarda retarder kullanılır. Ayrıca non-iyonik dispersleme maddeleri de ilave edilir [4]. Katyonik retarderlere göre, daha az kullanıma sahiptirler [2].

2.c. PAN Lifinin Bazik Boyarmaddelerle Boyanmasında Işık Haslığı

Bazik boyarmaddelerin akrilik lifleri boyamasında ışık haslığı, genel olarak diğer tür liflerden daha yüksektir. Akrilik liflerin bazik boyarmaddelere karşı inert olması, normal şartlarda lif içerisindeki oksijenin düşük olmasından kaynaklanır.

Difüzyon katsayısı, cam geçiş sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda, ışık haslığı üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Akrilik gibi yüksek polarite özelliği gösteren liflerin boyanmasında, koyu ve açık renklerin ışık haslıkları arasında çok az fark vardır [16].

II.2.2.3. PET Lifinin Bazik Boyarmaddelerle Etkileşimleri

5-sülfoftalik asit ilavesiyle anyonik bölgelere sahip olan modifiye poliestere, açık polimer yapısından ve anyonik grupların varlığından dolayı, bazik boyarmaddelerle boyanabilir. Boyama, çoğunlukla, basınçlı ortamda, zayıf asidik çözeltilerle ve 120°C'yi aşmayan sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Bazik boyarmaddeler, modifiye poliestere, keriye ilavesi olsa dahi oldukça yavaş difüze olurlar. İki renk etkisi yaratılmak istendiğinde, bazik boyarmaddelerle boyanabilir modifiye poliestere ve diğer poliestere, karışım halde, bazik ve dispers boyarmadde içeren boya banyosunda boyanır. Boyamada, bazik boyarmaddenin, anyonik boyarmadde, dispersleme maddesi ve keriye tarafından çöktürülmesini engellemek amacıyla yeterli miktarda non-iyonik emülgatör ilavesi yapılmalıdır [2].

II.2.3. Karışım Liflerin Boyanması

II.2.3.1. PET/PAN Karışımlarının Boyanması

PET/PAN karışımları, örme veya dokuma, döşemelik kumaş, dış giyim, elbiselik kumaş ve sportif giysilerde önemli bir yer tutar. Poliestere, karışıma, dayanım, boyutsal stabilite ve beyazlık gibi özellikler katarken; akrilik ise, yumuşaklık, hacim, kullanım rahatlığı ve renk çeşitliliği özellikleri sağlar [6].

PET/PAN kumaşlar, boyanmadan önce, pH: 4'te, non-iyonik bir yıkama maddesi ile yıkanır ve 185-190°C'de fiske edilir. Açık veya orta renk şiddetine sahip uygun dispers boyarmaddelerle, kaynama sıcaklığında, metilnaftalin esaslı keriye kullanımı ile boyama gerçekleştirilir. Aynı yöntem, kontrast renkler gibi farklı renk etkileri yaratılmak istendiğinde, çökelmeyi önleyici madde, uygun dispers boyarmaddeler ve non-iyonik karakterli keriye ilavesi ile kullanılabilir. Katyonik retarderlerle kompleks oluşturarak akrilik liflerin dispers boyarmaddelerden lekelenme riskini arttırabileceğinden veya bazik boyarmaddelerle kompleks oluşturarak istenmeyen boyama etkilerine neden olabileceğinden dolayı, anyonik dispersleme maddelerinden şiddetle kaçınılmalıdır. Ayrıca, anyonik dispersleme

maddeleri, katyonik boyarmadde veya retarderlerin bulunduğu ortamda, düşük emülsiyon stabilizasyonuna neden olabilirler. Dispers boyarmaddelerin akrilik liflerini lekelemesinin bir diğer olumsuz yanı da, bazik boyarmaddelerin akrilik lifi üzerindeki ışık haslığını düşürmesidir. Dispers boyarmaddelerin yarattığı lekelenme, 60°C’de, sodyum ditiyonit, amonyak ve non-iyonik yıkama maddesi ile gerçekleştirilen işlem ile giderilmelidir [6].

İki aşamalı boyama yönteminde, bazik boyarmaddeler için anyonik retarder kullanımı söz konusudur. İlk aşamada, poliestere, pH: 7-8’de, birbirleriyle uyumlu anyonik retarder, anyonik keriyer ve non-iyonik çökelmeyi önleyici madde içeren sistemde, dispers boyarmaddeler ile boyanır. Daha sonra, pH, asetik asit ilavesiyle 5’e düşürülür ve bazik boyarmaddeler eklenerek, boyama sıcaklığı kaynama noktasına ulaştırılır. Bu sayede, akrilik liflerin boyanması ve dispers boyarmaddelerin, poliesterin iç kısımlarına difüzyonu sağlanmış olur. 60°C’de, non-iyonik yıkama maddesi, amonyak ve sodyum ditiyonit ile yapılan yıkama ile proses sonlandırılır [6].

PET/PAN karışımlarının tek banyoda boyanmasında, akrilik kısmının boyanmasında etkili olan bazik boyarmadde, katyonik retarder gibi katyonik maddeler ve poliestere kısmının boyanmasında etkili olan dispers boyarmadde, keriyer gibi anyonik maddeler arasındaki uyumsuzlıklardan kaynaklanacak olan düzgünsüzlükleri en aza indirmek çok önemlidir. Tek veya iki banyoda uygulanan boyama yöntemleri, farklı renk etkilerinin, düşük fiyatlarla elde edilmesine olanak tanır. Çoğunlukla, farklı renk etkileri yaratılmak istendiğinde, akriliğin daha koyu renklerde boyanması tercih edilir [6].

II.2.3.2. PET ve PAN Lifleri İçeren Diğer Karışımların Boyanması

II.2.3.2.1. PET Lifi İçeren Karışımların Boyanması

1.a. PET/Selülozik Lif Karışımlarının Boyanması

Poliester liflerin, pamuk ve viskon ile karışımları, yün ile oluşturulan benzer karışımlardan çok daha büyük miktarlarda üretilmektedir. Bu duruma, PET/Selülozik lif karışımlarının proseslerinin daha kolay olması, etkili temizlenme sağlanabilmesi, çok amaçlı uygulamalara olanak tanınması, boyama ve bitim işlemlerinde çok çeşitli etkilerin yaratılmasının mümkün olması gibi faktörler etki etmektedir. PET/Selülozik lif karışımları, sentetik ve doğal liflerin fiziksel özellikleri arasındaki farklılıkları,

çok iyi bir biçimde uyumlu hale getirir. PET/Selülozik dokuma kumaşlar, gömleklik, çarşaflik ve elbiselik kumaşlarda, dış giyimde ve iş giysilerinde önemli bir yer tutar. PET/Selülozik lif karışımli dokuma kumaşların çok büyük bir kısmı, kesiksiz boyama yöntemleri ile boyanır. PET/Selülozik örme kumaşlar ise, sportif giysilerde ve elbiseliklerde kullanılır. Örme kumaşlar, düşük boyutsal stabilitelelerinden dolayı, kesiksiz boyama yöntemleri için uygun değildir [6].

PET/Selülozik dokuma kumaşların, kesiksiz olarak boyanması, tekstil boyama endüstrisinde, çok önemli alanlardan birisidir. Dokuma kumaşların boyanması ve fiksajı, halat kırığı tehlikesi olmaksızın, aynı anda gerçekleştirilebilir. PET/Selülozik lif karışımlarının kesiksiz olarak boyanmasında, hazırlık işlemleri büyük önem taşır. Boyama öncesinde, yakma, enzimlerle haşıl sökme, peroksitle ağartma, meriserizasyon ve termofiksaj gibi işlemlerin her biri, kesiksiz olarak gerçekleştirilebilir. Bu hazırlık işlemleri, aynı zamanda, poliester yüzeyindeki kirlenici maddeleri de yok eder. Boyama öncesi termofiksaj ise, termosol boyama yöntemi esnasında ulaşılacak yüksek sıcaklıklarda, boyutsal stabilitenin korunması için önemlidir. PET kısmının boyanması için, kumaş, boyarmadde dispersiyonu ve ıslatıcı içeren banyodan, pH: 5-6'da geçirilir. Termofiksaj işleminden önce, dispers boyarmadde, dispergator ve ıslatıcılarla birlikte kumaşın kırık alanlarında agregatlar oluştururlar. Kurutma ve termofiksaj sırasında, daha küçük agregatlar dispers boyarmadde moleküllerini serbest bırakır ve böylece bu moleküller lif yüzeyine geçer. Dispers boyarmaddenin poliester lifi içine difüzyonu ise, boyarmaddenin monomoleküler formda olması ve termofiksaj sıcaklığına ulaşılması durumunda gerçekleşir. Optimum fiksaj şartları, boyamanın derinlik ve süblimasyon haslığına bağlı olduğu kadar, termofiksaj ünitesinin tasarım ve verimliliğine de bağlıdır. İşlem sıcaklığı 205-220°C arasındadır. Bu sıcaklıklarda yapılan termofiksaj, istenilen renk verimi ve haslık değerlerini sunmada yeterlidir. Termosol işleminden sonra uygulanan redüktif yıkama, poliester lifte istenilen haslık değerlerine ulaşılması ve selülozik lifteki dispers boyarmadde kaynaklı lekelenmelerin uzaklaştırılması için önemlidir [6].

Reaktif ve küp boyarmaddeler, karışımın selülozik kısmının boyanması için temel seçeneklerdir. Tek banyo veya iki banyoda, dispers ve reaktif boyarmaddelerin kullanımına dayanan proses, orta renk şiddetlerinde çok iyi haslık ve parlaklık özellikleri sunar. Materyal, yüksek reaktiviteye sahip boyarmaddeler ile, migrasyonu azaltması amacıyla sodyum bikarbonat ve tuz içeren banyodan geçirilir. Bu işlemi,

90°C'deki kurutma izler. Emdirme esnasında çözünürlüğü ve renk verimini arttırması amacıyla, üre ilavesi de yapılır. Kurutma sonrasında kumaş, 200-220°C'de termofikse edilir ve kaynar suda sabunla yıkanır [6].

1.b. PET/Yün Karışımlarının Boyanması

Genel olarak tüm PET/Yün karışımları, dış giyimde kullanılır. Yün örme kumaşlardan farklı olarak, PET/Yün karışım kumaşlar, levent halinde boyanabilir ve yıkamada daha iyi boyutsal stabilite sergiler. Poliester lifler, karbonizasyon, dinkleme gibi, yün hazırlık işlemlerine dirençlidirler. PET/Yün karışımlarının boyanmasında, poliester kısmının boyanması için dispers, yünün boyanması için ise asit dink boyarmaddeler veya 1:2 metal kompleks boyarmaddelerden yararlanılır. Her iki boyarmadde sınıfı için de seyreltik asidik koşullar uygun olduğundan, pH ayarlanmasında problem yaşanmaz. En önemli parametre, sıcaklıktır. Dispers boyarmaddelerin en aktif olduğu 130°C sıcaklık, yünde kayda değer bozunmalara neden olabilir. En uygun sıcaklık değeri olan 95-120°C aralığı, düşük veya orta enerjili dispers boyarmaddeler için de uygundur [6].

Boyama; her bir bileşenin ayrı ayrı stok veya tops halinde boyanması, karışım ipliğin boyanması veya karışım kumaşın açık en veya halat halinde boyanması şeklinde gerçekleştirilebilir. Bileşenlerin, karıştırma işlemi öncesinde ayrı ayrı boyanmasında, çok iyi haslık değerlerine sahip boyarmaddelerin seçimi ve düzgün boyama özelliklerinin yaratılması mümkündür. Poliester, 130°C'de, çok iyi süblimasyon haslığına sahip yüksek enerjili boyarmaddelerle boyanabilir. Yün ise, stok veya tops halinde, reaktif krom, 1:2 metal kompleks veya asit dink boyarmaddeleri ile boyanabilir. Karışım ipliğin boyanmasında ise, en önemli faktör, boyama esnasında ipliğin çekmesidir. %3-5 arasındaki çekme, kabul edilebilir bir değerdir. PET/Yün karışım kumaşların aksine, karışım ipliklerin, boyama öncesinde fiske edilmesine gerek yoktur. Dispers boyarmaddeler, fiske edilmemiş poliestere yüksek afinite gösterdiğinden, yüksek veya orta enerjili dispers boyarmaddeler 105°C'de uygulandığında, yüksek süblimasyon haslığı verir ve yünü daha az lekeler. Levent boyamada, kumaş hareketsiz, banyo hareketli olduğundan, kumaş için mekanik bir hareket söz konusu değildir, dolayısıyla keçeleşme problemi oluşmaz. PET/Yün karışımların boyanmasında, önemli problemlerden biri de, kaynama sıcaklığının üstündeki sıcaklıklarda boya banyosunun pH'sını kontrol etmenin güç olmasıdır. Yün içerisinde gerçekleşen kimyasal değişimler, pH'nın artmasına neden

olur. pH: 7'nin üzerine çıkıldığı durumlarda, dispers boyarmadde stabil bir dispersiyon oluşturmaz hale gelir. Ayrıca, yün zarar görür. Genellikle, asetat/asetik asit tampon çözeltilerinden yararlanılır [6].

1.c.PET/Nylon Karışımlarının Boyanması

PET/Nylon karışımları, dış giyim ve koruyucu giysilerde çok iyi dayanım ve sağlamlık özellikleri sergiler. Poliester iplikler, fiske tutma üstünlüklerinden dolayı, nyлона göre dış görünüş özelliklerini daha uzun süre koruyabilirler [6].

Dispers boyarmaddelerin poliestere olan afinitesi, nyлона olan afinitesinden çok daha iyidir. Ancak, nyлона olan difüzyon hızı da, poliesterden daha yüksektir. Bu nedenle, birçok dispers boyarmadde, PET/Nylon karışımlarında, nylon kısmını, kaynama sıcaklığında keriyer kullanılmaksızın çok daha iyi boyar. PET/Nylon karışımlarının boyanmasında, aynı renk tonu elde edilmek istendiğinde, dispers boyarmadde seçimi ve boyama sıcaklığı önemlidir. Difüzyon hızı yüksek olan boyarmaddeler, daha iyi sonuçlar verecektir. Nylon, 60°C'de, hemen hemen tüm dispers boyarmaddeyi absorplar. Ancak, sıcaklık arttığında, boyarmaddenin poliestere olan geçiş hızı, sıcaklığın artış hızı ile kontrol edilebilir. Nylonu boyamak için kullanılan asit boyarmaddelerle, gölgeli renk etkileri elde etmek mümkündür. Birçok asit boyarmadde, pH: 4'te ve 90-95°C aralığında, Nylon boyamada kullanılan düzgünleştirici maddelerin de ilavesiyle, poliesteri düzgün bir biçimde boyar [6].

II.2.3.2.2. PAN Lifi İçeren Karışımların Boyanması

2.a. Selülozik/PAN Karışımlarının Boyanması

Selülozik/PAN karışımları, en önemli akrilik karışımlarındandır. Selülozik lif; ekonomiklik, nem tutma ve antistatik özellikler, akrilik lifi ise; ısı yalıtımı, buruşmazlık ve aşınma dayanımı özellikleri sunar. Selülozik/PAN karışımlarının en önemli özellikleri, dayanımlı olmalarıdır. Döşemelik kumaşlarda ve halılarda kullanılırlar [6].

Selülozik/PAN karışımlarının, açık veya orta renk şiddetlerinde, tek banyoda, direkt ve bazik boyarmaddelerle boyanması mümkündür. Ancak, boyarmaddelerin çökeltme riski vardır. Dikkatli bazik boyarmadde seçimi ve non-iyonik çökeltmeyi engelleyici madde ilavesi gerekir. Boyarmaddeler arasındaki uyumsuzluk, küçük moleküllü bazik boyarmadde ve elektrolit kullanılmadığı ortamda, düşük agregat eğilimi sergileyen, nispeten hidrofil multisülfonat direkt boyarmaddelerin seçimi ile

giderilebilir. Öncelikle selülozik kısım, 80°C’de, pH:5-6’da direkt boyarmaddelerle boyanır. Boya banyosuna, Glauber tuzu ve alkanol polioksietilen çökmeyi önleyici madde ilave edilir. PAN kısmında, istenilen renk şiddetine erişilmesi için, kaynama sıcaklığına ulaşıldığında, bazik boyarmadde ve anyonik retarder ilavesi yapılır. Gerektiği durumlarda, direkt boyarmadde çekimini arttırmak için, Glauber tuzu eklenebilir [6].

2.b. Yün/PAN Karışımlarının Boyanması

Yün/PAN karışımları, boyutsal stabilite, uzama ve aşınma dayanımı gibi özelliklerinden dolayı büyük öneme sahiptir. Özellikle, ısı yalıtımının önemli olduğu, süveter, etek veya elbiselerde tercih edilirler. Akrilik lifler, yüne uygulanan, dinkleme, dekatürleme gibi işlemlere dayanım gösterebildiğinden, karıştırılmadan önce jel veya stok halinde boyanabilir [6].

Açık renklerde yapılacak olan boyama için, boyama banyosu, 50°C’de, asetik asit, tuz, anyonik retarder ve alkanol polioksietilen çökmeyi önleyici madde ilavesiyle, pH: 4-5 olarak ayarlanır. Anyonik ve bazik boyarmaddeler, ayrı ayrı ilave edilir ve sıcaklık arttırılarak, bazik boyarmaddenin çekim hızını yavaşlatmak amacıyla 90°C’de sabitlenir. Yün kısmının boyanması için, kaynama sıcaklığında, anyonik boyarmadde ilavesi yapılır. Orta renk şiddetleri için ise, boyamaya 50°C’de, tuz, non-iyonik çökmeyi engelleyici madde ve anyonik boyarmadde ilavesiyle pH: 6-7’de başlanır. Yünün düzgün bir biçimde boyanmasını sağlamak amacıyla, sıcaklık 80°C’ye yükseltilir. Akrilik kısmın boyanması için, asetik asit (pH: 4-5), anyonik retarder ve bazik boyarmadde ilavesi yapılarak kaynama sıcaklığında boyama gerçekleştirilir. Koyu renklerin eldesi için, öncelikle kaynama sıcaklığında bazik boyarmadde ve katyonik retarder içeren banyoda, pH: 5’te akrilik kısmı boyanır. Daha sonra, yünde oluşan lekelenmeleri gidermek amacıyla, 80-90°C’de non-iyonik yıkama maddesi ile yıkama yapılır. Yünün boyanması ise, kaynama sıcaklığında, pH: 6-7’de, 1:2 metal kompleks veya asit dink boyarmaddeleri ve düzgünleştirici madde kullanılması yoluyla gerçekleştirilir [6].

2.c. Nylon/PAN Karışımlarının Boyanması

Nylon/PAN karışımları, temel olarak, çorap, süveter, sportif giysiler ve yüzücü giysilerinde, blanket, döşemelik kumaş ve yer kaplamalarında kullanılır. Nylon/PAN

karışımları, tutum ve görünüm olarak yüne benzer, ancak, sağlamlık, daha iyi gerilme ve aşınma dayanımı özellikleri sunar [6].

Nylon/PAN kumaşların tek banyo yöntemine göre boyanmasında, boyamadan önce, seyreltik amonyak ve alkilfenol polioksietilen yıkama maddesi içeren banyoda, 50-60°C’de yıkama işlemi gerçekleştirilir. Bazı boyarmadde eklenmeden önce, banyoya Glauber tuzu ilave edilir ve 40°C’de, asetik asit yardımıyla pH: 4-5 olarak ayarlanır. 80-85°C’de asit boyarmadde, nylon tarafından absorplandıktan sonra, kaynama sıcaklığına çıkılarak, bazı boyarmadde ile akrilik kısmın boyanması sağlanır. Bazı boyarmaddenin nylonda oluşturduğu lekelenmeler, boyama sonrasında, asidik formaldehit sülfö oksilat ile pH: 4-5’te ve 70°C sıcaklıkta yapılan yıkama işlemi ile uzaklaştırılır. Koyu renkler, genellikle daha uzun süren iki aşamalı prosese göre boyanır. Öncelikle akrilik kısmı, kaynama sıcaklığında, pH: 4-5’te, bazı boyarmaddelerle boyanır. Ardından boya banyosu yavaşça 70°C’ye soğutulur ve sülfürik asit yardımıyla, pH: 2-3 olarak ayarlanır. Nylon kısmının boyanması ise, 1:1 metal kompleks boyarmadde ve kompleks yapılı alkil amin polioksietilen madde ilavesiyle, kaynama sıcaklığında gerçekleştirilir [6].

II.2.4. Boyama Kinetiği

Boyama işlemi, şu üç aşamada gerçekleşmektedir:

- Boyarmaddenin çözeltiye difüzyonu,
- Boyarmaddenin lifin dış yüzeyine adsorpsiyonu,
- Boyarmaddenin lifin içine difüzyonu [11, 14].

Son adım, bu zincirdeki en yavaş adım olarak kabul edilmektedir. Adsorpsiyon adımı, difüzyonla karşılaştırıldığında, yalnızca boyarmadde moleküllerinin lif yüzeyine çarpmasını gerektirdiği için, zaman almayacaktır. Lif yüzeyinin oluşturduğu mekanik hareket engeli ve lif ile boyarmadde arasındaki yavaşlatıcı güçlerden dolayı, lif içine olan boyarmadde difüzyonu, dış çözeltiden çok daha yavaştır. Bu nedenle, boyama banyosundaki boyarmaddenin lif yüzeyine ulaşması, lif içine difüzyonundan daha hızlı olacaktır. Böylece, boyarmadde lif yüzeyinde birikecek ve dış yüzey ile çözelti arasındaki denge konsantrasyonu, adsorpsiyon izotermi doğrultusunda, çözelti içerisindeki boyarmadde konsantrasyonu ile belirlenecektir. Daha sonraki boyarmadde adsorpsiyonu, boyarmaddenin lifin dış yüzeyinden iç tabakalarına doğru difüzyonu olarak meydana gelecektir. Çözeltideki

boyarmadde konsantrasyonu sabit tutulduğunda, toplam boyama hızı, lif içerisindeki difüzyon hızı ile kontrol edilebilir. Bu, banyodaki boyarmadde miktarı sınırlandırıldığında ve adsorpsiyon derecesi çok yüksek olup, sistemdeki hemen hemen tüm boyarmaddenin lifin dış yüzeyine alındığı durumlarda her zaman doğru olmayabilir. Bu koşullar altında, boyama son derece hızlı gerçekleşecek ve boyama hızı, temelde, zincirin ilk adımıyla belirlenmiş olacaktır [11].

Boyarmaddenin lif içerisine difüzyonu, pH ve sıcaklık kadar, kullanılan yardımcı maddelere de bağlıdır. Çok sayıda teorik denklem, boyarmaddenin lif içerisindeki difüzyon hızının belirlendiği, toplam boyama hızını açıklamaktadır [14]. Boyama hızının tespiti, boyama dengesinin tespitine kıyasla, uygulamada daha büyük bir öneme sahiptir. Çünkü ticari olarak uygulanan çok az sayıda boyama prosesi, dengeye ulaşmaktadır. Boyama hızı, çok sayıda değişkene bağlıdır. Bunlar; boyama banyosunun karışma derecesi, banyo oranı, materyalin türü ve oluşumu, boyama banyosunun sıcaklığı ve pH'sı, boyama yardımcı maddelerinin miktarı ve boyarmaddenin substantivitesidir [2].

Uygulamada boyama hızı, boyama banyosunun belirli boyama koşullarında, zamana bağlı olarak çekimini ifade eder, bu, sabit sıcaklıkta belirlenebileceği gibi, birçok uygulama amaçlı çalışmada, sıcaklık değişimi söz konusudur. Boyarmaddelerin boyama karakterizasyonlarının saptanmasıyla birlikte, aynı şartlarda, aynı çekim hızını sağlayan, birbirleriyle uyumlu boyarmaddelerin seçimi mümkün olacaktır. Tipik bir çekim eğrisi, boyama banyosu çekildikçe yavaş yavaş azalan boyama hızını ve denge durumunu gösterir. Çekim eğrileri, çoğunlukla, “yarı boyama süresi” ve “denge çekimi” terimleriyle özetlenir. Yarı boyama süresi, dengedeki değerin %50'sine ulaşılan çekimi ifade eder. İzotermal boyama hızı, zaman arttıkça sürekli olarak azalır ve dengede sifıra ulaşır. Yarı boyama süresi, boyama süresinin belirlenmesinde, uygun veriler sunar. Kısa yarı boyama süresine sahip bir boyarmadde, uzun yarı boyama süresine sahip olan boyarmaddeye göre daha hızlı absorplanır. Ancak, bu yaklaşım, bazı sınırlılıklar içerir. En önemli eleştiri, son çekim değerleri farklı olan iki boyarmaddenin, yarı boyama sürelerinin aynı olabileceği, ancak, aynı boyama hızını sağlayamayacaklarıdır. Bu nedenle, uyumlu boyarmaddelerin yarı boyama sürelerinin mutlaka aynı olması gerekmez. Ayrıca, açık renklere, koyu renk tonlarına göre başlangıçta daha hızlı bir çekim gerçekleştirilir ve son çekim daha yüksektir. Bu nedenle, yarı boyama süresi, aslında kullanılan boyarmadde miktarına bağlıdır sonucuna varılabilir [2].

Poliester liflerin dispers boyarmaddelerle boyanmasında, boyama kinetiği, Fick, Vickerstaff, Patterson, Crank ve Hill gibi birçok yazar tarafından incelenmiştir. Poliester lifleri içerisine dispers boyarmaddelerin difüzyonu, hem sınırlı (finite), hem de sınırsız (infinite) boyama banyosu koşullarında gerçekleştirilebilir. Sınırsız boyama banyosu olması durumunda, banyodaki boyarmadde konsantrasyonu, çekim işlemi esnasında değişmemektedir. Sınırlı boyama banyosunda ise, lif yüzeyindeki boyarmadde konsantrasyonu, poliester lifi içerisindeki ve banyodaki boyarmadde konsantrasyonu dengeye ulaşınca dek, sürekli olarak azalmaktadır. Zamana bağlı boyarmadde çekimi, boyama hızı sabiti ve difüzyon katsayısının hesaplanmasında kullanılmaktadır [11].

II.2.5. Termodinamik Parametreler

Termodinamik; hacim, basınç, sıcaklık ve konsantrasyon gibi önemli değişkenler ve bu değişkenlerin aralarındaki ilişki ile ilgili bir terimdir. Termodinamik, öngörülerde bulunulmasını sağlar. Bu nedenle önemli bir konudur. Bu öngörüler, başlangıç ve bitiş (denge durumu) halleri arasındaki değişimlerden ibarettir. Değişim hızı, öngörülemez. Termodinamiğe göre denge durumu, sistemin, önemli değişiklikler meydana gelmeyecek duruma gelmesi olarak tanımlanır [10].

II.2.5.1. Boyama Hızı ve Difüzyon Katsayısı

Difüzyon; maddenin, rast gele bir moleküler hareket sonucu, sistemin bir fazından, diğer fazına geçişidir. Bu geçiş, sistemdeki konsantrasyon ve kimyasal potansiyelin dengeye ulaşmasıyla sonlanır. Birden çok faz olduğunda, difüzlenen maddenin kimyasal potansiyeli, doğru dinamik dengeye ulaşıldığında, her bir fazdaki konsantrasyon önemli ölçüde değişim gösterse de, sistem boyunca sabit duruma gelir. Boyama proseslerinde, lif ve lifin daldırıldığı boyarmadde çözeltisi fazları mevcuttur. Boyarmaddenin, çözeltiden lifin iç kısımlarına geçişi, basit bir transfer işlemi gibi görünse de, aslında, boyama mekanizması oldukça karmaşıktır [10]. Boyarmadde moleküllerinin lif içerisine difüzyonunda, yüzey içerisinde serbest hacim oluşur. Bu serbest hacim, polimer içerisinde, moleküllerin termal hareketi ile geçici olarak şekillenen boşluklar olarak kabul edilir ve boyarmadde molekülleri, bu boş alanlara penetre olur. Aynı sıcaklıkta, molekül zincirlerinin termal hareketi, polimerin kimyasal yapılanması, sertlik ve sıklığı ile doğrudan ilişkilidir. Başka bir

ifadeyle, hızlı difüzyona, daha yumuşak ve gevşek bir polimer yapısıyla ulaşılabilir [15]. Difüzyon işleminin karmaşıklığı göz önüne alındığında, gerçek boyama sistemleri, temelde, daha basit durumlar üzerine kuruludur. Sınırlı miktarda çözeltinin bulunduğu ve banyodaki çözelti konsantrasyonunun, boyarmadde life difüze oldukça azaldığı durumlarda, sınırlı boya banyosu söz konusudur. Bu durumda, difüzyonun hesaplanmasının tek yolu, sistemde difüze olan toplam madde miktarının sabit değere ulaşmasıdır. Böylece, gerçek boyama prosesleriyle karşılaştırma yapmak mümkün olacaktır. Bazı durumlarda, boya banyosunun lif tarafından çekim hızının, zamana bağlı konsantrasyon değişimi yoluyla belirlenmesi, lif içerisinde, artan çözelti konsantrasyon hızının belirlenmesinden daha uygundur[10].

Difüzyonun aktivasyon enerjisi ise, difüzyon katsayısının, boyama sıcaklığına bağlı olması şeklinde tanımlanır. Boyarmadde moleküllerinin, polimer molekülleri içerisine difüze olacağı enerji sınırını gösterir [15]. Lif içerisindeki difüzyon hızı, boyama sıcaklığı arttıkça artar. Bu nedenle, difüzyonun aktivasyon enerjisinin belirlenmesi oldukça güçtür. Aktivasyon enerjisi, boyama hızından yola çıkılarak tespit edilebilir. Bu değerler, difüzyonun doğrudan tespiti kadar sağlıklı olmasa da, uygulamada, sıcaklığın boyama hızına etkisinin belirlenmesini sağladığı için önemlidir [13].

II.2.5.2. Standart Afinite

En temel termodinamik parametrelerden biri de, boyarmaddenin, boyama çözeltisinden lif yüzeyine olan standart afinitesidir ($\Delta\mu^\circ$). Standart afinite, boyarmaddenin, boyama çözeltisi içerisindeki kimyasal potansiyeli ile lif içerisindeki kimyasal potansiyeli arasındaki fark olarak tanımlanır [15]. Boyama, doğru dengede ilerlediğinde, lif tamamıyla ve düzgün bir şekilde penetre olur ve adsorpsiyon ve desorpsiyon aynı hızda devam eder. Boyarmaddenin lif içerisindeki kimyasal potansiyeli, çözeltideki kimyasal potansiyeli ile aynıdır ve birinden diğerine belirgin bir geçiş söz konusu değildir. Ancak, boyarmaddenin life olan afinitesi, dış çözeltiye olan afinitesinden daha fazla olduğundan, boyarmaddenin lif içerisindeki konsantrasyonu, boyama banyosundakinden daha fazladır. Boyarmaddenin standart afinitesi, sıcaklığa bağlıdır ve genellikle sıcaklık arttıkça düşer [13]. Çünkü boyarmaddenin life adsorpsiyonu, ekzotermik bir reaksiyondur ve yüksek boyama sıcaklıkları, termodinamik adsorpsiyona negatif etkide bulunur. Uygulamada,

boyamalar sınırlı zaman dilimlerinde, çok miktarda boyarmadde kullanılması yoluyla gerçekleştirildiğinden, yüksek adsorpsiyon değerleri, yüksek sıcaklıklar uygulandığında elde edilir [15].

II.2.5.3. Entalpi ve Entropi Değişimi

Boyarmadde adsorpsiyonu, ekzotermik bir reaksiyondur. Ekzotermik enerjinin miktarı; lif, boyarmadde, boyama ortamı gibi boyama koşullarına bağlıdır. Entalpi değişimi (ΔH°), boyarmaddelerin adsorpsiyon dayanımları olarak kabul edilir. Boyarmadde molekülleri, polimer zincirleri içerisine adsorplanırken yayılan termal enerji miktarıdır. Boyarmadde moleküllerinin polimer molekülleri içerisine yerleşmesi oldukça zor olduğundan, entalpi değişimi değerleri çoğunlukla negatiftir [15]. Entalpi değişimi, boyarmadde ve lif arasındaki etkileşimin ortaya çıkartılmasında önemlidir [13].

Boyamada entropi değişimi (ΔS°) ise, lif içerisindeki boyarmadde moleküllerinin entropi farkı anlamına gelir. Lif molekülleri içerisindeki boyarmadde adsorpsiyonunun, boyama çözeltisindeki boyarmadde adsorpsiyonundan çok daha yavaş olması nedeniyle, birçok boyama prosesinde negatif değerlerdedir [15].

BÖLÜM III

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

III.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

İplik formunda bulunan PBT ve PAN/PBT (%83 PAN, %17 PBT) materyalleri, farklı boyama koşullarında incelenmiştir. PBT materyal; “Atmosferik”, “Atmosferik-Keriyerli”, “Atmosferik- Keriyersiz”, “HT” ve “Ultrasonik” boyama koşullarında, üç farklı renkteki “dispers” boyarmadde grubuyla ayrı ayrı boyanmıştır. Atmosferik ve HT boyama koşullarında açılım boyamalar (%0.05, %0.1, %0.2, %0.5, %1, %2) gerçekleştirilmiştir. Her bir boyama yöntemine ait renk ölçümü sonuçları ve yıkama haslığı test sonuçları karşılaştırmalı olarak verilmiştir. “Atmosferik Boyama Yöntemi” dikkate alınarak, boyamalara ait çekim özellikleri, her bir renk grubu için incelenmiştir. Ayrıca, PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametreler tespit edilmiştir.

PAN/PBT karışım materyalin boyanmasında ise, “Tek Banyo Boyama Yöntemi” ve “İki Banyo Boyama Yöntemi” kullanılmıştır. Materyal, “bazik” ve “dispers” boyarmadde gruplarının her birinden üçer farklı rengin kombine edilmesi suretiyle boyanmıştır. Her iki yöntemin renk ölçümü sonuçları ve yıkama haslığı test sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, PAN/PBT materyal için “Tek Banyo Yöntemi” dikkate alınarak, farklı renklerdeki “dispers” ve “bazik” boyarmadde gruplarının kombinasyonu ile gerçekleştirilen boyamaların çekim özellikleri incelenmiştir.

III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI TEST METOTLARI VE STANDARTLARI

Deneysel çalışmalarda kullanılan ipliklerin lif cinsi, iplik numaraları ve kopma mukavemetleri öncelikle tespit edilmiştir. Deneysel çalışmaları gerçekleştirmek ve gerek haslık değerlerindeki değişimlere ve renk ölçümü sonuçlarına, gerekse boyama kinetiğine ait bulgulara ulaşmak amacıyla Çizelge III.1’de belirtilen cihazlar ve laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır.

Çizelge III.1 Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Cihazlar ve Üretici Firmaları

Kullanılan Cihaz	Üretici Firma
Atmosferik Numune Boyama Makinesi	Roaches
HT Numune Boyama Makinesi	Roaches
Ultrasonik Boyama Cihazı (Sonifier 250)	Branson
Yıkama Haslığı Test Cihazı	James Heal
Reflektans Spektrofotometresi (Datacolor SF 600 +)	Datacolor
UV-Görünür Alan Spektrofotometresi (Shimadzu UV-VIS 1200)	Shimadzu
10 ⁻⁴ Gram Hassasiyete Sahip Terazi	Sartorius
Kopma Mukavemeti Test Cihazı (Instron 4411)	Instron
Projeksiyon Mikroskobu (Lanametre)	Projectina
Genel Laboratuvar Malzemeleri	-

İplikler için yapılan numara tespiti ve kopma mukavemeti testi, kondüsyonlanmış ortamda gerçekleştirilmiştir (20±2°C ve %65±2 relatif nem). Reflektans spektrofotometresinde yapılan ölçümlerde (SAV 6.6 mm), D65 illuminant/10° dikkate alınmıştır. Renk farklılıklarının (ΔE) hesaplanmasında CIELab 1976 Renk Farklılığı Formülasyonu’ndan yararlanılmıştır.

UV-görünür alan spektrofotometresinde yapılan ölçümlerde ise, çözeltiler, “Beer-Lambert” ifadesine uygun aralıklarda değerler verecek biçimde seyreltilmiştir. Ölçümlerde, 1 cm’lik cam küvetler kullanılmıştır.

İplik numarası ve kopma mukavemetinin tespiti ile boyanmış numunelere uygulanan haslık testlerinde kullanılan standart yöntemler Çizelge III.2’de gösterilmiştir.

Çizelge III.2 Deneyisel Çalışmalarda Uygulanan Testler ve Standartlar

Yapılan Testin Adı	Standart Numarası
Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini	ISO 105- C06: 1987
İplik Numarası Tayini	TS 244
İplikte Kopma Mukavemeti ve Uzaması	TS 245
Lifi Çapı Ölçümü	TS 1186

III.3. UYGULAMALAR

III.3.1. Amaç

Yapılan çalışmanın amacı, PBT materyalin “Atmosferik”, “Atmosferik-Keriyerli”, “Atmosferik-Keriyersiz”, “HT” ve “Ultrasonik” boyama koşullarında, üç farklı renkteki “dispers” boyarmadde grubuyla boyanması, boyama sonucunda gerçekleştirilen yıkama haslığı testi ve renk ölçümü sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi ve PBT materyalin boyama banyosunda sergilediği davranışın, çekim özellikleri ve termodinamik parametrelerle tespitidir.

Ayrıca, PAN/PBT materyalin “Tek Banyo Boyama Yöntemi” ve “İki Banyo Boyama Yöntemi” kullanılarak “bazık” ve “dispers” boyarmadde grubunun her birinden üçer farklı rengin kombine edilmesiyle boyamanın gerçekleştirilmesi, boyama sonunda elde edilen renk ölçümü sonuçları ve yıkama haslığı test sonuçlarının karşılaştırılmalı olarak incelenmesi ve PAN/PBT materyalin, “dispers” ve “bazık” boyarmadde gruplarıyla olan etkileşimlerini ortaya koyacak olan, boyamalara ait çekim özelliklerinin tespitidir.

III.3.2.Kullanılan Malzemeler

III.3.2.1. Boyanacak Materyal

Uygulamalarda, iplik formundaki PBT (Ticari Adı: Elité, Üretici Firma: Nylstar) materyal ve yine iplik formundaki PAN/PBT (%83 PAN, %17PBT) materyal kullanılmıştır.

PBT materyalin iplik numarası; 8.64 tex, kopma mukavemeti; 9.5 g/tex, kopma uzaması; 35.3 mm’dir. PAN/PBT materyalin iplik numarası; 50.2 tex, kopma mukavemeti; 6.3 g/tex, kopma uzaması; 26.5 mm’dir.

Gerçekleştirilen boyamalarda, 5 g ağırlığındaki boyanmamış materyallerden yararlanılmıştır.

III.3.2.2. Uygulamalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler

Deneyisel çalışmalarda kullanılan kimyasal maddeler, ticari adları ve üretici firmalarıyla birlikte Çizelge III.3'te gösterilmiştir.

Çizelge III.3 Uygulamalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler

Maddenin Adı	Ticari Adı	Üretici Firma
Dispergator	Dispersogen P Liq.	Clariant
Keriyer	Dilatin NAN Liq.	Clariant
Retarder	Akretar AC	Ak-kim
Düzgünleştirici Madde	Avolan IW	Bayer
Non-İyonik Yıkama Maddesi	Depicol RC9	Alfa Kimya
Asetik Asit	-	Merk
Formik Asit	-	Merk
Sodyum Hidroksit	-	Merk
Hidrosülfid	-	Merk
Destile Su	-	-

III.3.2.2.1. Dispergator

Dispersleme maddeleri, belirli bir sistem içerisindeki küçük partiküllerin, daha kararlı ve düzenli süspansiyon oluşturmalarını sağlar. Sıvı ortamdaki katı partiküller, yerçekimi kuvveti ve birbirleri arasındaki çekim güçleri nedeniyle, birbirlerine yapışma eğilimi gösterir. Dolayısıyla sistemin hassasiyeti azalır. Her bir boyarmaddenin, önceden belirlenmiş farklı muameleleri ve gerektirdiği bir donanım vardır. Bu nedenle, dispersleme maddelerinin özel türleri veya bunların karışımı, istenilen dispersleme işlemini gerçekleştirebilecek yeterliliktedir. Katı-sıvı sistemlerin en tipik örneği, dispers boyama yöntemidir. Poliesterin 120-140°C sıcaklık aralığında dispers boyarmaddelerle boyanmasında, başlangıç dispersiyonunun niteliği ve işlem sonundaki stabilitesi oldukça önemlidir. Dispers boyarmaddelerin çözünürlüğü, sıcaklık ve dispersleme maddesinin konsantrasyonuna bağlı olarak artar [12].

III.3.2.2.2. Keriyer

Boya banyosu içerisinde çözünebilen veya emülsiyeye olabilen ve boyama hızını arttıran organik bileşiklerdir [2]. Keriyerler, elyafın iç yapısını açma faaliyeti göstererek difüzyonun daha hızlı gerçekleşmesini sağlar [4].

III.3.2.2.3. Retarder

Akrilik liflerin bazik boyarmaddelerle boyanmasında, boyama hızının kontrolü oldukça zordur. Düzgün boyamanın sağlanmasında en önemli değişkenler, sıcaklık ve retarder kullanımudur. En çok kullanılan retarderler, katyonik retarderlerdir. Katyonik retarderler, lif içerisindeki anyonik bölgeler için boyarmaddelerle yarışan renksiz boyarmaddeler olarak tanımlanır [12].

Katyonik retarderler, suda, life afinitesi olan renksiz katyonlardır. Çoğunlukla, uzun alifatik halkalar içeren kuarternar amin bileşikleridir ve aromatik gruplar afinitelerini belirler [4].

Anyonik retarderler ise, life çok az afinitesi olan veya hiç afinitesi olmayan bileşiklerin ilavesiyle oluşturulmuş, katyonik boyarmaddelerle etkileşme özelliğine sahip anyonik bileşiklerdir. Anyonik – non-iyonik retarderler, anyonik boyarmaddeler ve anyonik dispergatörlerle uyumludur, lifte bloklanmaya neden olmaz, iyi boyarmadde migrasyonu sağlar. Ancak, çökelmeyi önlemek için genellikle fazla miktarda retarder kullanılır, ayrıca non – iyonik dispersleme maddeleri de ilave edilir. Orta ve yüksek renk şiddetlerinde, boyarmadde çekimi düşüktür ve boya banyosunda katyonik yumuşatıcılarla yumuşatma yapmak mümkün değildir [4].

III.3.2.2.4. Non– İyonik Yıkama Maddesi

Yaklaşık olarak tüm non-iyonik yüzey aktif maddeler, anyonik ve katyonik yüzey aktif maddelerle aynı tür hidrofob gruplar içerir. Büyük çoğunluğu, etilen oksit yapılıdır. Hidrofob kısmı ise, yağ alkolleri ve alkil fenoller, yağ asitleri, yağ aminleri ve amidlerinden oluşur. Non-iyonik yüzey aktif maddeler, kalsiyum ve magnezyum iyonlarına karşı dayanımlıdır. Asit ve alkali ile hidroliz olabilen yağ asidi esterleri dışında, geniş bir pH aralığında kararlı ve etkilidirler. Tekstil proseslerinde çok yaygın bir kullanıma sahiptirler. Islatma, deterjan ve emülgatör olma özellikleri vardır [12].

III.3.2.2.5. Asetik Asit

Kimyasal formülü, CH_3COOH 'dir. Zayıf ve orta kuvvetteki asitlerden, asetik asit, poliestere elyafına zarar vermeyeceğinden, bunların terbiye işlemlerinde kullanılır. Ağartma işlemleri sonrası nötralizasyonda, alkali artıklarının nötrleştirilmesi için son suda ve yün, pamuk boyamada yıkama sırasında

nötralizasyonda, poliester boyamada boya banyosunun pH'sının ayarlanmasında kullanılır. Dispers ve asit boyarmaddeler asidik ortamda stabildirler ve bu lifler asidik ortamda pozitif yüklenirler, bu sebeple boyama kolaylıkla gerçekleşir. Asetik asidin ortamda bulunması, yapısı nedeniyle herhangi bir etkileşimde bulunmayacağından tercih edilir [8].

III.3.2.2.6. Formik Asit

Kimyasal formülü, HCOOH 'dir. Zayıf ve orta kuvvetteki asitlerden, formik asit, poliester elyafına zarar vermeyeceğinden, bunların terbiye işlemlerinde, doğal ve sentetik liflerin pH ayarlamalarında, su geçirmez kumaşların emdirmiş işlemlerinde, bitim işlemleri sırasında pH ayarlanmasında ve yün boyamada kullanılır [8].

III.3.2.2.7. Sodyum Hidroksit

Kimyasal formülü, NaOH 'dir. En çok pamuklu kumaşların ağartma işlemlerinde ve boyanmasında kullanılır. Saf olması kullanımını yaygınlaştırır. Merserizasyonda, sodyum hidroksitin etkisiyle, dokumalar mukavemet kazanır, boya ve baskı sırasında kumaşın boya çekme gücü artar. Poliesterin boyama sonrası redüktif yıkama işlemlerinde ve hatalı boyama sonrası kumaş üzerinden boya sökümü işlemlerinde kullanılır [8].

III.3.2.2.8. Hidrosülfid

Kimyasal formülü, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 'dir. Tekstil terbiyesinde hatalı boyaların sökülmesinde ve aşındırma baskılarda kullanılan indirgen kimyasaldır. Poliester ve poliester/pamuk karışımlarında redüktif yıkamada, pamuk, yün, ipek ve karışımlarının redüktif kasar işlemlerinde, tek başına poliamid elyafın ağartma işlemlerinde ve indirgen bir madde olarak pamuk ve karışımlarının kükürt boyarmaddelerle boyanmasında kullanılır [8].

III.3.2.3. Boyarmadde

Yapılan çalışmalarda “dispers” ve “bazik” boyarmadde gruplarının her biri için üçer farklı renkten yararlanılmıştır. Kullanılan boyarmaddelerin boyarmadde grupları, ticari adları, üretici firmaları, C.I. (Colour Index) numaraları ve yapıları Çizelge III.4'te verilmiştir.

Çizelge III.4 Boyamalarda Kullanılan Boyarmadde Grupları Ticari Adları ve Üretici Firmaları

Boyarmadde Grubu	Ticari Adı	Üretici Firma	C.I. Numarası	Yapısı
Dispers	Foron Rubine S-2GFL 150	Clariant	C.I. Disperse Red 167	Azo
	Foron Yellow Brown S-2RFL 150	Clariant	C.I. Disperse Orange 30	Monoazo
	Foron Blue S-BGL 200	Clariant	C.I. Disperse Blue 73	Antrakininon
Bazik	Taiacryl Red GTL-T %200	T&T	C.I. Basic Red 18	Monoazo
	Taiacryl Golden Yellow 2G-T %400	T&T	C.I. Basic Yellow 28	Metin
	Maxilon Blue 5G EC %300	CIBA	C.I. Basic Blue 3	Oksazin

III.3.3. Uygulanan Boyama Prosesleri

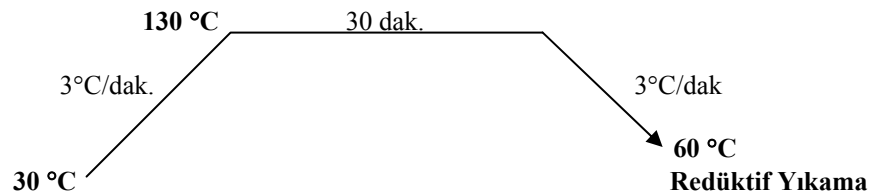
III.3.3.1. PBT Materyale Uygulanan Boyama Prosesleri

PBT materyalin boyanmasında “Atmosferik”, “Atmosferik-Keriyerli”, “Atmosferik-Keriyersiz”, “HT” ve “Ultrasonik” boyama proseslerinden yararlanılmıştır.

III.3.3.1.1. HT Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Materyal, boyarmadde ve yardımcı kimyasal maddeler (dispertatör, formik asit) aynı anda ilave edilmektedir. Boyama işlemine 30°C’de başlanmaktadır.

Sıcaklık 3°C/dakika hızla 130°C’ye yükselmekte ve materyal bu sıcaklıkta 30 dakika işlem görmektedir.



Şekil III.1 HT Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı

HT boyama yönteminde kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.5’te gösterilmiştir.

Çizelge III.5 HT Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2
Dispergator	g/L	1
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	130
Boyama Süresi	dakika	60
Banyo Oranı	-	1:40

Boyama prosesi sonunda materyale “redüktif yıkama” yapılmaktadır. Redüktif yıkama prosesine 50°C’ de başlanmakta ve 4°C/dakika ile 70°C’ye ulaşılmaktadır. Bu sıcaklıkta 20 dakika işlem devam etmekte ve ardından yapılan soğuk durulama ile redüktif yıkama işlemi tamamlanmaktadır.

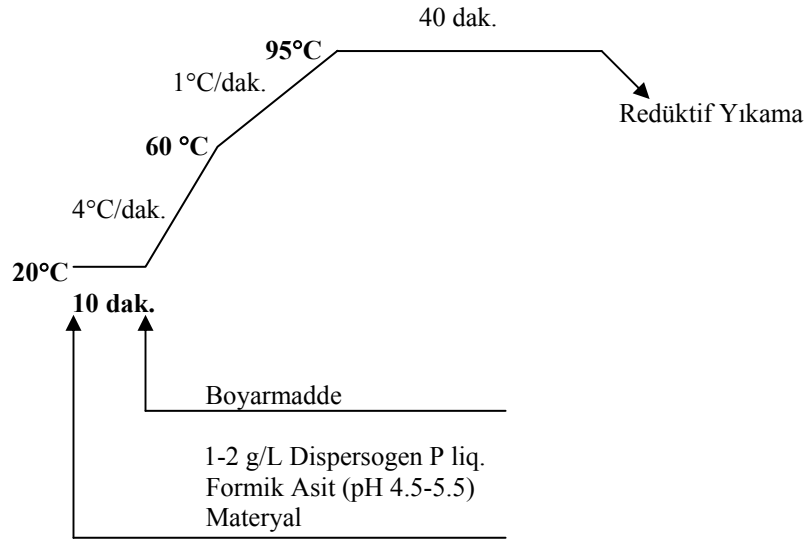
PBT’nin boyanması sonrasındaki tüm yıkama işlemleri yukarıdaki koşullara göre gerçekleştirilmiştir. Redüktif yıkamada kullanılan maddeler ve yıkama koşulları Çizelge III.6’da gösterilmiştir.

Çizelge III.6 Redüktif Yıkama Koşulları

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Yıkama Koşulları
NaOH (36°Bé)	mL/L	4
Hidrosülfid	g/L	2
Non-İyonik Yıkama Maddesi	g/L	1
Sıcaklık	°C	70
Yıkama Süresi	dakika	20

III.3.3.1.2. Atmosferik Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Materyal ve kimyasal maddeler (dispergator, formik asit) ilave edilerek 20°C’de işleme başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 10 dakika işlem gördükten sonra boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık 4°C/dakika hızla 60 °C’ye yükselmekte, ardından 1°C/dakika hızla 95 °C’ye ulaşmakta ve boyama işlemi bu sıcaklıkta 40 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan redüktif yıkama ve durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.2 Atmosferik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı [22]

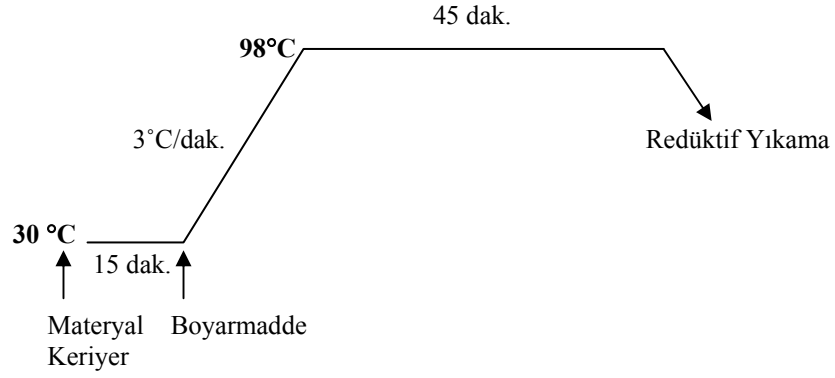
Atmosferik boyama yönteminde kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.7’de gösterilmiştir.

Çizelge III.7 Atmosferik Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2
Dispergatör	g/L	1-2
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	95
Boyama Süresi	dakika	100
Banyo Oranı	-	1:50

III.3.3.1.3. Atmosferik – Keriyerli Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Materyal ve keriye ilavesiyle 30°C’de işleme başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 15 dakika işlem gördükten sonra boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık, 3°C/dakika hızla 98°C’ye ulaşmakta ve boyama işlemi bu sıcaklıkta 45 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan redüktif yıkama ve durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.3 Atmosferik – Keriyerli Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı

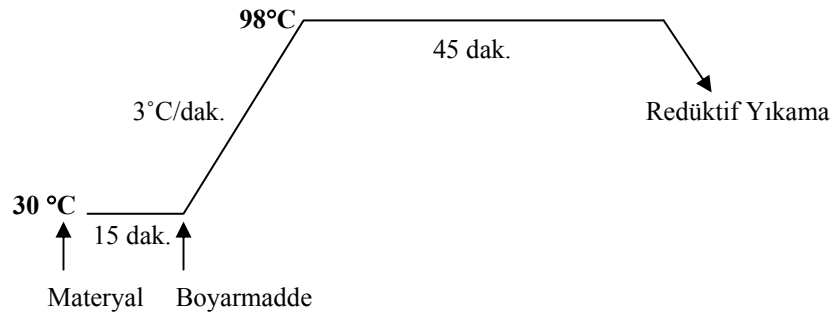
Boyama hızlandırıcısı (keriyer) yardımıyla yapılan Atmosferik boyama yönteminde kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.8’de gösterilmiştir.

Çizelge III.8 Atmosferik - Keriyerli Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	1
Keriyer	% e.a.ü.	3
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	98
Boyama Süresi	dakika	100
Banyo Oranı	-	1:50

III.3.3.1.4. Atmosferik - Keriyersiz Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Keriyer ilavesi olmaksızın 30 °C’de işleme başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 15 dakika işlem gördükten sonra boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık, 3 °C/dakika hızla 98 °C’ye ulaşmakta ve boyama işlemi bu sıcaklıkta 45 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan redüktif yıkama ve durulama ile proses tamamlanmaktadır.



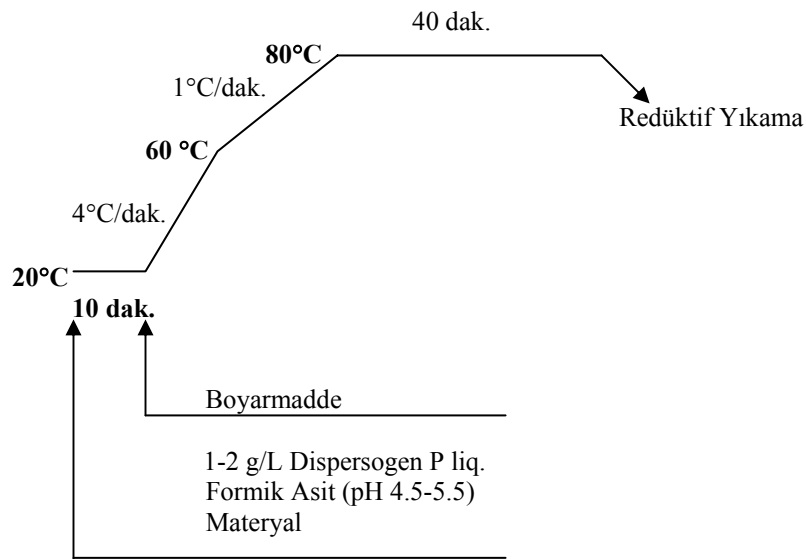
Şekil III.4 Atmosferik - Keriyersiz Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı

Atmosferik koşullarda, keriyerli ve keriyer ilavesi olmaksızın gerçekleştirilen çalışmanın amacı; PBT liflerinin atmosferik koşullarda, keriyer kullanımına gerek duyulmadan boyanabilme özelliğine sahip olduğunun bilinmesine karşın, “keriyer”in PBT lifinin boyanmasında herhangi bir etkide bulunup bulunmadığının saptanmasıdır.

Atmosferik-Keriyersiz boyama yönteminin uygulama koşulları, Atmosferik-Keriyerli boyama yöntemi ile aynıdır.

III.3.3.1.5. Ultrasonik Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Materyal ve kimyasal maddeler (dispertör, formik asit) ilave edilerek 20°C’de işleme başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 10 dakika işlem gördükten sonra boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık 4°C/dakika hızla 60°C’ye yükselmekte ardından 1°C/dakika hızla 80°C’ye ulaşmakta ve boyama işlemi bu sıcaklıkta 40 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan redüktif yıkama ve durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.5 Ultrasonik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı

Ultrasonik boyama yönteminde kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.9’da gösterilmiştir.

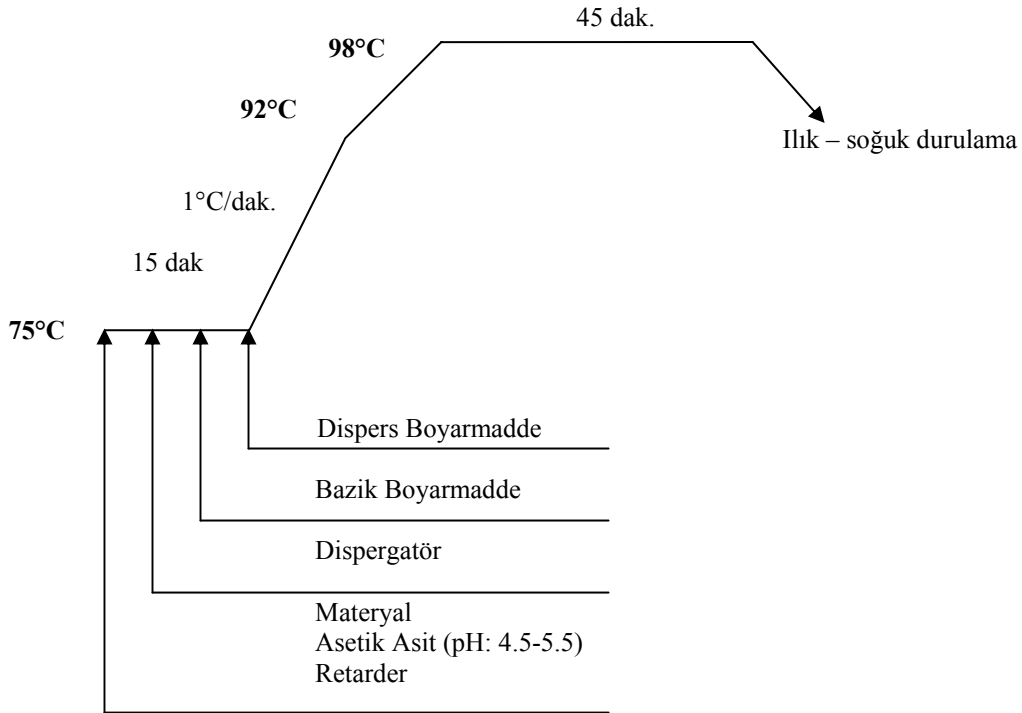
Çizelge III.9 Ultrasonik Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	1
Dispergatör	g/L	1-2
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	80
Boyama Süresi	dakika	100
Banyo Oranı	-	1:50

III.3.3.2. PAN/PBT Karışım Materyale Uygulanan Boyama Prosesleri

III.3.3.2.1. Tek Banyo Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

Boyamaya 75°C’de materyal, “retarder” ve pH: 4.5-5.5 olacak şekilde %80’lik asetik asit ilavesiyle başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 15 dakika işlem devam etmektedir. Bu sıcaklığın 5. dakikasında “dispergatör”, 10. dakikasında “bazik boyarmadde” ve 15. dakikasında “dispers boyarmadde” ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık, 1°C/dakika ile 92°C’ye, daha sonra 0.5°C/dakika ile 98°C’ye ulaşmaktadır. İşlem, bu sıcaklıkta 45 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan ılık ve soğuk durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.6 Tek Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı [34]

Tek Banyo boyama yönteminde kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.10’da gösterilmiştir.

Çizelge III.10 Tek Banyo Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları

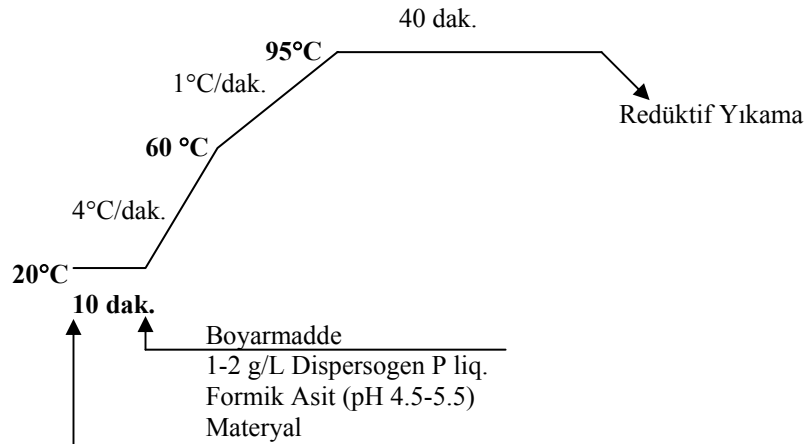
Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	1
Dispergator	g/L	1
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	98
Boyama Süresi	dakika	95
Banyo Oranı	-	1:50

III.3.3.2.2. İki Banyo Boyama Prosesi Uygulama Koşulları ve Boyama Diyagramı

PAN/PBT materyalin “İki Banyo Boyama Yöntemi” ile boyanmasında ilk aşamada karışımın PBT kısmı, ikinci aşamada ise PAN kısmı boyanmaktadır. Buradaki amaç; PAN materyali boyayan “bazık” boyarmadde grubunun, PBT kısmının “dispers” boyarmadde grubu ile boyanması sonrasında yapılan “redüktif yıkama”dan olumsuz olarak etkilenmesini önlemektir.

2.a. PBT Kısımının Boyanması

Materyal ve kimyasal maddeler (dispergator, formik asit) ilave edilerek 20°C’de işleme başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta 10 dakika işlem gördükten sonra “dispers” boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık 4°C/dakika hızla 60 °C’ye yükselmekte ardından 1°C/dakika hızla 95 °C’ye ulaşmaktadır. Boyama işlemi bu sıcaklıkta 40 dakika devam etmektedir. Ardından yapılan redüktif yıkama ve durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.7 İki Banyo Boyama Yöntemi’ne Ait Boyama Diyagramı (a. PBT Kısımının Boyanması)[22]

İki Banyo Boyama Yöntemi'nde, PBT kısmının boyanmasında kullanılan boyama reçetesi, konsantrasyon ve boyama koşullarına ilişkin bilgiler Çizelge III.11'de gösterilmiştir.

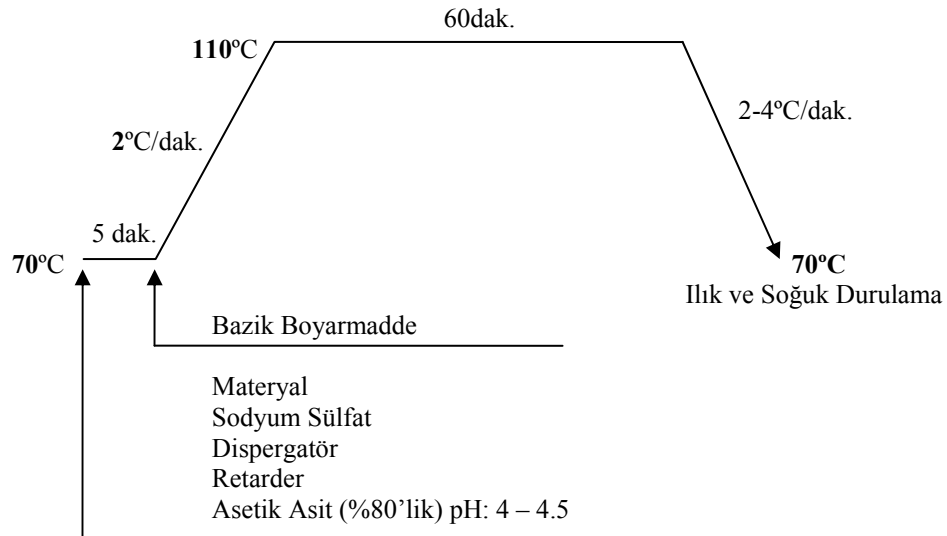
Çizelge III.11 İki Banyo Boyama Yönteminde Kullanılan Konsantrasyon ve Proses Koşulları
(a. PBT Kısımının Boyanması)

Koşullar	Birim	Konsantrasyon/Proses Koşulları
Boyarmadde	% e.a.ü.	1
Dispergator	g/L	1-2
pH	-	4.5-5.5
Sıcaklık	°C	95
Boyama Süresi	dakika	100
Banyo Oranı	-	1:50

PAN/PBT materyalin %17'lik kısmını PBT, %83'lük kısmını PAN oluşturmaktadır. Yapılan boyamalarda materyal ağırlığı 5 g olarak kullanıldığından, boyarmadde ve yardımcı kimyasal madde ilavesi için yapılacak reçete hesaplamalarında toplam materyal ağırlığı olan 5 g'ın %17'lik kısmını oluşturan PBT, 0.85 g, %83'lük kısmını oluşturan PAN ise, 4.15 g olarak kabul edilmiştir.

2.b. PAN Kısımının Boyanması

Boyamaya, 70°C'de materyal, sodyum sülfat, dispergator, retarder ve %80'lik asetik asit (pH: 4-4.5) ilavesiyle başlanmaktadır. Bu sıcaklıkta işlem 5 dakika devam etmekte, 5. dakikanın sonunda "bazik" boyarmadde ilavesi yapılmaktadır. Sıcaklık 2°C/dakika hızla 110°C'ye yükselmekte ve işlem bu sıcaklıkta 60 dakika devam etmektedir. Daha sonra banyo, 2-4°C/dakika hızla 70°C'ye soğutulmakta, ardından yapılan ılık ve soğuk durulama ile proses tamamlanmaktadır.



Şekil III.8 İki Banyo Boyama Yöntemi'ne Ait Boyama Diyagramı
(b. PAN Kısımının Boyanması)[34]

III.3.4. Boyama Kinetiğinin İncelenmesi

III.3.4.1. Boyamalara Ait Çekim Özelliklerinin Tespiti

PBT ve PAN/PBT materyallerin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, PBT materyal için, boyama banyosunda tek boyarmadde olması durumunda geçerli olan çalışma yöntemleri ve hesaplama teknikleri kullanılmıştır. PAN/PBT karışım materyal için ise, boyama banyosunda iki boyarmadde olması durumunda kullanılan çalışma yöntemleri ve hesaplama teknikleri dikkate alınmıştır. Her iki materyal için de, belirlenen boyama diyagramlarına uygun olarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, “zaman-konsantrasyon” ve “zaman-%çekim” eğrileri vasıtasıyla sunulmuştur.

III.3.4.1.1. Boyama Banyosunda Tek Boyarmadde Olması Durumunda Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri

Boyama banyosunda tek boyarmadde olması durumunda, boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, kullanılacak olan boyarmaddenin, mümkün olduğu kadar “Beer-Lambert” ifadesinin geçerliliğini koruyacak şekilde, her bir dalga boyundaki absorbans değeri, 0.2-0.9 aralığında bir değere sahip olacak biçimde, 6 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır.

UV-görünür alan spektrofotometresinde, 400-700 nm aralığında çalışılarak, boyarmadde çözeltisinin dalga boyu-absorbans değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen değerlerden “dalga boyu-absorbans grafiği” çizilerek, boyarmaddeye ait $\lambda_{\max}$ (maksimum absorbansın yapıldığı dalga boyu) tespit edilmiştir. Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesi esnasında, boyama banyosundan, belirli zaman aralıklarında alınan çözeltilerin, tespit edilen $\lambda_{\max}$ dikkate alınarak, absorbans değeri ölçülmüştür.

Boyarmaddeye ait 6 farklı konsantrasyondaki seyreltik çözeltilerin, $\lambda_{\max}$ ’daki absorbans değerleri dikkate alınarak, “kalibrasyon grafiği” çizilmiş ve “kalibrasyon doğru denklemi” ile “korelasyon katsayısı” belirlenmiştir.

Buna göre; boyama banyosunda tek boyarmadde olması durumunda boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, belirtilen boyama diyagramlarına uygun biçimde, tespit edilen zaman aralıkları dikkate alınarak, boya banyosundan çözeltiler alınmıştır. İlgili boyarmaddenin $\lambda_{\max}$ ’ı dikkate alınarak,

alınan çözeltilerin absorbens değerleri tespit edilmiştir. Her bir boyarmadde için belirlenen “kalibrasyon doğru denklemi”nden yola çıkılarak, her bir zaman aralığındaki konsantrasyon değerlerine ulaşılmıştır.

Gerçekleştirilen boyamaların çekim özelliklerinin “%” olarak saptanmasında, aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$\%Çekim = \frac{C_0 - C_n}{C_0} \times 100$$

[III.1]

C_0 : Boyama çözeltisinin başlangıç konsantrasyonu (g/L)

C_n : Belirli zaman aralıklarında boyama banyosundan alınan çözeltilerin konsantrasyonu (g/L)

III.3.4.1.2. Boyama Banyosunda İki Boyarmadde Olması Durumunda Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri

Boyama banyosunun iki boyarmadde içermesi durumunda, boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, hesaplamalar, tek boyarmadde olması durumundakine benzer şekilde gerçekleştirilir. Boyama banyosunda kullanılacak olan boyarmaddelerin seyreltik çözeltilerinin 400-700 nm aralığında absorbens değerleri belirlenerek, “dalga boyu-absorbans grafiği” çizilmiş ve λ_{max} değerleri tespit edilmiştir. Boyama banyosundan belirli zaman aralıklarında alınan ve her iki boyarmaddeyi de içeren karışım çözeltinin, her iki boyarmadde için ayrı ayrı belirlenen λ_{max} ’da, absorbens değerleri saptanmıştır.

Elde edilen değerler yardımıyla, karışım çözeltideki her bir boyarmaddenin miktarı, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\lambda_1 \text{'de} \quad A_1 = \frac{x}{C_x} A_x + \frac{y}{C_y} a_y$$

$$\lambda_2 \text{'de} \quad A_2 = \frac{x}{C_x} a_x + \frac{y}{C_y} A_y$$

[III.2]

x, y : 1. ve 2. boyarmaddelerin karışım çözeltideki miktarı

C_x, C_y : 1. ve 2. boyarmaddelerden hazırlanan çözeltilerin konsantrasyonları

A_x, a_x : 1. boyarmaddenin λ_1 ve λ_2 'deki absorbans değerleri

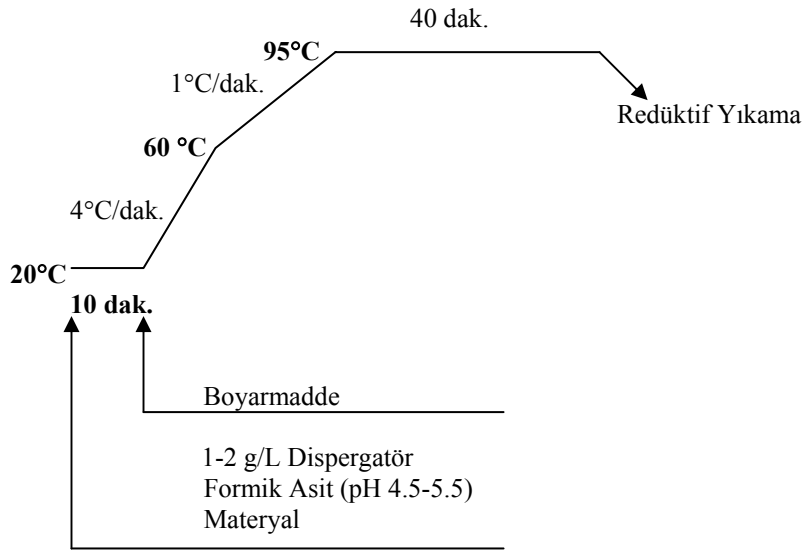
A_y, a_y : 2. boyarmaddenin λ_2 ve λ_1 'deki absorbans değerleri

λ_1 : 1. boyarmaddenin λ_{max} 'u

λ_2 : 2. boyarmaddenin λ_{max} 'u

III.3.4.1.3. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Boyama Prosesi ve Çalışma Diyagramı

PBT materyalin boyanmasına ait çekim özellikleri, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddelerinin her biri için ayrı ayrı incelenmiştir. PBT materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde “Atmosferik Boyama Yöntemi” kullanılmıştır. Atmosferik Boyama Yöntemi'ne ait boyama diyagramı, Şekil III.9'da gösterilmiştir.



Şekil III.9 Atmosferik Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı [22]

PBT materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, her üç boyarmadde için de %1 renk şiddetinde çalışılmış ve 1:50 banyo oranı kullanılmıştır.

Zaman-konsantrasyon ve zaman-%çekim özelliklerinin tespiti amacıyla, boyama süresince Çizelge III.12'de belirtilen zaman aralıklarına göre boyama banyosundan çözelti alınmıştır. Kullanılan boyarmaddelerin λ_{max} 'ları dikkate alınarak, alınan çözeltilerin, UV-görünür alan spektrofotometresinde absorbans değerleri tespit edilmiştir.

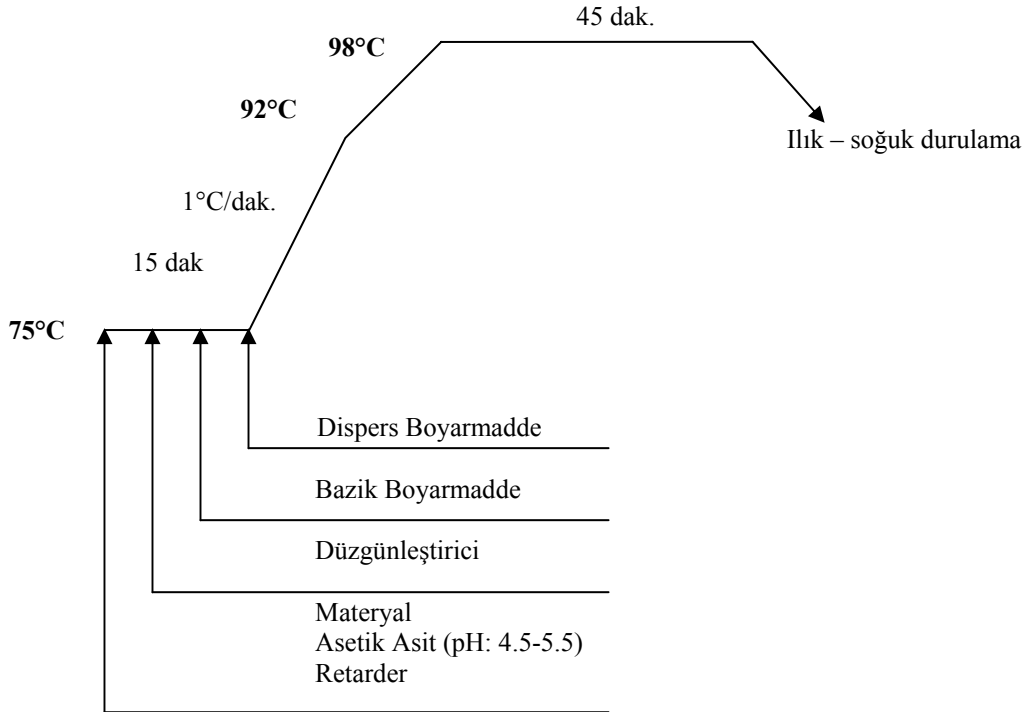
Çizelge III.12 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözelti Alınan Zaman Aralıkları

Zaman Aralıkları	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
Dakika	0	10	30	50	70	80	90

Boyama diyagramı incelendiğinde de görüleceği gibi, boyarmadde ilavesi 10. dakikada yapılmaktadır. Bu nedenle 10. dakika; başlangıç zamanı, yani t_0 olarak kabul edilmiştir.

III.3.4.1.4. PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Kullanılan Boyama Prosesi ve Çalışma Diyagramı

PAN/PBT karışım materyalin boyanmasına ait çekim özellikleri, PBT kısmının boyanmasında etkili olan, C.I. Disperse Blue 73 ve PAN kısmının boyanmasında etkili olan, C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri kullanılarak, “Tek Banyo Boyama Yöntemi”ne göre incelenmiştir. Tek Banyo Boyama Yöntemi’ne ait boyama diyagramı, Şekil III.10’da gösterilmiştir.



Şekil III.10 Tek Banyo Boyama Yöntemine Ait Boyama Diyagramı [34]

PAN/PBT karışım materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, %1 renk şiddetinde, 1:50 banyo oranına göre çalışılmıştır.

Zaman-konsantrasyon ve zaman-%çekim özelliklerinin tespiti amacıyla, boyama süresince Çizelge III.13'te belirtilen zaman aralıklarına göre boyama banyosundan çözelti alınmıştır. Kullanılan boyarmaddelerin $\lambda_{\max}$ 'ları dikkate alınarak, alınan çözeltilerin, UV-görünür alan spektrofotometresinde absorpsiyon değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge III.13 PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözelti Alınan Zaman Aralıkları

Zaman Aralıkları	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
Dakika	0	15	30	40	50	60	70	80

Her iki boyarmadde ilavesinin de gerçekleştiği 15. dakika, başlangıç zamanı olarak kabul edilmiş ve diğer zaman aralıkları buna göre düzenlenmiştir.

III.3.4.2. Boyamalara Ait Termodinamik Parametrelerin Tespiti

PBT materyale ait termodinamik parametrelerin tespiti çalışmasında, “boyama hız sabiti”, “difüzyon katsayısı” ve “difüzyonun aktivasyon enerjisi” değerleri saptanmıştır. Ayrıca, kullanılan her bir sıcaklık değeri ve renk şiddeti dikkate alınarak, “adsorpsiyon izotermi” eğrileri oluşturulmuştur.

III.3.4.2.1. Termodinamik Parametrelerin Tespitinde Kullanılan Çalışma Yöntemleri ve Hesaplama Teknikleri

Boyama hız sabiti, Vickerstaff'ın hiperbolik denklemi ile hesaplanmıştır. [14]

$$C_t = \frac{KtC_{\infty}^2}{KtC_{\infty} + 1}$$

[III.3]

C_t : t anında lif içerisindeki boyarmadde miktarı (mg g^{-1})

C_{∞} : Denge durumunda lif içerisindeki boyarmadde miktarı (mg g^{-1})

K : Boyama hız sabiti (s^{-1})

t : Zaman (s)

Difüzyon katsayısının hesaplanmasında, Hill denkleminde yararlanılmıştır.[14]

$$D_{Hill} = 6324 \times 10^{-2} K C_{\infty} r^2$$

[III.4]

D : Difüzyon katsayısı ($m^2 s^{-1}$)

C_{∞} : Denge durumunda lif içerisindeki boyarmadde miktarı ($mg g^{-1}$)

K : Boyama hız sabiti (s^{-1})

r : Lif yarıçapı (m)

Difüzyonun aktivasyon enerjisi, $\ln D_T$ ve $1/T$ arasındaki ilişkiden yararlanılarak, aşağıdaki denklem vasıtasıyla hesaplanmıştır. [15]

$$\ln D_T = \ln D_0 - \frac{E}{RT}$$

[III.5]

D_T : Belirli bir sıcaklıktaki difüzyon katsayısı ($m^2 s^{-1}$)

D_0 : Sıcaklıktan bağımsız sabit

E : Aktivasyon enerjisi (kJ/ K mol)

R : Gaz sabiti (8.314 J/ K mol)

T : Mutlak sıcaklık (K)

III.3.4.2.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik

Parametrelerinin Tespitinde Kullanılan Boyama Prosesleri ve Çalışma Yöntemleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi kullanılmıştır. Boyama işlemi, belirlenen sabit sıcaklık değerlerinde, “izotermal” olarak, %1, %2 ve %3 olmak üzere üç farklı renk şiddetinde gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemlerinin gerçekleştirildiği sıcaklık değerleri Çizelge III.14’te, boyama banyosundan çözelti alınan zaman aralıkları ise, Çizelge III.15’te gösterilmiştir.

Çizelge III.14 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin İncelenmesinde Kullanılan Sıcaklık Değerleri

Sıcaklık	
(°C)	K
82	355
86	359
90	363
94	367
98	371

Çizelge III.15 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin İncelenmesinde Boyama Banyosundan Çözeltili Alınan Zaman Aralıkları

Zaman Aralıkları	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇
Dakika	0	3	5	10	15	20	30	40
Saniye (s)	0	180	300	600	900	1200	1800	2400

Zaman Aralıkları	t ₈	t ₉	t ₁₀	t ₁₁	t ₁₂	t ₁₃	t ₁₄	t ₁₅
Dakika	50	60	70	80	90	100	110	130
Saniye (s)	3000	3600	4200	4800	5400	6000	6600	7800

Termodinamik parametrelerin tespitinde, belirlenen sabit sıcaklık korunmaya ve buharlaşma ile gerçekleşecek çözeltili kaybı, beherin üst kısmının kapatılmasıyla önlenmeye çalışılmıştır. Karıştırma aparatı sayesinde materyalin boya banyosu içerisinde hareketi sağlanmıştır. 1:50 banyo oranında gerçekleştirilen boyamalarda, 1000 mL boyama çözeltisi ve 20 g materyal kullanılmıştır. Her bir ‘t’ anı için 1000 mL’lik çözeltiliden 1 mL alınmış ve bu banyo kaybı, hazırlanan kör boyama çözeltisi takviyesiyle giderilmiştir. Ayrıca, buharlaşma ile ortaya çıkan su kaybı, belirlenen banyo seviyesine su ilavesi yoluyla korunmuştur.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

IV.1. PBT MATERYALİN BOYANMASI

PBT materyalin belirtilen boyama yöntemleriyle, üç farklı renkteki dispers boyarmadde ile boyanması sonucu elde edilen numunelerin, reflektans spektrofotometresinde renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre, kullanılan dispers boyarmadde temel alınarak, boyama yöntemleri arasındaki karşılaştırmalı çizelgelerle birlikte, CIELab ve reflektans değerleri verilmiştir.

X, Y ve Z tristimulus değerleri, rengi sayısal olarak ifade edebilmekle birlikte “renk” hakkında bilgi vermemektedir. Rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere 1976 yılında CIE, X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanabilen L^* , a^* ve b^* şeklinde üç koordinatı bulunan ve “CIELab Sistemi” olarak adlandırılan bir sistemi tanımlamıştır. a^* ve b^* eksenleri birbirlerine dik açı yapar ve nötral noktada kesişir (parlaklığa bağlı olarak gri ve beyaz). Üçüncü eksen L^* , “açıklık/koyuluk”un (parlaklığın) bir ölçüsüdür ve a^* ve b^* eksenleri tarafından oluşturulan düzleme dik olup bu düzlemi nötral noktada kesmektedir. Burada, kırmızıdan sarıya doğru artış gösteren dönme açısı “h” (derece cinsinden), rengin bir ölçüsüdür. Nötral noktadan uzaktaki bir nokta, “kroma”yı (C^*) ifade eder ve bu da belirli parlaklıktaki (L^* değerindeki) bir rengin canlılığının (doygunluğunun) bir ölçüsüdür [9].

IV.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar

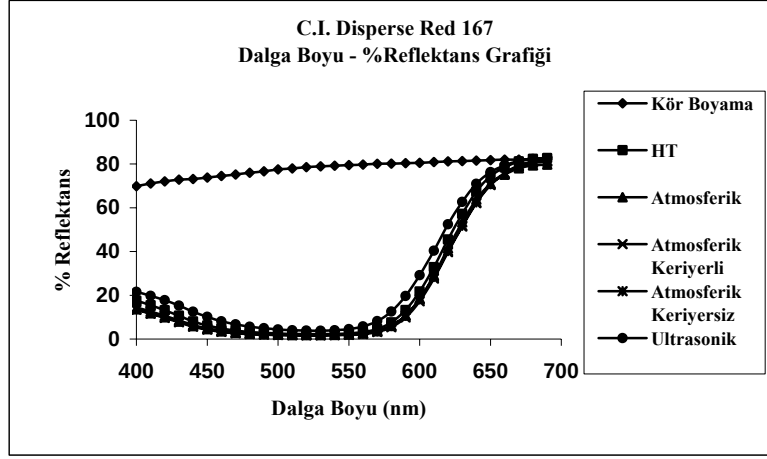
IV.1.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile HT, Atmosferik, Atmosferik-Keriyerli, Atmosferik-Keriyersiz ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.1’de verilmiştir.

Çizelge IV.1 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriyerli	Atmosferik Keriyersiz	Ultrasonik	Kör Boyama
400	17.55	13.58	13.41	14.41	21.58	69.88
410	15.42	11.81	11.57	12.59	19.78	71.11
420	13.14	9.97	9.67	10.64	17.80	72.09
430	10.67	7.99	7.67	8.55	15.30	72.89
440	8.07	5.94	5.63	6.37	12.51	73.17
450	6.24	4.55	4.28	4.86	10.17	73.82
460	4.81	3.52	3.27	3.74	8.14	74.57
470	3.88	2.86	2.65	3.03	6.71	75.22
480	3.23	2.43	2.25	2.57	5.64	76.04
490	2.85	2.18	2.02	2.29	4.94	76.66
500	2.54	1.99	1.86	2.08	4.37	77.52
510	2.34	1.86	1.74	1.95	3.99	77.99
520	2.27	1.82	1.70	1.91	3.85	78.60
530	2.27	1.83	1.70	1.90	3.84	78.94
540	2.32	1.87	1.73	1.94	3.99	79.19
550	2.55	2.03	1.87	2.10	4.50	79.54
560	3.21	2.50	2.27	2.55	5.78	79.75
570	4.60	3.56	3.20	3.59	8.17	80.07
580	7.61	5.99	5.41	5.97	12.56	80.14
590	13.21	10.76	9.91	10.66	19.65	80.37
600	21.71	18.42	17.30	18.14	29.16	80.52
610	32.86	29.06	27.67	28.38	40.37	80.92
620	45.47	41.42	39.73	40.24	52.42	81.22
630	57.22	53.30	51.43	51.79	62.68	81.32
640	67.36	63.69	62.12	62.50	70.93	81.53
650	74.46	70.94	70.36	70.81	76.32	81.77
660	78.40	75.16	75.39	75.84	79.37	81.98
670	81.17	78.04	78.97	79.41	81.42	82.04
680	82.38	79.34	80.62	81.04	82.31	82.16
690	82.75	79.73	81.10	81.49	82.53	82.20
700	82.94	79.93	81.33	81.72	82.64	82.32

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.1’de verilmiştir.



Şekil IV. 1 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.1.1.2. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile HT, Atmosferik, Atmosferik-Keriyeirli, Atmosferik-Keriyeirsiz ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre, %1 renk şiddetinde gerçekleştirilen boyamalara ait CIELab değerleri ve ΔE değerleri sunulmuştur. Karşılaştırma yapmanın mümkün olması için, HT ve Ultrasonik boyama yöntemlerinde, “Atmosferik” boyama yöntemi “standart” kabul edilmiştir. Atmosferik-Keriyeirli ve Atmosferik-Keriyeirsiz boyama yöntemleri ise, “Atmosferik-Keriyeirli” boyama yönteminin “standart” kabul edilmesi suretiyle, kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Değerler, D65/10° dikkate alınarak ifade edilmiştir.

Çizelge IV.2’de, PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.2 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	HT
L*	36.31	38.76
a*	56.84	57.64
b*	16.02	12.57
C*	59.05	58.99
h	15.74	12.30
X	17.07	19.21
Y	9.17	10.52
Z	5.47	7.36
ΔE^*	4.310	

Çizelge IV.3'te, PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.3 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	Ultrasonik
L*	36.31	44.04
a*	56.84	55.76
b*	16.02	9.10
C*	59.05	56.49
h	15.74	9.27
X	17.07	23.60
Y	9.17	13.86
Z	5.47	11.29
ΔE^*	10.431	

Çizelge IV.4'te, PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile Atmosferik-Keriyerli ve Atmosferik-Keriyersiz boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.4 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyerli ve Atmosferik - Keriyersiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik Keriyerli	Atmosferik Keriyersiz
L*	35.46	36.19
a*	56.75	56.42
b*	15.81	14.20
C*	58.91	58.18
h	15.57	14.13
X	16.39	16.90
Y	8.73	9.11
Z	5.20	5.84
ΔE^*	1.709	

IV.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar

IV.1.2.1. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PBT materyalin, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile HT, Atmosferik, Atmosferik-Keriyerli, Atmosferik-Keriyersiz ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.5’te verilmiştir.

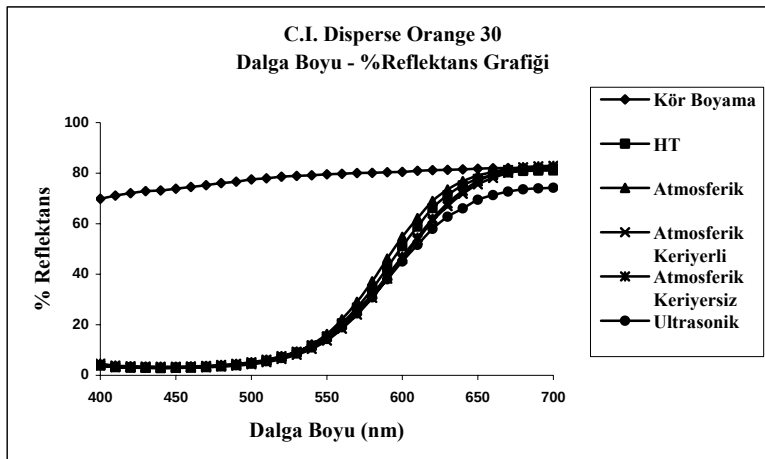
Çizelge IV.5 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriyerli	Atmosferik Keriyersiz	Ultrasonik	Kör Boyama
400	3.85	4.16	3.93	4.65	4.10	69.88
410	3.20	3.43	3.25	3.85	3.40	71.11
420	3.06	3.24	3.10	3.61	3.21	72.09
430	2.95	3.11	2.98	3.48	3.10	72.89
440	2.88	3.02	2.89	3.39	3.04	73.17
450	2.95	3.08	2.93	3.45	3.09	73.82
460	3.08	3.19	3.03	3.56	3.20	74.57
470	3.27	3.38	3.18	3.74	3.37	75.22
480	3.62	3.73	3.46	4.10	3.68	76.04
490	4.05	4.16	3.81	4.53	4.07	76.66
500	4.73	4.86	4.40	5.22	4.69	77.52
510	5.70	5.86	5.22	6.20	5.58	77.99
520	7.09	7.33	6.43	7.57	6.86	78.60
530	8.97	9.34	8.08	9.39	8.59	78.94
540	11.63	12.22	10.43	11.91	11.01	79.19
550	15.33	16.32	13.74	15.35	14.35	79.54
560	20.56	22.14	18.43	20.08	19.01	79.75
570	26.78	29.08	24.01	25.59	24.48	80.07

Çizelge IV.5 Devam

580	34.17	37.19	30.64	32.04	30.85	80.14
590	42.60	46.17	38.23	39.39	37.97	80.37
600	51.09	54.79	46.02	46.99	45.02	80.52
610	58.83	62.21	53.60	54.53	51.59	80.92
620	66.18	68.99	61.08	62.02	57.96	81.22
630	71.31	73.51	66.91	67.99	62.75	81.32
640	75.15	76.81	71.82	73.00	66.04	81.53
650	77.70	79.04	75.58	76.85	69.48	81.77
660	79.22	80.45	78.10	79.39	71.34	81.98
670	80.29	81.44	80.09	81.27	72.71	82.04
680	80.87	81.99	81.26	82.34	73.60	82.16
690	81.00	82.11	81.63	82.72	73.94	82.20
700	81.04	82.15	81.80	82.92	74.20	82.32

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.2’de verilmiştir.



Şekil IV.2 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.1.2.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

Çizelge IV.6’da, PBT materyalin, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.6 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	HT
L*	57.52	56.09
a*	44.29	43.93
b*	62.24	60.68
C*	76.39	74.92
h	54.56	54.10
X	35.74	33.84
Y	25.46	24.01
Z	3.60	3.45
ΔE^*	2.146	

Çizelge IV.7’de, PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.7 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	Ultrasonik
L*	57.52	53.74
a*	44.29	41.03
b*	62.24	55.85
C*	76.39	69.30
h	54.56	53.70
X	35.74	30.24
Y	25.46	21.73
Z	3.60	3.58
ΔE^*	10.313	

Çizelge IV.8’de, PBT materyalin, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile Atmosferik-Keriyerli ve Atmosferik-Keriyersiz boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.8 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyeerli ve Atmosferik - Keriyeersiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik Keriyeerli	Atmosferik Keriyeersiz
L*	53.92	55.19
a*	43.65	41.99
b*	57.27	55.96
C*	72.01	69.96
h	52.68	53.11
X	31.15	32.20
Y	21.90	23.12
Z	3.40	4.00
ΔE*	2.470	

IV.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalar

IV.1.3.1. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PBT materyalin, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile HT, Atmosferik, Atmosferik-Keriyeerli, Atmosferik-Keriyeersiz ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.9’da verilmiştir.

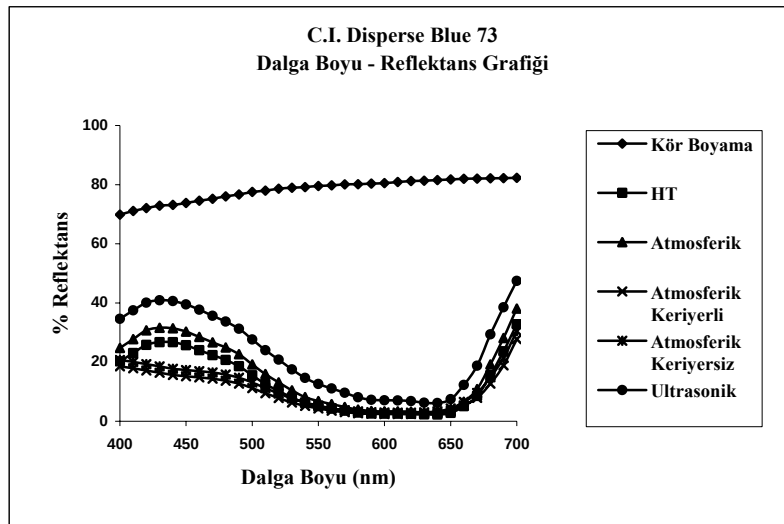
Çizelge IV.9 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriyeerli	Atmosferik Keriyeersiz	Ultrasonik	Kör Boyama
400	20.26	24.76	18.58	20.73	34.61	69.88
410	23.03	27.77	17.90	20.07	37.48	71.11
420	25.80	30.72	17.18	19.32	40.10	72.09
430	26.71	31.61	16.39	18.54	40.91	72.89
440	26.71	31.43	15.64	17.77	40.63	73.17
450	25.69	30.30	15.19	17.32	39.51	73.82
460	24.04	28.54	14.80	16.93	37.70	74.57
470	22.35	26.70	14.39	16.50	35.67	75.22
480	20.75	24.93	13.70	15.78	33.69	76.04
490	18.63	22.66	12.70	14.72	31.29	76.66
500	15.52	19.22	11.21	13.11	27.63	77.52
510	12.62	15.94	9.48	11.22	24.00	77.99
520	10.22	13.15	7.82	9.36	20.82	78.60
530	7.99	10.47	6.35	7.69	17.55	78.94
540	6.22	8.18	5.19	6.34	14.66	79.19
550	5.10	6.84	4.31	5.28	12.63	79.54
560	4.28	5.77	3.57	4.38	11.08	79.75
570	3.57	4.82	3.06	3.75	9.62	80.07

Çizelge IV.9 Devam

580	2.94	3.94	2.73	3.35	8.13	80.14
590	2.60	3.45	2.54	3.10	7.23	80.37
600	2.54	3.37	2.46	2.99	7.07	80.52
610	2.54	3.35	2.42	2.94	7.03	80.92
620	2.48	3.26	2.42	2.94	6.83	81.22
630	2.31	3.00	2.49	3.04	6.27	81.32
640	2.29	2.97	2.74	3.38	6.16	81.53
650	2.82	3.68	3.49	4.33	7.49	81.77
660	5.06	6.57	5.34	6.55	12.27	81.98
670	8.53	10.89	7.92	9.56	18.80	82.04
680	15.59	19.19	12.70	14.86	29.36	82.16
690	23.65	28.13	18.88	21.38	38.51	82.20
700	32.77	38.09	27.78	30.49	47.43	82.32

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.3'te verilmiştir.



Şekil IV.3 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.1.3.2. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

Çizelge IV.10'da, PBT materyalin, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.10 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve HT Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	HT
L*	37.17	33.11
a*	-1.09	0.81
b*	-40.15	-39.80
C*	40.17	39.81
h	268.45	271.17
X	9.00	7.28
Y	9.63	7.59
Z	30.74	25.87
ΔE*	4.500	

Çizelge IV.11’de, PBT materyalin, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.11 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik ve Ultrasonik Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik	Ultrasonik
L*	37.17	46.43
a*	-1.09	-4.30
b*	-40.15	-36.92
C*	40.17	37.17
h	268.45	263.36
X	9.00	14.08
Y	9.63	15.59
Z	30.74	40.52
ΔE*	8.116	

Çizelge IV.12’de, PBT materyalin, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile Atmosferik-Keriyerli ve Atmosferik-Keriyersiz boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.12 PBT Materyalin C.I. Dispers Blue 73 Boyarmaddesi ile Atmosferik - Keriyeirli ve Atmosferik - Keriyeirsiz Boyama Yöntemlerine Göre Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Atmosferik Keriyeirli	Atmosferik Keriyeirsiz
L*	28.91	31.61
a*	-2.12	-3.15
b*	-29.00	-29.09
C*	29.08	29.26
h	265.82	263.81
X	5.32	6.26
Y	5.80	6.92
Z	16.18	18.44
ΔE*	2.009	

IV.2. PAN/PBT KARIŞIM MATERYALİN BOYANMASI

PAN/PBT karışım materyalin “Tek Banyo Boyama Yöntemi” ve “İki Banyo Boyama Yöntemi”ne göre üç farklı renkteki “dispers” ve “bazık” boyarmadde grubunun kombinasyonu ile gerçekleştirilen boyamalarına ait boyanmış numunelerin spektrofotometrik renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre, kullanılan dispers ve bazık boyarmadde kombinasyonları temel alınarak, boyama yöntemleri arasındaki karşılaştırmalı çizelgelerde, CIELab ve reflektans değerleri verilmiştir.

IV.2.1. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar

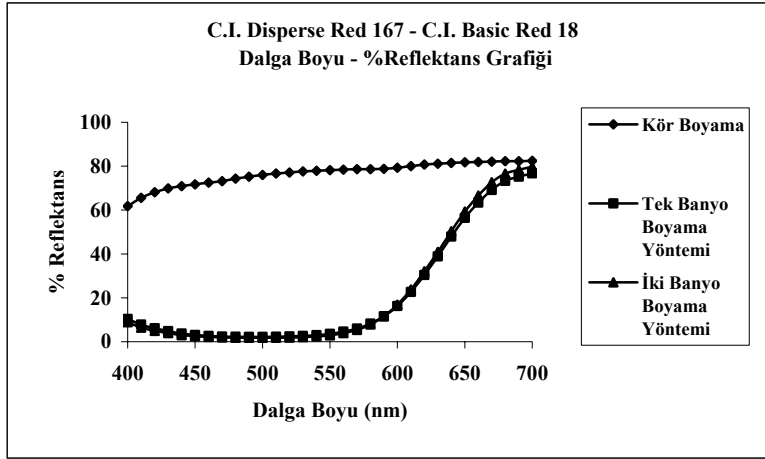
IV.2.1.1. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.13’te verilmiştir.

Çizelge IV.13 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Dispers Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi	Kör Boyama
400	10.35	8.92	61.79
410	7.84	6.43	65.57
420	6.11	4.95	68.16
430	4.84	3.93	69.91
440	3.69	3.01	70.88
450	3.03	2.52	71.71
460	2.62	2.18	72.48
470	2.37	1.97	73.14
480	2.23	1.85	74.33
490	2.18	1.80	75.18
500	2.18	1.79	76.00
510	2.23	1.81	76.65
520	2.39	1.91	77.12
530	2.64	2.09	77.60
540	3.00	2.40	77.92
550	3.59	2.94	78.20
560	4.57	3.92	78.38
570	6.01	5.43	78.64
580	8.24	7.87	78.61
590	11.62	11.63	78.80
600	16.28	16.83	79.26
610	22.67	23.77	80.05
620	30.43	32.07	80.73
630	38.86	40.89	81.08
640	47.89	50.31	81.46
650	56.42	59.33	81.76
660	63.36	66.62	81.94
670	69.18	72.63	82.08
680	73.28	76.56	82.25
690	75.22	78.34	82.31
700	76.70	79.70	82.42

C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 boyarmaddeleri ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.4’te verilmiştir.



Şekil IV.4 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.2.1.2. C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

PAN/PBT karışım materyal, C.I.Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre, %1 renk şiddetinde boyanmıştır. Boyanmış numunelere ait CIELab değerleri ve ΔE değerleri, Tek Banyo boyama yönteminin “standart” kabul edilmesi suretiyle ve D65/10° dikkate alınarak ifade edilmiştir.

Çizelge IV.14’te, PAN/PBT karışım materyalin, C.I.Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.14 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Red 167 ve C.I. Basic Red 18 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi
L*	35.34	35.02
a*	45.44	48.24
b*	23.22	26.79
C*	51.03	55.18
h	27.07	29.04
X	14.39	14.63
Y	8.67	8.51
Z	3.73	3.07
ΔE^*	4.549	

IV.2.2. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar

IV.2.2.1. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28

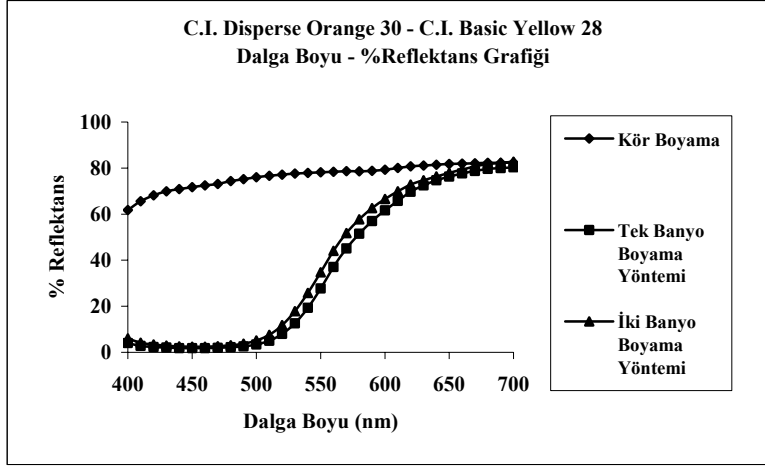
Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo Boyama Yöntemleri'ne göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.15'te verilmiştir.

Çizelge IV.15 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi	Kör Boyama
400	4.00	6.02	61.79
410	2.81	4.19	65.57
420	2.32	3.39	68.16
430	2.06	2.93	69.91
440	1.84	2.54	70.88
450	1.79	2.43	71.71
460	1.83	2.45	72.48
470	1.93	2.61	73.14
480	2.19	3.04	74.33
490	2.59	3.75	75.18
500	3.42	5.14	76.00
510	5.00	7.60	76.65
520	7.98	11.82	77.12
530	12.61	17.84	77.60
540	19.34	25.80	77.92
550	27.70	34.78	78.20
560	37.02	44.07	78.38
570	45.08	51.77	78.64
580	51.51	57.74	78.61
590	56.97	62.62	78.80
600	61.61	66.59	79.26
610	65.76	69.91	80.05
620	69.70	72.86	80.73
630	72.49	74.73	81.08
640	74.67	76.37	81.46
650	76.31	77.88	81.76
660	77.68	79.38	81.94
670	78.73	80.71	82.08
680	79.66	81.81	82.25
690	80.02	82.30	82.31
700	80.34	82.77	82.42

C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.5'te verilmiştir.



Şekil IV.5 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.2.2.2. C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28

Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre, %1 renk şiddetinde boyanmıştır. Boyanmış numunelere ait CIELab değerleri ve ΔE değerleri, Tek Banyo boyama yönteminin “standart” kabul edilmesi suretiyle ve D65/10° dikkate alınarak ifade edilmiştir.

Çizelge IV.16’da, PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.16 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi
L*	63.15	66.89
a*	37.78	33.45
b*	80.91	80.84
C*	89.30	87.48
h	64.97	67.52
X	41.27	45.24
Y	31.76	36.48
Z	2.30	3.21
ΔE*	5.727	

IV.2.3. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalar

IV.2.3.1. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait Reflektans Değerleri

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre, **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalarına ait %reflektans değerleri, Çizelge IV.17’de verilmiştir.

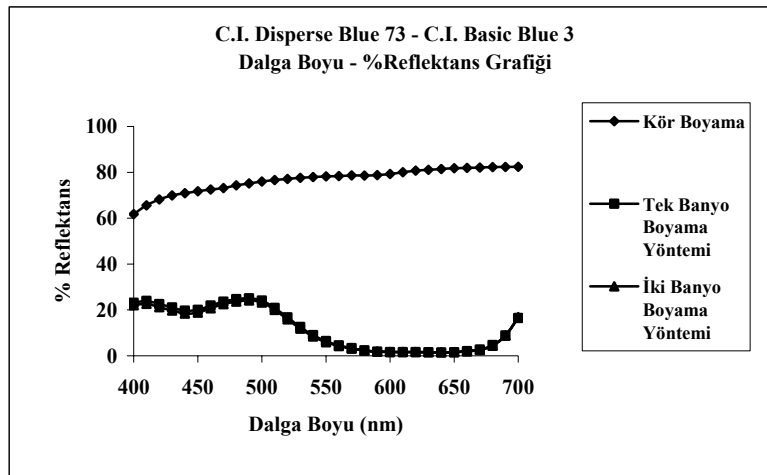
Çizelge IV.17 PAN/PBT karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi	Kör Boyama
400	23.08	22.03	61.79
410	23.93	22.71	65.57
420	22.52	21.22	68.16
430	21.09	19.76	69.91
440	19.71	18.43	70.88
450	20.04	18.82	71.71
460	21.91	20.76	72.48
470	23.61	22.51	73.14
480	24.69	23.68	74.33
490	25.08	24.14	75.18
500	24.07	23.21	76.00
510	20.87	20.03	76.65
520	16.72	15.91	77.12
530	12.58	11.85	77.60
540	9.03	8.41	77.92
550	6.41	5.94	78.20
560	4.57	4.25	78.38
570	3.33	3.14	78.64

Çizelge IV.17 Devam

580	2.39	2.33	78.61
590	1.84	1.85	78.80
600	1.63	1.69	79.26
610	1.62	1.67	80.05
620	1.61	1.66	80.73
630	1.53	1.59	81.08
640	1.47	1.54	81.46
650	1.56	1.62	81.76
660	2.00	1.94	81.94
670	2.74	2.54	82.08
680	4.71	4.39	82.25
690	8.87	8.79	82.31
700	16.47	16.91	82.42

C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 boyarmaddeleri ile belirtilen boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilen boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil IV.6’da verilmiştir.



Şekil IV.6 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

IV.2.3.2. C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Gerçekleştirilen Boyamalara Ait CIELab Değerleri

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre, %1 renk şiddetinde boyanmıştır. Boyanmış materyallere ait CIELab değerleri ve ΔE değerleri, Tek banyo boyama yönteminin “standart” kabul edilmesi suretiyle ve D65/10° dikkate alınarak ifade edilmiştir.

Çizelge IV.18’de, PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 boyarmaddeleri ile Tek Banyo ve İki Banyo boyama yöntemlerine göre boyanmasına ait CIELab değerleri ve bu iki boyama yöntemi arasındaki ΔE değeri verilmiştir.

Çizelge IV.18 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Blue 3 Boyarmaddeleri ile Boyanmasına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi
L*	36.96	36.11
a*	-23.91	-23.60
b*	-28.88	-28.12
C*	37.50	36.71
h	230.38	229.99
X	6.47	6.16
Y	9.52	9.07
Z	23.29	22.02
ΔE^*	1.182	

IV.3. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİNE AİT SONUÇLAR

IV.3.1. Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesi amacıyla, öncelikle boyamalarda kullanılan boyarmaddelerin seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. Ardından, UV-görünür alan spektrofotometresinde 400-700 nm dalga boyu aralığında incelenerek, absorbans değerleri tespit edilmiştir. Bu inceleme sonucunda, her bir boyarmadde için elde edilen “kalibrasyon doğru denklemi” vasıtasıyla, ilgili boyarmadde ile yapılan boyamaya ait çekim özellikleri ortaya çıkartılmıştır.

IV.3.1.1. Dispers Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

IV.3.1.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar

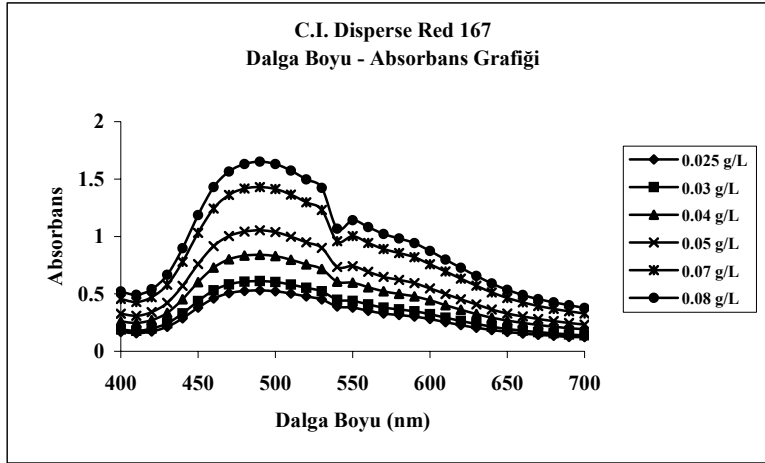
C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesinin, 0.025, 0.03, 0.04, 0.05, 0.07 ve 0.08 g/L olmak üzere 6 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-

700 nm dalga boyu aralığında yapılan incelemede, λ_{max} : **490 nm** olarak tespit edilmiştir. Çizelge IV.19’da dalga boyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Çizelge IV.19 C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri

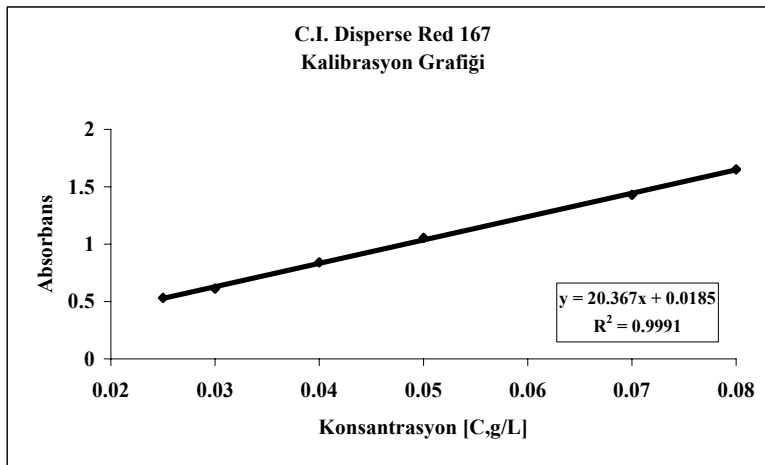
Dalga Boyu (nm)	0.025 g/L	0.03 g/L	0.04 g/L	0.05 g/L	0.07 g/L	0.08 g/L
400	0.168	0.190	0.261	0.327	0.456	0.521
410	0.157	0.179	0.247	0.310	0.429	0.492
420	0.173	0.198	0.272	0.341	0.471	0.541
430	0.213	0.244	0.335	0.422	0.580	0.666
440	0.287	0.330	0.453	0.570	0.779	0.897
450	0.380	0.438	0.602	0.759	1.032	1.186
460	0.460	0.531	0.729	0.915	1.243	1.430
470	0.506	0.583	0.802	1.004	1.362	1.565
480	0.526	0.606	0.834	1.043	1.417	1.630
490	0.531	0.612	0.841	1.054	1.430	1.651
500	0.523	0.603	0.829	1.038	1.413	1.630
510	0.503	0.581	0.797	0.998	1.364	1.574
520	0.478	0.553	0.757	0.949	1.297	1.497
530	0.452	0.523	0.717	0.900	1.230	1.423
540	0.390	0.449	0.606	0.734	0.959	1.068
550	0.380	0.439	0.598	0.742	1.003	1.142
560	0.353	0.408	0.558	0.693	0.944	1.082
570	0.329	0.380	0.522	0.648	0.890	1.021
580	0.316	0.365	0.500	0.622	0.856	0.983
590	0.302	0.348	0.478	0.594	0.820	0.942
600	0.281	0.324	0.444	0.548	0.758	0.874
610	0.254	0.292	0.401	0.499	0.695	0.799
620	0.229	0.265	0.362	0.453	0.633	0.728
630	0.205	0.238	0.325	0.408	0.571	0.657
640	0.185	0.214	0.293	0.364	0.513	0.591
650	0.168	0.194	0.267	0.329	0.464	0.535
660	0.155	0.180	0.247	0.304	0.426	0.490
670	0.144	0.167	0.230	0.281	0.394	0.454
680	0.135	0.157	0.215	0.264	0.370	0.427
690	0.126	0.147	0.201	0.247	0.348	0.401
700	0.124	0.140	0.192	0.233	0.329	0.378

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait “dalga boyu – absorbans grafiği” Şekil IV.7’de verilmiştir.



Şekil IV.7 C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalgı Boyu - Absorbans Grafiği

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesinin $\lambda_{\max}$: 490 nm'deki absorbans değerleri dikkate alınarak "kalibrasyon grafiği" oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemini, Şekil IV.8'de gösterilmiştir.



Şekil IV.8 C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

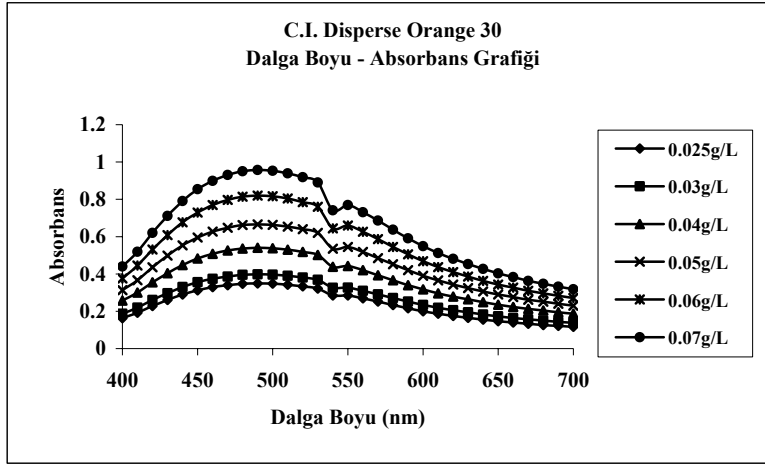
IV.3.1.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin, 0.025, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 ve 0.07 g/L olmak üzere 6 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalga boyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: **490 nm** olarak tespit edilmiştir. Çizelge IV.20'de dalga boyu – absorbans değerleri verilmiştir.

Çizelge IV.20 C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri

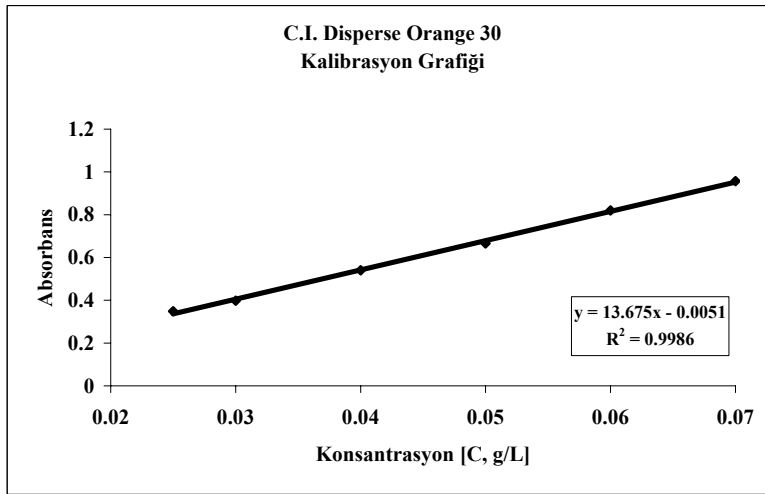
Dalga Boyu (nm)	0.025 g/L	0.03 g/L	0.04 g/L	0.05 g/L	0.06 g/L	0.07 g/L
400	0.163	0.187	0.257	0.313	0.376	0.440
410	0.192	0.220	0.300	0.366	0.445	0.519
420	0.228	0.261	0.355	0.436	0.531	0.620
430	0.261	0.297	0.404	0.498	0.608	0.711
440	0.290	0.330	0.448	0.553	0.677	0.791
450	0.312	0.356	0.483	0.595	0.729	0.854
460	0.329	0.374	0.508	0.627	0.769	0.899
470	0.340	0.386	0.526	0.648	0.797	0.931
480	0.347	0.395	0.536	0.662	0.814	0.950
490	0.349	0.398	0.540	0.666	0.820	0.957
500	0.348	0.396	0.538	0.663	0.817	0.953
510	0.342	0.390	0.530	0.654	0.805	0.939
520	0.334	0.381	0.518	0.640	0.785	0.919
530	0.322	0.369	0.502	0.620	0.760	0.890
540	0.285	0.326	0.438	0.535	0.644	0.741
550	0.285	0.327	0.443	0.545	0.660	0.769
560	0.269	0.310	0.420	0.518	0.626	0.731
570	0.252	0.291	0.393	0.485	0.587	0.686
580	0.233	0.271	0.366	0.452	0.545	0.637
590	0.216	0.252	0.340	0.420	0.505	0.591
600	0.200	0.234	0.317	0.390	0.468	0.549
610	0.187	0.219	0.296	0.365	0.437	0.512
620	0.175	0.206	0.279	0.343	0.410	0.481
630	0.165	0.195	0.264	0.324	0.386	0.453
640	0.155	0.183	0.249	0.306	0.363	0.427
650	0.147	0.173	0.235	0.290	0.343	0.403
660	0.140	0.164	0.223	0.276	0.327	0.383
670	0.133	0.157	0.213	0.262	0.310	0.363
680	0.126	0.150	0.204	0.251	0.296	0.347
690	0.122	0.143	0.195	0.240	0.283	0.332
700	0.117	0.138	0.187	0.230	0.271	0.318

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait “dalga boyu – absorbans grafiği” Şekil IV.9’da verilmiştir.



Şekil IV.9 C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesinin $\lambda_{\max}$: 490 nm'deki absorbans değerleri dikkate alınarak “kalibrasyon grafiği” oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi, Şekil IV.10'da gösterilmiştir.



Şekil IV.10 C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

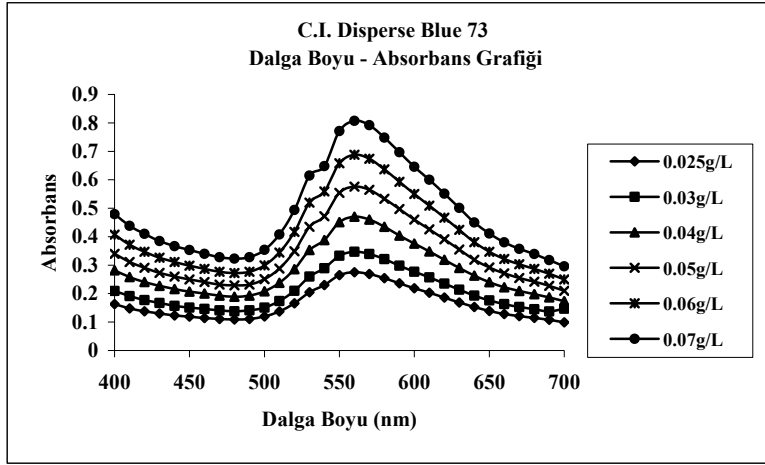
IV.3.1.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesinin, 0.025, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 ve 0.07 g/L olmak üzere 6 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalga boyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: **560 nm** olarak tespit edilmiştir. Çizelge IV.21'de dalga boyu – absorbans değerleri verilmiştir.

Çizelge IV.21 C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri

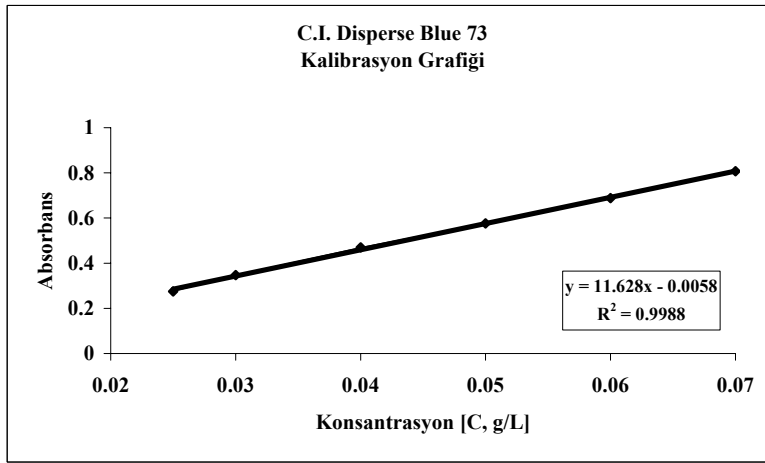
Dalga Boyu (nm)	0.025 g/L	0.03 g/L	0.04 g/L	0.05 g/L	0.06 g/L	0.07 g/L
400	0.163	0.209	0.282	0.340	0.407	0.479
410	0.148	0.191	0.258	0.311	0.372	0.438
420	0.138	0.177	0.241	0.291	0.347	0.410
430	0.130	0.167	0.227	0.273	0.326	0.385
440	0.123	0.157	0.216	0.260	0.311	0.367
450	0.119	0.151	0.207	0.250	0.298	0.353
460	0.114	0.146	0.200	0.241	0.287	0.340
470	0.111	0.141	0.193	0.232	0.277	0.328
480	0.109	0.138	0.189	0.229	0.272	0.323
490	0.111	0.141	0.193	0.232	0.277	0.328
500	0.120	0.151	0.208	0.251	0.299	0.354
510	0.137	0.174	0.238	0.288	0.344	0.408
520	0.166	0.210	0.286	0.349	0.417	0.494
530	0.205	0.260	0.353	0.435	0.520	0.615
540	0.230	0.289	0.388	0.472	0.559	0.648
550	0.265	0.333	0.451	0.554	0.658	0.771
560	0.275	0.347	0.470	0.576	0.688	0.807
570	0.269	0.339	0.460	0.565	0.674	0.792
580	0.254	0.321	0.435	0.533	0.637	0.748
590	0.236	0.298	0.404	0.497	0.593	0.697
600	0.219	0.277	0.376	0.460	0.550	0.646
610	0.203	0.257	0.348	0.426	0.509	0.600
620	0.186	0.235	0.319	0.391	0.467	0.551
630	0.169	0.214	0.290	0.355	0.424	0.501
640	0.153	0.193	0.263	0.319	0.381	0.450
650	0.139	0.176	0.240	0.292	0.347	0.411
660	0.128	0.163	0.222	0.271	0.322	0.380
670	0.121	0.153	0.209	0.255	0.303	0.357
680	0.115	0.145	0.198	0.242	0.287	0.339
690	0.108	0.137	0.187	0.227	0.270	0.318
700	0.099	0.147	0.173	0.210	0.250	0.296

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait “dalga boyu – absorbans grafiği” Şekil IV.11’de verilmiştir.



Şekil IV.11 C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesinin $\lambda_{\max}$: 560 nm'deki absorbans değerleri dikkate alınarak “kalibrasyon grafiği” oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi, Şekil IV.12’de gösterilmiştir.



Şekil IV.12 C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

IV.3.1.2. Bazık Boyarmaddelerin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

PAN/PBT karışım materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde “dispers” boyarmadde grubundan C.I. Disperse Blue 73, “bazık” boyarmadde grubundan ise C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesinden yararlanılmıştır. Bu nedenle bazık boyarmadde grubundan, boyarmaddelerin seyreltik çözeltilerinin

inceleme sonuçlarında, yalnızca C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesine ait veriler sunulmuştur.

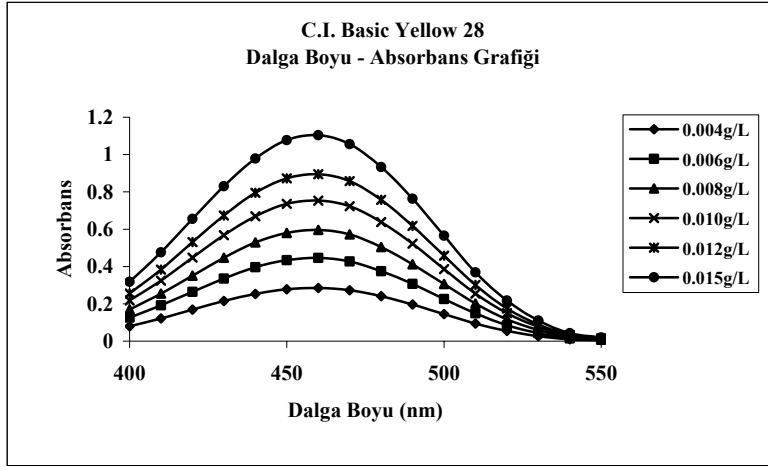
IV.3.1.2.1. C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesine Ait Sonuçlar

C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesinin, 0.004, 0.006, 0.008, 0.01, 0.012 ve 0.015 g/L olmak üzere 6 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalga boyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: **460 nm** olarak tespit edilmiştir. Çizelge IV.21’de dalga boyu – absorbans değerleri verilmiştir.

Çizelge IV.22 C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Değerleri

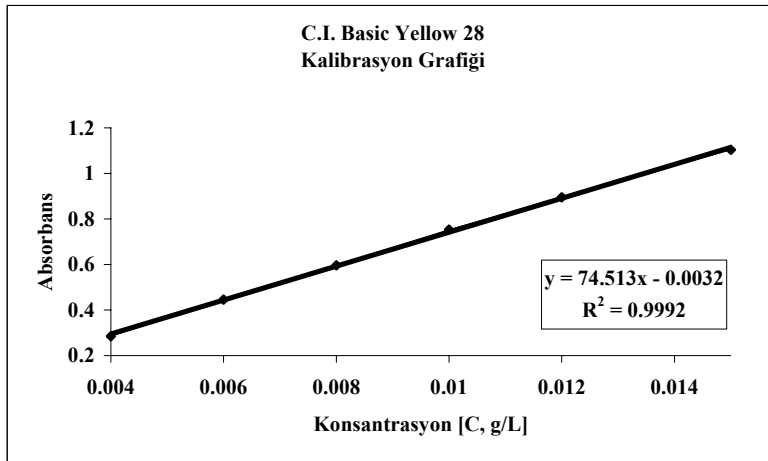
Dalga Boyu (nm)	0.004 g/L	0.006 g/L	0.008 g/L	0.01 g/L	0.012 g/L	0.015 g/L
400	0.080	0.126	0.170	0.218	0.256	0.318
410	0.122	0.192	0.255	0.324	0.383	0.476
420	0.169	0.264	0.351	0.448	0.531	0.655
430	0.215	0.335	0.447	0.568	0.673	0.830
440	0.253	0.396	0.529	0.669	0.795	0.979
450	0.278	0.434	0.580	0.736	0.872	1.077
460	0.285	0.446	0.596	0.753	0.895	1.104
470	0.273	0.427	0.572	0.723	0.858	1.056
480	0.241	0.375	0.504	0.638	0.757	0.933
490	0.196	0.307	0.412	0.522	0.618	0.763
500	0.145	0.226	0.306	0.386	0.458	0.565
510	0.094	0.149	0.202	0.255	0.301	0.369
520	0.055	0.085	0.117	0.150	0.175	0.218
530	0.027	0.043	0.060	0.077	0.089	0.111
540	0.010	0.015	0.022	0.031	0.032	0.043
550	0.005	0.007	0.010	0.014	0.015	0.020
560	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
580	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
630	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
650	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
690	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait “dalga boyu – absorbans grafiği” Şekil IV.13’te verilmiştir.



Şekil IV.13 C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine Ait Dalga Boyu - Absorbans Grafiği

C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesinin $\lambda_{\max}$: 460 nm’deki absorbans değerleri dikkate alınarak “kalibrasyon grafiği” oluşturulmuştur. Kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi, Şekil IV.14’te gösterilmiştir.



Şekil IV.14 C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddesine Ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

IV.3.2. Boyamaların Çekim Özelliklerinin İncelenmesi

IV.3.2.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesi

PBT materyalin boyanmasına ait çekim özellikleri, dispers boyarmadde grubuna ait her üç boyarmadde için de gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar, üçüncü bölümde belirtilen boyama koşulları ve hesaplama tekniklerine göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen absorbans değerlerinden konsantrasyon değerlerine ulaşılması için ise, her bir boyarmaddeye ait “kalibrasyon doğru denklemi”nden yararlanılmıştır.

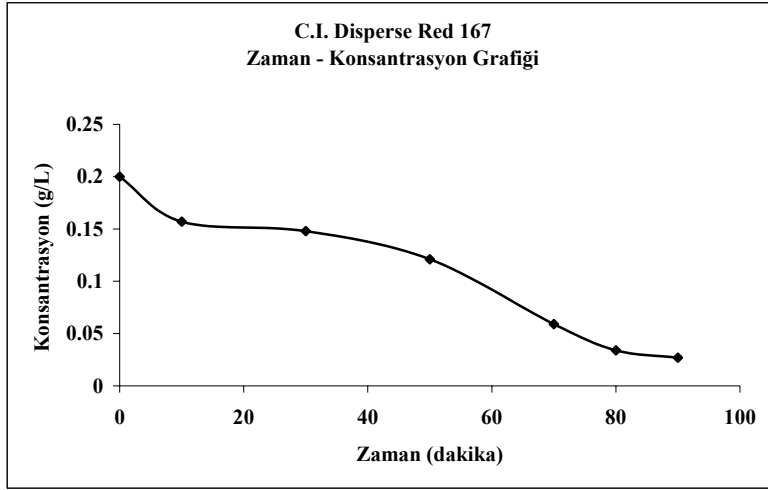
IV.3.2.1.1. C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen boyamalara ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 490 nm’deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre, elde edilen absorbans, konsantrasyon ve %çekim değerleri Çizelge IV.23’te sunulmuştur.

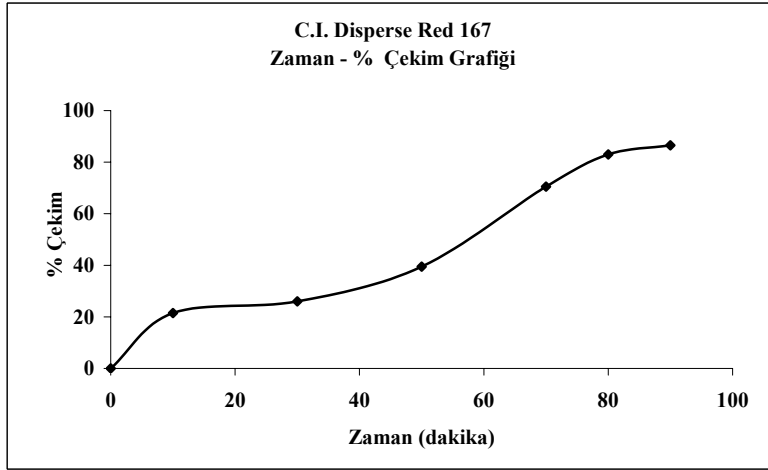
Çizelge IV.23 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Absorbans	Konsantrasyon (g/L)	%Çekim
t0	0.856	0.2	0
t1	0.658	0.157	21.5
t2	0.623	0.148	26
t3	0.511	0.121	39.5
t4	0.262	0.059	70.5
t5	0.157	0.034	83
t6	0.130	0.027	86.5

PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.15’te, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.16’da verilmiştir.



Şekil IV.15 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.16 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği

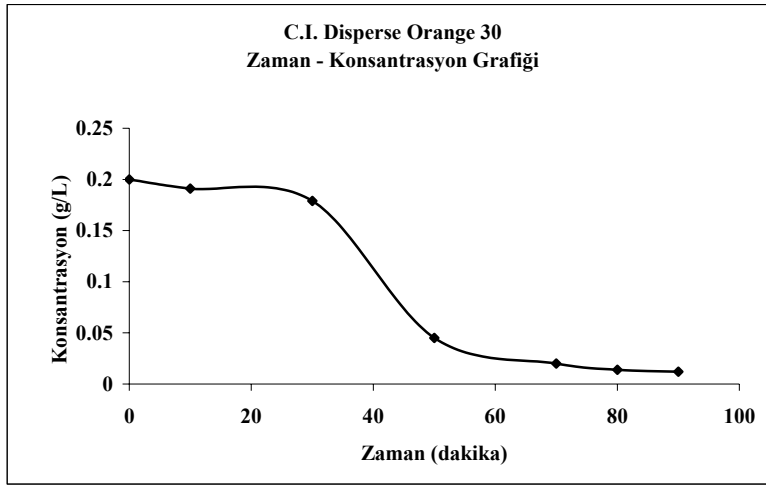
IV.3.2.1.2. C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen boyamalara ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 490 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre, elde edilen absorbans, konsantrasyon ve %çekim değerleri Çizelge IV.24'te sunulmuştur.

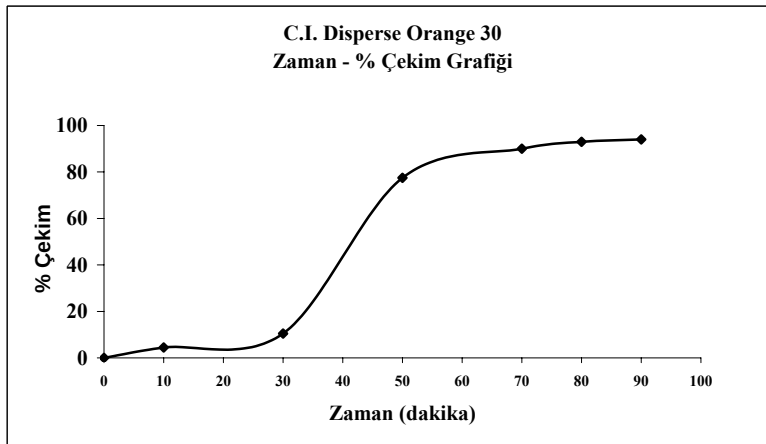
Çizelge IV.24 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Absorbans	Konsantrasyon (g/L)	%Çekim
t0	1.109	0.2	0
t1	1.043	0.191	4.5
t2	0.978	0.179	10.5
t3	0.242	0.045	77.5
t4	0.106	0.020	90
t5	0.074	0.014	93
t6	0.063	0.012	94

PBT materyalin C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.17’de, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.18’de verilmiştir.



Şekil IV.17 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.18 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği

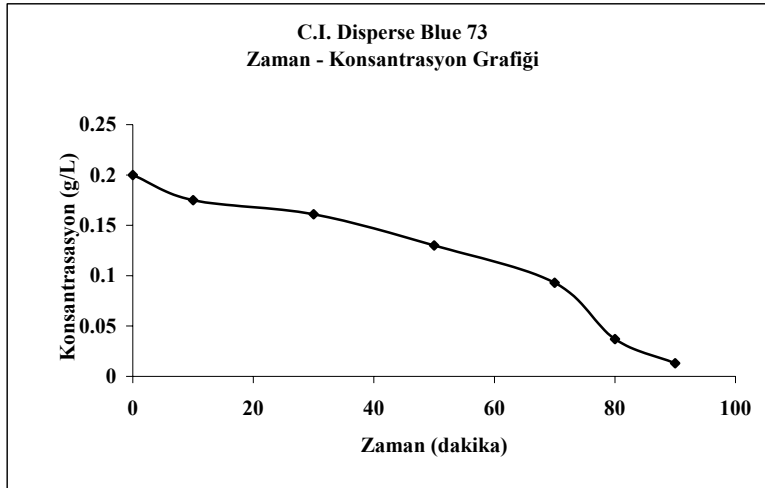
IV.3.2.1.3. C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Sonuçlar

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen boyamalara ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 560 nm'deki absorbens değerleri ölçülmüştür. Buna göre, elde edilen absorbens, konsantrasyon ve %çekim değerleri Çizelge IV.25'te sunulmuştur.

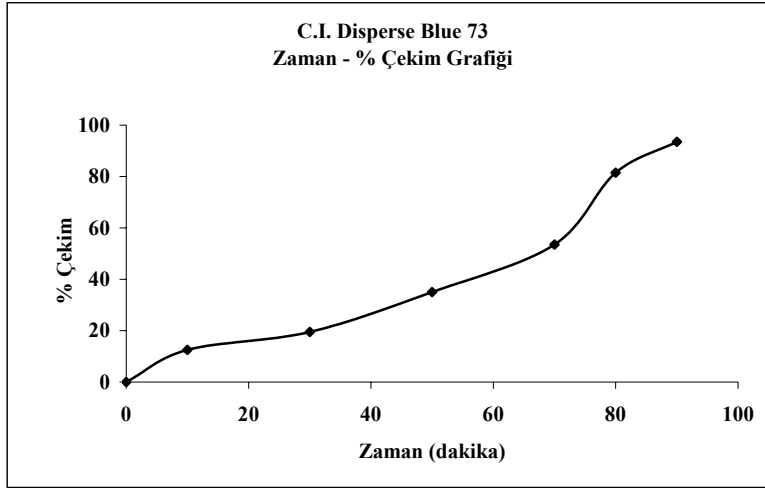
Çizelge IV.25 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Absorbans	Konsantrasyon (g/L)	%Çekim
t0	0.961	0.2	0
t1	0.812	0.175	12.5
t2	0.746	0.161	19.5
t3	0.603	0.130	35
t4	0.427	0.093	53.5
t5	0.166	0.037	81.5
t6	0.058	0.013	93.5

PBT materyalin C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.19'da, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.20'de verilmiştir.



Şekil IV.19 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.20 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği

IV.3.2.2. PAN/PBT Karışım Materyalin Boyanmasına Ait Çekim Özelliklerinin İncelenmesi

PAN/PBT karışım materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, “dispers” ve “bazık” boyarmadde grupları kullanılmıştır. Boyama koşulları, boyama banyosundan çözelti alınan zaman aralıkları ve kullanılan formülasyonlar üçüncü bölümde belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Dispers boyarmadde olarak, C.I. Disperse Blue 73, bazık boyarmadde olarak ise, C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesi kullanılmıştır. Hesaplamalarda kullanılmak üzere, boyarmaddelere ait seyreltik çözeltilerin incelenmesi çalışması dikkate alınmıştır. Çizelge IV.26’da, hesaplamalarda yararlanılan, boyarmaddelerin seyreltik çözeltilerine ait veriler sunulmuştur.

Çizelge IV.26 PAN/PBT Karışım Materyalin Çekim Özelliklerinin İncelenmesine Ait Hesaplamalarda Kullanılan Veriler

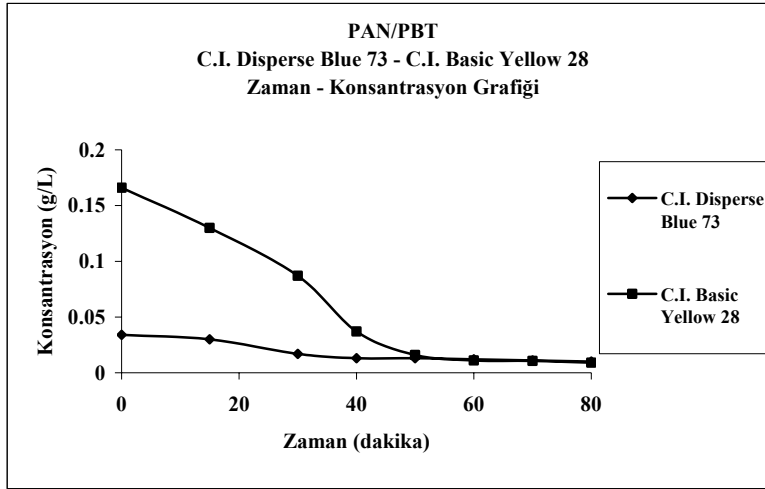
Boyarmaddeler	λ_1, λ_2	C_x, C_y	A_x, A_y	a_x, a_y
C.I. Disperse Blue 73	560	0.025	0.275	0.114
C.I. Basic Yellow 28	460	0.015	1.104	0.000

PAN/PBT karışım materyalin, C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddeleri ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin λ_1 ve λ_2 ’deki absorbans değerleri tespit edilmiştir. Buna göre, elde edilen absorbans, konsantrasyon ve %çekim değerleri Çizelge IV.27’de sunulmuştur.

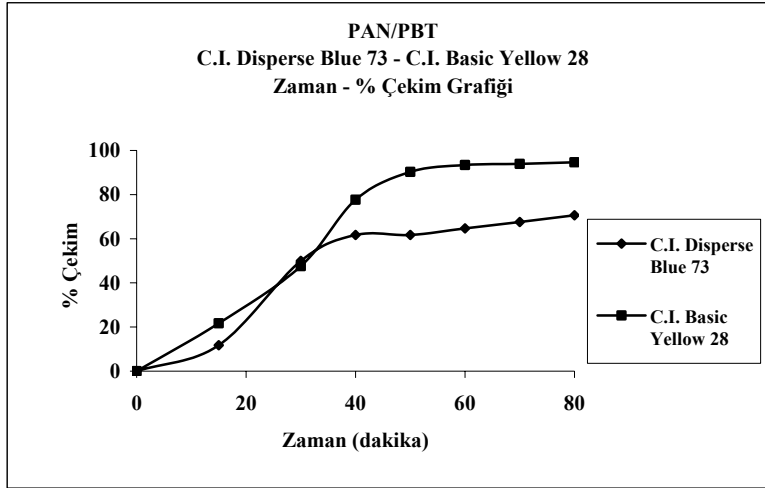
Çizelge IV.27 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyanmasında Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Absorbans		Konsantrasyon (g/L)		%Çekim	
	C.I. Disperse Blue 73	C.I. Basic Yellow 28	C.I. Disperse Blue 73	C.I. Basic Yellow 28	C.I. Disperse Blue 73	C.I. Basic Yellow 28
t0	0.038	1.236	0.034	0.166	0	0
t1	0.066	1.950	0.03	0.130	11.76	21.7
t2	0.039	1.281	0.017	0.087	50	47.6
t3	0.029	0.562	0.013	0.037	61.7	77.7
t4	0.028	0.258	0.013	0.016	61.7	90.3
t5	0.027	0.179	0.012	0.011	64.7	93.4
t6	0.026	0.167	0.011	0.0106	67.6	93.9
t7	0.024	0.151	0.010	0.009	70.6	94.6

PBT/PAN karışım materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddelerine ait, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.21’de, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.22’de verilmiştir.



Şekil IV.21 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine Ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.22 PAN/PBT Karışım Materyalin C.I. Disperse Blue 73 ve C.I. Basic Yellow 28 Boyarmaddeleri ile Boyanmasında Zaman - %Çekim Grafiği

IV.3.3. PBT Materyalin Boyanmasında Termodinamik Parametrelerin İncelenmesi

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerin tespitinde, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi kullanılmıştır. Termodinamik parametrelerin hesaplanmasında kullanılmak üzere, öncelikle boyamalara ait çekim özellikleri ortaya çıkartılmıştır. Termodinamik parametrelerin tespitine ilişkin hesaplamalarda kullanılmak üzere belirlenen, PBT materyale ait lif yarıçapı ve iplik formundayken içerdiği filament sayısı, Çizelge IV.28’de verilmiştir.

Çizelge IV.28 PBT Materyale Ait Lif Yarıçapı ve İplikteki Filament Sayısı

Lif Çapı (m)	İplikteki Filament Sayısı
9.375×10^{-6}	24

IV.3.3.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde Çekim Özelliklerinin İncelenmesi

%1, %2 ve %3 renk şiddetleri dikkate alınarak yürütülen çalışmalar, her bir sıcaklık değerinde gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık değerlerindeki, konsantrasyona bağlı değişimin incelenebilmesi ve yapılacak olan hesaplamalarda kolaylık sağlaması amacıyla, sıcaklık değerleri temel alınmış ve çizelge ve grafikler bu esasa göre hazırlanmıştır.

IV.3.3.1.1. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik

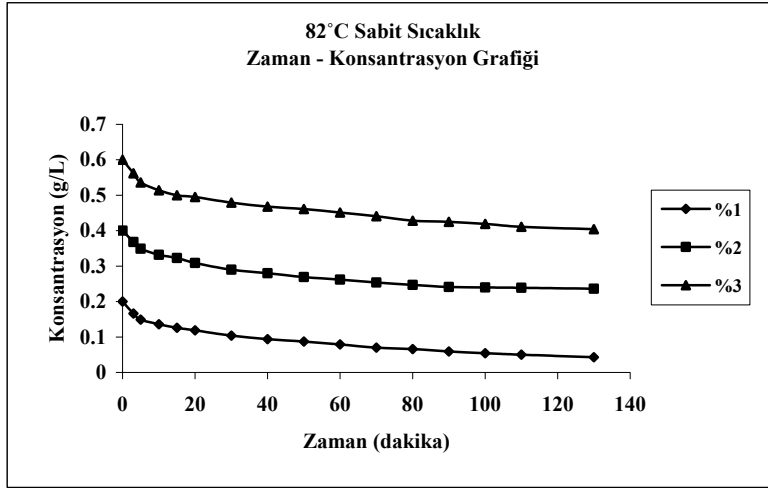
Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Çekim Özellikleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, 82°C sıcaklık dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait A (absorbans), C (konsantrasyon) ve %çekim değerleri, Çizelge IV.29'da gösterilmiştir.

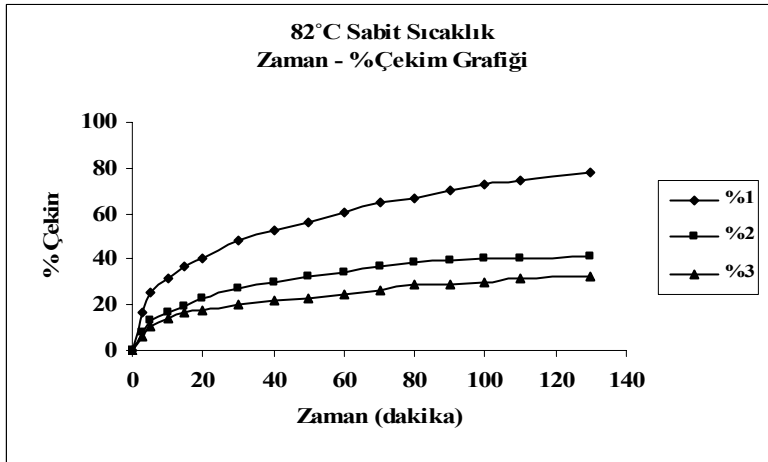
Çizelge IV.29 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Renk Şiddeti								
	%1			%2			%3		
	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim
t0	0.446	0.2	0	0.832	0.4	0	1.240	0.6	0
t1	0.357	0.166	17	0.769	0.368	8	1.163	0.562	6.33
t2	0.322	0.149	25.5	0.730	0.349	12.75	1.112	0.536	10.66
t3	0.297	0.136	32	0.696	0.332	17	1.066	0.514	14.33
t4	0.276	0.126	37	0.677	0.323	19.25	1.044	0.5	16.66
t5	0.261	0.119	40.5	0.648	0.309	22.75	1.028	0.495	17.5
t6	0.231	0.104	48	0.611	0.29	27.5	0.995	0.479	20.16
t7	0.210	0.094	53	0.589	0.280	30	0.972	0.468	22
t8	0.196	0.087	56.5	0.567	0.269	32.75	0.958	0.461	23.16
t9	0.181	0.079	60.5	0.553	0.262	34.5	0.939	0.451	24.8
t10	0.162	0.070	65	0.536	0.254	36.5	0.917	0.441	26.5
t11	0.153	0.066	67	0.522	0.247	38.25	0.890	0.428	28.66
t12	0.139	0.059	70.5	0.510	0.241	39.75	0.885	0.425	29.16
t13	0.130	0.054	73	0.508	0.240	40	0.872	0.419	30.16
t14	0.122	0.050	75	0.506	0.239	40.25	0.857	0.411	31.5
t15	0.107	0.043	78.5	0.500	0.236	41	0.841	0.404	32.66

82°C sıcaklık değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait zaman-konsantrasyon değişimini gösteren grafik Şekil IV.23'te, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.24'te verilmiştir.



Şekil IV.23 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.24 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 82°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği

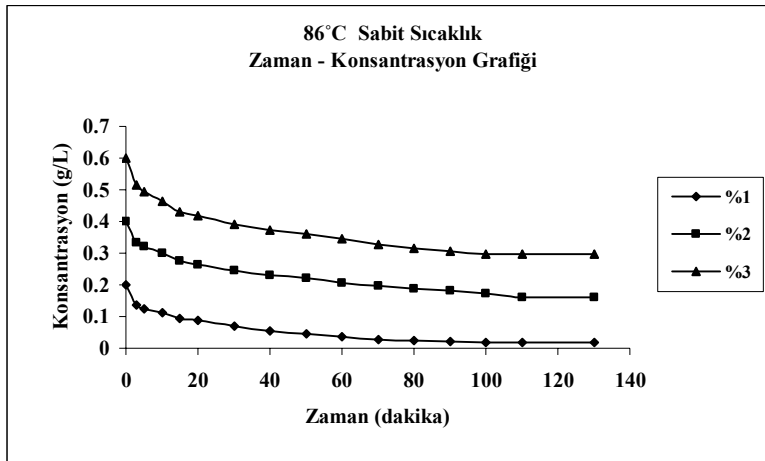
IV.3.3.1.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Çekim Özellikleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, 86°C sıcaklık dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri, Çizelge IV.30'da gösterilmiştir.

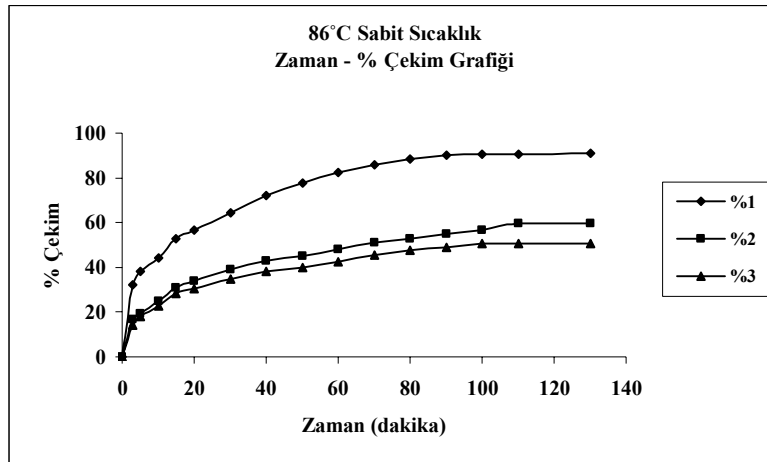
Çizelge IV.30 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve % Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Renk Şiddeti								
	%1			%2			%3		
	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim
t0	0.860	0.2	0	0.832	0.4	0	0.629	0.6	0
t1	0.573	0.136	32	0.698	0.333	16.75	0.542	0.514	14.33
t2	0.527	0.124	38	0.674	0.322	19.5	0.521	0.493	17.83
t3	0.476	0.112	44	0.633	0.301	24.75	0.490	0.463	22.8
t4	0.404	0.094	53	0.582	0.276	31	0.456	0.429	28.5
t5	0.376	0.087	56.5	0.558	0.264	34	0.444	0.417	30.5
t6	0.308	0.071	64.5	0.517	0.244	39	0.417	0.391	34.83
t7	0.247	0.056	72	0.486	0.229	42.75	0.398	0.372	38
t8	0.204	0.045	77.5	0.467	0.22	45	0.386	0.36	40
t9	0.162	0.035	82.5	0.441	0.207	48.25	0.369	0.344	42.66
t10	0.133	0.028	86	0.419	0.196	51	0.353	0.328	45.33
t11	0.113	0.023	88.5	0.401	0.188	53	0.339	0.314	47.66
t12	0.104	0.02	90	0.389	0.181	54.75	0.332	0.307	48.8
t13	0.097	0.019	90.5	0.372	0.173	56.75	0.321	0.297	50.5
t14	0.095	0.0187	90.65	0.349	0.162	59.5	0.321	0.297	50.5
t15	0.093	0.0182	90.9	0.348	0.162	59.5	0.320	0.296	50.66

86°C sıcaklık değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.25'te, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.26'da verilmiştir.



Şekil IV.25 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.26 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 86°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği

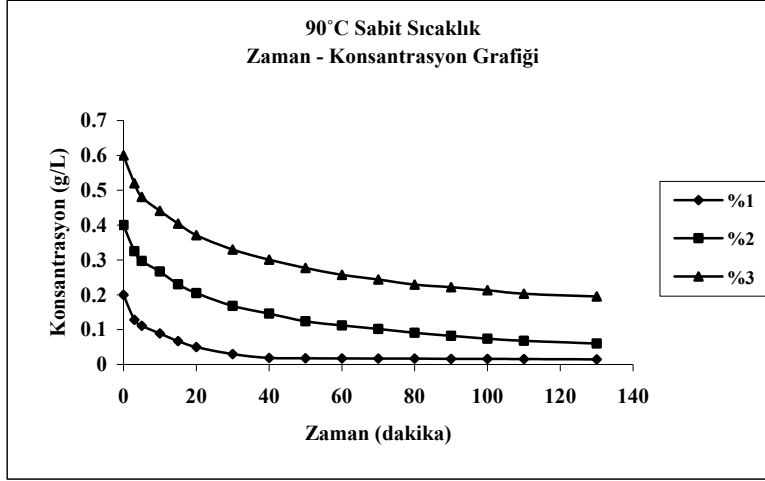
IV.3.3.1.3. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Çekim Özellikleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, 90°C sıcaklık dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait absorbands, konsantrasyon ve % çekim değerleri, Çizelge IV.31'de gösterilmiştir.

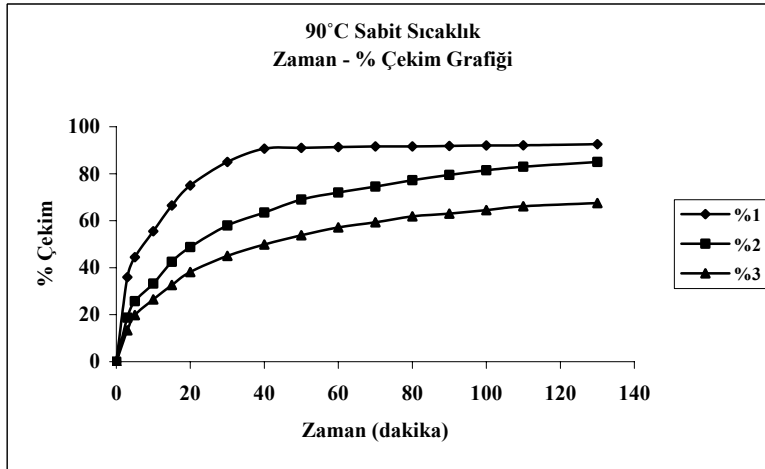
Çizelge IV.31 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Renk Şiddeti								
	%1			%2			%3		
	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim
t0	0.860	0.2	0	0.832	0.4	0	0.629	0.6	0
t1	0.542	0.128	36	0.682	0.325	18.75	0.549	0.52	13.33
t2	0.472	0.111	44.5	0.623	0.297	25.75	0.509	0.481	19.83
t3	0.381	0.089	55.5	0.564	0.267	33.25	0.468	0.441	26.5
t4	0.293	0.067	66.5	0.487	0.230	42.5	0.430	0.404	32.66
t5	0.224	0.050	75	0.437	0.205	48.75	0.397	0.371	38.16
t6	0.142	0.030	85	0.362	0.168	58	0.355	0.33	45
t7	0.095	0.0187	90.65	0.316	0.146	63.5	0.326	0.301	49.83
t8	0.092	0.018	91	0.272	0.124	69	0.301	0.277	53.83
t9	0.089	0.0173	91.35	0.248	0.112	72	0.281	0.257	57.16
t10	0.087	0.0168	91.6	0.227	0.102	74.5	0.267	0.244	59.33
t11	0.087	0.0168	91.6	0.205	0.091	77.25	0.252	0.229	61.83
t12	0.085	0.0163	91.85	0.187	0.082	79.5	0.245	0.222	63
t13	0.084	0.0160	92	0.169	0.074	81.5	0.236	0.213	64.5
t14	0.083	0.0158	92.1	0.158	0.068	83	0.226	0.203	66.16
t15	0.079	0.0148	92.6	0.141	0.060	85	0.218	0.195	67.5

90°C sıcaklık değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.27’de, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.28’de verilmiştir.



Şekil IV.27 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C’deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.28 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 90°C’deki Zaman - %Çekim Grafiği

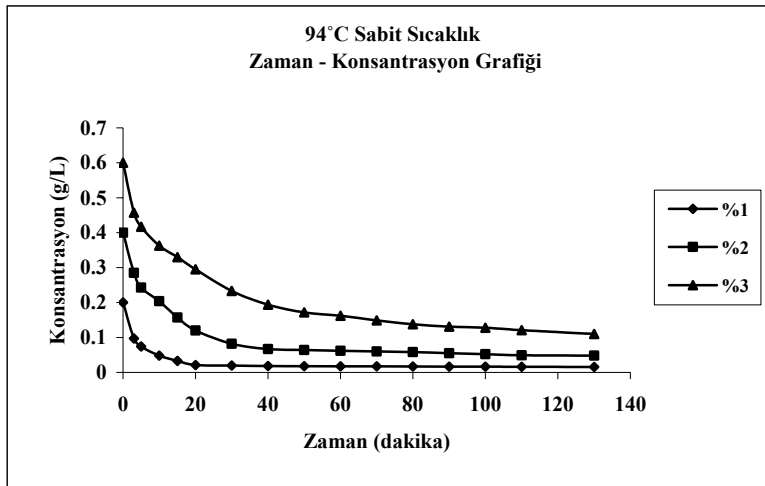
IV.3.3.1.4. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C’deki Çekim Özellikleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, 94°C sıcaklık dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait absorbans, konsantrasyon ve %çekim değerleri, Çizelge IV.32’de gösterilmiştir.

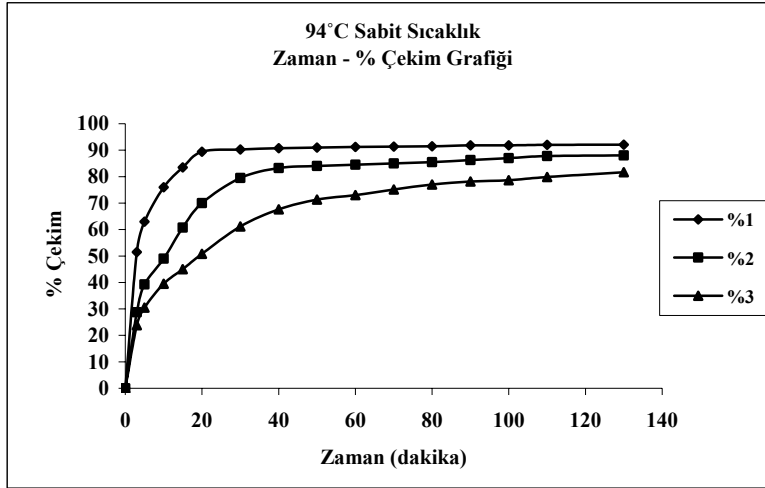
Çizelge IV.32 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Renk Şiddeti								
	%1			%2			%3		
	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim
t0	0.860	0.2	0	0.832	0.4	0	0.629	0.6	0
t1	0.414	0.097	51.5	0.599	0.285	28.75	0.484	0.457	23.83
t2	0.320	0.074	63	0.513	0.243	39.25	0.444	0.417	30.5
t3	0.214	0.048	76	0.435	0.204	49	0.389	0.363	39.5
t4	0.154	0.033	83.5	0.340	0.157	60.75	0.355	0.330	45
t5	0.105	0.0212	89.4	0.264	0.120	70	0.319	0.295	50.83
t6	0.098	0.0195	90.25	0.186	0.082	79.5	0.256	0.233	61.16
t7	0.094	0.0185	90.75	0.156	0.067	83.25	0.216	0.194	67.66
t8	0.092	0.018	91	0.150	0.064	84	0.194	0.172	71.33
t9	0.090	0.0175	91.25	0.146	0.062	84.5	0.184	0.162	73
t10	0.089	0.0173	91.35	0.141	0.060	85	0.171	0.149	75.16
t11	0.088	0.017	91.5	0.137	0.058	85.5	0.159	0.138	77
t12	0.085	0.0163	91.85	0.132	0.055	86.25	0.152	0.131	78.16
t13	0.085	0.0163	91.85	0.125	0.052	87	0.149	0.128	78.66
t14	0.084	0.0160	92	0.119	0.049	87.75	0.142	0.121	79.83
t15	0.083	0.0158	92.1	0.117	0.048	88	0.131	0.110	81.66

94°C sıcaklık değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.29'da, zaman-% çekim grafiği ise Şekil IV.30'da verilmiştir.



Şekil IV.29 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.30 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 94°C'deki Zaman - %Çekim Grafiği

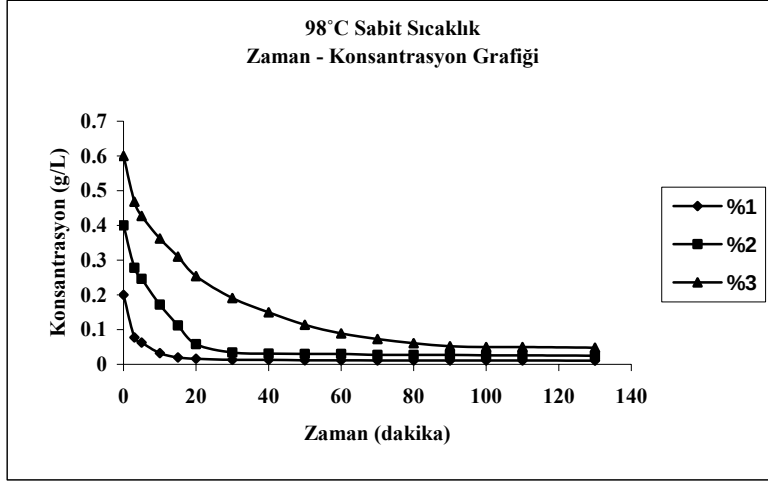
IV.3.3.1.5. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Çekim Özellikleri

PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametrelerinin tespitinde, 98°C sıcaklık dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait absorbands, konsantrasyon ve %çekim değerleri, Çizelge IV.33'te gösterilmiştir.

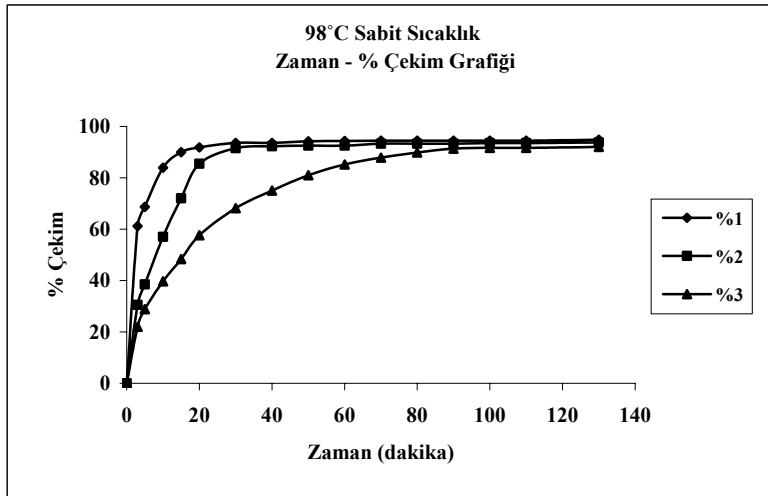
Çizelge IV.33 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C'deki Absorbans Konsantrasyon ve %Çekim Değerleri

Zaman Aralıkları	Renk Şiddeti								
	%1			%2			%3		
	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim	A	C (g/L)	% Çekim
t0	0.860	0.2	0	0.832	0.4	0	1.240	0.6	0
t1	0.335	0.0776	61.2	0.586	0.278	30.5	0.973	0.468	22
t2	0.274	0.0627	68.65	0.521	0.246	38.5	0.889	0.427	28.83
t3	0.150	0.0322	83.9	0.370	0.172	57	0.757	0.362	39.66
t4	0.100	0.02	90	0.247	0.112	72	0.650	0.310	48.33
t5	0.085	0.0163	91.85	0.137	0.058	85.5	0.536	0.254	57.66
t6	0.071	0.0128	93.6	0.089	0.034	91.5	0.409	0.191	68.16
t7	0.071	0.0128	93.6	0.082	0.031	92.25	0.325	0.150	75
t8	0.066	0.0116	94.2	0.080	0.030	92.5	0.252	0.114	81
t9	0.065	0.0114	94.3	0.080	0.030	92.5	0.201	0.089	85.16
t10	0.064	0.0111	94.45	0.074	0.027	93.25	0.167	0.073	87.83
t11	0.064	0.0111	94.45	0.074	0.027	93.25	0.143	0.061	89.83
t12	0.064	0.0111	94.45	0.074	0.027	93.25	0.126	0.052	91.33
t13	0.064	0.0111	94.45	0.072	0.026	93.5	0.122	0.05	91.66
t14	0.064	0.0111	94.45	0.072	0.026	93.5	0.122	0.05	91.66
t15	0.061	0.0104	94.8	0.070	0.025	93.75	0.116	0.048	92

98°C sıcaklık değeri dikkate alınarak gerçekleştirilen çalışmalarda, her bir renk şiddetine ait zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.31’de, zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.32’de verilmiştir.



Şekil IV.31 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C’deki Zaman - Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.32 PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametrelerin Tespitinde 98°C’deki Zaman - %Çekim Grafiği

IV.3.3.2. PBT Materyalin Boyanmasına Ait Termodinamik Parametreler

PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesiyle belirtilen sıcaklık değerleri ve renk şiddetlerine göre boyanmasında, “adsorpsiyon izotermi” ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca, her bir sıcaklık için **%1 renk şiddeti** dikkate alınarak,

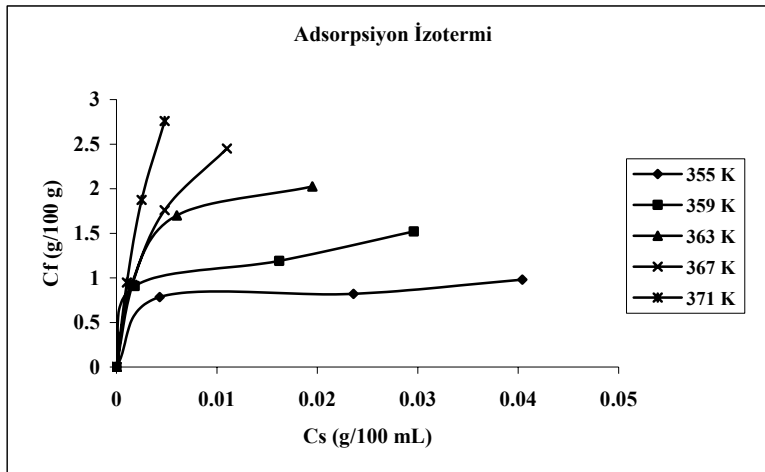
“boyama hız sabiti”, “difüzyon katsayısı” ve “difüzyonun aktivasyon enerjisi” parametreleri saptanmıştır.

IV.3.3.1.1. Adsorpsiyon İzotermi

Farklı renk şiddetindeki boyamalara ait, denge durumunda, elyaf üzerindeki ve boya banyosundaki boyarmadde miktarının belirlenmesi suretiyle, “Adsorpsiyon İzotermi” oluşturulmuştur. Her bir renk şiddetine ait beş farklı sıcaklıkta 130 dakika gerçekleştirilen boyamalar sonucunda, 130. dakika olan t_{15} zamanı, denge durumu olarak dikkate alınmıştır. Çizelge IV.34’te farklı renk şiddetindeki boyamalara ait, denge durumunda, lif içindeki boyarmadde miktarları (C_f) ve boya banyosundaki boyarmadde miktarları (C_s) gösterilmiştir. Şekil IV.33’te adsorpsiyon izotermi verilmiştir.

Çizelge IV.34 Denge Durumunda Lif İçindeki ve Boya Banyosundaki Boyarmadde Miktarları

Sıcaklık (K)	Renk Şiddeti					
	%1		%2		%3	
	C_s (g/100mL)	C_f (g/100g)	C_s (g/100mL)	C_f (g/100g)	C_s (g/100mL)	C_f (g/100g)
355	0.0043	0.785	0.0236	0.82	0.0404	0.98
359	0.00182	0.909	0.0162	1.19	0.0296	1.52
363	0.00148	0.926	0.006	1.7	0.0195	2.025
367	0.00158	0.921	0.0048	1.76	0.011	2.45
371	0.00104	0.948	0.0025	1.875	0.0048	2.76



Şekil IV. 33 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle Boyanmasına Ait Adsorpsiyon İzotermi

IV.3.3.1.2. Boyama Hız Sabiti Difüzyon Katsayıları ve Difüzyonun Aktivasyon Enerjisi

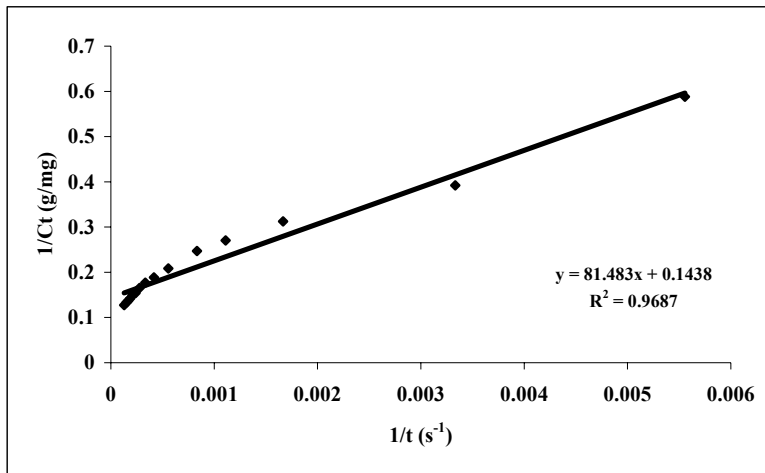
Her bir sıcaklıktaki boyama hız sabitleri ve difüzyon katsayıları, **%1 renk şiddeti** için hesaplanmıştır. Boyama hız sabitlerinin hesaplanmasında, $1/t$ ve $1/C_t$ arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Hız sabitleri ise, difüzyon katsayısının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Çizelge IV.35'te, her bir sıcaklık değerindeki, boyama hız sabitleri (K), difüzyon katsayıları (D) ve difüzyonun aktivasyon enerjisi (E) değerleri sunulmuştur.

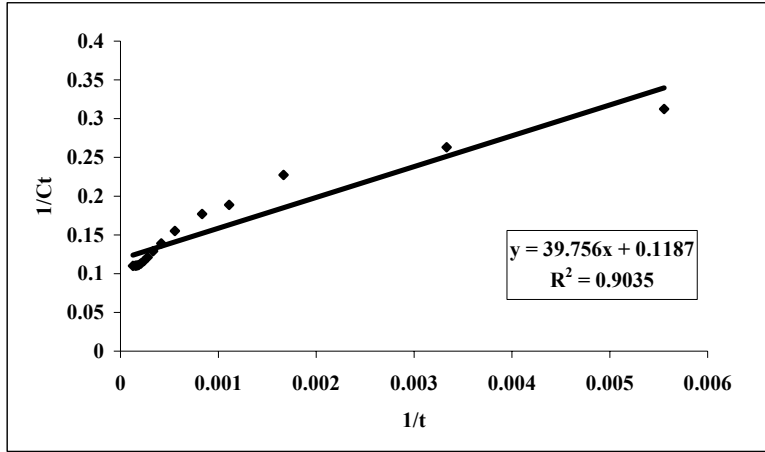
Çizelge IV.35 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle Boyanmasına Ait Boyama Hız Sabitleri Difüzyon Katsayısı ve Difüzyonun Aktivasyon Enerjisi

Sıcaklık (K)	$K \times 10^{-4}$ (s ⁻¹)	$D \times 10^{-11}$ (m ² s ⁻¹)	E (kJ/K mol)
355	1.99	0.868	122.8
359	3.044	1.538	
363	3.487	1.795	
367	7.368	3.772	
371	9.92	5.23	

Şekil IV.34'te 355 K, Şekil IV.35'te ise 359 K sıcaklıktaki boyamalara ait boyama hız sabitlerinin saptanmasında kullanılan $1/t$ - $1/C_t$ eğrileri verilmiştir.

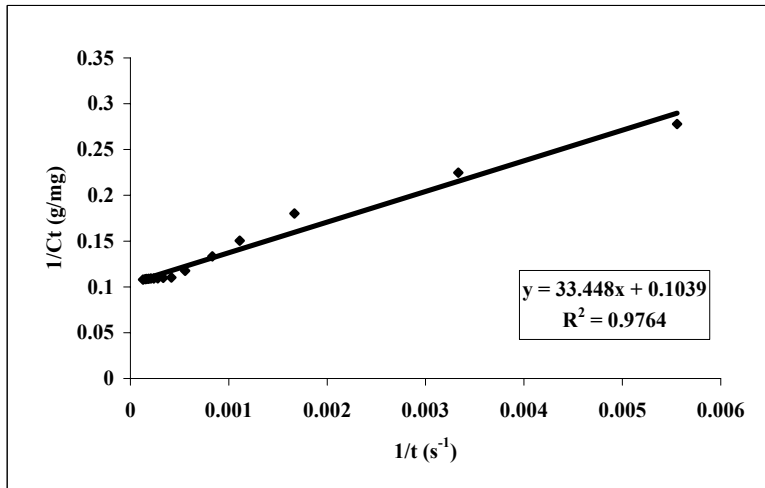


Şekil IV.34 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 355 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t$ - $1/C_t$ Eğrileri

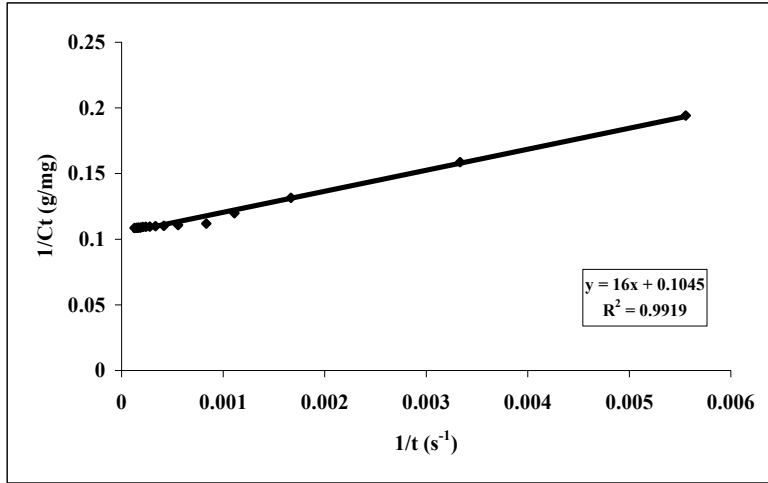


Şekil IV.35 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 359 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t$ - $1/C_t$ Eğrileri

Şekil IV.36'da 363 K, Şekil IV.37'de ise 367 K sıcaklıktaki boyamalara ait boyama hız sabitlerinin saptanmasında kullanılan $1/t$ - $1/C_t$ eğrileri verilmiştir.

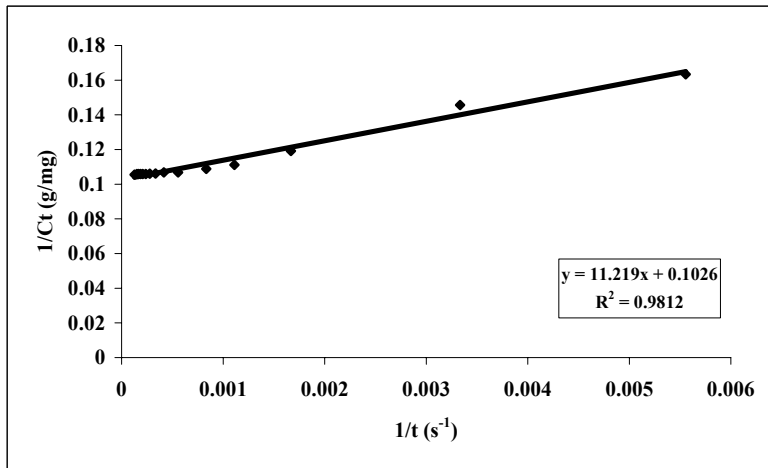


Şekil IV.36 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 363 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t$ - $1/C_t$ Eğrileri



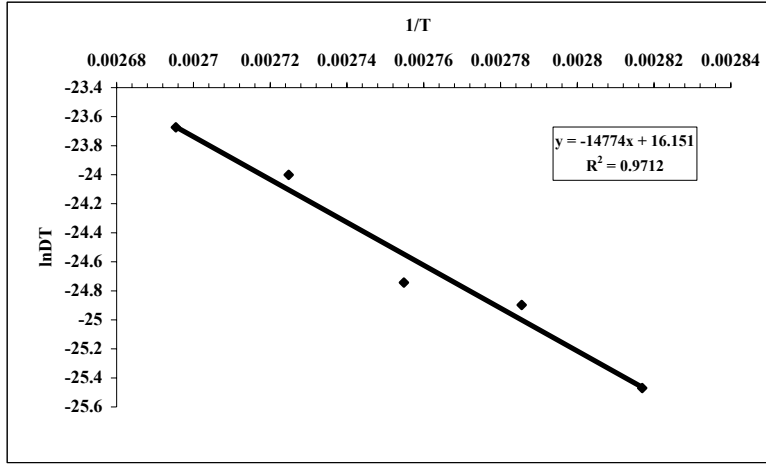
Şekil IV.37 PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 367 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/C_t$ Eğrileri

Şekil IV.38’de 371 K sıcaklıktaki boyamalara ait boyama hız sabitlerinin saptanmasında kullanılan $1/t - 1/C_t$ eğrileri verilmiştir.



Şekil IV.38 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle 371 K Sıcaklıkta Boyanmasında $1/t - 1/C_t$ Eğrileri

Şekil IV.39’da aktivasyon enerjisinin hesaplanmasında kullanılan $1/T - \ln D_T$ eğrileri verilmiştir.



Şekil IV. 39 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesiyle Farklı Sıcaklıklarda Boyanmasında $1/T - \ln D$ Eğrileri

IV.4. PBT ve PAN/PBT MATERYALLERE AİT İPLİK TEST SONUÇLARI

PBT ve PAN/PBT materyallere ait iplik testleri, “kopma mukavemeti” ve “kopma uzaması” tayini şeklindedir. Bu iki test, boyanmış ve boyanmamış PBT ve PAN/PBT materyaller için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, boyanmış ve boyanmamış materyallere ait iplik test sonuçları arasındaki sapmalar incelenmiştir.

IV.4.1. PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

IV.4.1.1. Boyanmamış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

Boyanmamış PBT materyale ait kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Çizelge IV.36’da verilmiştir.

Çizelge IV.36 Boyanmamış PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Test Sonuçları

Testin Adı	Test Sonuçları
Kopma Mukavemeti (g/tex)	9.5
Kopma Uzaması (mm)	35.3

IV.4.1.2. Boyanmış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

Boyanmış PBT materyalin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri tespit edilirken, her bir renk için, %1 renk şiddetindeki boyanmış numuneler test edilmiştir. Kullanılan farklı boyama yöntemleri ve boyarmadde grupları dikkate alınarak elde edilen kopma mukavemeti test sonuçları, Çizelge IV.37’de, kopma uzaması test sonuçları ise, Çizelge IV.38’de verilmiştir.

Çizelge IV.37 Boyanmış PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti Test Sonuçları (g/tex)

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167	C.I. Disperse Orange 30	C.I. Disperse Blue 73
HT	8.16	8.4	6.53
Atmosferik	9.1	8.3	8.86
Atmosferik Keriyeerli	9.16	9.23	9.23
Atmosferik Keriyeersiz	8.83	9.2	8.8
Ultrasonik	8.6	8.6	8.43

Çizelge IV.38 Boyanmış PBT Materyale Ait Kopma Uzaması Test Sonuçları (mm)

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167	C.I. Disperse Orange 30	C.I. Disperse Blue 73
HT	29.63	26.7	18.7
Atmosferik	30.06	30.13	27.46
Atmosferik Keriyeerli	29.5	29	29.1
Atmosferik Keriyeersiz	26.5	27.9	27.13
Ultrasonik	24	22.96	21.5

IV.4.1.3. Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Boyanmış ve boyanmamış PBT materyale ait iplik test sonuçlarının karşılaştırılmasında, boyama koşulları, kullanılan her üç boyarmadde için de aynı olduğundan, boyama yöntemleri dikkate alınmıştır. Buna göre; her bir boyama yöntemine ait, üç farklı boyarmadde ile gerçekleştirilen boyamalara ait boyanmış numunelerin test sonuçlarının ortalaması, belirlenen boyama yöntemi için geçerli olan, “boyanmış PBT materyale ait iplik test sonucu”nu göstermektedir. Boyanmış ve boyanmamış materyallerin iplik test sonuçları arasında ortaya çıkan sapmalar, hem uygulanan iplik testinin birimi dikkate alınarak, hem de “%” olarak ifade edilmiştir.

Boyanmış ve boyanmamış PBT materyalin kopma mukavemeti değerlerindeki sapmalar, Çizelge IV.39’da, kopma uzaması değerlerindeki sapmalar ise, Çizelge IV.40’te verilmiştir.

Çizelge IV.39 Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyalin Kopma Mukavemeti Test Sonuçlarındaki Sapmalar

Birim	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriye	Atmosferik Keriye	Ultrasonik
g/tex	1.81	0.75	0.3	0.56	0.96
%	19.05	7.89	3.15	5.89	10.1

Çizelge IV.40 Boyanmış ve Boyanmamış PBT Materyalin Kopma Uzaması Test Sonuçlarındaki Sapmalar

Birim	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriye	Atmosferik Keriye	Ultrasonik
mm	10.29	6.09	6.1	8.12	12.48
%	29.15	17.25	17.28	23.01	35.35

IV.4.2. PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

IV.4.2.1. Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

Boyanmamış PAN/PBT materyale ait kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri Çizelge IV.41’de verilmiştir.

Çizelge IV.41 Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti ve Kopma Uzaması Test Sonuçları

Testin Adı	Test Sonuçları
Kopma Mukavemeti (g/tex)	6.3
Kopma Uzaması (mm)	26.5

IV.4.2.2. Boyanmış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçları

Boyanmış PAN/PBT materyalin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri tespit edilirken, %1 renk şiddetindeki boyanmış numunelerden yararlanılmıştır. Kullanılan farklı boyama yöntemleri ve boyarmadde grupları dikkate alınarak elde edilen kopma mukavemeti test sonuçları, Çizelge IV.42’de, kopma uzaması test sonuçları ise, Çizelge IV.43’te verilmiştir.

Çizelge IV.42 Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Mukavemeti Test Sonuçları (g/tex)

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167 – C.I. Basic Red 18	C.I. Disperse Orange 30 – C.I. Basic Yellow 28	C.I. Disperse Blue 73 – C.I. Basic Blue 3
Tek Banyo Boyama Yöntemi	4.96	5.7	3.73
İki Banyo Boyama Yöntemi	3.28	3.54	3.37

Çizelge IV.43 Boyanmış PAN/PBT Materyale Ait Kopma Uzaması Test Sonuçları (mm)

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167 – C.I. Basic Red 18	C.I. Disperse Orange 30 – C.I. Basic Yellow 28	C.I. Disperse Blue 73 – C.I. Basic Blue 3
Tek Banyo Boyama Yöntemi	26.4	23	26.5
İki Banyo Boyama Yöntemi	16.7	17.26	18.23

IV.4.2.3. Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyale Ait İplik Test Sonuçlarının Karşılaştırılması

Boyanmış ve boyanmamış PAN/PBT materyale ait iplik test sonuçlarının karşılaştırılmasında, boyama koşulları, kullanılan her üç boyarmadde kombinasyonu için de aynı olduğundan, boyama yöntemleri dikkate alınmıştır. Buna göre; her iki boyama yöntemine ait, üç farklı boyarmadde kombinasyonu ile gerçekleştirilen boyamalara ait boyanmış numunelerin test sonuçlarının ortalaması, belirlenen boyama yöntemi için geçerli olan, “boyanmış PAN/PBT materyale ait iplik test

sonucu”nu göstermektedir. Boyanmış ve boyanmamış materyallerin iplik test sonuçları arasında ortaya çıkan sapmalar, hem uygulanan iplik testinin birimi dikkate alınarak, hem de “%” olarak ifade edilmiştir.

Boyanmış ve boyanmamış PAN/PBT materyalin kopma mukavemeti değerlerindeki sapmalar, Çizelge IV.44’te, kopma uzaması değerlerindeki sapmalar ise, Çizelge IV.45’te verilmiştir.

Çizelge IV.44 Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyalin Kopma Mukavemeti Test Sonuçlarındaki Sapmalar

Birim	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi
g/tex	1.51	2.91
%	23.96	46.2

Çizelge IV.45 Boyanmış ve Boyanmamış PAN/PBT Materyalin Kopma Uzaması Test Sonuçlarındaki Sapmalar

Birim	Tek Banyo Boyama Yöntemi	İki Banyo Boyama Yöntemi
mm	1.2	9.1
%	4.52	34.35

IV.5. BOYANMIŞ MATERYALLERE UYGULANAN YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI

Boyanmış PBT ve PAN/PBT materyallere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları, kullanılan boyama yöntemleri ve **%1 renk şiddetinde** gerçekleştirilen boyamalar dikkate alınarak sunulmuştur. Değerler, “lekeleme” ve “solma” olarak gruplandırılmıştır.

IV.5.1. PBT Materyale Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları

PBT materyale uygulanan yıkama haslığı testleri ISO 105-C06’da tanımlanan C1S test koşullarında gerçekleştirilmiştir. PBT materyale ait yıkama haslığı test sonuçlarında, lekeleme değerleri, kullanılan boyarmadde esas alınarak, aynı boyarmadde ile farklı yöntemlerde boyanmış olan PBT materyale ait test sonuçlarını içermektedir. Buna göre; PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile

farklı boyama yöntemlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge IV.46’da verilmiştir.

Çizelge IV.46 PBT Materyalin C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Hashğı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriğerli	Atmosferik Keriğersiz	Ultrasonik
Yün	4-5	4-5	5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	4-5	4-5	4-5
Poliester	5	4-5	4-5	4	4-5
Poliamid	4	3-4	4-5	3-4	3-4
Pamuk	5	4-5	4-5	4-5	4-5
Asetat	4-5	4-5	4-5	4	4-5

PBT materyalin C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile farklı boyama yöntemlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge IV.47’de verilmiştir.

Çizelge IV.47 PBT Materyalin C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Hashğı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriğerli	Atmosferik Keriğersiz	Ultrasonik
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	4-5	4-5	5
Poliester	5	5	4-5	4-5	4-5
Poliamid	4	4-5	3-4	4	4
Pamuk	4-5	5	5	5	5
Asetat	4-5	4-5	4	4	5

PBT materyalin C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile farklı boyama yöntemlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge IV.48’de verilmiştir.

Çizelge IV.48 PBT Materyalin C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Boyanmasına Ait Yıkama Hashğı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	HT	Atmosferik	Atmosferik Keriğerli	Atmosferik Keriğersiz	Ultrasonik
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	4-5	4-5	5
Poliester	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Poliamid	3	3	4	4-5	3-4
Pamuk	4-5	4-5	5	5	5
Asetat	4	4	4-5	4	4-5

PBT materyale ait yıkama haslığı test sonuçlarında, solma değerleri, Çizelge IV.49’da verilmiştir.

Çizelge IV.49 PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167	C.I. Disperse Orange 30	C.I. Disperse Blue 73
HT	4-5	4	2-3
Atmosferik	4	3-4	4-5
Atmosferik Keriyezli	4	3-4	4
Atmosferik Keriyezsiz	4	3	4
Ultrasonik	4-5	3-4	4-5

IV.5.2. PAN/PBT Materyale Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları

PAN/PBT materyale uygulanan yıkama haslığı ISO 105-C06’da tanımlanan B1S test koşullarında gerçekleştirilmiştir. Tek Banyo ve İki Banyo Boyama Yöntemleri’ne göre gerçekleştirilen boyamalara ait yıkama haslığı test sonuçları lekeleme değerleri, kullanılan boyarmadde kombinasyonları esas alınarak, Çizelge IV.50’de verilmiştir.

Çizelge IV.50 PAN/PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	C.I. Disperse Red 167 C.I. Basic Red 18		C.I. Disperse Orange 30 C.I. Basic Yellow 28		C.I. Disperse Blue 73 C.I. Basic Blue 3	
	Tek Banyo	İki Banyo	Tek Banyo	İki Banyo	Tek Banyo	İki Banyo
Yün	3-4	4-5	4-5	5	3-4	4-5
Akrilik	4-5	4-5	4-5	5	4-5	5
Poliester	3	4-5	4	5	4	5
Poliamid	2-3	4	3-4	4-5	2-3	4-5
Pamuk	3-4	3-4	4-5	4	3-4	4
Asetat	3-4	4-5	4	4-5	3	4-5

PAN/PBT materyale ait yıkama haslığı test sonuçlarında, solma değerleri, Çizelge IV.51’de verilmiştir.

Çizelge IV.51 PAN/PBT Materyale Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri

Boyama Yöntemleri	C.I. Disperse Red 167 C.I. Basic Red 18	C.I. Disperse Orange 30 C.I. Basic Yellow 28	C.I. Disperse Blue 73 C.I. Basic Blue 3
Tek Banyo	3	4-5	4
İki Banyo	4-5	4-5	4

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRMELER

1. PBT materyal, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile farklı boyama yöntemlerine göre boyanmıştır. Çizelge IV.1, IV.5 ve IV.9 incelendiğinde, farklı boyama yöntemlerine göre boyanmış materyallere ait reflektans değerleri arasındaki farkların genel olarak az olduğu görülmüştür. Şekil IV.1, IV.2 ve IV.3'te görüldüğü gibi, farklı boyama yöntemlerine göre boyanmış PBT materyalin dalga boyu-reflektans eğrilerinin benzer olduğu saptanmıştır. Ancak, Şekil IV.3'te C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi için oluşturulan dalga boyu-reflektans eğrileri incelendiğinde, “Atmosferik-Keriyerli” ve “Atmosferik-Keriyersiz” boyama yöntemlerinin, diğer boyama yöntemlerinden farklı eğriler oluşturduğu tespit edilmiştir. Özellikle başlangıç dalga boylarındaki reflektans değerleri, farklılık göstermiştir.

2. PBT materyalin C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile boyanmasında, “Atmosferik” ve “HT” boyama yöntemlerine ait CIELab değerleri karşılaştırılmıştır. Bu iki boyama yönteminin karşılaştırılmasında, “Atmosferik” boyama yöntemi standart kabul edilmiştir. Çizelge IV.2, IV.6 ve IV.10 incelendiğinde, Atmosferik boyama yöntemi ile boyanmış materyalin renk doygunluğunun, HT boyama yöntemi ile boyanmış materyale göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla, atmosferik koşullarda boyanabilme özelliğine sahip PBT materyalin, yüksek sıcaklıklarda boyanmasının, renk verimini düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucu, her iki boyama yöntemi ile boyanmış materyaller arasındaki renk farklılıkları da desteklemiştir.

3. PBT materyalin, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile boyanmasında, “Ultrasonik” boyama yönteminden de yararlanılmıştır. Çizelge IV.3, IV.7 ve IV.11’de “Ultrasonik” ve “Atmosferik” boyama yöntemlerinin CIELab değerleri karşılaştırılmıştır. Atmosferik boyama yöntemi, standart olarak kabul edilmiştir. CIELab değerleri incelendiğinde, sıcaklığın daha düşük tutulduğu ve ultrasonik enerjiden yararlanılarak gerçekleştirilen bu yöntemde, renk veriminin, her üç boyarmadde için de oldukça düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, renk farklılıklarının oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Buradan, sıcaklığın, PBT materyalin boyanmasında çok önemli bir etken olduğu ve ultrasonik etkinin, sıcaklık kadar önem arz etmediği sonucuna varılmıştır.

4. PBT materyalin, keriyer kullanımına gerek duyulmaksızın, atmosferik koşullarda düzgün boyanabilme özelliği bilinmektedir. Ancak, keriyer kullanımının renk verimi üzerinde herhangi bir etkiye sahip olup olmadığı incelenmiştir. Aynı boyama prosesi dikkate alınarak, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile keriyerli ve keriyersiz olarak boyamalar gerçekleştirilmiştir. Çizelge IV.4, IV.8 ve IV.12 incelendiğinde, keriyer kullanımının renk verimini arttırdığı tespit edilmiştir. Ancak bu artışın, keriyersiz boyamalar için çok yüksek renk farklılıkları yaratacak boyutta olmadığı sonucuna varılmıştır.

5. PAN/PBT karışım materyalin boyanmasında, dispers ve bazik boyarmadde gruplarının kombinasyonundan yararlanılmıştır. Boyamalar, “Tek Banyo” ve “İki Banyo” boyama yöntemlerine göre gerçekleştirilmiştir. Çizelge IV.13. IV.15 ve IV.17 incelendiğinde, boyanmış materyallerin reflektans değerlerinin, genel olarak yakın olduğu saptanmıştır. Her iki boyama yöntemine göre boyanmış materyallerin dalga boyu-reflektans eğrilerinin gösterildiği Şekil IV.4, IV.5 ve IV.6’da ise benzer eğriler tespit edilmiştir. Çizelge IV.14, IV.16 ve IV.18’deki CIELab değerleri incelendiğinde, renk veriminin, her üç boyarmadde kombinasyonu için de, iki banyo boyama yönteminde oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bu duruma, iki banyo boyama yönteminde, daha yüksek sıcaklıklarda çalışılması etki etmiştir. Ayrıca, iki banyo boyama yönteminde, boyarmaddeler ve kimyasal maddelerin etkileşimlerinin mümkün olmayışı da bu duruma etki etmiştir.

6. Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde ve termodinamik parametrelerin tespitinde kullanılan boyarmaddelerin seyreltik çözeltileri incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda, hassas kalibrasyon eğrileri ve kalibrasyon doğru

denklemlerine ulaşılmıştır. PBT materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, “Atmosferik” boyama yönteminden yararlanılmıştır. Çizelge IV.23, IV.24 ve IV.25 incelendiğinde, belirli zaman aralıklarında tespit edilen çekim değerleri, genel olarak, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri için de oldukça yüksektir. Özellikle, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile çok yüksek çekim değerlerine ulaşılmıştır. Her üç boyarmadde ile gerçekleştirilen çalışmalarda, Şekil IV.15, IV.17 ve IV.18’de görüleceği gibi, zaman-konsantrasyon eğrilerinin benzer olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde, Şekil IV.16, IV.18 ve IV.20’deki zaman-%çekim eğrilerinin de benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Sıcaklık artışının her üç boyarmaddenin çekimini de önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varılmıştır.

7. PAN/PBT materyalin boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, “Tek Banyo” boyama yöntemi kullanılmıştır. Ortamda, farklı renklerdeki bazik ve dispers boyarmaddelerin bulunmasından dolayı, tek boyarmadde olması durumundan farklı formülasyonlar kullanılmıştır. Çizelge IV.27 incelendiğinde, C.I. Basic Yellow 28 boyarmaddesinin çekiminin, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesine göre, daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Şekil IV.21’de zaman-konsantrasyon, Şekil IV.22’de ise zaman-%çekim eğrileri incelendiğinde, sıcaklık artışının, boyarmadde çekimi üzerinde oldukça etkili olduğu görülmüştür. C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesinin PBT materyalin “Atmosferik” boyama yöntemine göre boyaması sonucunda elde edilen çekim eğrilerinin, PAN/PBT karışım materyalin PBT kısmının “Tek Banyo” boyama yöntemine göre boyamasından elde edilen çekim eğrilerinden farklı olduğu gözlenmiştir. Bu da, boyama diyagramına bağılı olarak, boyarmaddelerin çekim özelliklerinin değiştiği sonucunu ortaya koymuştur. Ayrıca, PAN/PBT karışım materyalin boyanması esnasında kullanılan yardımcı kimyasal maddelerin ve bazik boyarmaddenin, dispers boyarmaddenin çekimini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır.

8. PBT materyalin boyanmasına ait termodinamik parametreler incelenmiştir. Bu amaçla, Çizelge III.14’te belirtilen sıcaklık değerleri ve Çizelge III.15’te belirtilen zaman aralıklarından yararlanılmıştır. Termodinamik parametreler, “izotermal” koşullarda çalışılarak tespit edilmiştir. Çalışmalarda, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi kullanılmıştır. Boyamalar, her bir sıcaklık değeri için, %1, %2 ve %3 renk şiddetlerine göre gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, Çizelge IV.29, IV.30, IV.31, IV.32 ve IV.33 incelendiğinde, sıcaklık artışına bağılı olarak boyarmadde

çekiminin arttığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, renk şiddeti artışına bağlı olarak, çekim değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Yararlanılan tüm sıcaklık değerleri ve renk şiddetleri için, Şekil IV.23, IV.25, IV.27, IV.29 ve IV.31 incelendiğinde, benzer zaman-konsantrasyon eğrileri saptanmıştır. Aynı şekilde, Şekil IV.24, IV.26, IV.28, IV.30 ve IV.32 incelendiğinde, her bir sıcaklık değeri ve renk şiddeti için benzer zaman-%çekim eğrileri tespit edilmiştir.

a. PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesiyle boyanmasında “Adsorpsiyon İzotermi” oluşturulmuştur. %1, %2 ve %3 renk şiddetleri dikkate alınarak, Çizelge III.14’te belirtilen her bir sıcaklık değeri için, denge durumunda, lif içerisindeki ve boya banyosundaki boyarmadde miktarları hesaplanmıştır. Şekil IV.33 incelendiğinde, düzgün adsorpsiyon eğrilerine ulaşıldığı tespit edilmiştir. Çizelge IV.34 ve Şekil IV.33 incelendiğinde, sıcaklık arttıkça, denge durumunda, boya banyosundaki boyarmadde miktarının azaldığı, buna karşılık, lif içerisindeki boyarmadde miktarının arttığı görülmüştür. Ayrıca, renk şiddeti arttıkça, denge durumunda, lif içerisindeki boyarmadde miktarının arttığı saptanmıştır. Denge durumunda, lif içerisindeki boyarmadde miktarının, sıcaklık artışına bağlı olarak önemli ölçüde arttığı sonucuna varılmıştır.

b. PBT materyalin C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesiyle %1 renk şiddetine göre boyanmasında, her bir sıcaklık değerindeki, “boyama hız sabiti (K)”, “difüzyon katsayısı (D)” ve “difüzyonun aktivasyon enerjisi (E)” değerleri hesaplanmıştır. Şekil IV.34, IV.35, IV.36, IV.37 ve IV.38’de gösterilen $1/t - 1/C_t$ eğrilerinden yararlanılarak hesaplanan boyama hız sabiti değerlerinin, sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Boyama hız sabitlerinden yararlanılarak hesaplanan difüzyon katsayılarının da, sıcaklık artışına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Şekil IV.39’da gösterilen $1/T - \ln D_T$ eğrileri kullanılarak, $122.8 \text{ kJ mol}^{-1}$ olarak hesaplanan difüzyonun aktivasyon enerjisi değeri oldukça yüksektir.

9. Boyanmış ve boyanmamış PBT ve PAN/PBT materyallerin, kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerleri tespit edilmiştir. Kullanılan boyama yöntemleri ve boyarmaddeler dikkate alınarak iplik test sonuçları tespit edilmiştir. Her iki materyalin, boyanmış ve boyanmamış numunelerinin iplik test sonuçlarındaki sapmalar belirlenmiştir. Buna göre; Çizelge IV.34 incelendiğinde, boyanmamış PBT materyalin iplik test sonuçlarının oldukça iyi olduğu gözlenmiştir. Çizelge IV.37’ye göre, PBT materyalin, boyanmış numunelerine ait en yüksek kopma mukavemeti değerlerinin “Atmosferik – Keriye” boyama yöntemine ait olduğu saptanmıştır. En

düşük kopma mukavemeti değerlerinin ise “HT” boyama yöntemine göre boyanan materyallerden elde edildiği gözlenmiştir. Çizelge IV.35’te görüldüğü gibi, özellikle, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile HT boyama yöntemine göre yapılan boyamadan, en düşük kopma mukavemeti değerinin elde edildiği saptanmıştır. Buradan, sıcaklık artışının, PBT materyalin kopma mukavemeti değerlerinde azalmalara neden olduğu sonucuna varılmıştır. Kopma uzaması değerleri incelendiğinde, Çizelge IV.38’e göre, en yüksek kopma uzaması değerinin, “Atmosferik” boyama yöntemi ile boyanan materyalden elde edildiği tespit edilmiştir. En düşük kopma uzaması değerinin ise, “Ultrasonik” boyama yöntemine ait olduğu saptanmıştır. Ultrasonik enerjinin, PBT materyalin kopma uzaması değerini olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Çizelge IV.34 ve IV.39 incelendiğinde, PAN/PBT materyalin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinin, PBT materyale göre daha düşük olduğu gözlenmiştir. Boyanmış PBT/PAN materyal için, Çizelge IV.40 incelendiğinde kopma mukavemeti değerinin, “Tek Banyo” boyama yönteminde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kopma uzaması değeri için ise, Çizelge IV.41’e göre, yine “Tek Banyo” boyama yönteminden daha yüksek sonuçlar elde edildiği sonucuna varılmıştır. “İki Banyo” boyama yönteminde, daha yüksek sıcaklıklarda çalışılmasının, kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerini olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır.

10. PBT ve PAN/PBT materyallerin, farklı boyama yöntemlerine göre boyanmış numunelerine, lekeleme ve solma olmak üzere, yıkama haslığı testleri uygulanmıştır. Çizelge IV.44, IV.45 ve IV.46 incelendiğinde, PBT materyale ait yıkama haslığı test sonuçları, lekeleme değerlerinin, genel olarak tüm boyama yöntemlerinde oldukça iyi olduğu gözlenmiştir. Ancak, “HT” ve “Atmosferik” boyama yöntemlerindeki değerlerin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çizelge IV.47’deki solma değerlerine göre, en yüksek değerlerin, “Atmosferik” boyama yöntemiyle boyanmış numunelere ait olduğu tespit edilmiştir. PAN/PBT materyalin yıkama haslığı test sonuçları, lekeleme değerlerini içeren Çizelge IV.48 incelediğinde, “İki Banyo” boyama yönteminden daha iyi sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Çizelge IV.49’daki solma değerlerinde de, “İki Banyo” boyama yöntemi ile boyanan numunelerin daha iyi haslık değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. İki banyo boyama yönteminde, öncelikle PBT kısmının boyanmasının ve ardından yapılan redüktif yıkamanın haslıkları arttırıcı etkenler arasında olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer bir etkenin ise, bazık ve dispers boyarmaddelerin aynı

boyama banyosunda bulunmaması, dolayısıyla bileşenleri lekelememesi olduğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

Kitaplar

- [1] Başer, İ.: “Elyaf Bilgisi”, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, **(2003)**
- [2] Broadbent, A.D.: “Basic Principles of Textile Colouration”, Society of Dyers and Colourists, **(2001)**
- [3] Trotman, E.R.: “Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibers”, Charles Griffin Company Ltd., **(1984)**
- [4] Nuhn, D.M.: “The Dyeing of Synthetic – Polymer and Acetate Fibers”, The Dyers Company Publications Trust, **(1979)**
- [5] Demir, A.: “Tekstil Teknolojisi”, Forbes Publications, **(1979)**
- [6] Shore, J.: “Blends Dyeing”, Society of Dyers and Colourists, **(1998)**
- [7] Başer, İ.: “ Tekstil Teknolojisi”, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, **(1998)**
- [8] Öner, E.: “Tekstil Terbiye İşletmeleri Boyama ve Kimya Laboratuvarları El Kitabı”, Kimya Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi ve Trakya Bölge Temsilciliği, **(2003)**
- [9] Öner, E.: “Renk Ölçümü”, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, **(2001)**
- [10] Johnson, A.: “The Theory of Coloration of Dyeing”, Imperial Chemical Industries Limited by Oliver and Boyd, **(1989)**
- [11] Vickerstaff, T.: “The Physical Chemistry of Dyeing”, Imperial Chemical Industries Limited by Oliver and Boyd, **(1950)**
- [12] Shore, J.: “Colorants and Auxiliaries”, Society of Dyers and Colourists, **(1990)**
- [13] Duff, G.D.; Sinclair, R.S.: “Giles’s Laboratory Course in Dyeing – Fourth Edition”, Society of Dyers and Colourists, **(1990)**

Makaleler

- [14] Ujhelyiova, A.; Bolhova, E.; Orakinova, J.; Tino, R.; Marcincin, A.: “Kinetics of Dyeing Process of Blend Polypropylene/Polyester Fibres with Disperse Dye”, *Dyes and Pigments*, (2007) 212-216.
- [15] Kim, T.K.; Son, Y.A.; Lim, Y.J.: “Thermodynamic Parameters of Disperse Dyeing on Several Polyester Fibers Having Different Molecular Structures”, *Dyes and Pigments*, (2005) 229-234.
- [16] Holme, I.: “The Colouration of Acrylic Fibers”, *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, (1983) 13.

Bildiriler

- [17] Rijavec, T.; Ostojic, D.: “Latent Elasticity of New Polyester PBT Filament Yarns”, *4th Central European Conference*, Liberec, Czech Republic, September 7 – 9, (2005)

Standartlar

- [18] TS 245.: “Tekstil – Paketlerden alınan İplikler – Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye, (1996)
- [19] TS 244.: “Tekstil – İplikler – Doğrusal Yoğunluk Tayini Çile Metodu”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye, (1999)
- [20] ISO 105-C06.: “Textiles – Tests For Colour Fastness – Colour Fastness to Domestic and Commerical Laundering”, *International Organization For Standardization*, (1987)
- [21] TS 1186.: “Yün Lif Çapının Tayini – Projeksiyon Mikroskobu Metodu”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye, (1983)

Kataloglar

- [22] “Foron” Boyarmadde Kataloğu, (Clariant)
- [23] “Elite” Ürün Kataloğu, (Nylstar)

Elektronik Yayınlar

- [24] www.toray.com (Erişim Tarihi: Nisan 2006)
- [25] www.dupont.com (Erişim Tarihi: Mart 2006)
- [26] www.azom.com (Erişim Tarihi: Nisan 2006)

- [27] www.victorperrin.com (Erişim Tarihi: Mayıs **2006**)
- [28] www.swicofil.com (Erişim Tarihi: şubat **2006**)
- [29] www.ticona.com (Erişim Tarihi: Mayıs **2006**)
- [30] www.textileworld.com (Erişim Tarihi: şubat **2006**)
- [31] www.textilespanamericanos.com (Erişim Tarihi: Mart **2006**)
- [32] www.dowell.com (Erişim Tarihi: Mayıs **2006**)
- [33] www.polyteks.com (Erişim Tarihi: Mayıs **2006**)
- [34] www.textileinfo.com (Erişim Tarihi: Haziran **2006**)

EKLER

EK A

PBT MATERYALİN AÇILIM BOYAMALARINA AİT RENK ÖLÇÜMÜ SONUÇLARI

A.1. PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Renk Ölçümü Sonuçları

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile %0.05, %0.1, %0.2, %0.5 ve %2 renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait renk ölçümü sonuçları, kullanılan boyarmadde dikkate alınarak sunulmuştur.

A.1.1. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.1'de verilmiştir.

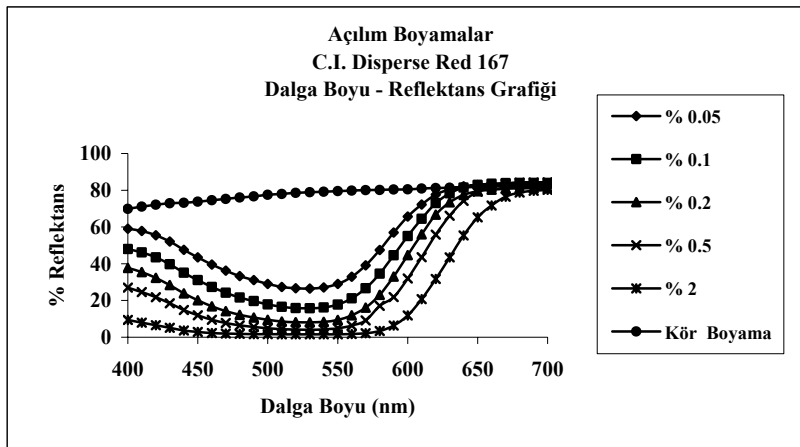
Çizelge A.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	59.09	48.01	37.74	27.03	9.37	69.88
410	57.81	46.18	35.46	24.60	7.89	71.11

Çizelge A.1 Devam

420	55.52	43.47	32.36	21.74	6.49	72.09
430	52.10	39.73	28.44	18.43	5.10	72.89
440	47.56	35.13	23.91	14.80	3.69	73.17
450	43.51	31.11	20.14	11.92	2.87	73.82
460	39.54	27.31	16.78	9.51	2.30	74.57
470	36.23	24.25	14.23	7.78	1.98	75.22
480	33.31	21.62	12.19	6.47	1.79	76.04
490	31.10	19.67	10.74	5.60	1.69	76.66
500	29.00	17.87	9.46	4.86	1.62	77.52
510	27.39	16.52	8.57	4.37	1.57	77.99
520	26.65	15.89	8.16	4.16	1.55	78.60
530	26.49	15.73	8.06	4.12	1.55	78.94
540	27.11	16.20	8.35	4.28	1.56	79.19
550	28.97	17.73	9.40	4.87	1.61	79.54
560	32.96	21.16	11.90	6.36	1.77	79.75
570	39.14	26.63	16.15	9.12	2.20	80.07
580	47.51	34.61	23.09	17.09	3.43	80.14
590	57.01	44.61	33.00	21.90	6.35	80.37
600	65.64	55.06	44.70	32.01	11.85	80.52
610	72.20	64.47	56.05	43.57	20.70	80.92
620	77.61	73.04	66.70	55.84	31.67	81.22
630	80.48	78.34	73.42	66.13	43.50	81.32
640	82.10	81.42	77.41	74.19	55.38	81.53
650	82.81	82.91	79.42	79.20	65.22	81.77
660	83.05	83.50	80.34	81.79	71.66	81.98
670	83.18	83.85	80.86	83.43	76.44	82.04
680	83.23	83.95	81.09	84.11	78.73	82.16
690	83.24	83.93	81.12	84.25	79.67	82.20
700	83.32	83.97	81.13	84.34	80.27	82.32

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.1’de verilmiştir.



Şekil A.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.2'de verilmiştir.

Çizelge A.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	70.18	61.97	53.51	45.68	31.74
a*	35.50	44.86	53.20	57.06	53.37
b*	-2.60	-1.02	1.92	6.40	17.99
C*	35.59	44.87	53.23	57.41	56.32
h	355.82	358.70	2.07	6.40	18.63
X	51.12	41.93	33.30	25.54	13.20
Y	41.00	30.37	21.51	15.04	6.97
Z	46.35	33.34	22.00	13.39	3.57

A.1.2. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.3'te verilmiştir.

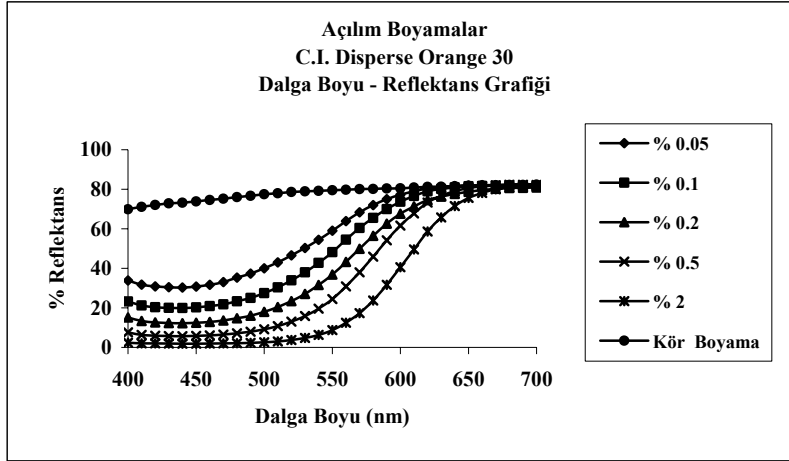
Çizelge A.3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	33.81	23.23	15.12	7.58	2.31	69.88
410	31.74	21.18	13.33	6.34	2.01	71.11
420	30.82	20.33	12.62	5.95	2.00	72.09
430	30.48	20.00	12.32	5.75	1.94	72.89
440	30.32	19.90	12.22	5.68	1.87	73.17
450	30.75	20.24	12.44	5.80	1.90	73.82
460	31.64	20.87	12.90	6.06	1.94	74.57
470	33.07	21.82	13.60	6.46	2.00	75.22
480	35.27	23.33	14.76	7.14	2.13	76.04
490	37.34	25.01	16.07	7.93	2.29	76.66
500	40.02	27.41	17.99	9.15	2.57	77.52
510	43.02	30.34	20.40	10.80	3.01	77.99
520	46.52	33.94	23.43	13.01	3.70	78.60
530	50.29	38.01	27.07	15.84	4.74	78.94
540	54.43	42.72	31.54	19.59	6.32	79.19
550	59.00	48.21	36.83	24.44	8.75	79.54
560	63.89	54.48	43.21	30.82	12.51	79.75

Çizelge A.3 Devam

570	68.35	60.43	49.87	37.98	17.36	80.07
580	71.98	65.51	56.43	45.90	23.73	80.14
590	74.97	69.92	62.57	54.18	31.70	80.37
600	77.25	73.67	67.59	61.64	40.55	80.52
610	78.98	76.57	71.33	67.81	49.57	80.92
620	80.45	78.98	74.48	73.25	58.64	81.22
630	81.08	80.14	76.24	76.66	65.74	81.32
640	81.63	80.98	77.64	79.06	71.49	81.53
650	81.90	81.51	78.74	80.67	75.60	81.77
660	82.11	81.68	79.61	81.51	78.11	81.98
670	82.09	81.72	80.25	82.02	80.02	82.04
680	82.12	81.77	80.68	82.28	81.05	82.16
690	82.07	81.68	80.76	82.27	81.37	82.20
700	82.08	81.63	80.86	82.19	81.51	82.32

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.2’de verilmiştir.



Şekil A.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi’ne göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.4’te verilmiştir.

Çizelge A.4 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	81.38	76.23	70.24	63.28	49.30
a*	12.07	19.44	26.29	37.22	49.41
b*	30.87	39.60	46.68	57.09	58.20
C*	33.15	44.12	53.58	68.15	76.34
h	68.65	63.85	60.61	56.90	49.67
X	61.07	55.00	47.82	41.27	27.47
Y	59.16	50.26	41.09	31.92	17.84
Z	34.51	22.85	14.24	6.77	2.16

A.1.3. HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.5'te verilmiştir.

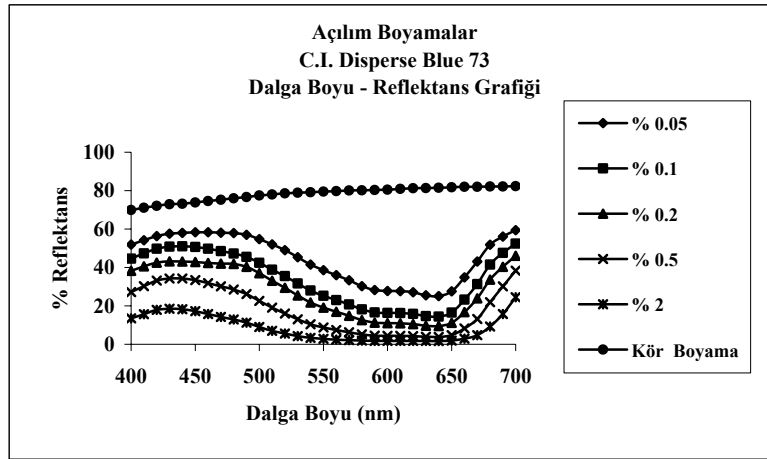
Çizelge A.5 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	51.90	44.60	38.21	27.17	13.48	69.88
410	54.20	47.30	40.55	30.23	15.66	71.11
420	56.31	49.75	42.52	33.17	17.93	72.09
430	57.57	50.86	43.18	34.21	18.48	72.89
440	57.99	51.01	43.08	34.29	18.29	73.17
450	58.30	50.69	42.81	33.41	17.25	73.82
460	58.31	49.76	42.30	31.82	15.74	74.57
470	58.08	48.53	42.02	30.14	14.27	75.22
480	57.91	47.28	41.86	28.49	12.91	76.04
490	56.97	45.48	40.35	26.20	11.28	76.66
500	54.78	42.38	36.96	22.60	9.02	77.52
510	51.99	38.86	33.12	19.08	7.04	77.99
520	49.00	35.46	29.41	16.02	5.55	78.60
530	45.32	31.66	25.41	12.99	4.27	78.94
540	41.53	28.00	21.72	10.44	3.34	79.19
550	38.57	25.26	19.07	8.74	2.80	79.54
560	36.01	23.02	16.91	7.45	2.42	79.75
570	33.33	20.72	14.81	6.28	2.14	80.07
580	30.22	18.18	12.62	5.16	1.89	80.14
590	28.22	16.60	11.29	4.53	1.77	80.37
600	27.77	16.30	10.99	4.41	1.76	80.52
610	27.66	16.24	10.88	4.38	1.77	80.92
620	27.05	15.83	10.52	4.25	1.76	81.22
630	25.54	14.70	9.68	3.90	1.71	81.32
640	25.09	14.40	9.48	3.84	1.70	81.53
650	27.61	16.54	11.18	4.74	1.91	81.77

Çizelge A.5 Devam

660	34.82	23.22	16.79	8.22	2.94	81.98
670	43.06	31.36	23.91	13.19	4.76	82.04
680	51.86	41.52	33.67	21.95	9.24	82.16
690	56.12	47.57	40.35	30.16	15.74	82.20
700	59.44	52.45	46.06	38.32	24.49	82.32

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.3'te verilmiştir.



Şekil A.3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, HT Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.6'da verilmiştir.

Çizelge A.6 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	69.43	59.54	53.57	40.68	25.29
a*	-10.96	-9.37	-11.51	-3.69	6.34
b*	-19.05	-27.72	-29.60	-38.64	-37.44
C*	21.98	29.26	31.75	38.81	37.97
h	240.09	251.32	248.75	264.54	279.60
X	34.58	23.99	18.35	10.57	4.75
Y	39.94	27.62	21.76	11.67	4.51
Z	61.74	52.88	45.18	34.02	17.20

A.2. PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Renk Ölçümü Sonuçları

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167, C.I. Disperse Orange 30 ve C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddeleri ile %0.05, %0.1, %0.2, %0.5 ve %2 renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait renk ölçümü sonuçları, kullanılan boyarmadde dikkate alınarak sunulmuştur.

A.2.1. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.7'de verilmiştir.

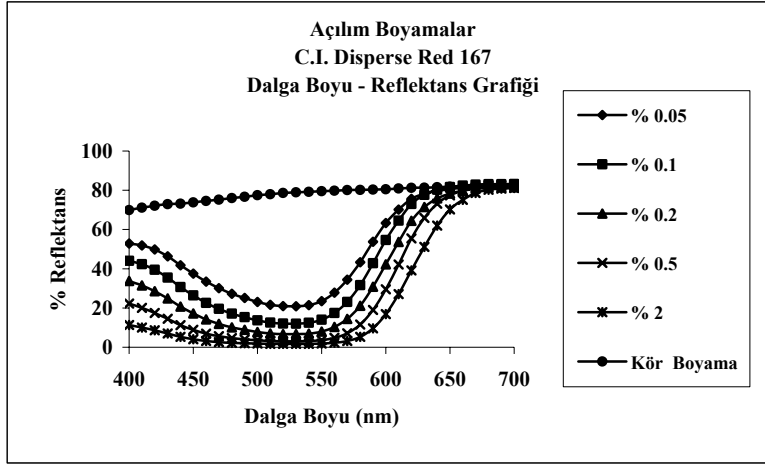
Çizelge A.7 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	52.84	44.05	33.74	22.27	11.34	69.88
410	51.88	42.33	31.49	20.04	10.02	71.11
420	49.80	39.45	28.55	17.47	8.65	72.09
430	46.36	35.48	24.88	14.49	7.02	72.89
440	41.74	30.64	20.69	11.28	5.27	73.17
450	37.51	26.45	17.24	8.88	4.05	73.82
460	33.47	22.59	14.20	6.94	3.15	74.57
470	30.12	19.59	11.94	5.60	2.59	75.22
480	27.25	17.12	10.13	4.63	2.22	76.04
490	25.09	15.34	8.87	4.00	2.00	76.66
500	23.05	13.73	7.78	3.49	1.85	77.52
510	21.59	12.60	7.03	3.16	1.74	77.99
520	20.98	12.11	6.72	3.03	1.71	78.60
530	20.85	12.01	6.67	3.03	1.71	78.94
540	21.45	12.47	6.96	3.15	1.74	79.19
550	23.46	13.99	7.97	3.62	1.88	79.54
560	27.81	17.47	10.36	4.81	2.27	79.75
570	34.40	23.10	14.45	7.12	3.17	80.07
580	43.32	31.62	21.16	11.56	5.30	80.14
590	53.76	42.82	30.81	19.04	9.66	80.37
600	63.30	54.62	42.27	29.54	16.85	80.52

Çizelge A.7 Devam

610	70.16	64.50	53.66	42.15	27.09	80.92
620	75.62	73.04	64.45	55.44	39.16	81.22
630	78.22	77.69	71.48	65.89	51.15	81.32
640	79.61	80.23	75.83	73.16	62.03	81.53
650	80.64	81.67	78.33	77.43	70.19	81.77
660	81.30	82.40	79.78	79.80	75.09	81.98
670	81.77	82.84	80.78	81.41	78.60	82.04
680	82.13	83.11	81.29	82.18	80.29	82.16
690	82.23	83.15	81.39	82.38	80.82	82.20
700	82.31	83.20	81.45	82.45	81.12	82.32

C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.4'te verilmiştir.



Şekil A.4 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.8'de verilmiştir.

Çizelge A.8 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	66.72	59.23	51.55	43.37	35.24
a*	40.18	49.64	54.47	58.91	56.25
b*	-1.2	1.11	4.30	11.08	17.16
C*	40.20	49.66	54.64	59.95	58.81
h	358.18	1.28	4.51	10.66	16.96
X	47.36	39.65	31.32	23.66	16.14
Y	36.26	27.28	19.75	13.41	8.62
Z	39.97	28.53	18.93	10.20	4.84

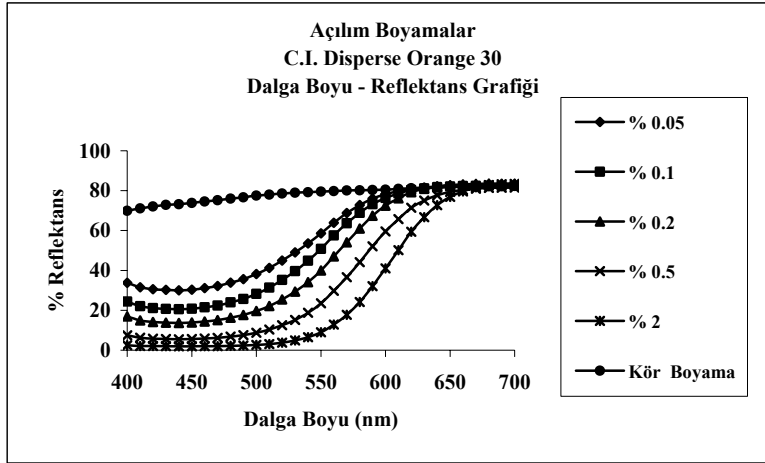
A.2.2. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.9'da verilmiştir.

Çizelge A.9 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	33.78	24.36	16.92	7.44	2.45	69.88
410	31.57	22.08	14.94	6.22	2.07	71.11
420	30.58	21.11	14.14	5.81	2.05	72.09
430	30.23	20.70	13.79	5.59	1.99	72.89
440	30.01	20.52	13.65	5.48	1.91	73.17
450	30.37	20.82	13.86	5.60	1.94	73.82
460	31.10	21.47	14.35	5.83	1.98	74.57
470	32.15	22.42	15.09	6.20	2.04	75.22
480	33.83	23.99	16.28	6.84	2.17	76.04
490	35.66	25.72	17.63	7.58	2.34	76.66
500	38.22	28.24	19.64	8.74	2.63	77.52
510	41.28	31.35	22.19	10.33	3.08	77.99
520	44.98	35.22	25.46	12.48	3.81	78.60
530	49.05	39.66	29.35	15.20	4.88	78.94
540	53.54	44.88	34.13	18.82	6.51	79.19
550	58.55	50.83	39.95	23.55	8.99	79.54
560	63.90	57.51	47.02	29.75	12.82	79.75
570	68.78	63.67	54.12	36.62	17.73	80.07
580	72.81	68.90	60.99	44.12	24.14	80.14
590	76.04	73.23	67.38	52.09	32.14	80.37
600	78.26	76.36	72.47	59.53	41.04	80.52
610	79.79	78.61	76.17	65.75	50.13	80.92
620	80.95	80.33	79.21	71.40	59.40	81.22
630	81.56	81.13	80.89	75.04	66.73	81.32
640	82.07	81.76	82.10	77.72	72.70	81.53
650	82.41	82.11	82.78	79.40	76.90	81.77
660	82.60	82.36	83.15	80.37	79.65	81.98
670	82.77	82.39	83.42	81.00	81.68	82.04
680	82.88	82.47	83.55	81.38	82.82	82.16
690	82.86	82.41	83.50	81.50	83.21	82.20
700	82.85	82.39	83.44	81.54	83.39	82.32

C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.5'te verilmiştir.



Şekil A.5 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.10'da verilmiştir.

Çizelge A.10 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	81.19	77.48	72.45	62.38	49.67
a*	13.46	18.91	26.33	37.24	49.50
b*	31.41	40.52	46.81	56.48	58.44
C*	34.17	44.71	53.71	67.65	76.59
h	66.81	64.98	60.64	56.60	49.74
X	61.32	56.93	51.35	40.02	27.90
Y	58.82	52.33	44.33	30.85	18.14
Z	33.87	23.56	15.83	6.53	2.21

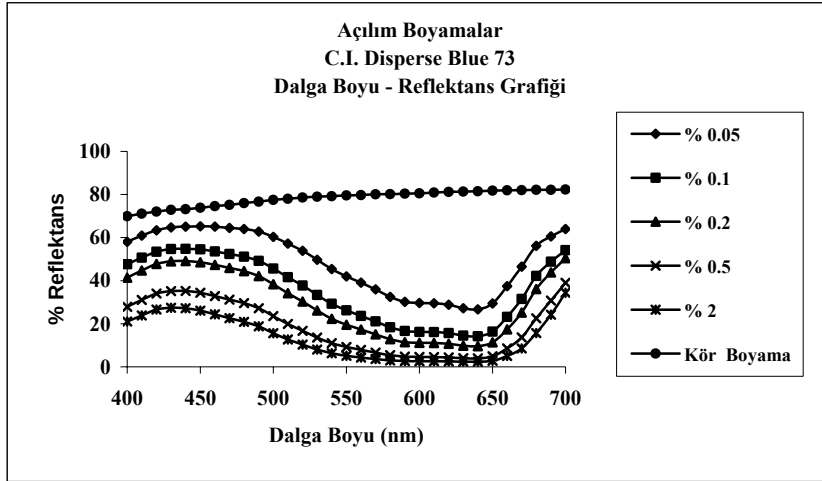
A.2.3. Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalar

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait dalga boyu-%reflektans değerleri, Çizelge A.11'de verilmiştir.

Çizelge A.11 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Değerleri

Dalga Boyu (nm)	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0	Kör Boyama
400	58.02	47.63	41.41	27.88	21.00	69.88
410	60.91	50.67	44.70	31.03	23.83	71.11
420	63.40	53.42	47.74	34.05	26.59	72.09
430	64.72	54.65	48.98	35.15	27.40	72.89
440	65.10	54.77	49.11	35.23	27.22	73.17
450	65.22	54.56	48.55	34.39	26.07	73.82
460	65.05	53.53	47.35	32.87	24.36	74.57
470	64.48	52.36	45.88	31.21	22.59	75.22
480	63.96	51.14	44.40	29.54	20.90	76.04
490	62.78	49.18	42.16	27.19	18.77	76.66
500	60.29	45.58	38.32	23.53	15.63	77.52
510	57.18	41.62	34.20	19.93	12.71	77.99
520	53.87	37.75	30.34	16.75	10.30	78.60
530	49.70	33.39	26.13	13.61	8.06	78.94
540	45.38	29.25	22.29	10.96	6.28	79.19
550	41.99	26.19	19.51	9.19	5.15	79.54
560	39.08	23.65	17.28	7.84	4.33	79.75
570	35.97	21.08	15.09	6.59	3.62	80.07
580	32.43	18.32	12.82	5.40	2.99	80.14
590	30.15	16.62	11.44	4.72	2.64	80.37
600	29.62	16.22	11.14	4.59	2.59	80.52
610	29.49	16.10	11.05	4.56	2.58	80.92
620	28.81	15.65	10.70	4.41	2.53	81.22
630	27.17	14.52	9.83	4.03	2.36	81.32
640	26.66	14.21	9.61	3.97	2.35	81.53
650	29.44	16.34	11.38	4.92	2.86	81.77
660	37.42	23.15	17.41	8.54	5.07	81.98
670	46.53	31.52	25.16	13.66	8.51	82.04
680	56.13	42.23	36.12	22.53	15.66	82.16
690	60.58	48.80	43.84	30.79	24.19	82.20
700	63.96	54.19	50.43	38.97	34.41	82.32

C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile belirtilen renk şiddetlerine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait dalga boyu-%reflektans eğrileri Şekil A.6'da verilmiştir.



Şekil A.6 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Dalga Boyu - %Reflektans Grafiği

PBT materyalin, Atmosferik Boyama Yöntemi'ne göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile gerçekleştirilen açılım boyamalarına ait CIELab değerleri, Çizelge A.11'de verilmiştir.

Çizelge A.12 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait CIELab Değerleri

CIELab Değerleri	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
L*	71.92	60.68	54.63	41.49	33.28
a*	-11.46	-10.50	-9.29	-4.26	1.26
b*	-20.99	-29.64	-33.60	-38.64	-40.21
C*	23.91	31.44	34.86	38.88	40.23
h	241.37	250.49	254.55	263.71	271.80
X	37.65	24.86	19.51	10.95	7.40
Y	43.54	28.89	22.58	12.17	7.67
Z	68.95	56.88	50.33	35.07	26.32

EK B

PBT MATERYALİN AÇILIM BOYAMALARINA AİT YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI

B.1. PBT Materyalin HT Boyama yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları

PBT materyalin HT boyama yöntemine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait yıkama haslığı test sonuçlarında, lekeleme değerleri, kullanılan boyarmadde esas alınarak, aynı boyarmadde ile farklı renk şiddetlerinde boyanmış olan PBT materyale ait test sonuçlarını içermektedir. Buna göre; PBT materyalin HT boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.1’de verilmiştir.

Çizelge B.1 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	5	5	5
Poliester	5	5	5	5	4-5
Poliamid	4-5	5	4-5	4-5	3-4
Pamuk	4-5	4-5	4-5	4-5	5
Asetat	5	5	5	5	4-5

PBT materyalin, HT boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.2’de verilmiştir.

Çizelge B.2 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	5
Akrilik	5	4-5	5	5	5
Poliester	4-5	5	5	5	4-5
Poliamid	4-5	5	5	4-5	3-4
Pamuk	4-5	4-5	4-5	4-5	5
Asetat	5	5	5	4-5	4

PBT materyalin, HT boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.3’te verilmiştir.

Çizelge B. 3 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	5	5	5
Poliester	4-5	5	5	5	4-5
Poliamid	4-5	4-5	4-5	4	3
Pamuk	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Asetat	5	5	5	5	4-5

PBT materyalin HT boyama yöntemine göre boyanmasında, açılım boyamalara ait yıkama haslığı test sonuçlarında, solma değerleri, Çizelge B.4’de verilmiştir.

Çizelge B.4 PBT Materyalin HT Boyama Yöntemine Göre Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri

Renk Şiddeti	C.I. Disperse Red 167	C.I. Disperse Orange 30	C.I. Disperse Blue 73
% 0.05	4	3-4	3
% 0.1	4-5	3	4
% 0.2	3-4	3-4	2
% 0.5	4-5	3-4	4
% 2.0	4	4	4-5

B.2. PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Boyanmasında Açılım Boyamalara Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları

PBT materyalin Atmosferik boyama yöntemine göre gerçekleştirilen açılım boyamalara ait yıkama haslığı test sonuçlarında, lekeleme değerleri, kullanılan boyarmadde esas alınarak, aynı boyarmadde ile farklı renk şiddetlerinde boyanmış olan PBT materyale ait test sonuçlarını içermektedir. Buna göre; PBT materyalin Atmosferik boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Red 167 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.5’te verilmiştir.

Çizelge B.5 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Red 167 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Akrilik	5	5	5	5	5
Poliester	5	5	5	4-5	4-5
Poliamid	4-5	5	4-5	4	3
Pamuk	5	4-5	5	5	4-5
Asetat	5	5	4-5	4-5	4

PBT materyalin, Atmosferik boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Orange 30 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.6’da verilmiştir.

Çizelge B.6 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Orange 30 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	5	4-5	5	5
Akrilik	5	5	5	5	5
Poliester	5	5	5	5	4-5
Poliamid	5	4-5	4-5	4-5	3-4
Pamuk	5	5	5	4-5	5
Asetat	5	4-5	4-5	4-5	4

PBT materyalin, Atmosferik boyama yöntemine göre, C.I. Disperse Blue 73 boyarmaddesi ile farklı renk şiddetlerinde boyanmasına ait lekeleme değerleri Çizelge B.7’de verilmiştir.

Çizelge B.7 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre C.I. Disperse Blue 73 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Lekeleme Değerleri

	% 0.05	% 0.1	% 0.2	% 0.5	% 2.0
Yün	4-5	4-5	4-5	4-5	4
Akrilik	5	5	5	5	4-5
Poliester	5	5	5	5	4-5
Poliamid	4-5	4-5	4-5	4-5	2-3
Pamuk	5	5	5	5	4-5
Asetat	4-5	4-5	4-5	4-5	4

PBT materyalin Atmosferik boyama yöntemine göre boyanmasında, açılım boyamalara ait yıkama haslığı test sonuçlarında, solma değerleri, Çizelge B.8’de verilmiştir.

Çizelge B.8 PBT Materyalin Atmosferik Boyama Yöntemine Göre Gerçekleştirilen Açılım Boyamalarına Ait Yıkama Haslığı Test Sonuçları Solma Değerleri

Renk Şiddeti	C.I. Disperse Red 167	C.I. Disperse Orange 30	C.I. Disperse Blue 73
% 0.05	4	3-4	4
% 0.1	3-4	3-4	2-3
% 0.2	4-5	3	4-5
% 0.5	4	3-4	4
% 2.0	4-5	4	4

ÖZGEÇMİŞ

Gaye YOLAÇAN, 1982 yılında K.Maraş'ta doğdu. İlköğrenimini K.Maraş 12 Şubat İlkokulu'nda, orta öğrenimini K.Maraş Yunus Emre İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini K.Maraş Anadolu Tekstil Meslek Lisesi'nde tamamladı. Yüksek öğrenimini, 2000–2004 yılları arasında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Tekstil Eğitimi Bölümü'nde gördü. 2004 yılında, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Bölümü'nde yüksek lisans yapmaya başladı. Halen bu bölümde öğrencidir.