



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POLİESTER KUMAŞLARDA ARDIŞIK UYGULANAN FARKLI HASLIK
TESTLERİNİN RENK DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Umut YILMAZOK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2008



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POLİESTER KUMAŞLARDA ARDIŞIK UYGULANAN FARKLI HASLIK
TESTLERİNİN RENK DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Umut YILMAZOK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2008

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

POLİESTER KUMAŞLARDA ARDIŞIK UYGULANAN FARKLI HASLIK
TESTLERİNİN RENK DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI

Umut YILMAZOK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 15.04.2008 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr.Behçet BECERİR Prof.Dr.M.Abdülhalik İSKENDER Yrd.Doç.Dr.Erhan PULAT
(Danışman)

.....

.....

.....

ÖZET

Bu çalışmada, poliester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyanmasının ardından uygulanan ardışık haslık testlerinin kumaş renk değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Deneysel çalışmada üç değişik molekül yapısındaki dispers boyalar ile boyama deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde poliester boyama parametreleri ile, her molekül boyutundaki boya için üç farklı konsantrasyonda renk farklılıkları ölçülmüştür. Bu ölçümler yapılırken boya üreticisi firma tarafından tavsiye edilen proses ile yapılmış boyamalar standart olarak kabul edilmiştir. Boyamaları takiben kumaşlara sırasıyla yıkama, ütüleme ve ışık haslık testleri uygulanmış ve testlerin renk değerleri üzerindeki etkileri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar tablolar ve grafikler şeklinde gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlarla, poliester kumaşlara farklı moleküler yapıdaki dispers boyalar ile yapılan boyamalar sonrasında, ardışık olarak uygulanan farklı haslık testleri ile kumaş renk değerlerinin ne şekilde etkilendiği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poliester boyama, dispers boya, renk farklılıkları, yıkama haslığı, ütüleme haslığı, ışık haslığı, poliester yıkama haslığı.

ABSTRACT

This study examines the color values and color differences obtained at disperse dyed polyester fabrics after the application of sequenced fastness tests.

The experimental study covers dyeing experiments with disperse dyes of three different molecule sizes. Color values and color differences at three different concentrations for each type of dye with each molecule size were measured. In the measurements, the dyeing carried out with the recommended process by the supplier company was taken as the standard. After dyeing, the fabrics were subjected to washing, ironing and abrasion tests consecutively and their effects on colour values were measured. The results are shown in tables and figures.

The results indicated how the sequenced fastness tests which were applied cosecutively to the dyed of poliester fabrics with disperse dyes of different molecular structures affected fabric colour values.

Key words: Polyester dyeing, disperse dye, color differences, wash fastness, ironing fastness, abrasion.

İÇİNDEKİLER**SAYFA NO**

TEZ ONAY SAYFASI	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
SİMGELER DİZİNİ	XIII
GİRİŞ	1
1.KAYNAK ÖZETLERİ	2
1.1. Poliester Lifleri	2
1.1.1. Poliesterin Tanımı	2
1.1.2. Poliesterin Kısa Tarihçesi ve Gelişimi	2
1.1.3. Poliesterin Genel Lif Özellileri	2
1.1.4. Poliester Lifinde Görülen Bağlar	4
1.1.5. Poliester Lifinin İnce Yapısı	5
1.2. Dispers Boyarmaddeler	5
1.2.1. Dispers Boyaların Kimyasal Yapısı	11
1.2.1.1. Azo Dispers Boyalar	11
1.2.1.2. Antrakinin Gruplu Dispers Boyalar	13
1.2.1.3. Nitrodifenilamin Gruplu Dispers Boyalar	14
1.2.1.4. Diğer Kimyasal Gruplar	14
1.3. Poliester Liflerinin Boyanması	14
1.3.1. Boyama Sıcaklığı	15
1.3.2. Adsorpsiyon	16
1.3.3. Dispers Boyaların Poliester Liflerine Sorpsiyonu ve Difüzyonu	18
1.3.3.1. Boya Sorpsiyonu	18
1.3.3.2. Dispers Boyaların Difüzyonu	19

1.4. Reflektans Spektrofotometreleri	22
1.4.1. Reflektans Spektrofotometrelerini Oluşturan Başlıca Parçalar	23
1.4.1.1. Işık Kaynakları	23
1.4.1.2. Monokromatörler	26
1.4.1.3. Kısıtlı spektrofotometreler	27
1.4.1.4. Dedektörler	27
1.5. Haslıklar ve Haslık Test Metodları	28
1.5.1 Yıkama Haslığı, Yaş Haslık	29
1.5.2. Işık Haslığı	30
1.5.3. Presleme Haslığı, Ütüleme Haslığı	31
1.6. Bazı Renk Terimleri ve Açıklamaları	32
2. MATERYAL ve YÖNTEM	
2.1. Materyal	42
2.1.1. Çalışmada Kullanılan Poliester Kumaş	42
2.1.2. Çalışmada Kullanılan Dispers Boyarmaddeler	42
2.1.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler	43
2.1.4. Çalışmada Kullanılan Aletler ve Cihazlar	44
2.1.4.1. Gaston County Futura Tipi Numune Boyama Makinesi	44
2.1.4.2. Monforts Montex 5000 Ramöz Makinası	44
2.1.4.3. Datacolor Ahiba Spectradye Numune Boyama Makinesi	44
2.1.4.4. Macbeth Colour Eye 2020+Reflektans Spektrofotometresi	45
2.1.4.5. Mettler Toledo Hassas Terazî	45
2.1.4.6. Mettler Toledo Elektronik Pipet	45
2.1.4.7. Mettler Toledo Dijital pH-Metre	45
2.1.4.8. James H. Heal & Co. Ltd. Gyrowash Yıkama Haslığı Test Cihazı	45
2.2. Yöntem	46
2.2.1. Kumaşın Ön Terbiyesi	46
2.2.1.1. Haşıl Sökme ve Ön Yıkama	46

2.2.1.2. Kurutma ve Isıl Fiksaj	46
2.2.2. Boyama Deneyleri	46
2.2.3. Numunelerin Renk Değişiminin İncelendiği Boyama Deneyleri	48
2.2.4. Boyanan Kumaşların Redüktif Yıkama İşlemi	50
2.2.5. Yıkama Haslığı Testleri	50
2.2.6. Sıcak Presleme ile Ütüleme Haslığı	50
2.2.7. Aşınma Testi	51
2.2.8. Kumaşların Renk Ölçümlerinin Yapılması	51
3.ARAŞTIRMA SONUÇLARI	
3.1. Ardışık Olarak Uygulanan Haslık Testleri Sonrasında Ölçülen Çeşitli Renk Değerleri ve Renk Farklılıklarının İncelendiği Boyama Deneyleri Sonuçlarının Grafikselleştirilmesi	52
4.TARTIŞMA VE SONUÇ	66
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	69
TEŞEKKÜR	70

SİMGELER DİZİNİ

CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CIELAB	CIE Renk Uzayı
CMC _(2:1)	CMC Renk Farkı Formülasyonu
L*	Işıklılık (Açıklık-Koyuluk) Ekseni Değerleri
a*	Kırmızı-Yeşil Ekseni Değerleri
b*	Sarı-Mavi Ekseni Değerleri
C*	Kroma (Renk Doygunluğu)
ΔE^*_{ab}	CIELAB Renk Farkı Formülasyonu
K/S	Kubelka-Munk Bağıntısı
E	Aktivasyon Enerjisi
UV	Ultraviole
IR	Infrared
SED	Spektral Enerji Dağılımı
S _i	Değiştirilen Parametreye Bağlı Olarak Hesaplanan Renk Hassasiyeti
DE	Spektrofotometreden Hesaplanan Renk Farkı Değeri

ŞEKİLLER DİZİNİ	<u>SAYFA NO</u>
Şekil 1.1. Poliester Liflerindeki Bağlar	4
Şekil 1.2. Dispers Azo Boyalarının Genel Yapısı	12
Şekil 1.3. Antrakinon Dispers Boyaların Temel Yapısı	13
Şekil 1.4. Üç Farklı Temperaturde Poliester Lifinde Dispers Red 11'in Denge Adsorpsiyon İzotermleri	16
Şekil 1.5. Konsantrasyonun Adsorpsiyona Etkisi	17
Şekil 1.6. Nernst İzotermi	19
Şekil 1.7. CIE Standart Aydınlatıcılarının Spektral Enerji Dağılımları	26
Şekil 3.1.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	52
Şekil 3.2.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	52
Şekil 3.3.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	53
Şekil 3.4.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	53
Şekil 3.5.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	54
Şekil 3.6.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	54
Şekil 3.7.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	55

Şekil 3.8.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	55
Şekil 3.9.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	56
Şekil 3.10.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	56
Şekil 3.11.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	57
Şekil 3.12.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	57
Şekil 3.13.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	58
Şekil 3.14.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	58
Şekil 3.15.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	59
Şekil 3.16.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	59
Şekil 3.17.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	60

Şekil 3.18.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	60
Şekil 3.19.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	61
Şekil 3.20.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	61
Şekil 3.21.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CIELAB$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	62
Şekil 3.22.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CIELAB$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	62
Şekil 3.23.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CIELAB$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	63
Şekil 3.24.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CIELAB$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	63
Şekil 3.25.Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CMC(2:1)$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	64
Şekil 3.26.Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CMC(2:1)$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	64
Şekil 3.27.Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CMC(2:1)$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği	65

Şekil 3.28.Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen $\Delta E^*CMC(2:1)$ Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği 65

GİRİŞ

Tekstil sektörü ülkemizdeki birçok insanın geçim kaynağı sağladığı ve ihracatımızın önemli bir kısmını oluşturan ülkemizin en önde gelen sektörlerinden biri konumundadır.

Son yıllarda Dünya sanayisinin içine girdiği hızlı değişim süreci, ülkemizin en büyük sanayi sektörü olan bu sektörü olumsuz yönde etkilemiştir. Dış ülkeler ile rekabette, pazar payını düşürmemek için alınan önlemlerin başında üretim maliyetlerini düşürmek ve bunun yanında kaliteyi arttırmak gelmektedir.

“Renk kavramı” ise ülkemizin tekstil sektörünün en büyük pazar payını oluşturan Avrupa ülkelerinde önemini iyice arttırmıştır. Modanın önemli bir etken olduğu tekstilde, bir tekstil ürününün teknolojik özellikleri ne kadar iyi olursa olsun sadece renginin moda ya uygun olmamasından dolayı kendine alıcı bulamayabilir.

Dispers boyalar poliester ürünlerin ile boyanma işlemi ise görünüşte diğer boyama çeşitlerine göre daha kolay görünse de çok hassas bir işlemdir. Poliester ürünlerin yüksek sıcaklıkta (HT) boyama şartları, aynı üründe birden çok tekrarlandığında hem ürünün kalitesini düşürmekte hem de üretim maliyetlerini arttırmaktadır.

Poliester lif üretimi ve buna bağlı gelişmeler ile paralel olarak poliester lifini boyayabilen dispers boyarmaddeler ile ilgili çalışmalar da gün geçtikçe devam etmektedir. Günümüzde üretilen dispers boyarmaddeler moleküler büyüklüklerine göre; küçük, orta ve büyük molekül büyüklüğüne sahip olarak sınıflandırılabilir.

Bu çalışmada poliester kumaşların farklı yapıda (molekül büyüklüğü), ve konsantrasyonlardaki dispers boyarmaddeler ile boyanması ve uygulanan farklı haslık testleri sonucunda (yıkama - ütüleme ve ışık haslık testleri) renk değerleri özelliklerinin ne şekilde etkilendiği araştırılmıştır. Sonuçta poliester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyanması sonrasında uygulanan çeşitli haslık testlerinin kumaş renk özellikleri üzerindeki etkilerinin, kullanılan boya özellikleri ve kullanılan boyama reçetesi ve işlem şartları ile ilişkilendirilmesi hedeflenmiştir.

1. KAYNAK ÖZETLERİ

1.1. Poliester Lifleri

1.1.1. Poliesterin Tanımı

DIN 60001, Part 3, Edition 10.88'e göre poliester lifleri lineer makromoleküllerden oluşturulmuşlardır. Bu moleküller ağırlıkça en az %85 oranında – diol ve tereftalik asidin bir esterini içerirler. ISO Norm 1043 ve BISFA poliesterin PES kısaltması ile adlandırılmasını kararlaştırmışlardır

1.1.2. Poliesterin Kısa Tarihçesi ve Gelişimi

Alifatik dikarbonat asitlerin glikollerle reaksiyonu ile lineer ve iplik oluşturulabilen poliesterlerin üretimi W.H.Carothers'in yüksek polimerler üzerine (Özellikle polikondenzasyon reaksiyonları üzerinde) başladığı çalışmanın bir parçası olarak 1928'de araştırılmıştır. Carothers çalışmalarını poliamidler üzerinde yoğunlaştırmasına rağmen 1931'de Carothers ve J.W. Hill tarafından yapılan ilk sentetik lif sebasik asit ve etilen glikolden yapılan poliester ipliği olmuştur. Bu poliesterin erime noktası düşük ve kullanımları tekstile uygun olmamıştır.

1939'da P.Schlach ve H.Ludewig çalışmalarında tereftalik asidi kullanmışlardır. Aynı tarihlerde J.R.Whinfield ve T.Dickson tereftalik asit ve etilen glikolden Terylene'i üretmişlerdir. Du-Pont 1950'de Fiber Y. ve 1953'te de Dacron'u üretmiştir. Bundan sonra farklı özelliklerde ikinci ve üçüncü kuşak poliesterler üretilmiştir (Yakartepe, Yakartepe 1995).

1.1.3. Poliesterin Genel Lif Özellikleri

Fiziksel Özellikler:

Yoğunluk: 1.38-1.50 g/cm³

Erime Noktası 252-256°C

Yumuşama Noktası: 230-250°C

Camlaşma Sıcaklığı (İzotropik malzeme için): Yaklaşık 68°C

Spesifik Isı: 20°C'de 1.35 J°Cg⁻¹ (0.32 cal°Cg⁻¹)

150°C'de 1.75 J°Cg⁻¹ (0.42 cal°Cg⁻¹)

200°C'de 3.15 J°Cg⁻¹ (0.75 cal°Cg⁻¹)

Teknolojik Özellikler:

Çekme Mukavemeti: Kontinü filament 3.5-4.5 g/dtex (4-5 g/den)

Kesikli lif 2.7-3.5 g/dtex (3-4 g/den)

Yüksek tenasite 5.4-7.2 g/dtex (6-8 g/den)

Islanma Sonucu Mukavemet Kaybı: %0

Düğüm Mukavemeti: Çekme mukavemetinin %70'i

Kıvrım mukavemeti: %80-90

Uzama: Normal Filament %20-30

Yüksek tenasite %10-13

Normal kesikli lif %30-40

Düşük pilling %30-55

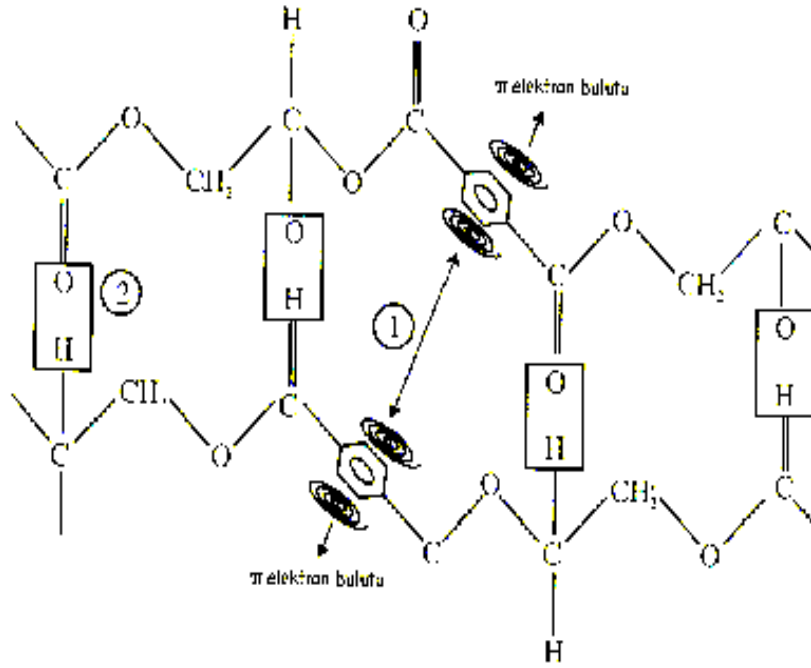
Normal Koşullar Altında: Nem Absorbsiyonu (1 bar 0°C) %0.4

Ütüleme Sıcaklığı 150-170

Maksimum Fikse Sıcaklığı 230°C

1.1.4. Poliester Lifinde Görülen Bağlar

Yarı aromatik asit ile alifatik alkol monomerlerinden oluşan poliesterlerde aromatik halkalar nedeniyle makromoleküller arasında yoğun dispersiyon çekim kuvvetleri söz konusu olduğundan bunların erime noktaları çok daha yüksek olmakta ve makromolekül zincirindeki aromatik halka sayısı arttıkça daha da yükselmektedir. Dolayısıyla tam aromatik poliesterlerin erime noktaları da en yüksek olmaktadır.



Şekil 1.1. Poliester Lifindeki bağlar (Hockenberger 2004)

Yapılarında benzen halkaları içeren makromoleküllerden oluşan polimer maddelerin alifatik makromolekülü polimer maddelere nazaran oldukça yüksek erime noktalarına sahip olmalarının nedeni benzen halkaları arasındaki dispersiyon çekim kuvvetlerinin daha yoğun ve benzen halkalarının konformatif hareketliliğinin de daha kısıtlı olmasıyla ilgilidir. Komşu makromoleküllerin benzen halkaları arasında meydana gelebileceği düşünülen karşılıklı n-n elektronları ilişkileri ise önemli bir rol oynamaktadır (Hockenberger 2004).

1.1.5. Poliester Lifinin İnce Yapısı

Poliester liflerinde kristalin bölgelerde yalnızca trans-trans konformasyonu mevcut iken, amorf bölgelerde trans-trans konformasyonunun yanında diğer konformasyonların da mevcut olduğu görülmektedir.

Trans-trans konformasyonunda karbonil gruplarının oluşturdukları dipollerin zıt yönlerde uzanmış olduklarından birbirlerini doyurmakta ve böylece daha düşük enerji düzeyi, daha stabil bir molekül yapısı ve daha yüksek erime noktası sonuçlarını doğurmaktadır.

Günümüzde poliester lifleri, amorf bölgeleri makromoleküllerin farklı yönlenme durumuna bağlı olarak anisotrop kristalin olmayan bölgeler ve isotrop kristalin olmayan bölgeler olarak ikiye ayrılarak incelenmektedir.

Poliester liflerinde termofiksaj sırasında matristeki kristalitlerin eriyip yeniden oluşması olayı ancak 125-130°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda söz konusu olmaktadır. Zira daha düşük sıcaklıklarda poliesterin kristalizasyon hızı çok düşüktür. Termofiksaj işlemleri sırasında kristalitlerin yeniden oluşması ve/veya fibrillere katılması olayları 130-230°C arasındaki sıcaklıklarda yapılan termofiksaj işlemlerinde en belirgin şekilde etkili olmaktadır (Hockenberger 2004).

1.2. Dispers Boyarmaddeler

Dispers boyalar poliester liflerinin boyanmasında kullanılan en önemli boyarmadde sınıfıdır ve pek çok uygulama alanında geniş renk aralığında iyi boyama ve haslık özellikleri verirler. Bu boyalar poliester lifleri tarafından, afiniteye sahip oldukları diğer liflere oranla daha yavaş absorblanırlar fakat poliester liflerine afiniteleri iyidir. Boyama hızı boyama sıcaklığı 130°C'ye kadar çıkılarak artırılır.

Poliester mamullerin boyanması için kullanılacak olan dispers boyarmaddelerin seçiminde pek çok kriter söz konusudur. Yapılan boya seçimi en çok tercih edilen boyama prosesi şartlarına bağlıdır. Bu şartlar da, kullanılacak materyal ve mevcut makinalar tarafından belirlenir. Boya seçimi materyalin son kullanım yerinde gerekli

olan haslıkları veren boyamayı yapacak şekilde olmalıdır. Proses şartları, yardımcı maddeler ve boyalar birbirleri ile uyum göstermelidir.

Dispers boyalar non-iyonik, küçük parçacıklı, sulu dispersiyonlar olarak oda sıcaklığında suda çözünmeyen ve hidrofobik liflere substantiviteye sahip olan boyalardır. Bu boyalar az miktarda çözünmüş boya içeren küçük tanecikli sulu dispersiyonlar halinde uygulanırlar. Dispers boya çözeltileri boyanın monomoleküler formda olması ile karakterize edilir. Bu boyalar su içinde ideal olmayan çözeltiler olarak çözünürler ve aktivasyon katsayıları çok yüksektir.

Boyaların çözünürlüğündeki artış kritik misel konsantrasyonundan yüksek dispersiyon ajanı konsantrasyonunda elde edilir. Boyanın çözünürlüğü boyanın formülasyonu ve kimyasal yapısı tarafından belirlenir. Dispersiyon ajanı boyayı, boya banyosu içinde stabilize eder. Küçük dispers olmuş boyaların partikül büyüklüğü 1 µm civarındadır. Dispersiyon ajanlara boya parçacıklarının çevresinde bir koruyucu film oluştururlar ve aglomerasyonu önlerler. Bundan ayrı olarak bir elektrik iticilik stabilizasyonuna yardım eder. Anyon adsorbsiyonuna bağlı olarak dispers olmuş boya parçacıkları normal olarak zayıf bir elektrik yüke sahiptir. Banyoya ilave edilen dispersiyon ajanının tipi kullanılan boyanın içindeki ajana benzer olmalıdır ve bu dispersiyon ajanı bütün boyalar üzerinde bir koruyucu-kolloid etkisi oluşturmalıdır (Becerir ve İskender 2000).

Dispers boyalar sentezlerinin son aşamasında reaksiyon karışımından alınırlar. Bu sırada büyük partiküllü ve çoğunlukla kristalin haldedirler. İyi boyama özelliklerinin elde edilmesi ve iyi renk veriminin sağlanması için boya, küçük parçacıklı, uniform ve stabil bir süspansiyon olarak life uygulanmalıdır. Bu yüzden ortamda mevcut bulunan tüm boya partiküllerinin boyutları küçültülmeli ve boyama sırasında parçacıkları süspansiyon halde tutacak sıcaklık, su sertliği ve diğer yardımcıların varlığından etkilenmeyen bir dispersiyon ajanı boya bünyesine ilave edilmelidir. Boyaya ilave edilen dispersiyon ajanı boyanın daha küçük parçacıklar haline gelmesini kolaylaştırır, boyanın bu halde kalmasını sağlar ve boya banyosu içinde boyanın dispersiyonuna yardımcı olur.

Sulu ortamda dispers boyalar çok küçük tanecikli sulu dispersiyonlar formunda uygulanırlar. Boyanın lif içine transferi boyanın çok seyreltik sulu çözeltisi içinden olur ve meydana gelen azalma süspansiyon haldeki parçacıkların çözünmesiyle tekrar doldurulur. Bu yüzden partikül büyüklüğü, kristal yapı ve dispersiyon stabilitesi çok önemli faktörlerdir. İdeal olarak bir ticari dispers boya suya katıldığında çok çabuk dispers olmalı ve çok küçük ve uniform partikül büyüklüğünde stabil bir dispersiyon vermelidir. Ayrıca bu dispersiyon boyama işlemi boyunca uygulanan en yüksek sıcaklığa kadar stabil kalmalı ve bu durumu banyoya ilave edilen diğer kimyasallar varlığında da devam ettirmelidir. Bazı belirli şartlar altında, $>100^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, bazı belirli yüzey aktif ajanların varlığında boya parçacıklarının agregasyonu oluşabilir ve bu durum ilerleyebilir. Bunun sonucunda agregatlar lif yüzeyine yapışarak sürtme ve yaş haslığı düşürebilirler. Doğru yüzey aktif madde seçimi agregasyonun önlenmesine yardımcı olur ve boyaların lif yüzeyine yapışarak lokal bir boyama yapılmasını engeller.

Boyanın boya banyosu içindeki durumu absorpsiyon izoterminin linearitesini etkiler. Yüzey aktif maddelerin eklenmesi paylaşım katsayısını düşürür ve dispersiyon ajanlarının ilavesi denge boya alımını ve boyama hızını etkiler. Pratikte fazla miktarda yüzey aktif madde eklenmesi sakıncalı olabilir çünkü çözünürlük giderek artıyor olsa bile, fazla yüzey aktif madde bazı boyaların kristallenmesine veya agregasyon ürünleri oluşmasına neden olur. Bu kristal ve agregasyon ürünleri normal boyama süresi içinde lif tarafından absorblanamazlar. Bunun sonucunda boyanmış materyallerin sürtme haslığı azalır.

Dispers boyaların parçacık büyüklüğü azaldıkça (molekül ağırlığı 250-300) boya alımı ve parçacıkların toplam yüzey alanı artar, boyalar daha çabuk çözünür ve boyama hızı artar. Molekül boyutu büyüdükçe boyaların boyama kabiliyetleri zorlaşır, düşük boyama hızları ve zayıf migrasyon özellikleri verirler. Daha büyük moleküllü dispers boyaların çoğu alifatik hidroksi, asetilamino ve metilsülfonil gibi hidrofilik gruplara sahiptir. Dispers boyalar bazı polar gruplar (substituent) dışında (-OH, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, - NO_2) yüklü gruplar taşımazlar. Yapı olarak aralarında çok az fark olan boyaların farklı lifler üzerindeki adsorpsiyonları birbirinden farklı olabilir.

Dispers boyaların polaritesi boyanın boyayabilme özelliğini etkiler. Boyanın hidrofobik dengesi boya absorpsiyonu üzerinde etkilidir. Dispers boyalar hidrofilik hale geldikçe bunların life olan afiniteleri düşme eğilimindedir.

Boyama sırasında birbiri ile etkileşime girmeyen boyalar için; boya banyosu veya lif içinde diğer bir boyanın bulunması birinci boyanın aktivitesini etkilememektedir. İzomorf boya çiftleri durumunda, bu boyaların boya banyosu içinde karışık kristaller veya lif içinde veya banyo içinde kompleks yapılar oluşturma olasılığı vardır. Sulu fazda oluşan herhangi bir etkileşim boya alımını azaltabilir ve boyama sırasında boya banyosu içinde boyalar karışık kristaller oluşturabilir. Sulu çözeltiler içinde boyamada boyanın suda çözünürlüğü doygunluk seviyeleri üzerinde belirleyici bir faktördür.

Her bir boyanın boyama hızı, banyo formülasyonu içindeki konsantrasyonuna bağlıdır. Dispers boyaların başlangıç konsantrasyonları farklı ise boya alımı uniform olmaz. Sürenin bir fonksiyonu olarak lif üzerinde bulunan boya miktarı hem başlangıç boya konsantrasyonuna hem de etkin banyo akışına bağlıdır. Boya konsantrasyonu arttıkça veya akış hızı azaldıkça, boya banyosunun denge çekimine ulaşmak için daha fazla süre gerekir. Eğer bir boyanın konsantrasyonu diğerlerine göre daha düşük ise diğer boyalara göre daha hızlı boyama yapacaktır. Boyama şartları en yavaş boyayan boyanın etkin dengeye gelmesine izin vermelidir. Üç boyalı bir formülasyonda her bir boyanın tek tek lineer çekimini oluşturacak tek bir sıcaklık süre eğrisi elde etmek mümkün değildir. Bireysel dispers boyalar karışım olarak boyamada genellikle birbirleriyle etkileşime girmezler ve birbirlerinin boyama etkinliklerini etkilemezler fakat bugün elde olan verilere göre dispers boyalar her zaman tam lineer boyama yapamamaktadır (Becerir ve İskender 2000).

Dispers boyamanın düzgünlüğü boyanın iki farklı özelliği tarafından yönetilir:

1. Çekim davranışı
2. Migrasyon kapasitesi

Lif üzerine çok yavaş giden bir boya ısıtma fazında lifi düzgün olarak boyar. Lif üzerine hızla giden boyalar ısıtma fazında düzgün olmayan boyama yapmaya yatkındır. Life hızlı giden boya boyama sıcaklığında iyi migrasyon özelliğine sahipse ısıtma fazındaki düzgünlük ortadan kalkar. Genel olarak bir boyanın migrasyon kapasitesi

bu boyanın yüksek sıcaklıkta bir işlem sırasında tekstil substratı içindeki boya konsantrasyonundaki varyasyonu düzgünleştirme kapasitesidir. Düzgünleştirme kapasitesi poliester lifinin tipine bağlıdır ve artan sıcaklık ve süre ile yükselir. Boya dispersiyonlarının stabilitesi şu faktörlere bağlıdır (Becerir ve İskender 2000):

1. Çözelti içindeki boya konsantrasyonu
2. Boyama sıcaklığı
3. Boyama süresi
4. İlave edilen yüzey aktif maddeler
5. Carrier, bitim işlemi maddesi, spin-finish'ler
6. Elektrolit miktarı
7. pH
8. Çözelti çevrimi
9. Tekstil materyalinin geçirgenliği

Boyaların kristalizasyonunu artıran nedenler şunlardır (Becerir, İskender 2000):

1. Boya kristallerinin çok yüksek saflığı
2. Parçacık büyüklüklerinin çok değişik olması
3. Boyanın çözünürlüğünü artıran maddeler
4. Çözeltinin periyodik olarak ısıtılması ve soğutulması

Boyaların aglomerasyon ve agregasyonunu teşvik eden faktörler şunlardır (Becerir 2000):

1. Dispersiyon ajanlarının stabilize etkisini bozan faktörler
2. Elektrostatik iticiliği azaltan faktörler
3. Boya parçacıklarının kolozyonu olasılığı
4. Boya parçacıklarının kinetik enerjisini artıran faktörler

Boya konsantrasyonu ve boyama sıcaklığı arttıkça ve boyama süresi uzadıkça aglomerasyon ve agregasyon olasılığı artar.

Dispers boyaların enerji seviyesine göre sınıflandırılması boyaların kritik boyama sıcaklıkları, migrasyon, yükleme ve difüzyon hızlarına göre yapılır.

Küçük molekülü dispers boyaların polaritesi düşüktür, kötü ısı ve süblimasyon dayanımları vardır. Bunların boyama hızları yüksektir ve düzgünlük özellikleri iyidir.

Daha büyük moleküllü dispers boyalar iyonik olmamakla beraber biraz polardır, iyi ısı ve süblimasyon haslıklarına sahiptirler. Bunların boyama hızları daha küçük ve düzgünlükleri daha kötüdür.

Yüksek difüzyon değerlerine sahip dispers boyalar düşük enerji tüketimi ile life hızlı nüfuz ederler ve düşük boyama sıcaklıklarında bile optimum renk koyuluğu verirler. Düşük difüzyon değerlerine sahip boyalar (Bunlar genellikle büyük moleküllü boyalardır) optimum renk koyuluğunu yüksek sıcaklıkta ve daha fazla enerji tüketimi ile verirler.

Bir dispers boya için gerçek bir boyama profili yoktur ve adsorbsiyon davranışı pek çok faktör tarafından belirlenir. Bu faktörlerden en önemlileri boya konsantrasyonu, sıcaklık gradyenti, lif tipi ve yardımcı kimyasallardır.

Boyama prosesinin yüksek sıcaklık fazında boyaların migrasyon düzgünsüzlüğe olan eğilimleri çok önemli hale gelir. Düzenli olmayan çözelti sirkülasyonu veya çok hızlı ısıtma hızı nedeniyle, eğer boyalar düzgün olmayan şekilde adsorblanmışlarsa bu sorun çok önemli olabilir. Yüksek sıcaklık fazında dispers boyaların uniform uygulanmış olması kısa boyama süreleri takdirinde çok önemlidir.

Uniform dispers boyama elde edebilmek için boyaların migrasyon özellikleri yakın olmalıdır. Düşük enerjili boyaların migrasyon özellikleri daha iyidir. Özellikle boyanın su içinde çözünürlüğü olmak üzere diğer faktörler de migrasyon özelliklerini etkiler. Ayrıca boyaların migrasyon özellikleri farklı çekim oranları veya ön işlem sıcaklıkları nedeniyle poliester kumaşlarda olabilecek boya dalgalanmalarını örtme kabiliyetini de etkiler. Migrasyon özellikleri dispers boyalar adsorbsiyon fazında düzgün uygulanmadıkları takdirde anahtar faktör haline gelirken, difüzyon fazındaki anahtar parametre boyanın difüzyon hızıdır. Poliester boyamada yüksek sıcaklık fazında harcanan süreyi azaltmak için difüzyon indekslerine bakılarak yüksek difüzyon hızlarına sahip boyalar seçilmelidir.

Dispers boyaların seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterler şunlardır (Becerir ve İskender 2000) :

1. Çekim kritik aralığına göre gruplandırma

2. Difüzyon hızı
3. Düzgünlük kabiliyeti
4. Egalize ajanlarına karşı olan hassasiyeti
5. Dalgalanma efekti kapatma indeksi

Poliester materyaller için en önemli haslık özellikleri ışık ve ısı işlemlere karşı olan haslıktır. Yüksek ısı haslığı olan boyaların yıkama haslığı da genellikle iyidir fakat bunun tersi doğru değildir. Isı uygulaması sonucunda dispers boyalar lif yüzeyine doğru ilerler ve eğer yüzeyde hidrofobik bitim kimyasalı varsa, lif dışına çıkıp bu kimyasal film tabakası içinde çözünebilirler. Bunun oluşması veya lif yüzeyinde fazla miktarda boya kalması yaş haslığı, yıkama haslığı, süblimasyon ve kuru temizleme haslığını düşürür ve rengin donuklaşmasına yol açar. Düşük enerji ve çoğu orta enerji dispers boyada bu durumla karşılaşmaktadır.

1.2.1. Dispers Boyaların Kimyasal Yapısı

Dispers boyaların kimyasal yapıları şu şekildedir.

1. Azo grubu içerenler
2. Nitrodifenilamin grubu içerenler
3. Antrakinon grubu içerenler
4. Diğer kimyasal gruplar (benzodifuranon, coumarin, metkin, naftalimid, vb.)

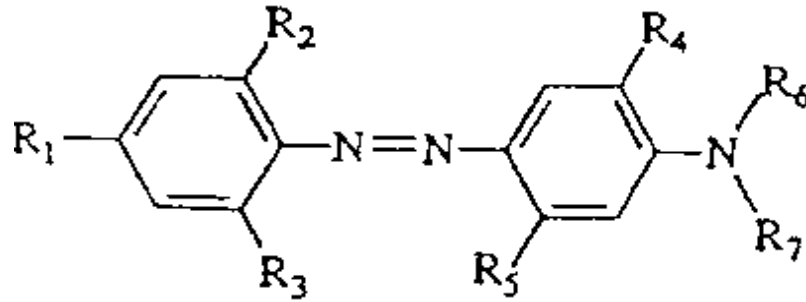
1.2.1.1. Azo Dispers Boyalar

Dispers boyaların yaklaşık %50'si düşük molekül ağırlıklı monoazo boyalardır. Bunlar, boya banyosu içinde çözünen iyonik gruplar içermezler, tamamen non-iyoniktirler ve kısmi bir polarlığa sahiptirler. Bu grubun içinde bazı disazo boyaları da mevcuttur.

Dispers azo boyaların çoğu aminoazobenzen türevleridir ve özellikle sarı, oranj ve kırmızı renkleri verirler. Çok az sayıda violet ve mavi rengi veren azo yapıları da bulunmaktadır. Zaman içinde dispers boya üretiminde monoazo dispers boya

üretimimin artış nedeni bu boyalar ile elde edilen renklerin batokromik olarak artmasıdır.

Dispers azo boyalar yapı esaslı olmakla beraber hem benzen halkasında spesifik bileşenler hem de heterokromatik disazo bileşiklerini kullanarak farklılaştırılmaktadır.



Şekil 1.2. Dispers Azo Boyalarının Genel Yapısı (Becerir ve İskender 2000)

R₁-R₇ bileşenlerinin kimyasal yapısı dispers boyanın, fiyat, üretim kolaylığı, renk haslığı ve boyama özellikleri gibi karakteristiklerini belirler.

Dispers monoazo boyalarında orijinal olarak diazo bileşiği olan molekülün bir kısmı azo grubun sol tarafında uzatılmış durumdadır ve elektron alan grupları (R₁-R₇) içerir. Coupling bileşen olan ve molekülün sağ tarafına uzatılmış olan kısım elektron veren grupları içerir. Azo grubun sol tarafında bulunan gruplar elektron alma ve sağ tarafında bulunanlar da elektron verme eğiliminde olduklarından molekülün renk açısı sarı, oranj, kırmızı, violet, mavi, yeşil ve hatta siyah verecek şekilde batokromik olarak değişir.

1960-70 yıllarında piyasaya sunulan monoazo dispers boyalar tinktoryal kuvvetleri ve yaş haslıklarının antrakinon dispers boyalara göre daha iyi olmasına rağmen yüksek sıcaklıkta boyamada daha kolay indirgenmeleri nedeniyle özellikle kombinasyon boyamalarda kötü yeniden üretilebilirlik özellikleri vermişler ve yüksek ısı ve yaş haslıkları nedeniyle sürekli boyama proseslerinde kullanım alanı bulmuş ve başlangıçta parça boyamada sınırlı oranda başarı sağlayabilmişlerdir.

1.2.1.2. Antrakinon Gruplu Dispers Boyalar

Antrakinon dispers boyalar öncelikle selüloz asetatın boyanması için geliştirildi. 1950-60 yıllarında poliester lif üretiminin büyük artış göstermesi sonucunda poliesteri

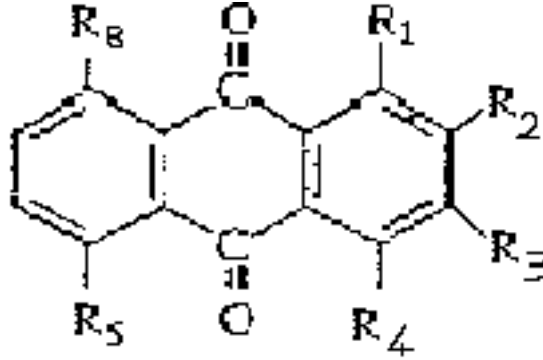
boyayabilen yeni dispers boyaların araştırma çalışmaları sonucunda poliesteri boyayabilen antrakinon esaslı dispers boyalar sentezlendi. Bu devre içinde geliştirilen antrakinon dispers boyaların bazı belirgin özellikleri şöyledir:

1. Parlak renkler (özellikle maviler ve kırmızılar)
2. Çok iyi ışık haslığı
3. İyi örtme özellikleri
4. İyi yeniden üretilebilirlik

Geçen süre içinde antrakinon boyaların ortaya çıkan sakıncaları şunlardır:

1. Tinktoryal olarak zayıf
2. Kötü yaş haslıklar
3. Pahalı
4. Üretimde çevre problemleri

Antrakinon grulu dispers boyalar özellikle mavimsi kırmızılar, violetler, maviler ve mavimsi yeşillerdir. Bu boyalar cc-aminoantrakinon türevleridir ve temel yapı Şekil 1.3 'de gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Antrakinon Dispers Boyaların Temel Yapısı
(Becerir ve İskender 2000).

Renk-açısı R₁, R₄, R₅ ve R₈ ile kontrol edilir: R₂ ve R₃'ün renk açısı üzerindeki etkisi az fakat boyama ve haslık özellikleri üzerindeki etkisi fazladır.

Antrakinon serilerinde renk açısı değişimi azo serilerinde olduğu gibidir. Elektron alan gruplar kromoforun antrakinon karbonil grupları >C=O, elektron veren gruplar da 1,4,5,8 (R₁, R₄, R₅, R₈) pozisyonundaki substituentlerdir.

Antrakinon dispers boyalar halen kullanılmakla beraber sentezleri için yeni yöntemler geliştirilmiş ve yeni dispers boyalar konusundaki çalışmalar yeni boya gruplarının araştırılması yönünde olmuştur.

1.2.1.3. Nitrodifenilamin Gruplu Dispers Boyalar

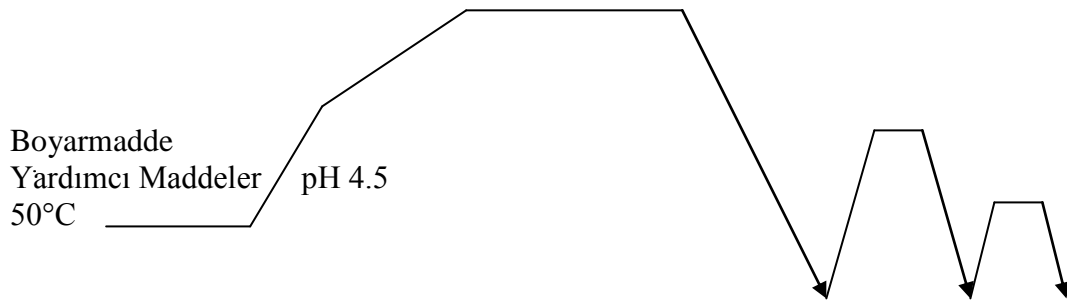
Bunlar sarı ve oranj-sarı boyaların küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu gruplu boyalar poliester liflerinde iyi ışık haslığı verirler. Boya molekülüne polar gruplar eklenerek veya boyanın molekül boyutu artırılarak süblimasyon haslıkları iyileştirilebilir.

1.2.1.4. Diğer Kimyasal Gruplar

Bu grup içinde özellikle benzodifuranon yapı esas alınarak yeni dispers boyarmaddelerin sentezlenmesi üzerinde çalışılmaktadır. (Becerir ve İskender 2000)

1.3. Poliester Liflerinin Boyanması

Poliester kumaşlar günümüzde HT tipi, yüksek sirkülasyon özelliğine sahip boyama makinalarında ve çoğunlukla 130°C'de boyanmaktadır. Çözeltide, aşağıdaki Çizelge 1.1'de ifade edildiği gibi, polimer içine yavaş difüzyonun sonucu olarak, poliester tarafından boyarmaddenin adsorpsiyonu, lif yüzeyine boyarmaddenin konvektif transferi yoluyla olmaktadır. Atmosferik koşullar altında, lif içine doğru boyarmaddenin daha hızlı difüzyonu, poliester geçiş sıcaklığının üzerinde, sıcaklığın artması ile birlikte organik keriyerler kullanılmadıkça, dispers boyarmaddelerin çoğu yavaşça difüze olmaktadır. Poliester tarafından alınan boyarmadde konsantrasyonu Saturasyon Değer olarak ifade edilmektedir.



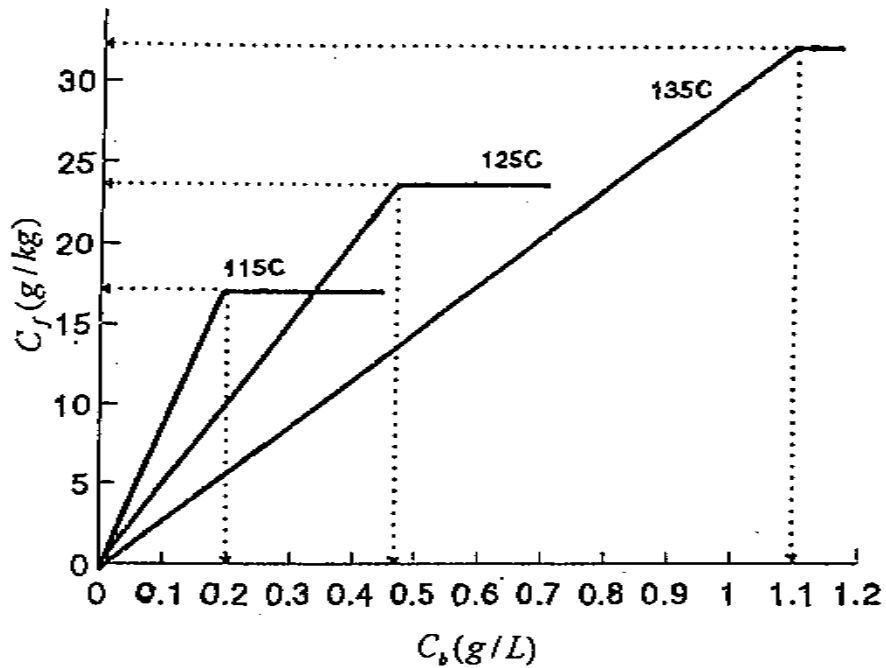
Çizelge 1.1. Poliester boyamanın mekanizması (Cunnigham 1996).

1.3.1. Boyama Sıcaklığı

Boyama sıcaklığı arttıkça, boyarmaddenin hem boyama çözeltisindeki doyumluk çözünürlüğü (C_b), hem de lifteki doyumluk çözünürlüğü (C_f) artmaktadır. Bununla birlikte boyarmaddenin boyama banyosundaki çözünürlüğü, liftekenden fazla olma durumunda, K_∞ (paylaşım katsayısı) da azalmaktadır (Gregor ve Etters 1979).

Bu paylaşım katsayısı da Şekil 1.4'te her bir sıcaklık için belirli bir çizgi boyunca gösterilmekte ve şu şekilde ifade edilmektedir:

$$K_\infty = C_f / C_b \quad (1.1)$$



Şekil 1.4. Üç Farklı Sıcaklıkta Poliester Lifinde Dispers Red 11'in Denge Adsorpsiyon İzotermi (Etters 1994).

Lifteki sınır oranı (Q) ve dengedeki tüketimi ifade eden (E_∞) göz önüne alındığında 2.1 no'lu denklem şu şekilde yazılabilmektedir (Gregor ve Etters 1979).

$$E_\infty = K_\infty / (K_\infty + Q) \quad (1.2)$$

Bu eşitlik ile temperaturdeki artışın, dengedeki tüketimi azaltacağı net bir şekilde anlaşılabilir. Bu da, yukarıdaki Şekil 2.6 'da gösterilmektedir.

Bu azalma, tüm boyama sistemlerinde kullanılan dispers boyarmaddelerle yapılan boyama sisteminin temel doğasından kaynaklanmaktadır.

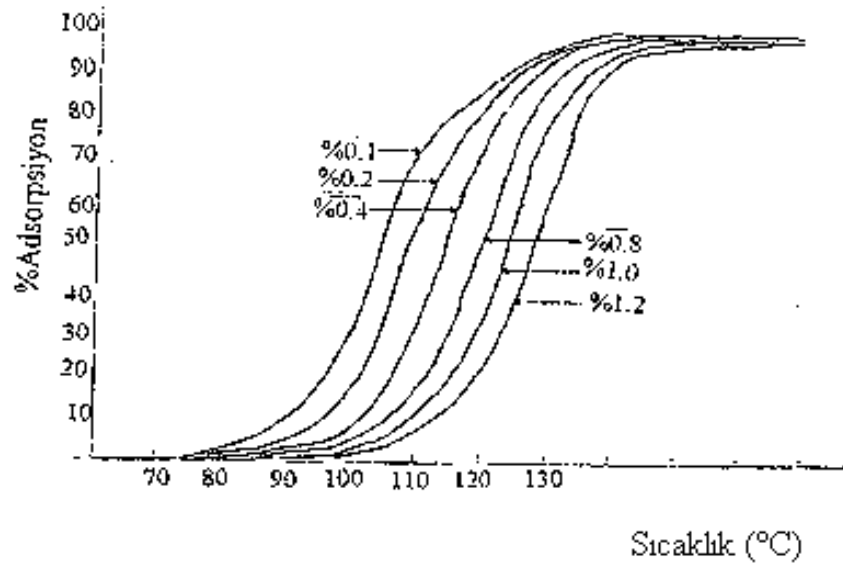
Başka bir ifadeyle, ısıtma boyunca sıcaklık arttığı gibi, hem ($C_{b,m}$) çözünürlük, hem de adsorbe edilen boya miktarı (C_f) üssel olarak artmaktadır. Bununla birlikte sıcaklık artışı ile (C_f) değeri, ($C_{b,m}$) değerinden çok daha büyük olacağından; C_b/C_f oranı giderek azalmakta ve düzgünleşme de elverişsiz hale gelmektedir.

1.3.2. Adsorpsiyon

Adsorpsiyon temel olarak boyarmadde moleküllerinin lif üzerinde düzenli dağılımına denir. Adsorpsiyon boyunca, hidrofobik karakterde olan poliester liflerinde makromoleküller arası bağlar gevşetilerek, boyarmadde moleküllerinin girebileceği amorf bölgeler meydana getirilmektedir. Boya konsantrasyonu, sıcaklık ve difüzyon adsorpsiyonu etkiler.

1. Boya Konsantrasyonu:

Adsorpsiyon değişik konsantrasyonlardaki boyamalarda, konsantrasyon arttıkça zorlaşır. Zamanın ve sıcaklığın etkisi ile boyama sıcaklığında tüm konsantrasyonlarda % adsorpsiyon birbirine yakındır.



Şekil 1.5. Konsantrasyonun adsorpsiyona etkisi (Cunningham 1994).

2. Sıcaklık:

Sıcaklığın dispers boyaların, çözelti ile hidrofobik lifler arasında dağıtımını üzerinde temperaturün etkisini açıklamak için, dispers boyaların PET lifler üzerindeki adsorpsiyonu, dolayısıyla paylaşım katsayısı (K) sabit tutulmalıdır.

T °K temperaturünde boyanın standart afinitesi ($\Delta\mu^\circ$) aşağıdaki 1.3 eşitliği ile verilmektedir (Burkinshaw 1994).

$$\Delta\mu^\circ = RT \ln K \quad (1.3)$$

K = Paylaşım Katsayısı

R= Gaz sabiti

T= Mutlak Sıcaklık

3. Difüzyon:

Difüzyon hızı boyarmaddenin büyüklüğü ile ilgilidir. Molekül büyüdükçe, difüzyon yavaşlayarak, zorlaşmaktadır. Bunun yanında boyarmadde molekülleriyle lifler arasındaki intermoleküler kuvvetlerde de rol oynamaktadır. Bu kuvvetler dipol, indüksiyon, dispersiyon kuvvetleri, H-köprüleri gibi kuvvetlerdir.

Difüzyon olayının gerçekleşebilmesi için, bir difüzyonel sınır tabakasının oluşması gerekmektedir. Bu da, materyal yüzeyinde difüzyon konsantrasyonunun %99'a kadar ulaşabildiği bölge olarak tanımlanmaktadır.

Difüzyon katsayısı, bir boyarmaddenin moleküler değeri ile yakından ilgili olmaktadır. Boyarmaddelerin enerji seviyeleri ile boyarmaddelerin benzer nüansları ve kimyasal yapıları karşılaştırıldığında; büyük moleküllü yüksek enerji seviyeli boyarmaddelerin, en düşük difüzyon katsayılarına sahip oldukları görülmektedir.

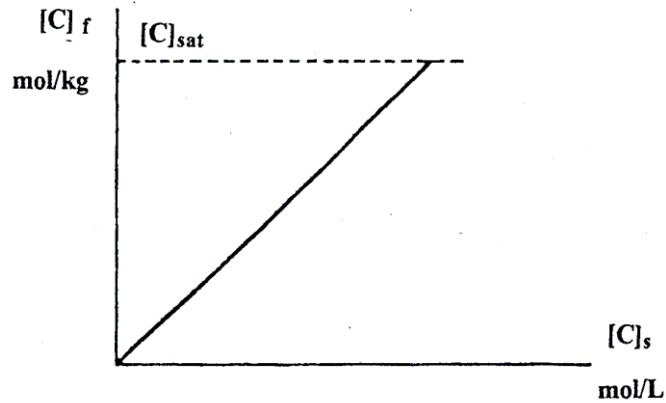
1.3.3. Dispers Boyaların Poliester Liflerine Sorpsiyonu ve Difüzyonu

1.3.3.1. Boya Sorpsiyonu

Poliester liflerinin boyanmasında denge durumuna erişildiğinde absorblanan boya miktarı sadece kullanılan çözelti-materyal oranına bağlı değil, aynı zamanda da lifin doygunluk kapasitesine bağlıdır. Eğer lif belirli bir miktar boyayı alabiliyorsa, başlangıç boya miktarını arttırmak, boyanın afinitesi sabit kalıyor olsa bile, boya çekim oranını azaltacaktır.

Bir boya banyosu içinde boya konsantrasyonunun azalması denge sıcaklığında boyanın life olan afinitesine ve boyama çözeltisi içindeki lif miktarına bağlıdır. Bir dispers boyanın paylaşım oranı (veya dağılım katsayısı) lif içindeki g/kg boya konsantrasyonunun boyama çözeltisi içinde kalan boya miktarına g/L oranı ile verilir.

Poliester liflerinin dispers boyarmaddelerle boyanması Nernst izotermine göre gerçekleşir. Nernst izotermi Şekil 1.6 'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Nernst İzotermi (Becerir ve İskender 2000).

Nernst izotermi formülasyon olarak şöyle verilir.

$$[C]_f = K[C]_s \quad (1.4)$$

$[C]_f$ = Lif yüzeyindeki boya konsantrasyonu

$[C]_s$ = Çözelti içindeki boya konsantrasyonu

K= Paylaşım katsayısı

Dispers boyaların poliester lifleri üzerinde adsorbsiyonu zayıf polar, dispersiyon ve hidrojen bağı kuvvetleri ile olur. Dispers boyaların çözünürlüğü ve adsorbsiyonu arasındaki ilişki boya molekülü ve içindeki polar ve -bağ gruplarının sayısı ve yapısına bağlıdır.

Nernst izotermine göre boyanın lifler ve banyo arasındaki dağılımı boyanın iki farklı çözücü arasında, bunlardan bir tanesi (boya banyosu) doygun hale gelene kadar paylaşımıdır (Becerir ve İskender 2000).

1.3.3.2. Dispers Boyaların Difüzyonu

Difüzyon, boya moleküllerinin lifin kristal olmayan bölgelerine nüfuziyet kolaylığının bir fonksiyonudur. Poliester liflerinde boyanın difüzyonu kristalin olmayan bölgelerdeki oryantasyonun derecesine bağlıdır.

Difüzyon prosesini etkileyen parametrelerden bir kısmı şöyle özetlenebilir:

- 1-Boya ve polimer substratı içindeki iyonize olabilen grupların yapısı ve konsantrasyonundaki değişiklikler,
- 2-Her iki fazda bulunan her türlü etken arasındaki etkileşimler,
- 3-Substratın fiziksel yapısındaki değişiklikler ve amorf bölgedeki değişikliklerle birlikte gerilimlerin oluşması ve serbest kalması,
- 4-Ana fazlarda ve sınır tabakalarında, çözücünün yapısındaki ve moleküler oryantasyonundaki değişiklikler.

Boyama prosesinin başlangıcında boya, substrat arasında üniform olmayan şekilde dağılır. Bu durumda iken boya konsantrasyonu lif yüzeyinde maksimum ve lif içinde sıfırdır. Yüksek konsantrasyondan alçak konsantrasyona doğru boya transferi olacak şekilde bir konsantrasyon gradyanı oluşur. Bu olay Fick yasası ile verilir ve ifade edilir:

$$F = - D [\delta C / \delta X] \quad (1.5)$$

F: Birim kesit alanında transfer hızı (g veya mol)

C: Difüzyon yapan maddenin konsantrasyonu

X: Kesite dik doğrultuda ölçülen ortam koordinatı

D: Difüzyon katsayısı (uzunluk²/süre, m²/s.)

$\delta C/\delta X$: Konsantrasyon gradyenti

Fick'in hipotezine göre bir difüzanın bir birim kesit alanından transfer hızı bu alana normal doğrultu üzerindeki konsantrasyon gradyanı ile orantılıdır. Denklemdaki eksinin anlamı difüzyonun artan konsantrasyona ters yönde oluşmasıdır.

Fick yasası konsantrasyon gradyeninin sabit kabul edildiği bir ortamda transfer hızını vermektedir ve tüm yönlerde doğru bütün noktadaki difüzyon özelliklerinin aynı olduğu izotropik bir ortam ifade etmektedir. Fakat lifler gibi anizotropik olan ortamlarda, difüzyon özellikleri ölçüldükleri doğrultulara bağımlıdır. Ayrıca gerçek sistemlerde, D difüzyon katsayısı difüzanın lif içindeki konsantrasyonuna bağlıdır. Liflerde difüzyon, konsantrasyonu sabit tutulan yüzeye dik doğrultuda gerçekleşmez ve yüzeydeki konsantrasyon sürekli sabit değildir.

1-Difüzyon Aktivasyon Enerjileri:

Difüzyon aktivasyon enerjisi tespit edilerek sıcaklığın difüzyon hızı üzerindeki etkisi belirlenebilir. Difüzyon yüksek konsantrasyona sahip bölgelerden düşük konsantrasyona sahip bölgelere tesadüfi bir hareket olduğundan sıcaklık yükselişi ile artar ve bir molekülün bir bölgede veya kapiler yüzeylerde bulunma süresi azalır. Kantitatif olarak bu ilişki difüzyon aktivasyon enerjisi ile ifade edilir.

$$D_T = D_0 e(\exp (-E/RT)) \quad (1.6)$$

D_T = Belirli bir sıcaklıkta gözlenen difüzyon katsayısı

D_0 = Sabit

E= Aktivasyon enerjisi

Aktivasyon enerjisi difüzyon katsayısının sıcaklık ile değişimi hakkında fikir verir. Aktivasyon enerjisi yüksek olduğunda sıcaklık arttıkça difüzyon katsayısı da

büyük miktarda artar. Aktivasyon enerjisinin yüksek olması durumunda düzgün boyama elde edebilmek için sıcaklık yükselişinin de yavaş olması gerekir. Poliester liflerinin dispers boyarmaddelerle boyanmasında aktivasyon enerjisi 30.000 kalori civarındadır. Diğer bir ifade ile 250 kJ/mol (60 kcal/mol) değeri elde edilmektedir. Gerçek değer kullanılan boyaya ve boyanmadan önce lifin yapısının maruz kaldığı işlemlere ve uğradığı fiziksel değişikliklere bağlıdır.

(1.6)ifadesinin iki defa doğal logaritması alındığında;

$$E = -2.303 R (d(\log D_T)/d (1/T)) \quad (1.7)$$

olarak elde edilir.

2-Difüzyon Katsayısı:

Difüzyon katsayısı bir molekülün verilen bir ortam içinde hareket çabukluğunun bir ölçüsüdür. Difüzyon katsayısının sayıca değeri arttıkça bir molekülün ortam içindeki hareket hızı da yükselir. Verilen bir sıcaklıkta bir molekülün hava ortamı içindeki difüzyon katsayısı su ortamı içinden ve su ortamı içindeki de lif içindeki difüzyon katsayısında çok daha yüksektir.

Boyaların lifler içindeki difüzyon katsayılarının ($\cong 10^{-10} - 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{s}$) sulu çözeltiler içindeki difüzyon katsayılarından ($10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$) çok düşük olmasının iki olası nedeni boya ve polimer zinciri arasındaki kuvvetli adsorbsiyon kuvvetlerinin etkisiyle boyanın büyük kısmının hareketsiz hale gelmesi ve polimer matriksi tarafından boyanın hareketine karşı gösterilen dirençtir. Ayrıca boyarmadde molekülünün büyüklüğü de bir etkendir.

Artan eğirme hızları ile üretilmiş olan poliester liflerinin boya alım hızları, liflerdeki kristalinite ve yoğunluk artışı ile birlikte azalmaktadır. Bununla birlikte boya alımı, düşük hızlarda eğrilmiş ve sonra çekilmiş liflerin boya alımından daha fazladır (Becerir ve İskender 2000)

1.4. Reflektans Spektrofotometreleri

Bir reflektans spektrofotometresi ile opak bir substratın rengini ölçmek için 400-700 nm. arasında bu substratın reflektans/dalgaboyu eğrisi ölçülür. Farklı aydınlatıcı ve

gözlem şartları altında eğrinin değişimi cihaz ile beraber kullanılan renk yazılımı ile bulunabilir. Substratların reflektans ölçümlerinde karşılaşılan temel sorunlardan bir tanesi opak yüzeylerin renklerinin bakış yönüne göre farklılık göstermesidir.

Eğer ölçüm yapılan opak cismin yüzeyi pürüzsüz ise, yüzeyden hem düzgün ışık yansımaları, hem de dağınık ışık yansımaları olacaktır. Düzgün yansıyan ışık dalgalı boyundan bağımsız iken, dağınık yansıyan ışık opak substratın (kumaşın) absorpsiyon ve ışığı saçma karakteristiklerine ve substrat içindeki mevcut renklendiricilerin parçacık büyüklüğü ve dağılımına bağlıdır. Genel olarak hem düzgün, hem de dağınık ışık hem aydınlatma, hem de gözlem şartlarıyla değişiklik gösterir. Tekstil materyallerinin yüzey özellikleri başlıca olarak, life (doğal veya man-made) lifin matlığına, ipliğin bükümüne ve kumaş yapısı ve örgüsüne bağlıdır. Kumaşlar parlak saten kumaşlardan örme yünlü kumaşlara kadar pek çok farklı yüzey özellikleri gösterirler. Kumaşların yüzey özelliklerinin etkisini en aza indirmek ve tekrar edilebilir ölçümler elde edebilmek için 1978'de CIE tarafından dört standart ölçüm geometrisi belirlenmiştir.

1.4.1. Reflektans Spektrofotometrelerini Oluşturan Başlıca Parçalar

1.4.1.1. Işık Kaynakları

Dünyamıza gelen güneş ışığı dünya atmosferindeki tabakalardan geçerken absorpsiyon ve saçılma sonucunda ana kompozisyonunu kaybetmekte ve dünyanın yüzeyine bir bölümü ulaşmaktadır. Dünya yüzeyine ulaşan güneş ışığı dünya atmosferinin yapısı ve fiziksel şartları (ozon tabakası, su buharı vb.) yanında dünya üzerine geldiği noktanın deniz seviyesinden yüksekliği, mevsim, yerel hava şartları ve günün saatine bağlı olarak da değişiklik göstermektedir.

Bu haliyle güneş ışığı renk ölçümü için kullanıma uygun değildir. Renk biliminde kullanılmak üzere yapay standart ışık kaynakları ve bunlara bağlı olarak da CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından standart aydınlatıcılar tanımlanmış ve kullanılmaktadır.

Yapay ışık temel iki yol ile üretilir. Bunlardan birincisi maddeyi ısıtarak bu maddenin atom veya moleküllerini uyarmak ve bunun sonucunda bu maddeden görünür radyasyon çıkmasını sağlamaktır. Bu şekilde belirli bir dalga boyu aralığında tüm dalgaboylarını ihtiva eden sürekli bir radyasyon spektrumu elde edilir, ikinci olarak yapay ışık üretme yolu elektrik alanı içinde bir maddenin buharını elektron bombardımanına tutmaktır. Bu şekilde çizgisel spektrallar elde edilir ve oluşan spektrum içinde farklı dalga boylarında bireysel ışık ışınları bulunur.

Metallerin ısıtılması ile elde edilen yapay ışığın dalga boyu metalin sıcaklığı arttırıldıkça azalır ve metal cisimlerden elde edilen radyasyonun enerji dağılımı ve bunun sonucunda ortama verilen ışığın rengi metal cismin sıcaklığı ile kontrol edilir.

Kullanılan lambalara ait bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

Tungsten filaman lamba: Tungsten tel üzerinden bir elektrik akımı geçirilerek ısıtılır ve radyasyon bu şekilde elde edilir. Tungsten telden ortama yayılan radyasyon büyük ölçüde tele uygulanan gerilim ile kontrol edilir. Pratik olarak görünür ışığın büyük kısmını elde edebilmek için tele uygulanan gerilim de yüksek olmalıdır, fakat yüksek gerilim uygulanması lambanın ömrünü kısaltmaktadır.

Tungsten halojen lamba: Lamba içine yerleştirilen bir miktar iyot veya brom lamba duvarına yapışan tungsten miktarını azaltmaktadır. Bunun sonucunda lambanın şeklinde yapılan değişiklik ile telin sıcaklığı artırılır ve ultraviyole (UV) bölgede daha fazla radyasyon elde edilir.

Gerilimli gaz tüpleri: Bu lambalarda lamba içindeki buharın atomları bir elektrik devresinin elektronları tarafından bombardıman edilir. Uyarılan atomlar kendi orijinal hallerine dönerken lamba içindeki buharın karakteristiğine bağlı olarak çizgi spektrumu halinde ortama dar radyasyon bantları yayarlar. Bu lambalara iki örnek cıva ve sodyum lambalarıdır.

Ksenon ark lambası: Bu lambaların spektral enerji dağılımı, uygun şekilde filtrelendiğinde ortalama gün ışığına benzediği için yüksek basınçlı ksenon ark lambası son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bu lamba görünür bölgede sürekli bir spektruma

sahip olmasının yanı sıra UV ve infrared (IR) bölgede de radyasyona sahip olduğundan geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

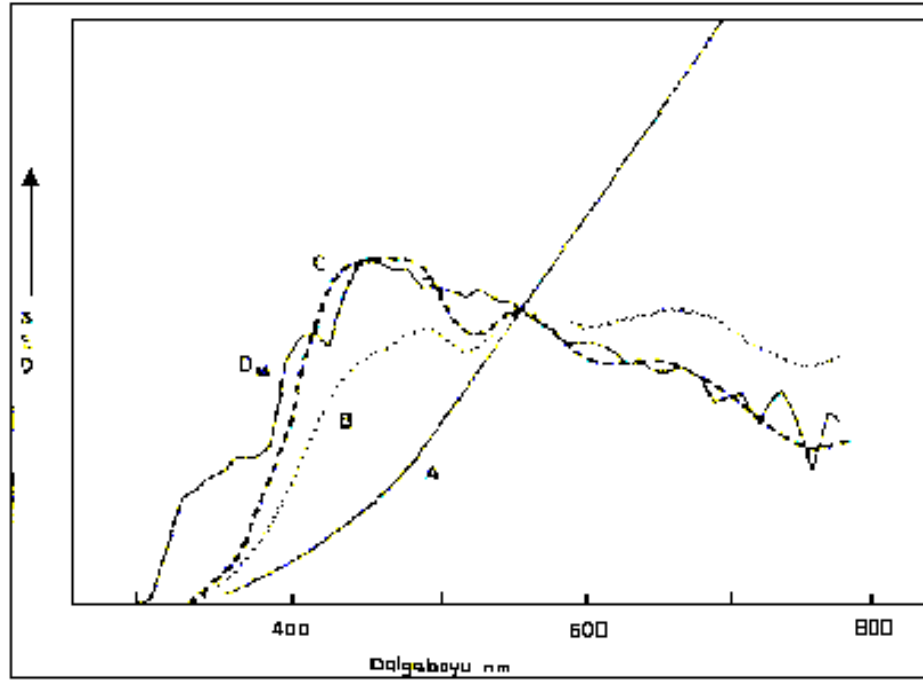
CIE standart ışık kaynakları ve aydınlatıcıları: Dünya üzerine gelen güneş ışığı mevsime, günün saatine, hava şartlarına ve coğrafik özelliklere bağlı olarak değiştiğinden ve yapay ışık kaynaklarından elde edilen ışık da lamba ömrü, boyutları, uygulanan gerilim gibi faktörlere bağlı olduğundan, rengin her şart için aynı ve tekrarlanabilir ölçümünü yapabilmek için CIE tarafından ışık kaynakları ve bunlardan elde edilen aydınlatıcıların özellikleri tanımlanmıştır. CIE iki temel yapay ışık kaynağı olan gün ışığı ve tungsten lambaların spektral karakteristiklerinden yola çıkarak standart aydınlatıcılar tanımlanmıştır.

Lambalar ışığı üreten fiziksel kaynaklar olup, aydınlatıcılar ise lambaların ürettiği ışığın özelliklerine bağlı olarak karakteristik spektral enerji dağılımlarına sahiptirler. Bu yüzden renk ölçümünde bir ışık kaynağından pek çok aydınlatıcının spektral enerji dağılımı elde edilebilir. Aydınlatıcıların spektral bir enerji dağılımları teorik olarak hesaplanmıştır ve her ışık kaynağı her aydınlatıcıyı veremeyebilir. İyi bir ışık kaynağının temel özelliklerinden birisi renk ölçümü için gerekli aydınlatıcıları verebilmesidir.

CIE A aydınlatıcısı içi gaz doldurulmuş bir tungsten filaman lambanın ışığını verecek şekilde ifade edilmiştir. CIE B aydınlatıcısı öğleden sonraki ortalama gün ışığını, CIE C aydınlatıcısı da ortalama gün ışığını vermektedir.

Standart ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla CIE, aydınlatıcılara ait spektral enerji dağılım eğrilerini yayınlamış fakat bu aydınlatıcıların eldesi için fiziksel ışık kaynakları önermemiştir.

A, B, C aydınlatıcılarından sonra D65 aydınlatıcısı CIE tarafından tanımlanmış ve ortalama gün ışığını doğruya en yakın şekilde ifade eden D65 günümüzde reflektans ölçümlerinde kullanılan en önemli aydınlatıcı olmuştur. CIE standart aydınlatıcılarının (A, B, C, D65) spektral enerji dağılımları Şekil 1.7'de verilmiştir.



Şekil 1.7. CIE Standart Aydınlatıcılarının Spektral Enerji Dağılımları (Becerir ve İskender 2000)

D65'ten sonra ortalama gün ışığının bazı özel durumlarını ifade eden D55 ve D75 aydınlatıcıları tanımlanmıştır.

Diğer ışık kaynaklarından olan ark ve spark kaynaklarının radyasyon spektralleri çoğunlukla radyasyon çizgileri serileri içerdiği için renk ölçümünde kullanıma uygun değildir. Fakat gün ışığına benzer sürekli enerji / dalga boyuna sahip ksenon arkları görünür ve yakın UV'de ölçüm yapan bazı transmittans spektrofotometrelerinde kullanılmaktadır.

Spektrofotometrelerde kullanılan en yeni ışık kaynakları Ksenon Flash (ani parıldama) tüpleridir. Bunlar saniyenin birkaç binde birinde ani parıldama ile radyasyon üretirler ve ısınma özellikleri az olduğu için kısa sürede büyük kullanım alanı bulmuşlardır.

1.4.1.2. Monokromatörler

Monokromatörler ışık kaynağı tarafından üretilen heterokromatik (pek çok dalgaboyunda ışığı ihtiva eden radyasyon) radyasyon ölçüm ortamına girmeden önce, bu radyasyon içinden monokromatik dalgaboyunu seçen optik elemanlardır. Monokromatörler içindeki bu seçim monokromatörün dispersiyon elemanı tarafından yapılır. Günümüzde kullanılan dispersiyon elemanları ızgara (grating) tipindeki optik elemanlardır. Izgaraların dispersiyon güçleri dalgaboyundan bağımsızdır. Bazı özel metallere veya camdan yapılan, bu izgaraların üzerinde özel profilli çok sayıda oluk mevcuttur. Bu olukların üzerine düşen heterokromatik radyasyon, içindeki dalgaboyları sıraya dizilmiş olarak yüzeyden geri yansır ve bu düzgün sıralı heterokromatik radyasyon içindeki ölçüm için gerekli monokromatik radyasyon seçilir. Farklı amaçlar için kullanılan pek çok ızgara dizaynları mevcuttur.

1.4.1.3. Kısıtlı spektrofotometreler

Monokromatik ışık elde etmek için monokromatörler haricinde kullanılmak üzere girişim filtreleri geliştirilmiştir. Bu filtreleri kullanan cihazlara da kısıtlı spektrofotometreler denmektedir. Monokromatörle karşılaşılan pek çok sorun bu filtrelerin kullanımı ile ortadan kalkmıştır. Bu filtrelerin çalışma prensibi şöyledir: Dalgaboyu sırasına dizili halde filtreye gelen ışık demeti içinden istenmeyen dalgaboyları ışık demeti filtre içinden geçerken ayrılır ve filtre içinde tutulur. Ölçümde kullanılacak dalgaboyu filtrenin diğer çıkış yerinden ölçüm ortamına gönderilir. Bu filtreler bu özellikleri nedeniyle en çok reflektans spektrofotometrelerinde kullanılmaktadır.

1.4.1.4. Dedektörler

Günümüzde kullanılan modern dedektörler fotoemiyon veya fotoiletken elemanların kullanımına dayanan vakum fototüpleridir. Bunların içinde radyasyon etkisi altında elektron yayan bir madde ile kaplı bir fotokatot vardır ve ölçüm bu esasa göre yapılır. Bu vakum fototüplerinin duyarlılık aralığı fotokatodun üzerindeki kaplamaya bağlıdır. Yeni ışık kaynaklarının kullanımı sonucunda dedektörler için de alternatif dizaynlar yapılmaktadır. (Becerir 1998)

1.5.Haslıklar ve Haslık Test Metodları

Boyalı ya da baskılı tekstil materyalleri, çeşitli şartların etkisiyle renk değiştirirler. Güneş ışığı gibi çevre faktörleri ve sürtünme gibi kullanma faktörleri renklerin değişmesine sebep olur. Kuru temizleme ve yıkama yanında terlemede kumaşların renk değiştirmelerine sebep olabilirler.

Haslık; renk haslığı; boyanmış ya da basılmış tekstil materyallerinden boyarmaddenin akması, solması ya da sökücü şartlara karşı olan dayanımlarının derecelendirilmesi ile ilgili özellikleridir. Örneğin; yıkamaya haslık, sürtmeye haslık, ışığa haslık, tere karşı haslık gibi

Renkli bir tekstil mamulündeki haslıklar şunlara bağlıdır;

- Kullanılan boyarmaddenin özellikleri
- Materyale göre uygun boyarmadde seçimi
- Boyarmadde molekülleri ile elyaf arasındaki bağların çeşidi ve yapısı.

Haslık Testleri, haslık özelliklerini belirlemek için kullanılan testlerdir. Tür standartlarında “Renk Haslıkları Tayini” kategorisinde, boyalı ve baskılı tekstil materyali üzerinde yapılan testlerden elde edilen değerler sayesinde, boyamanın haslık dereceleri hakkında bilgi veren değerlendirme metodudur.

Her renk haslık testi yapıldıktan sonra, test edilen kumaş ile orjinal kumaş arasında mukayese yapılmaktadır. (Sürtünme ile tenk çıkarma haslıkları hariç)

Değerlendirme; ışık haslığı için Mavi skala ile, diğer haslıklar için ise gri skala ile yapılmaktadır.

Örnekler; ışık haslığı dışında tüm testler için 5-4-3-2-1 ölçeğine göre değerlendirilir. Burada; 5 renk değişikliği hiç yok, 1 ise en fazla renk değişikliği var anlamına gelmektedir. Derecelendirmelerin ortalaması alınarak sonuçlar yorumlanabilir.

Işık haslığı 8-7-6-5-4-3-2-1 ölçeğine göre derecelendirilir. Burada; 8 en iyi, 1 ise en kötü haslık derecesidir.

Tekstil alıcıları veya tekstille ilgilenen diğer kişiler bu derecelendirme sisteminini bilmek zorundadırlar.

Yıkama haslığı, alkali haslığı, deniz suyu haslığı testi gibi flotte içinde yapılan haslık testlerinde boyanmış örnekteki renk akmasının ölçülmesi yanında, aynı elyaftan ve farklı elyaftan iki örneğin boyanma dereceleri de gri skala ile gözlenebilir.

Gri Skala; renk haslık değerlendirilmesinde deney sonuçlarının saptanması için gerekli standart derecelere sahip, değerlendirme skalaarıdır.

Gri skala; üzerinde derece derece koyulaşan renkler içermektedir.

1.5.1 Yıkama Haslığı, Yaş Haslık

Renklendirilmiş tekstillerin yıkamaya karşı direncini ifade eden haslıklardır. Yıkamaya karşı renk haslığı tayini TS EN ISO 105-C06 testi ile belirtilmiştir. Tekstil materyallerinin kullanım eşyası olarak, çok çeşitli yıkama tiplerine maruz kalması gözönüne alınarak, en yumuşaktan en serte kadar tüm yıkama şartlarını kapsayan değişik testler yapmak gerekir. Örneğin; düşük sıcaklıkta zayıf bazik olmayan deterjanlardan, kaynama sıcaklığında bazik deterjanlara kadar tüm işlemler. Bununla beraber; testlerde yıkamanın tekrarlanması ve dönen tamburun mekanik etkisinde önemlidir.

Tüm yıkama testlerinde değerlendirilecek kriterler ;

- Yıkama işleminin boyanmış mamulün rengine etkisi,
- Boyanmış materyalden akan boyanın refakat bezi ya da yandaş bez olarak da isimlendirilen boyanmamış bitişik materyali kirletmesidir.

Rengin yıkama haslığının test edilmesinde kullanılan çok sayıda değişkenliği vardır. Bunun neden,; aynı lif için ve farklı lifler için kullanılan çeşitli yıkama işlemlerinin mevcudiyetidir.

Yıkama testlerinde dikkate alınacak önemli faktörler;

- Yıkama Temperaturü; renk üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Genellikle boyarmadde kumaştan sıcak çözeltilerin etkisiyle çıkar.
- Yıkama Süresi; önemli bir faktördür. Örneğin; boyarmaddenin üzerinden aktığı eşyalar, uzun süre suda bekletilmeden yıkanmalıdır.. Çünkü; aksi durumda boya akmaya devam edecektir. Çünkü; yıkama zamanı arttıkça akan boya miktarıda artacaktır.

- Yıkama flottesine konulan maddeler (Deterjan gibi) ; test sonucunu yakından etkilemektedir. Bazı yıkama deneyleri sodyumkarbonat ve ağartma maddesi ilavesi ile yapılırlar. Sodyumkarbonat yıkamanın şiddetini arttırmakta ve yıkamanın renk üzerinde etkisini kuvvetlendirmektedir.

%100 renklendirilmiş mallarda ağartıcı kullanılmaz. Sadece hem beyaz, hem renkli kısımları olan kumaşlarda kullanılır.

- Kumaşların yıkanmaları sırasında maruz kaldıkları mekanik etkiler de yıkama testlerinde sağlanmalıdır. (Çelik bilyeler sayesinde)
- Flotte Oranı; yıkama testinde önemli bir faktördür. Eğer flotte oranı çok yüksek ise; materyaller adeta yüzecektir. Daha süşük flotte olması halinde ortaya çıkan sıkıştırma, bükülme gibi mekanik etkilere daha dirençli olacaktır.

Kumaş numuneleri 5x10 cm. Boyutlarında ve yanlarına yine aynı boyutlarda refakat bezi (multifibre) konularak yıkama haslığı testine sokularak değerlendirilmektedir. Yıkama sonrasında renk değişimleri refakat bezindeki renk değişimlerinin gri skala ile değerlendirilmesi ve reflektans spektrofotometresinde değişen renk değerleri karşılaştırılarak değerlendirilir. (Hong ve Towns 2000)

1.5.3. Presleme Haslığı, Ütüleme Haslığı

Sıcak preslemeye karşı, boyanmış ya da basılmış tekstil mamulünün renginin haslığıdır.

Değerlendirmede;

- Rengin anlık olarak değişip normale dönme zamanı
- Boyanmamış materyale boyanın geçme miktarı dikkate alınır.

Ayrıca bazı testlerde rengin anlık değişimlerinin hesaplanmasını takiben 4 saat sonra da renk değişimlerindeki farklılıklar hesaplanır.

Örneğin; düşük sublime temperatürüne sahip dispersiyon boyarmaddeleri ile boyanmış ya da basılmış poliester kumaşlar, sublime (katı halde gaz haline geçme)

temperatörünün üzerindeki temperaturde preslendiğinde, renk alta konulan kumaşa geçecektir veya renk değişecektir.

Testler, materyalin kuru,nemli, ya da ıslak halinde gerçekleşmektedir. Bu, mamulün kullanım yerine göre seçilir.

Kuru ütülemede, kuru numune belirli bir basınç ve sıcaklıkta belirli bir süre ütülenir.

Nemli ütülemede, üst yüzeyi ıslak pamuklu refekat bezi ile örtülmüş ıslak numune, belli sıcaklık ve basınç altında, belli bir süre ütülenir, belli sıcaklık ve basınç altında ütülenir.

Islak ütuleme, üst yüzeydeki ıslak pamuklu refekat bezi ile örtülmüş ıslak numune belli sıcaklık ve basınç altında, belli bir süre ütülenir, belli sıcaklık ve basınç altında ütülenir.

Renk değiştirmesi ve refekat bezine renk akması, hemen ve bekledikten sonra gri sıklala ya da reflektans spektrofotometre ile renk değerlerinin ölçülmesi ile değerlendirilir.

Bu çalışmada sıcak pres ile ütülemeye karşı olan renk hasılığının tayininde TSE Standartlarından; EN ISO 105 – x11 testi kullanılmış ve boyanma sonrasında kurutulan numune kumaşları sıcak pres ile ütuleme haslık testlerine tabi tutulup renk değerleri ölçülmüş daha sonra 4 saat sonrasında aynı sıcak pres ile haslık testi tekrar uygulanmış ve renk değerleri tekrar ölçülmüştür. (Yakartepe ve Yakartepe 1995)

1.6. Bazı Renk Terimleri ve Açıklamaları

Görünüm: Cisimlerin ve materyallerin büyüklük, biçim, renk, tekstür, parlaklık, geçirgenlik, opaklık gibi görsel niteliklerle verildiği doğal durumdur.

Elektromanyetik Spektrum: Uzayda yol alan elektrik ve manyetik alanlarda titreşen, bir dalgaboyuna ve frekansa sahip elektromanyetik dalgaların tümüne denir. Farklı dalgaboylarının özellikleri de farklıdır. 380-720 nm dalgaboyundaki görünür ışık haricinde spektrumun tamamı insan gözü için görülemez ve bazı kısımları da hissedilemezdir. Görünür spektrumun dışında görülemeyen diğer dalgalar gamma ve x-ışınlarından mikrodalga ve radyo dalgalarına kadar uzanır. Rengi oluşturan olgu görünür bölgedeki dalgaboylarının cisim ve insan gözü ile olan etkileşimleridir.

Radyant Enerji: Boşlukta 3×10^8 m/sn hızla yol alan ve elektromanyetik spektrumu içeren enerji formudur. Radyant enerji dalgaboyu veya frekans ile ifade edilir.

Nanometre: 10^{-9} m'dir. Görünür bölgedeki dalgaboyları çoğunlukla bu birim ile verilir.

Spektrum: Radyant enerji bileşenlerinin dalgaboyu, dalga sayısı veya frekansa göre sıralı düzenlenmesidir.

Işık: İnsan gözünün retinasının görsel hisler ve hücreler yardımıyla algılayabildiği elektromanyetik radyasyondur. Spektrumun bu bölümü yaklaşık 380-720 nm arasını kapsar. Ultraviyole bölgesi insan tarafından görülemez.

Renk: Renk psikofizyolojik bir duyumdur ve cisimlerin görünümünün bir ifadesidir. Rengin olabilmesi için bir cisim, bir gözlemci ve bir ışık kaynağı gereklidir.

Renklendirici (Colorant): Renkleri yaratmak için kullanılan boya, pigment vb. gibi materyallerdir.

Boya: Suda çözünen renklendirici maddedir. Pigment de renklendirici bir madde olmasına rağmen suda çözünmez.

Renk Ölçümü: Bir numune tarafından belli koşullar altında yayılan, geçirilen veya yansıtılan ışığın fiziksel ölçümü ve buradan elde edilen sonuçların standart hale getirilmiş kolorimetrik terimlere matematiksel olarak dönüştürülmesidir. Bu terimler farklı renklerin görsel değerlendirilmesine karşılık gelir.

Renk Düzenleme Sistemleri: Renklerin üç boyutlu düzenlenebilmesini sağlamak için kullanılan sistemlerdir. Üç temel sınıflandırma sistemi kullanılır: (1) Görünüme Dayalı Sistem: Renk açısı, doygunluk ve ışıklılığa göre psikolojik temelli bir sistemdir (Munsell sistemi); (2) Düzenli additif renk karışımı temelli sistem (CIE ve Ostwald

sistemleri); (3) Düzenli sübtraktif renk karışımı temelli sistem (Plochere renk sistemi - mürekkepler için).

CIE: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu'nun Fransızca isminin baş harflerinin kısaltmasıdır. Uluslararası bir organizasyon olan CIE. aydınlatma, renk ve renk ölçümü konusunda ilgili en önde gelen kuruluştur.

Yapay Güneş: Güneşin rengini ve spektral dağılımını çeşitli uygulamalar sonucunda taklit eden ışık kaynaklarının ürettiği ışıktır.

Absorblama ve Absorbsiyon: Elektromanyetik dalgaların enerjisinin madde ile olan etkileşim sonucunda başka formlara dönüşmesi veya harcanmasıdır. Gelen radyasyonun doğrusal yöndeki transmittansının azalması o yönde absorblanan enerji ile Beer-Lambert kanununa göre ifade edilir.

Transparan (Geçirgen): Işığı dağıtmadan ve saçmadan içinden geçiren materyale verilen addır. Transparan materyallerde ışığın transmittansı ve absorpsiyonu meydana gelir. Materyalin özelliğine göre bir kısım radyant enerji materyal içinde absorblanırken kalan kısım da materyalin diğer ucundan dışarı çıkar. Bu ilişki Beer-Lambert yasası ile hesaplanır.

Opak: Üzerine gelen ışığı diğer tarafa geçirmeyen materyallere verilen addır. Materyali üzerine düşen ışık enerjisinin bir kısmı yüzeyde ve içinde absorblanırken bir kısmı da ortama geri yansır. Ortama geri yansıyan bu ışık yüzey tarafından absorblanan enerjiyi içermez ve gözlemci tarafından renk olarak algılanır.

Optik Dansite (Optik Yoğunluk): Bir materyalin ışığı absorblama kabiliyetidir. Renk koyulaştıkça yoğunluk (dansite) artar. Özellikle mürekkepler olmak üzere sıvı durumdaki materyaller için kullanılır.

Additif Primerler: Bunlar kırmızı, yeşil ve mavi ışıklardır. Bu üç additif primer %100 şiddette bir araya geldiğinde beyaz ışık oluşur. Farklı ve değişken şiddetlerde bir

araya geldiğinde ise farklı renkleri içeren bir renk gamutu meydana gelir. %100 şiddette herhangi iki primerin birleşmesi sübtraktif bir primeri oluşturur.

Sarı: Baskıdaki proses mürekkeplerinden biridir. Saf bir sarı "mavisiz" bir renktir. Mavi renkteki bütün dalgaboylarını absorblar ve bütün kırmızı ve yeşil dalgaboylarını yansır.

Reflektans (Yansıma): Yansıyan radyant fluksun şiddetinin gelen radyant fluks şiddetine oranıdır. Genel kullanımda yansıyan radyant enerji oranı referans standarda göre tarif edilir.

Toplam Reflektans (Yansıma): Yüzeyden bütün açılarda yansıyan radyant fluksun toplamıdır ve hem düzgün hem de saçılarak (dağılarak) yansımaya içerir.

Düğüün (Kuramsal) Yansıma: Bir radyant enerji demetinin gelen açıya eşit fakat ters doğrultuda yansımalarıdır (Ayna benzeri yansıma). Parlak (cilalı) materyaller üzerinden olan düğüün yansımanın miktarı açıya ve yüzey üzerinde iki ortam arasındaki kırıcı indekslerin farkına bağılı olarak değışir ve Fresnel Yasası ile bulunabilir.

Saçılarak Yansıma (Saçılma veya Dağılık Yansıma): Farklı bir kırıcı indekse ulaşan (yani yüzey üzerine düşen) radyant enerji parçacıklarının dağılması ve yeniden yönleneşidir. Saçılma bir ara yüzeyde, yüzey üzerinde veya parçacık içeren bir ortam içinde olabilir.

Tam Beyaz: Teorik olarak görünür dalgaboyundaki bütün ışık enerjisini tamamen yansıtan materyal tam beyazdır. Pratikte ise bilinen bir spektral veriye sahip katı beyaz yüzey olup reflektans ölçümlerinde "referans beyaz" olarak kullanılır. Bir spektrofotometrenin kalibrasyonu yapılırken kullanılan beyaz seramik plaka tam beyaz referans olarak kullanılır.

Mükemmel Yansıtın Yüzey: Teorik olarak tam beyaz tanımına giren bu yüzey yapılan reflektans ölçümlerinde referans olarak kullanılan yüzey ve bu yüzeye ait değerlerdir. Okunan reflektans değeri bu yüzeye göre okunur.

Siyah: İdeal olarak gelen ışığın tamamen absorpsiyonu ve hiçbir yansımanın olmamasıdır. Pratikte ise görsel ve bağıl olarak bu ideal duruma yakın renkler siyahtır. Bu renklerin doygunlukları ve luminansları çok düşük seviyededir.

Beyaz: İdeal olarak gelen ışığın herhangi bir absorpsiyon olmadan geri yansıtılmasıdır. İdeal beyaz yüzey mükemmel yansıtın yüzeydir ve pratikte böyle bir yüzey mevcut değildir. Kalibrasyon seramikleri ideal beyaza yakın referans beyazı olarak kullanılırlar.

Parlaklık: Akromatik skalada rengin siyahtan beyaza doğru değerlendirilmesi olup ışıklılık veya luminus reflektans olarak da adlandırılır. Bu terim doygunluk (saturasyon) terimi ile karıştırıldığı için kullanımında ve ifadesinde dikkatli olunmalıdır.

Analog Renkler: Renk çemberinde birbirine yakın olan renklerdir. Örnek olarak maviler ve morlar analogdur.

Renk Çemberi: Görünür spektrumun devamlı renklerinin bir çember içinde düzenlenmesidir. Bu çemberde komplimenter renkler (kırmızı ve yeşil gibi) birbirlerinin karşısında yer alır.

Nitelik: Renklerin ifade edildiği olgulardır. Renkler çoğunlukla renk açısı (ton), doygunluk (saturasyon) veya kroma ve ışıklılık nitelikleri ile verilirler.

CIE Tristimulus Değerleri: CIE sisteminde üç renkli bir additif karışım ile bir rengi ifade edebilmek için gerekli olan bileşenler X,Y,Z tristimulus değerleridir. Bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan aydınlatıcı ve gözlem açısı mutlaka değeri ile beraber verilmelidir. Elde edilen değerler integrasyon metoduna ve reflektans veya transmittansın ölçümünde kullanılan cihazın dizaynı ile numunenin yapısı arasındaki

ilişkiye bağlıdır. Tristimulus değerleri bir numunenin karakteristik mutlak değerleri değildir ve bunları elde etme metoduna bağlı değerlerdir.

X Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin kırmızı primeridir.

Y Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin yeşil primeridir ve luminus reflektans veya transmitansa eşittir.

Z Tristimulus Değeri: CIE tristimulus değerlerinin mavi primeridir.

Kromatisite: Renk değerlendirmesinin aydınlatma konusu içermeyen kısmıdır. Kromatisite iki boyutludur ve iki boyutlu düzlemde dalgaboyu ile ilişkili koordinatlar tarafından gösterilir.

Kromatisite Koordinatları: Üç tristimulus değerinden, X, Y, Z her birinin bu üç değer toplamına oranıdır ve sırasıyla x, y ve z olarak gösterilir.

(ör: $x = X / [X+Y+Z]$). Bu koordinatlar bazen trikromatik katsayılar olarak da adlandırılır.

CIE Kromatisite Diyagramı: Kromatisite koordinatlarının iki boyutlu grafiği olup en fazla x'in apsis, y'nin de ordinat olduğu grafik kullanılır. Bu grafik 380-770 nm arasındaki monokromatik ışığın kromatisite koordinatlarını verir.

Renk Uzayı: Mümkün bütün renkleri içeren üç boyutlu uzaydır. Boyutlar farklı geometrilere tanımlanabilir. Farklı renk ve renk farkı formülasyonları aynı uzayı kullanabilir (Ör: CIELAB, CMC (2:1) ve Hunter).

Uniform Renk Uzayı: Tüm renk çiftlerinin eşit farklılıkta olduğu ve birbirlerinden yaklaşık eşit uzaklıklarda buldukları üç boyutlu uzaydır.

CIE 1976 L* a* b* Renk Uzayı: Adams-Nickerson küp kök formülünü kullanan uniform bir renk uzayı olup 1976 yılında CIE tarafından renk ve küçük renk

farklılıklarının ölçümü için önerilmiştir. L^* , a^* ve b^* değerleri üç boyulu silindirik koordinat sistemi içinde birbirlerine dik açılarda yerleştirmiştir. Uzay içindeki eşit uzunluklar yaklaşık eşit renk farklılıklarını verir. Bu uzay yüzeyinden yansıma yapan cisimler için uygundur.

Işıklılık: Beyaz cisimlerin gri cisimlerden ve açık renkli cisimlerin koyu renkli cisimlerden ayrılmasını sağlayan histir.

L^* : CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında beyaz-siyah eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinat olup ışıklılık ifade eden değerdir. L^* ekseninin yarısından yukarıya doğru (50-100) beyaza, aşağıya doğru da (50-0) siyaha gidilir. DL^* (veya ΔL^*) numune renk ile standart referans renk arasındaki ışıklılık farkını belirtir.

a^* : CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında kırmızı-yeşil eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinatı ifade eden değerdir. Artı yönde kırmızı rengi, eksi yönde de yeşil rengi ifade eder. a^+ yöne gidildikçe kırmızılık a^- yöne gidildikçe yeşillik artar. Da^* (veya Δa^*) numune renk ile standart referans renk arasındaki renk farkını belirtir.

b^* : CIELAB ve bazı diğer renk uzaylarında sarı-mavi eksenini ve bu eksen üzerindeki koordinatı ifade eden değerdir. Artı yönde sarı rengi, eksi yönde de mavi rengi ifade eder. $+b^*$ yönüne gidildikçe sarılık $-b^*$ yönüne gidildikçe de mavilik artar.

Db^* : numune renk ile standart referans renk arasındaki renk farkını belirtir.

Kroma (Saturasyon veya doygunluk): Bir renk boyutu olan kroma (C) belirli bir renk açısının (ton) şiddetini veya doygunluğunu (saturasyon) ifade eder ve bir kromatik rengin aynı değere sahip gri (nötral) bir renkten olan uzaklığı olarak tanımlanır.

C^* : Kromanın sayısal ifadesidir, a^*-b^* renk düzleminde $a^*=0$ ve $b^*=0$ noktasından rengin a^* ve b^* değerlerinin birleştiği noktaya olan uzaklıktır ve $C^*=[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ ile hesaplanır.

Renk Açısı (Ton) (Hue): Renk sınıflandırma sisteminin ilk elemanı renk açısı (H) dir ve renkleri birbirlerinden ayırt eden niteliklerdir. Munsell beş temel (kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor) ve beş de ara (sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi ve kırmızı-mor) renk açısı tanımlamıştır. Bu on renk açısı sıfır başlangıç noktası kırmızıdan başlayacak şekilde bir çember içinde eşit aralıklarda yerleştirilerek 100 görsel basamağa ayrılmıştır. Bu çember içindeki komşu tonlar karıştırılarak bir tondan diğerine sürekli geçiş elde edilebilir. Bu renk açıları çemberi çevresindeki renkler kromatik renkler olarak isimlendirilir. Renkler renk açıları ile anlam kazanırlar. Beyaz, siyah ve grinin renk açıları yoktur. CIELAB renk uzayında renk açısı a^* eksen parçasından itibaren ölçülür. Buna göre kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renkler geçilerek açı 360 dereceye yine kırmızıda tamamlanır.

Kromatik Nitelikler: Işığın spektral dağılımı ile ilişkili olan bu nitelikler renk açısı (H) ve doygunluk (saturasyon) dur.

Gri Renk: CIELAB renk uzayında L^* , a^* ve b^* eksenleri $L^*=50$, $a^*=0$ ve $b^*=0$ değerlerinde ve uç eksenli silindirik koordinat hacminde birleşirler. Birleştikleri bu nokta gri rengi ifade eder.

Renk Sıcaklığı: Isıtılan bir cisimden (Planckian Radiator) yayılan ışığın renginin veren sıcaklıktır. Bu ölçüm mutlak sıcaklık (K) ta yapılır. 2400 K kırmızı, 9300 K mavi iken 6504 K beyaz ışık verir. CIE standart aydınlatıcıları, renk sıcaklıkları ve bunların dalgaboyuna göre enerji dağılımlarını esas alırlar.

Spektral Güç Dağılım Eğrisi: Radyant enerjinin dalgaboyunun fonksiyonu olarak şiddetidir ve bağıl güç terimleri ile verilir.

Işık Kaynağı: İnsan gözünün hassas olduğu ışık veya radyant enerjiyi yayan cisimdir. Bir ışık kaynağının emisyonu görünür bölgedeki her dalgaboyunda yaydığı bağıl enerji miktarı ile tarif edilebilir. Bu yüzden bir kaynak bir aydınlatıcı olarak tanımlanırken renk sıcaklığı terimiyle verilir.

Aydınlatıcı: Gerçek veya kuramsal bir ışık kaynağının bağıl spektral enerji dağılımının matematik ifadesidir. Yani bir kaynağın emisyon spektrumu içinde kaynak tarafından yayılan her dalgaboyundaki bağıl enerjidir.

CIE Standart Aydınlatıcıları: Spektral verilen CIE tarafından belirlenmiş olan farklı ışık kaynaklarıdır. Bir rengi tarif etmek için tristimulus değerleri kullanılırken ölçümün alındığı aydınlatıcı da mutlaka verilmelidir. Bu standart aydınlatıcılar gerçek ışık kaynakları yerine kullanılır. Bu aydınlatıcıların enerjileri, dalgaboyuna bağılı olarak işaretlenen spektral enerji dağılımları ile karakterize edilir.

CIE Güneşli Aydınlatıcıları: Doğal güneşliğin ölçümlerine dayanan bir seri aydınlatıcı spektral güç dağılımı eğrileridir ve CIE tarafından 1965'te önerilmiştir. Değerleri 300-830 nm dalgaboyları arasında tanımlanmıştır. Eşleştirilmiş renk sıcaklıkları terimleri ile tanımlanırlar. D harfinin altında indis olarak veya yanında verilen sayı renk sıcaklığını ifade eder. Bunları en önemlisi D65 (6504 K) olup C aydınlatıcısına en yakın renk sıcaklığına sahiptir. D65'ten daha mavi olan D75 ve daha sarı olan D55'de kullanılmaktadır. D aydınlatıcıları, 300-380 nm arasındaki uv kısımda floresan boya ve pigmentlerin renklerini doğru tanımlayabilmek açısından önem taşırlar.

Gözlemci: Gözüne gelen stimulusu alan ve bundan bir duyum çıkaran insandır. Stimulus bir görsel ifade olup bunun oluşturduğu duyum görünümü verir.

CIE Standart Gözlemci: Bir gözlemci bakış açısı için kuramsal gözlemci olarak tanımlanır ve ortalama gözlemcinin spektral cevap karakteristikleridir. 2°'lik bakış açısı değerleri 1931'de 10°'lik bakış açısı değerleri de 1964'te önerilmiştir. Bu açılar için mevcut grafikler renk eşleştirme fonksiyonlarını verirler. Renk ölçüm sonuçları verilirken aydınlatıcı ile beraber standart gözlemci bakış açısı da verilmelidir. Günümüzde çoğunlukla 10° kullanılmaktadır.

Delta (D): Farkı belirtmek için kullanılan gösterimdir.

Renk Farkı: Belli koşullar altında iki renk arasındaki farkın büyüklüğü ve karakteridir.

Delta E*: Bir renk farkı denklemi ile hesaplanan toplam renk farkını gösterir.

CMC: İngiltere'de SDC bünyesindeki renk ölçüm komitesinin kısaltılmış adıdır. Bu komite çalışmaları sonucunda ortaya daha mantıklı ve elipsoid esaslı bir renk farkı formülasyonu ortaya çıkmıştır (CMC (2:1)). Renk farkı değerleri CIELAB renk uzayında dikdörtgen koordinatlar içinde hesaplanırken CMC renk farkı, bu değerleri aynı uzay içinde elipsoid koordinatlar içinde hesaplamaktadır.

Metamerizma: Bir aydınlatma altında aynı görünen bir çift rengin başka bir aydınlatma altında farklı iki renk olarak gözlemci tarafından algılanmasıdır. Reflektansları gerçekte farklı olan iki renk, bir aydınlatıcı altında o aydınlatıcının spektral enerji dağılımına bağlı olarak aynı gibi gözükebilirken spektral enerji dağılımı farklı başka bir aydınlatıcı altında farklı gözükecektir. İki aydınlatıcı altında değişiklik gösteren olgu renklerin gerçek reflektans eğrileri değil bu eğriler ile aydınlatıcıların farklı enerji dağılımlarının farklı sonuçlar doğurmasıdır. Bu terim renk devamlılığı ile karıştırılmamalıdır.

Renk Devamlılığı: Işık kaynağının spektral dağılımı veya aydınlatma ve/veya gözlem açıları değiştiğinde tek bir rengin kendi görünümündeki ani değişim renk devamlılığının bir ölçüsüdür.

Kolorist: Belli bir materyalde boyaların vereceği davranış söz konusu olduğunda renk eşleştirme (kolorant formülasyonu) konusunda, tecrübeli ve bilgi sahibi olan kimsedir.

Tristimulus Kolorimetre: Yansıyan ışığı kırmızı, yeşil ve mavi ana bölgelerinde filtre ederek insan gözüne benzer şekilde rengi değerlendiren optik ölçüm cihazıdır.

Spektrofotometre: Spektral transmittans, spektral reflektans veya bağıl spektral yayılımı ölçmek için kullanılan fotometrik cihazdır. Spektrofotometreler sürekli bir spektral eğri elde edebilmek amacıyla dispersiyon optik elemanları içerirler.

Düzgün Yansıyan Bileşeni İçeren Ölçüm (SCI): Yüzeyden olan toplam reflektans ölçülür. Bu ölçüm hem düzgün hem de saçılan reflektansı içerir.

Ölçüm Geometrisi: Tristimulus kolorimetrelerde veya reflektans spektrofotometrelerde kumaş yüzeylerinden renk ölçümü yapmak için tanımlanan standart aydınlatma ve gözlem koşullarıdır. İfadeler Aydınlatma/Gözlem açıları olarak alındığında 45/0 ve 0/45 kolorimetrelerde 0/d ve d/0'da spektrofotometrelerde kullanılır.

Kubelka-Munk Teorisi: 1931 yılında ortaya atılmış olan bu teori ve bundan türetilen formülasyon, boyalı mamullerin ışık absorblama ve saçma özellikleri ile yüzeyin reflektansı ve kullanılan boyarmaddenin konsantrasyonu arasında bir ilişkiyi tanımlar. Teori düşük konsantrasyonlar için düzgün ve lineer sonuçlar verir. Boya konsantrasyonu arttıkça linearite de kaybolur. Formülasyon en etkin olarak boyarmaddenin maksimum absorpsiyon dalgaboyunda kullanılır.

Gri Skala: Siyahtan başlayarak açılan griler şeklinde beyaza ulaşan akromatik bir cetveldir. Bu çeşit bir cetvel içindeki seriler ışıklılığı temel alan geometrik gelişim esasına göre birbirlerinden farklı griler de oluşturulabilirler. Bu çeşit cetveller birbirine benzer iki renk arasındaki bağıl renk farklılık miktarını tarif etmek için kullanılırlar

CIE Standart Gözlemci: Bir gözlemci bakış açısı için kuramsal gözlemci olarak tanımlanır ve ortalama gözlemcinin spektral cevap karakteristikleridir. 2°'lik bakış açısı değerleri 1931'de 10°'lik bakış açısı değerleri de 1964'te önerilmiştir. Bu açılar için mevcut grafikler renk eşleştirme fonksiyonlarını verirler. Renk ölçüm sonuçları verilirken aydınlatıcı ile beraber standart gözlemci bakış açısı da verilmelidir. Günümüzde çoğunlukla 10° kullanılmaktadır. (Becerir 2002).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Poliester Kumaş

Yapılan çalışmada KOYUNCU Tekstil A.Ş.'den temin edilen %100 poliester kumaş kullanılmıştır. Değişik örgülerde yapılan ön çalışmalarda boyama performansı en yüksek olan kumaş seçilmiştir. Kumaşın özellikleri aşağıdaki gibidir:

Dokuma Örgüsü: Bezayağı Örgü.

Çözüğü İpi: Poliester 108 Denye Ham Parlak.

Atkı İpi: Poliester 108 Denye

Çözüğü Sıklığı: 20 tel/cm.

Atkı Sıklığı: 16 tel/cm.

Gramaj: 192 gr/m²

2.1.2. Çalışmada Kullanılan Dispers Boyarmaddeler

Bu çalışmada büyük moleküllü siyah boyarmadde olarak Balicron Black ECR-EXNSF, orta moleküllü siyah boyarmadde olarak; Balicron Black GI-ECO, mavi boyarmaddeler olarak, büyük moleküllü Balicron Blue SE2R, Orta moleküllü Balicron Blue KFBL, küçük moleküllü olarak da, Balicron Blue FBL, kırmızı boyarmadde olarak, büyük moleküllü olan Balicron Red F3BS, orta moleküllü olarak, Balicron Rubine RDGFL, küçük moleküllü olarak Balicron Red Fb, sarı boyarmadde olarak büyük molekül yapılı Balicron Yellow 6GSL, orta moleküllü Yellow 4G, küçük moleküllü Yellow 3GE kullanılmıştır. Adı geçen boyarmaddeler Organik Kimya A.Ş.'nin Bursa Temsilciliğinden temin edilmiştir. Bu boyarmaddelerin genel özellikleri Çizelge 2.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Çalışmada Kullanılan Boyarmaddelerin Özellikleri

Üretici Firma	Boyarmadde	Color index	Kimyasal Yapısı	Molekül Yapısı
Organik Kimya (Balicron)	Yellow 6 GSL	Yellow 114	Azo	Büyük
	Yellow 4G	Yellow 211	Azo	Orta
	Yellow 3GE	Yellow 54	Azo	Küçük
	Red F3BS	Red 343	Azo	Büyük
	Rubine RDGFL	Red 73	Azo	Orta
	Red FB	Red 60	Azo	Küçük
	Blue SE2R	Blue 183	Azo	Büyük
	Blue KFBL	Blue Mix	Azo	Orta
	Blue FBL	Blue 56	Azo	Küçük
	Black ECR-EXNSF	Black Mix	Azo	Orta
	Black GI-ECO	Black Mix	Azo	Büyük

2.1.3. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddeler

Bu çalışmada poliester kumaşın ön terbiyesinde, boyanmasında, redüktif yıkamasında ve haslık testinin yapılma aşamasında kullanılan kimyasallar sırasıyla şöyledir:

1. Orgafen RX-11 (Organik Kimya): Poliester boyama için geliştirilmiş mükemmel migrasyon özelliğine sahip, köpük oluşturmeyen bir egalize maddesidir.
2. Soda (Organik Kimya): Ticari amaçlı sodyum karbonat (Na_2CO_3).
3. Dispersant R-47 (Organik Kimya): Düşük flote oranlarında bile polyester boyama için bir dispergatör maddesi olarak geliştirilen APEO içermeyen bir üründür. Mükemmel bir egalize maddesi olarak çalıştığı gibi, polyester boyamada dispers boyanın kumaş üzerindeki birikimlerini asgariye indirmektedir.
4. Dispersant DMA 45 (Organik Kimya): Poliester mamullerin terbiyesi için özel olarak geliştirilmiş bir iyon tutucu dispergatördür..

5. Orgatex R-98 (Organik Kimya): Poliester boyama sonrasında yapılan redüktif yıkamada kullanılan dayanıklı ve az kokulu bir redüksiyon maddesidir.
6. Asetik Asit (Organik Kimya): Ticari saflıkta %80'lik.
7. Orgafen LN-100 (Organik Kimya) : Yeni tip bir önileşim malzemesi olup, yüksek çözünürlüğe sahip doğal bitki özlerinin uygun yüzey aktif maddelerle karışımından yapılmıştır.
8. ECE Referans Deterjanı (Teknik Kimya): Yıkama Haslığı Testinde kullanılan, TS EN ISO 105- C06 standardına uygun deterjan.

Kullanılan bütün kimyasal maddeler ticari saflıkta olup tümü Organik Kimya A.Ş. Boyahanesinden temin edilmiştir.

2.1.4. Çalışmada Kullanılan Aletler ve Cihazlar

2.1.4.1. Gaston County Futura Tipi Numune Boyama Makinesi

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında bulunan 30 kg kapasiteli numune tipi boyama makinesinde deneylerde kullanılan poliester kumaşın ön terbiye işlemleri yapılmıştır.

2.1.4.2. Monforts Montex 5000 Ramöz Makinası

Aktaş Tekstil Ltd. Şti. Firmasında bulunan 8 kamaralı ramöz makinasında deneylerde kullanılan poliester kumaşın kurutması ve ısıfiksajı yapılmıştır.

2.1.4.3. Datacolor Ahiba Spectradye Numune Boyama Makinesi

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında A.Ş. Boyahanesi Laboratuvarında bulunan 12 tüp kapasiteli infared ısıtmalı laboratuvar tipi numune boyama makinasında boyama deneyleri yapılmıştır.

2.1.4.4. Macbeth Colour Eye 2020+ Reflektans Spektrofotometresi

Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında bulunan Macbeth Colour Eye 2020+ reflektans spektrofotometresi ile boyanmış olan kumaş numunelerinin renk ölçümleri yapılmıştır.

2.1.4.5. Mettler Toledo Hassas Terazî

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında bulunan Mettler Toledo marka hassas elektronik terazi (0.0000 g) ile boyama deneyleri için kullanılan kumaşların ve boyarmaddelerin ağırlık tartımları yapılmıştır.

2.1.4.6. Mettler Toledo Elektronik Pipet

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında bulunan Mettler Toledo marka elektronik pipet ile numune boyamaların boya ve kimyasal pipetleme işlemleri yapıldı.

2.1.4.7. Mettler Toledo Dijital pH-Metre

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında bulunan Mettler Toledo marka dijital pH-Metre ile numune boyamaların ve bunların indirgen yıkamalarının pH ayarları yapılmıştır.

2.1.4.8. James H. Heal & Co. Ltd. Gyrowash Yıkama Haslığı Test Cihazı

Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarlarında bulunan Gyrowash yıkama haslığı test cihazı ile boyanmış olan kumaş numunelerinin redüktif yıkamaları ile yıkama haslığı testlerinin yıkama kısmı yapılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kumaşın Ön Terbiyesi

2.2.1.1. Haşıl Sökme ve Ön Yıkama

Poliester kumaşın, aşağıda verilen reçete ile Gaston County Futura tipi numune boyama makinasında haşıl sökme işlemi yapılmıştır. Haşıl sökme işleminden sonra kumaş üzerinde haşılın kalıp kalmadığına AATCC Test Method 94-1992 metoduna göre tekrar bakılmış ve haşılın kalmadığı görülmüştür.

Haşıl Sökme Reçetesi:

1 g/l Soda

2 g/l Orgafen LN-100

80°C'de 20 dakika

Haşıl sökme işleminden sonra kumaş önce asetik asit ile nötralize sonra sıcak durulama işlemlerinden geçirilmiştir. Kumaş üzerindeki pH 7-7.5 aralığında kumaş boyama makinesinden çıkarılmıştır.

2.2.1.2. Kurutma ve Isıl Fiksaj

Boyama makinesinden çıkan kumaş Monforts Montex 5000 ramöz makinasından 185°C'de ve 25 m/dak hızla kurutulup, ısıl fiksajı tamamlanmıştır. Bu ayarlar ile kumaş ortalama 1 dakika boyunca makinenin içinde kalmıştır.

2.2.2. Boyama Deneyleri

Numune boyamalar Datacolor Ahiba tipi numune boya makinasında yapılmıştır. Boyama reçetesi olarak, kullanılan boyaların üretici firması tarafından önerilen reçete seçilmiştir. Bu reçetede kullanılan boya yardımcı kimyasallarının oranları, üretici firma tarafından önerilen miktarlardır. Kullanılan reçete aşağıdaki gibidir:

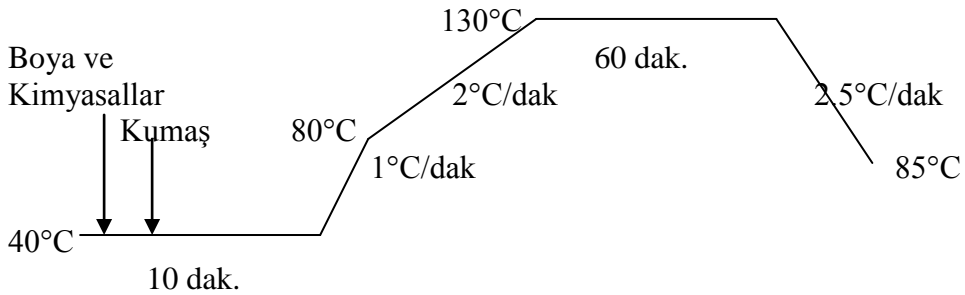
%X Dispers Boyarmadde
 0.5 g/l Dispersant DMA-45
 0.5 g/l Orgafen RX-11
 0.5 g/l Dispersant R-47

Boyama deneyleri hazırlanırken her bir kumaş, kullanılacak boyama tûpüne uygun olarak 5.000 ± 0.005 g olarak tartılıp kesilmiştir.

Kullanılan boyarmaddelerin seçilecek konsantrasyonlarına göre 1/20'lik stok çözeltileri hazırlanıp, kullanılacak olan miktar bu stok çözelti içerisinde otomatik pipet ile alınmıştır.

Kullanılan boya yardımcı kimyasalları tek tek 1/20'luk stok çözelti halinde hazırlanmış ve stok çözelti içerisinde otomatik pipet ile alınmıştır. Boya çözeltileri, kullanılan boya makinesinin boyama tûpü kapasitesine uygun olarak 20:1 flotteye yumuşak su (1 Alman Sertliği) ile tamamlanmıştır.

Kullanılan boyama metodu olarak yine üretici firmanın tavsiye ettiği metod seçilmiştir. Yapılan çalışmanın şekline göre sıcaklık, zaman ve flotte oranı parametrelerinin değiştirilmesi ile standart metod modifiye edilmiştir. Kullanılan standart metod Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Her boyama iki kere tekrar edilmiştir.



Şekil 2.1. Standart Boyama Metodu

2.2.3. Numunelerin Renk Değişimlerini İncelemek Üzere Yapılan Boyama Deneyleri

Deneysel çalışmanın bu ilk kısmında küçük, orta ve büyük molekül yapılı dört adet dispers boyarmadde kullanılmıştır. Birinci boyama deneyi olarak standart sıcaklık, süre ve flotte oranında boyamalar yapılmıştır. İlk deney diğer deneylerle kıyaslanırken Standart olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 2.2. Sarı Boyarmaddeler için yapılan Boyama denemeleri

Boyarmadde	Flotte	% Konsantrasyon
Yellow 6GSL (Büyük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Yellow 4G (Orta Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Yellow 3GE (Küçük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2

Birinci boyama deneylerini takip eden deneylerde Çizelge 2.3.' de görüldüğü gibi kırmızı boyarmadde ile boyama deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 2.3. Kırmızı Boyarmaddeler için yapılan Boyama denemeleri

Boyarmadde	Flotte	% Konsantrasyon
Red F3BS (Büyük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Rubine RDGFL (Orta Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Red FB (Küçük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2

İkinci boyama deneylerini takip eden deneylerde Çizelge 2.4.' de görüldüğü gibi mavi boyarmadde ile boyama deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 2.4. Mavi Boyarmaddeler için yapılan Boyama denemeleri

Boyarmadde	Flotte	% Konsantrasyon
Blue SE2R (Büyük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Blue KFBL (Orta Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
Blue FBL (Küçük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2

Üçüncü boyama deneylerini takip eden deneylerde Çizelge 2.5.' de görüldüğü gibi siyah boyarmadde ile boyama deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 2.5. Siyah Boyarmaddeler için yapılan Boyama denemeleri

Boyarmadde	Flotte	% Konsantrasyon
Black ECR-EXNSF (Orta Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
		4
Black GI-ECO (Büyük Molekül Yapısında)	1:20	0,5
		1
		2
		4

Tüm kumaşların boyama deneyleri tamamlandıktan sonra kumaşlar yumuşak su ile durulanmış ve redüktif yıkama aşamasına geçilmiştir.

2.2.4. Boyanan Kumaşların Redüktif Yıkama İşlemi

Boyanmış kumaş numunelerine, Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarında bulunan, Gyrowash Yıkama Haslığı Test Cihazında, aşağıda belirtilen reçete ile redüktif yıkama işlemi yapılmıştır.

Redüktif Yıkama Reçetesi:

3 g/l kostik Soda

0.5g/l Dispersant DMA45

0.5g/l Orgatex R-98

80°C 20 dakika.

Tüm kimyasallar 5 L'lik stok çözelti içerisinde hazırlanıp, her kumaş için 150 ml stok çözelti kullanılmıştır. Redüktif yıkama sonu kumaşlar tekrar yumuşak su ile durulanıp kendi hallerinde kurutulmuştur.

2.2.5. Yıkama Haslığı Testleri

Yıkama Haslığı Testleri TS EN ISO 105- C06 test metoduna göre yapılmıştır. Test edilecek kumaş numunesi 4x10 cm olarak hazırlanmıştır. Haslık testi sonucunda spektrofotometrede ölçülecek olan kumaşların birinci renk ölçümleri yapılmıştır. Standart sabun 1 L'ye 5 g olacak şekilde çözülmüştür. Numune kumaş büyüklüğündeki multifibre refakat kumaşı ile numune beyaz iplikle dikilmiştir. Orijinal kumaş ve multifibre refakat kumaşın, toplam ağırlıklarının 50 katı sabunlu çözelti ile 40°C'de 30 dakika Gyrowash yıkama haslığı test makinasında yıkama haslığı testi yapılmıştır. Daha sonra kumaş ılık durulama ile kendi halinde kurutulmaya bırakılmıştır.

2.2.6. Sıcak Presleme ile Ütüleme Haslığı

Ütüleme haslığı Testleri TS EN ISO 105 -X11 test metoduna göre yapılmıştır. Test edilecek kumaş numuneleri 4x10 cm. Olarak boyama sonrasında kullanılacaktır. Bu standart CEN tarafından hazırlanan 1996 standardı esas alınarak TS 472(1979)'un

revizyonu olarak TSE Tekstil Hazırlık Grubu tarafından hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulu 4 Nisan tarihli toplantısında Türk Standartı olarak kabul edilmiştir. Kuru Presleme kuru bir deney parçası belirli bir basınç ve sıcaklıkta, belirli bir süre ile pres ütüleme cihazı ile presleme esasına dayanmaktadır. Kullanılan pres ütüleme cihazı doğru bir şekilde kontrol edilebilen elektrikli ısıtma sistemine ve deney parçasına 4 kPa +/- 1kPa basınç uygulayabilen, bir çift düzgün yüzeyli paralel bir plakaya sahiptir. 4x10 numune boyutlarına sahip deney parçasına sadece üst yüzeyden ısıtma ile pres uygulanır. Alt plaka ise; kapatılamayan bir ısıtma sistemine sahip ise; her halukarda kullanılacak olan ısıya dayanıklı tabaka bir ısı kalkanı olarak görev yapmaktadır. İzolasyon amacı ile kullanılan bu tabaka 4mm -6 mm aralığında bir kalınlıkta ve ısıya dayanıklı düzgün bir yapıdadır. 150°C +/- 2°C sıcaklıkta sıcak presleme yapılacak ütü, pamuklu ısıya dayanıklı alt plaka üzerine yerleştirilmiş deney parçası üzerine konular ve 15 saniye boyunca beklenir. Daha sonra derhal ve 4 saat sonra reflektans spektrofotometresinde gerekli istenen renk ölçüm işlemleri yapılmaktadır.

2.2.7. Aşınma Testi

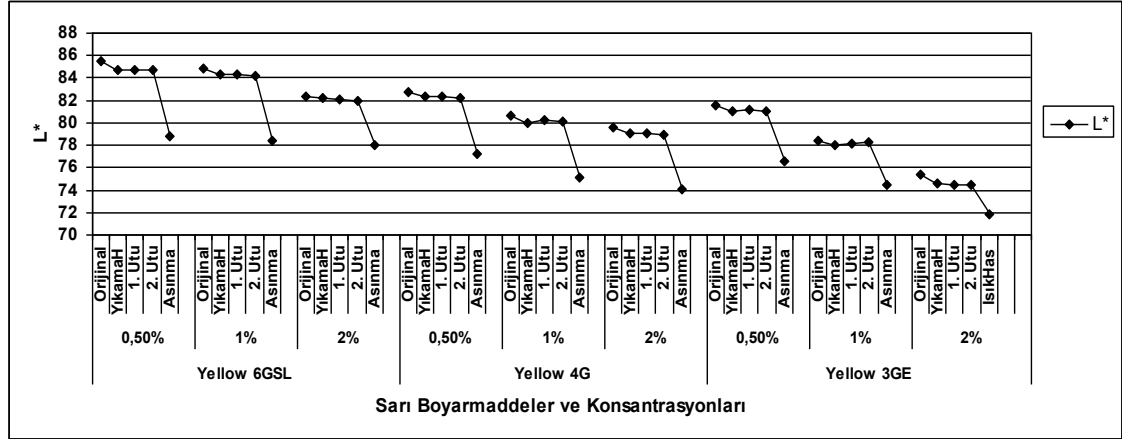
Aşınma Haslık Testleri ise; ASTM D 4966 ya göre Nu-Martindale aşınma test cihazında, 9kPa ağırlık altında 2000 aşınma devrinde yapılmıştır.

2.2.8. Kumaşların Renk Ölçümlerinin Yapılması

Boyanan kumaşların renk ölçümleri Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisli Bölümü laboratuvarında bulunan Macbeth Colour Eye 2020+ reflektans spektrofotometresi ile AATCC Test Method 153-1985'e göre yapılmıştır. Renk koordinatları Single3 programı ile D65 aydınlatıcısı altında 360-700 nm ışık aralığında hesaplanmıştır. Her kumaş numunesinin ön yüzünün, dört ayrı bölgesinden reflektans ölçümü yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması program tarafından hesaplanmıştır.

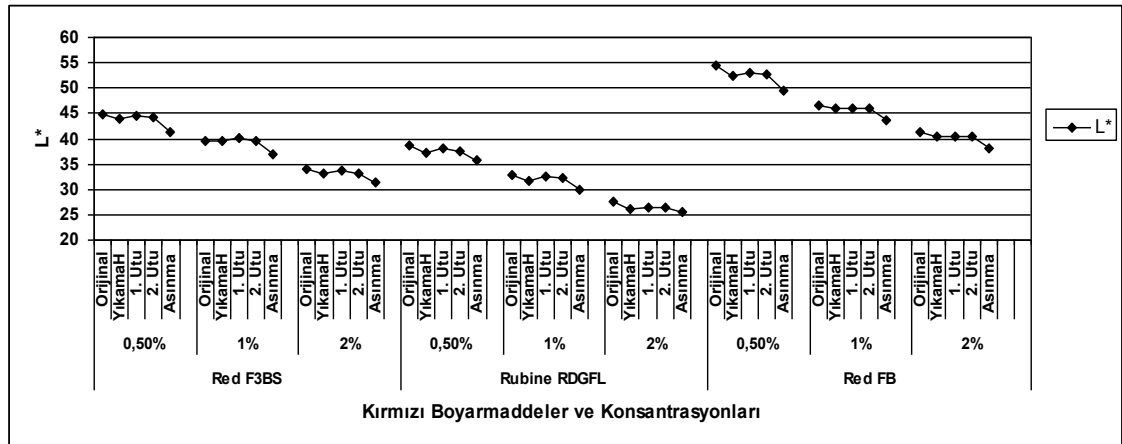
3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

3.1. Ardışık Olarak Uygulanan Haslık Testleri Sonrasında Ölçülen Çeşitli Renk Değerleri ve Renk Farklılıklarının İncelendiği Boyama Deneyleri Sonuçlarının Grafikselleştirilmesi



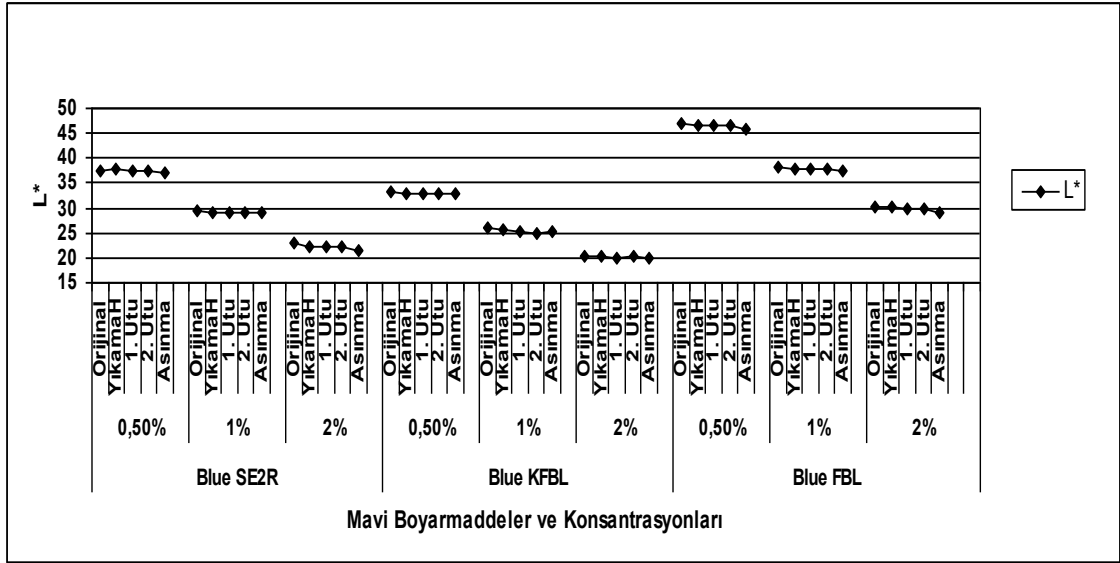
Şekil 3.1 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen L* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir.



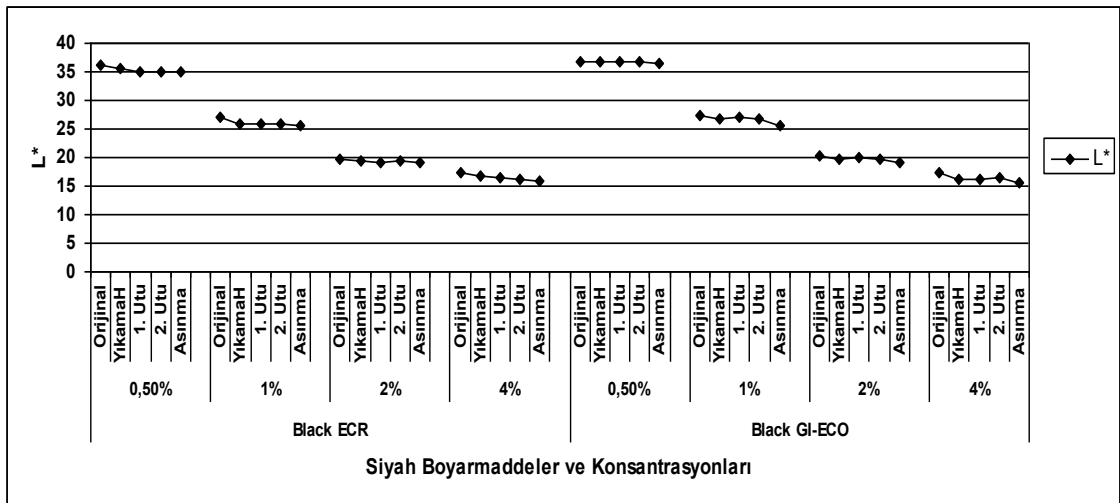
Şekil 3.2 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen L* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir.



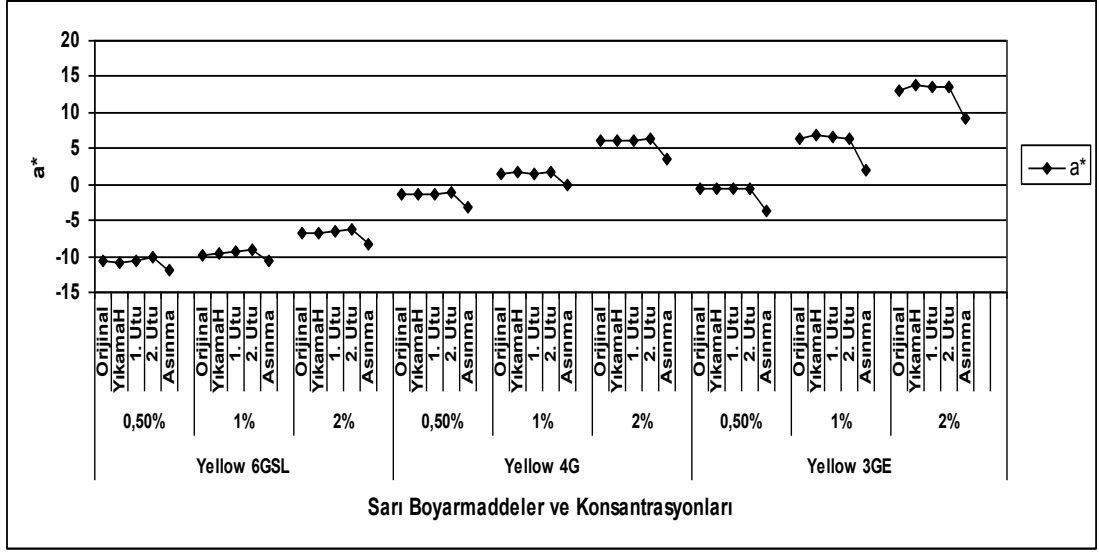
Şekil 3.3 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen L* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir.



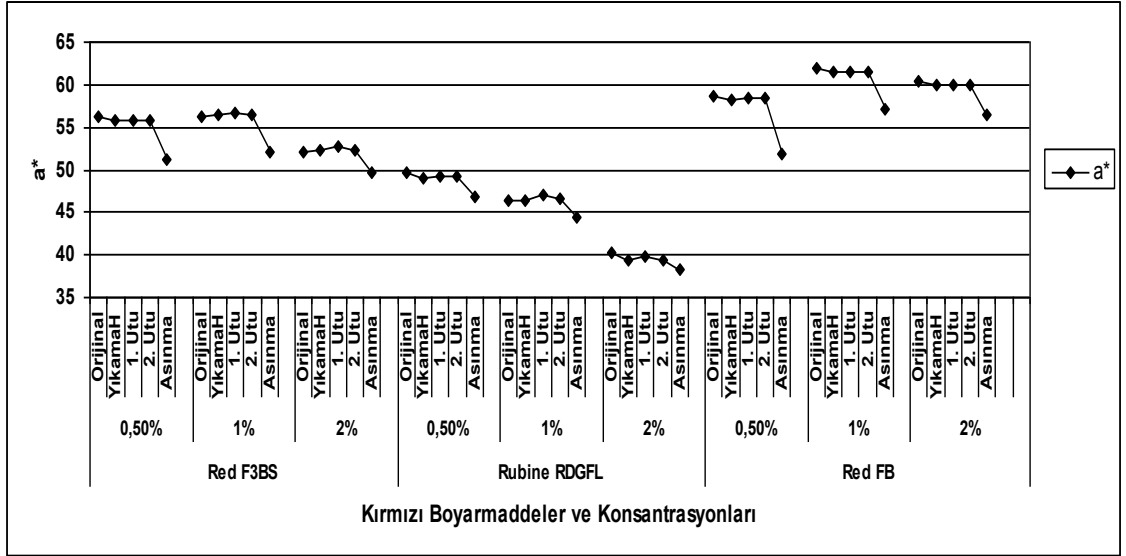
Şekil 3.4 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen L* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen L* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir.



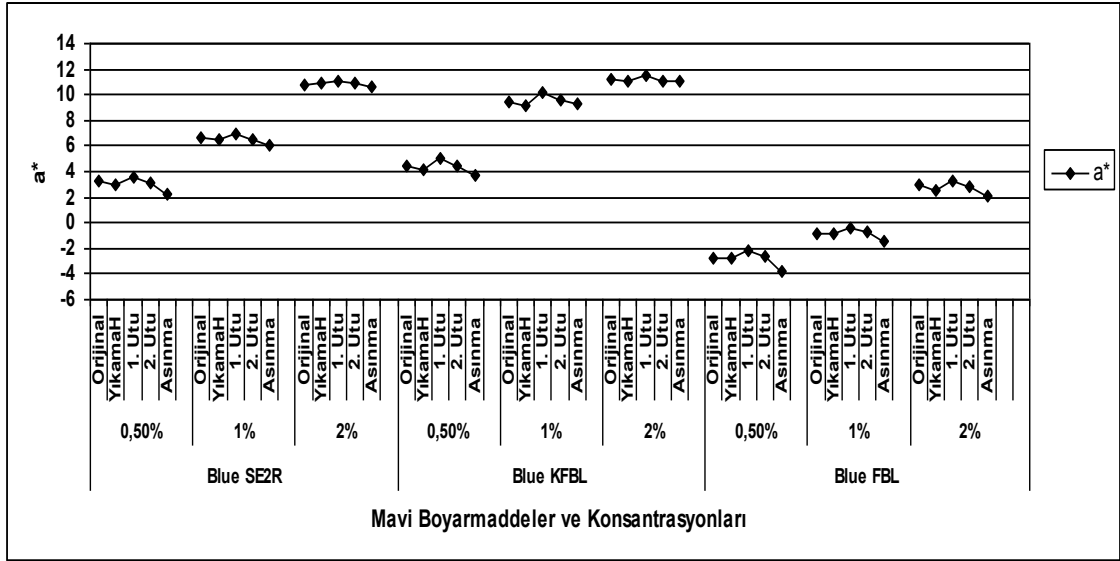
Şekil 3.5 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen a^* değerleri molekül büyüklüğü artmasıyla doğru orantılı olarak artma göstermiştir.



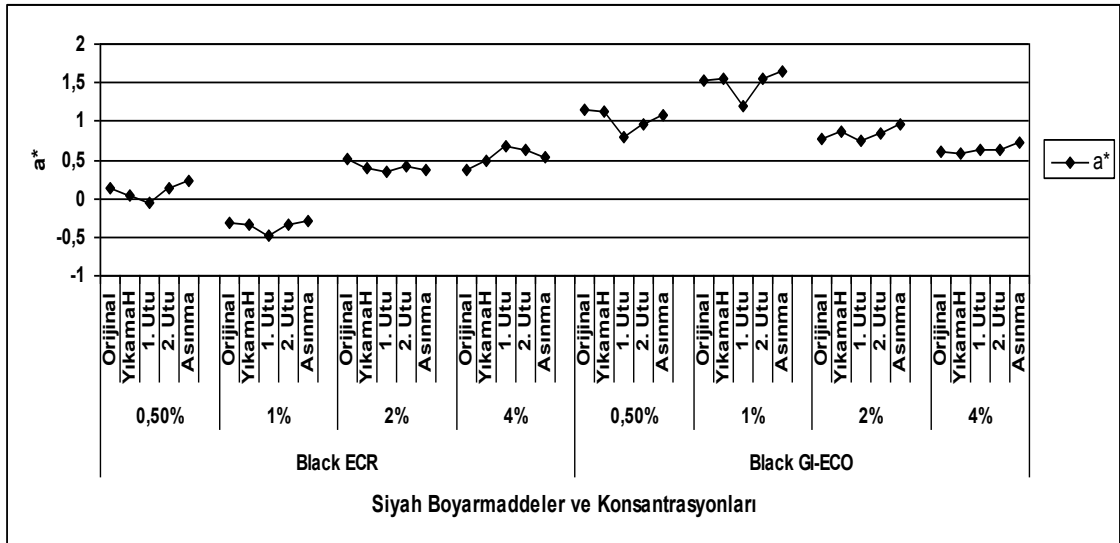
Şekil 3.6 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen a^* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce azalan sonra artan bir değişme göstermiştir..



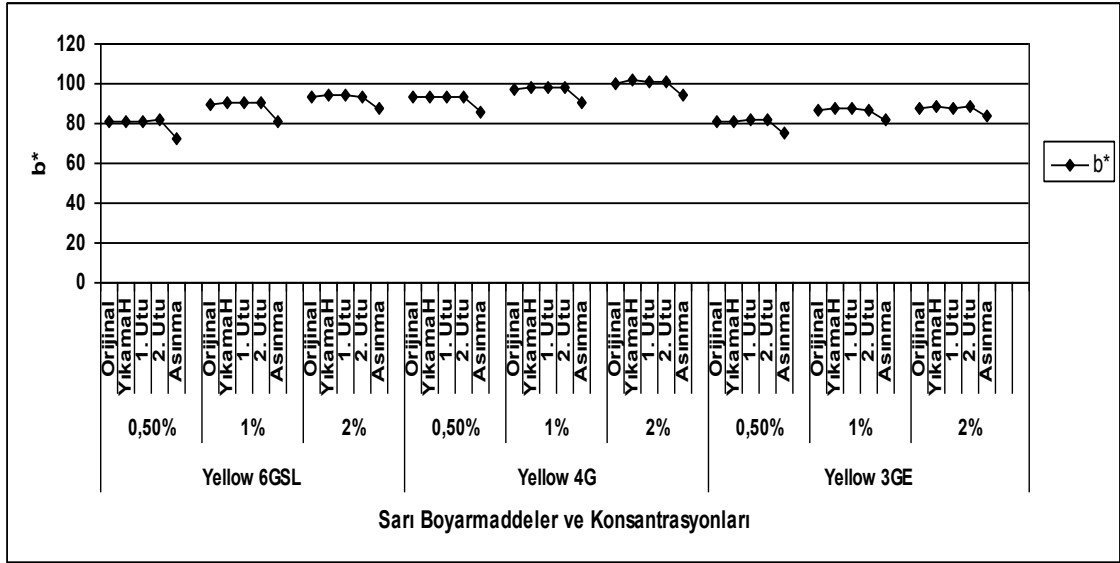
Şekil 3.7 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen a^* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan daha sonra azalan bir değişme göstermiştir.



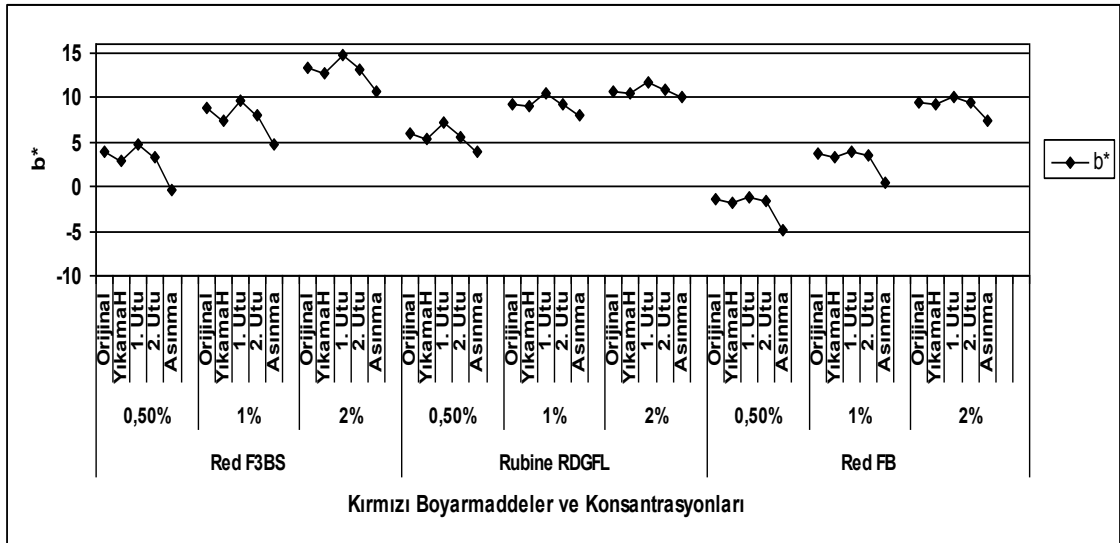
Şekil 3.8 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen a^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen a^* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir.



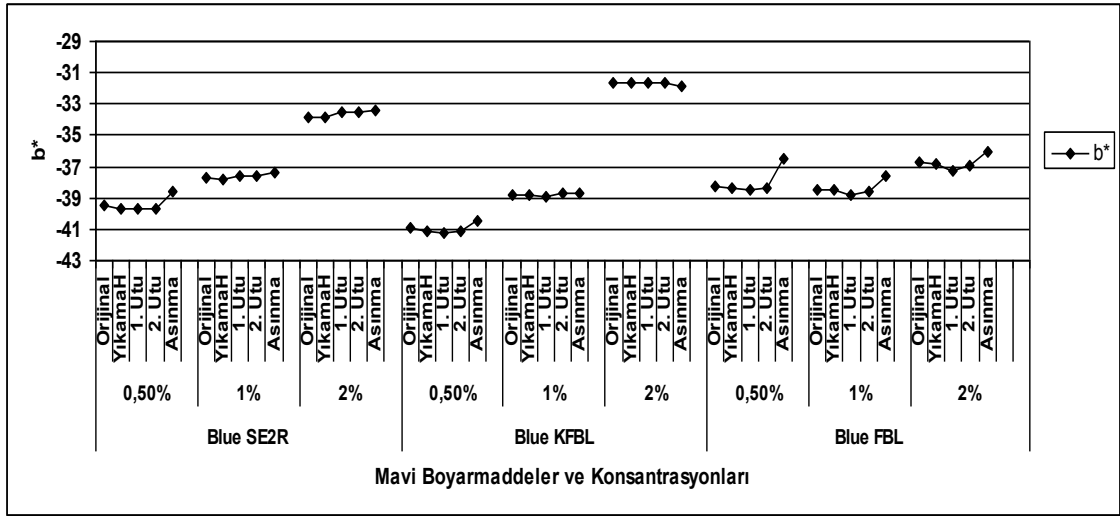
Şekil 3.9 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen b* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan sonra azalan bir değişme göstermiştir..



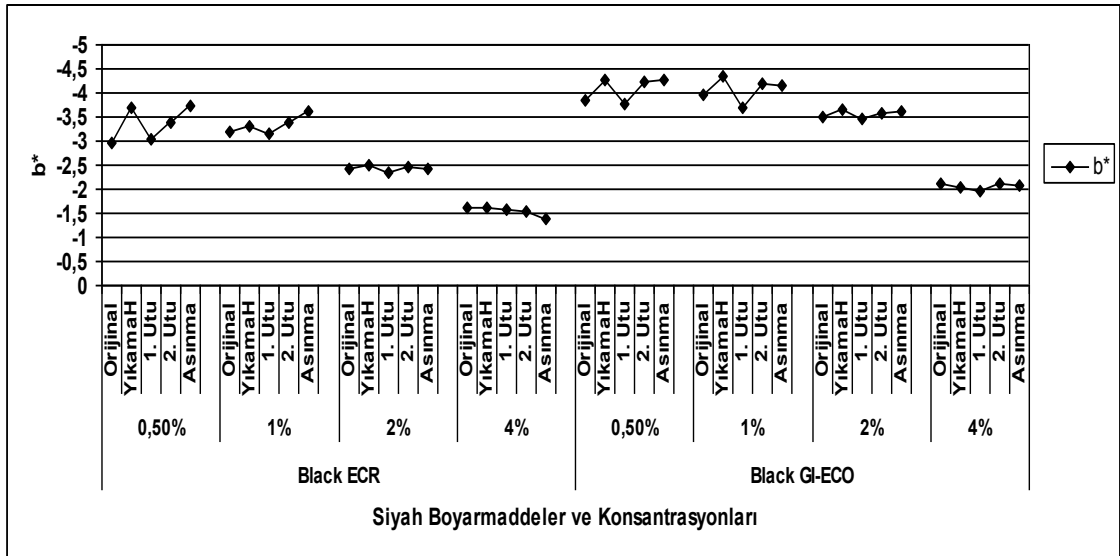
Şekil 3.10 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen b* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



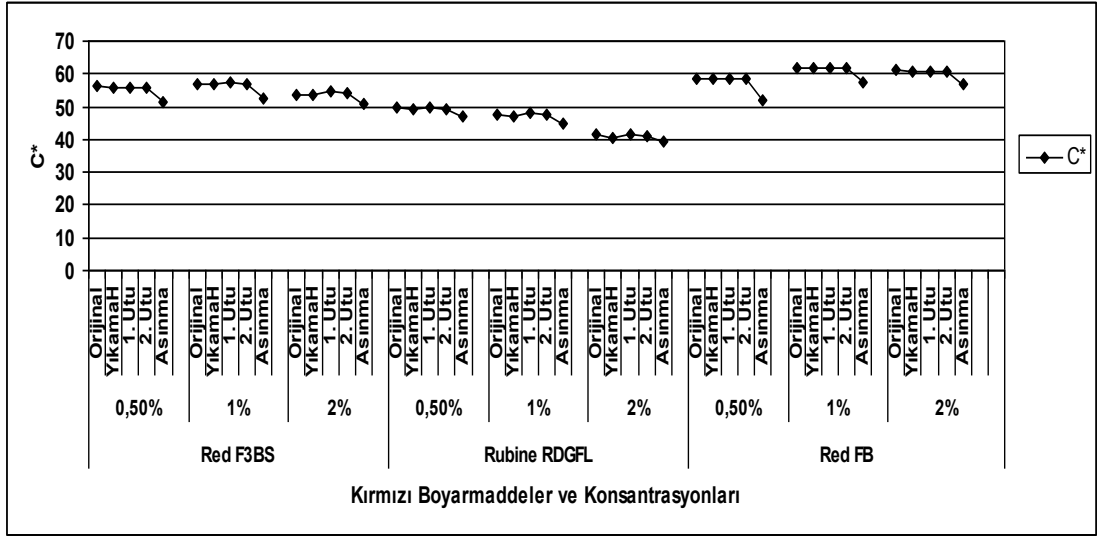
Şekil 3.11 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen b^* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce azalan, sonra artan bir değişme göstermiştir.



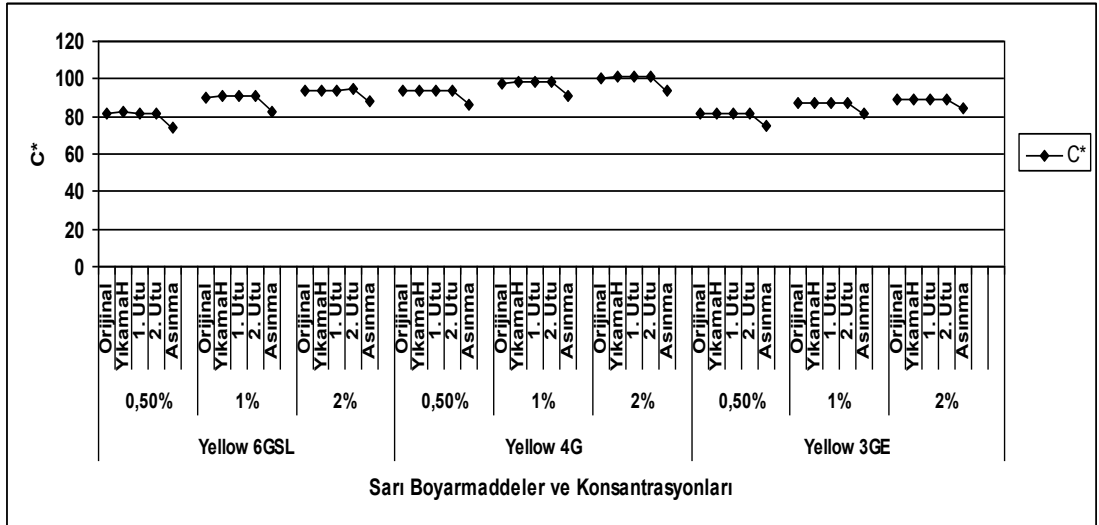
Şekil 3.12 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen b^* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen b^* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak azalma göstermiştir



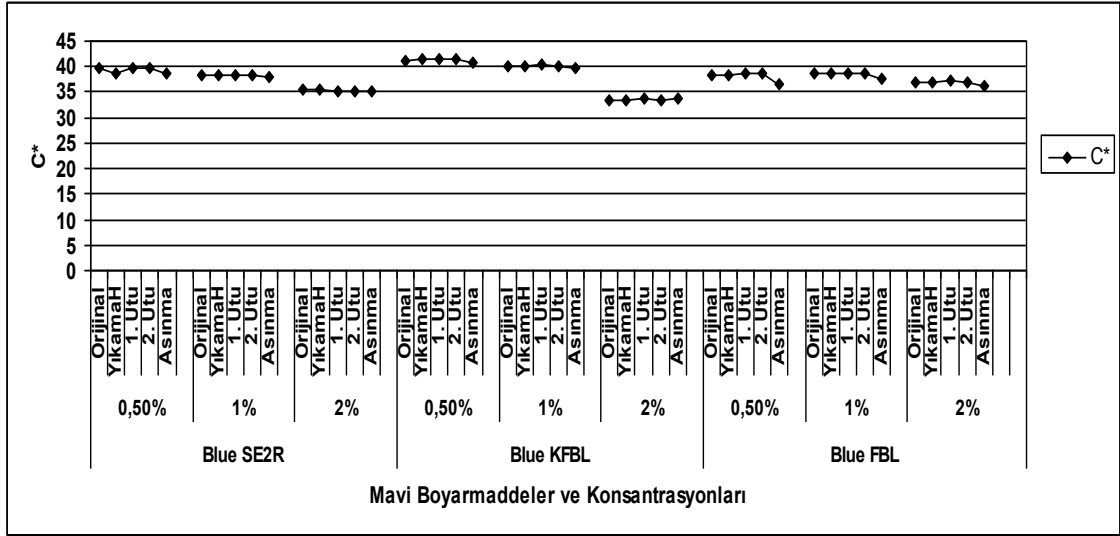
Şekil 3.13 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen C* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



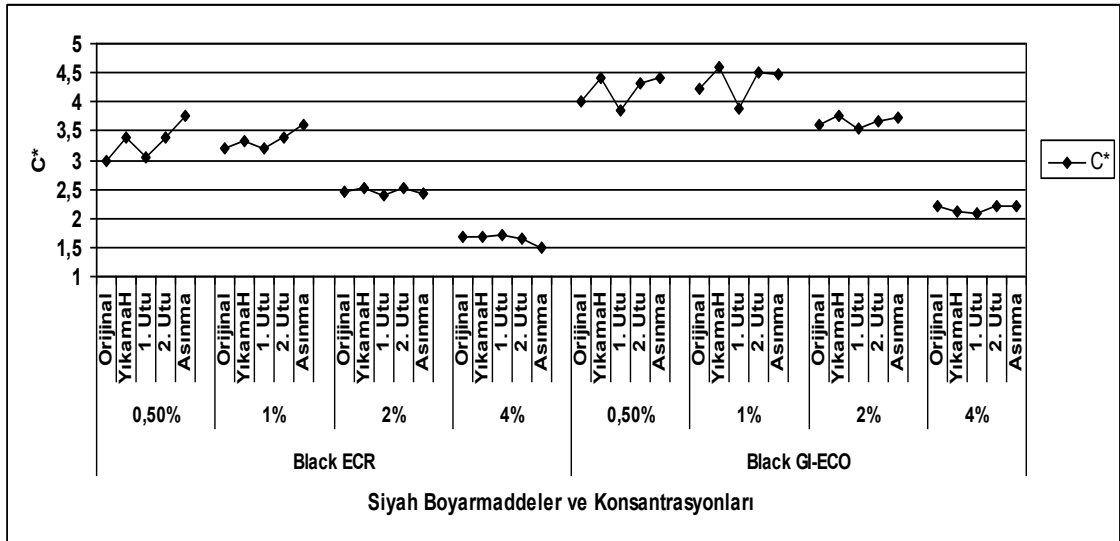
Şekil 3.14 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen C* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



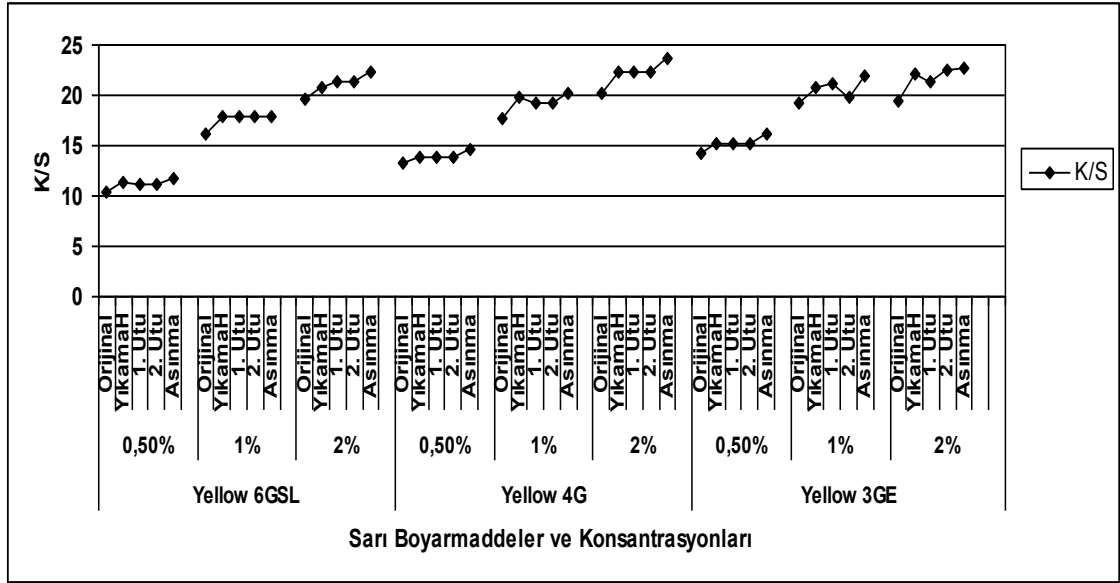
Şekil 3.15 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen C* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla belirgin bir değişme göstermemiştir.



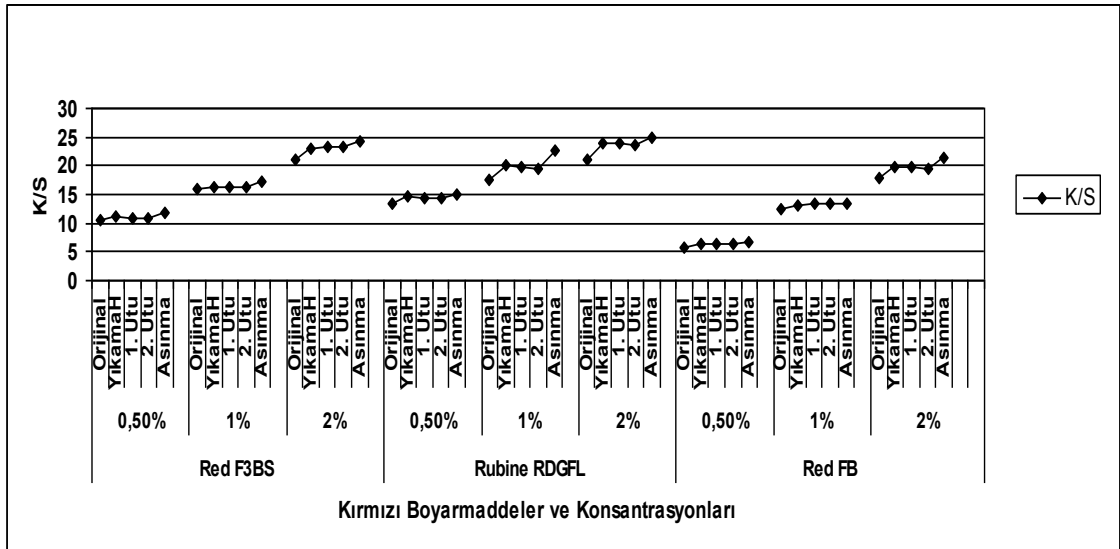
Şekil 3.16 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen C* Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen C* değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak bir azalma göstermiştir.



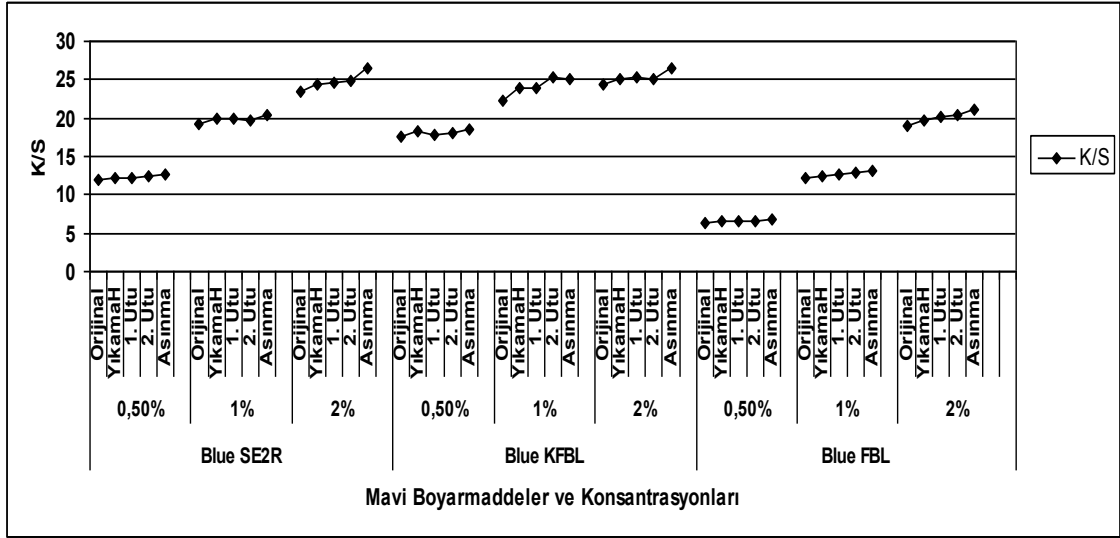
Şekil 3.17 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen K/S değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla ters orantılı olarak bir artma göstermiştir.



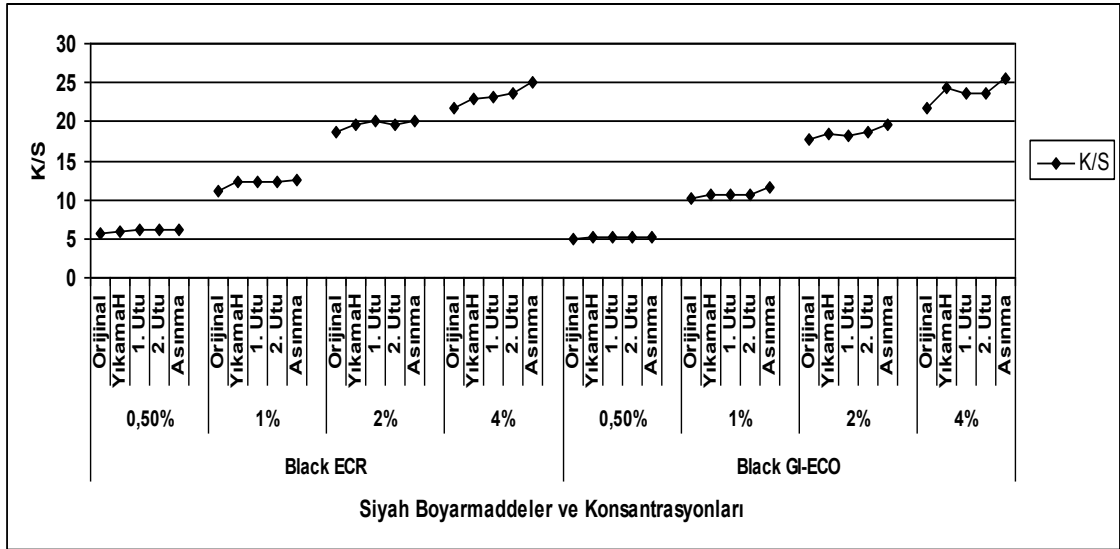
Şekil 3.18 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen K/S değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



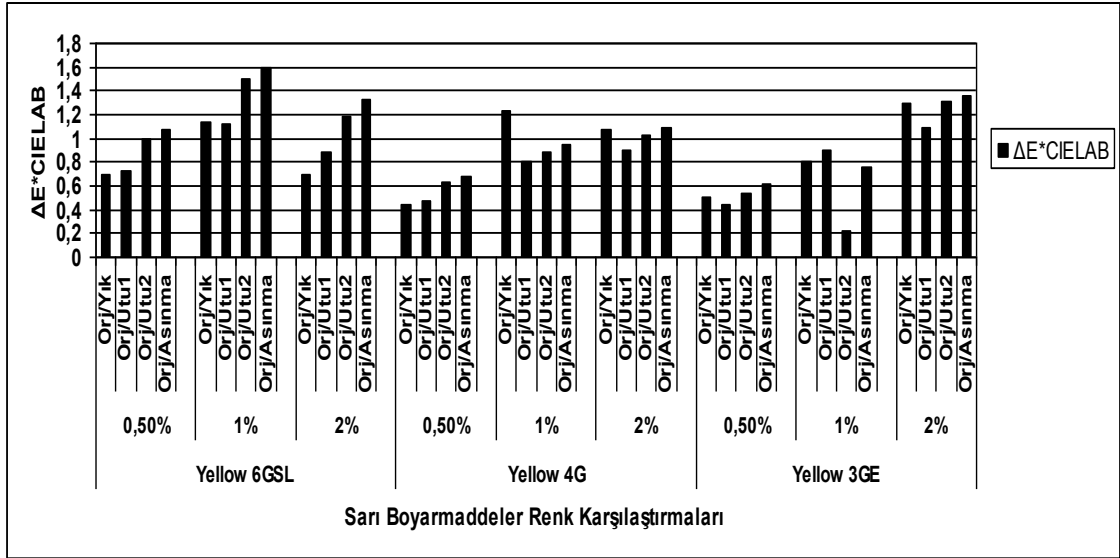
Şekil 3.19 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen K/S değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



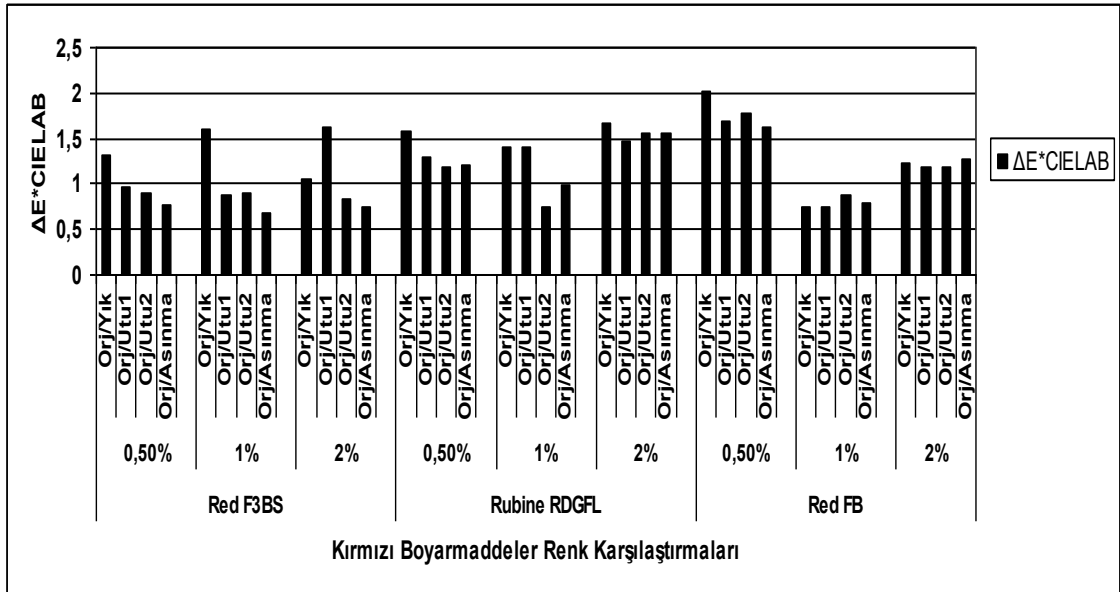
Şekil 3.20 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri Sonucunda Ölçülen K/S Değerlerinin Karşılaştırma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen K/S değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla belirgin bir değişme göstermemiştir.



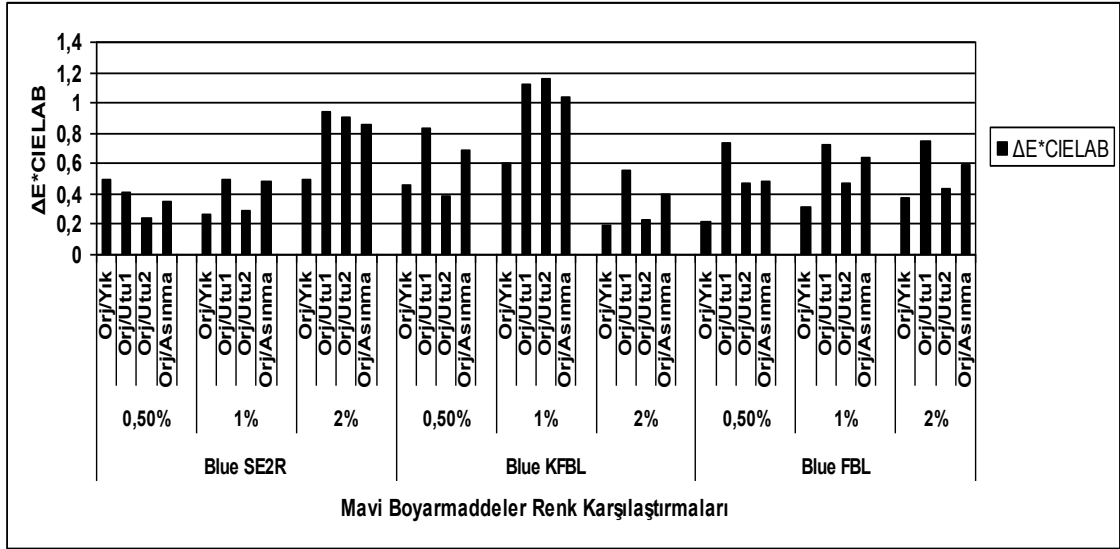
Şekil 3.21 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testlerin $\Delta E^*CIELAB$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CIELAB$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce azalan, sonra artan bir değişme göstermiştir.



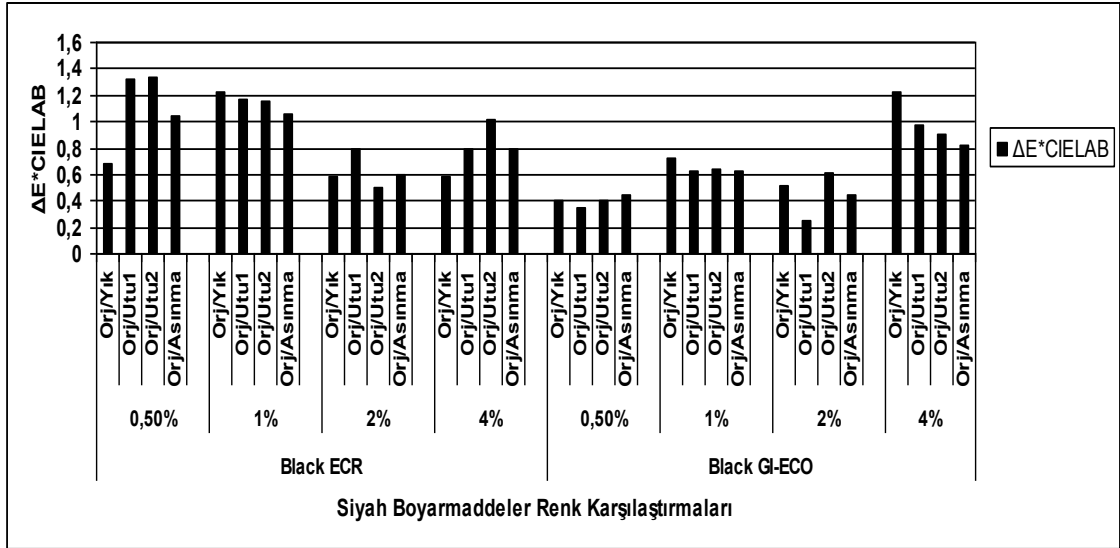
Şekil 3.22 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CIELAB$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CIELAB$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla orantılı artan bir değişme göstermiştir.



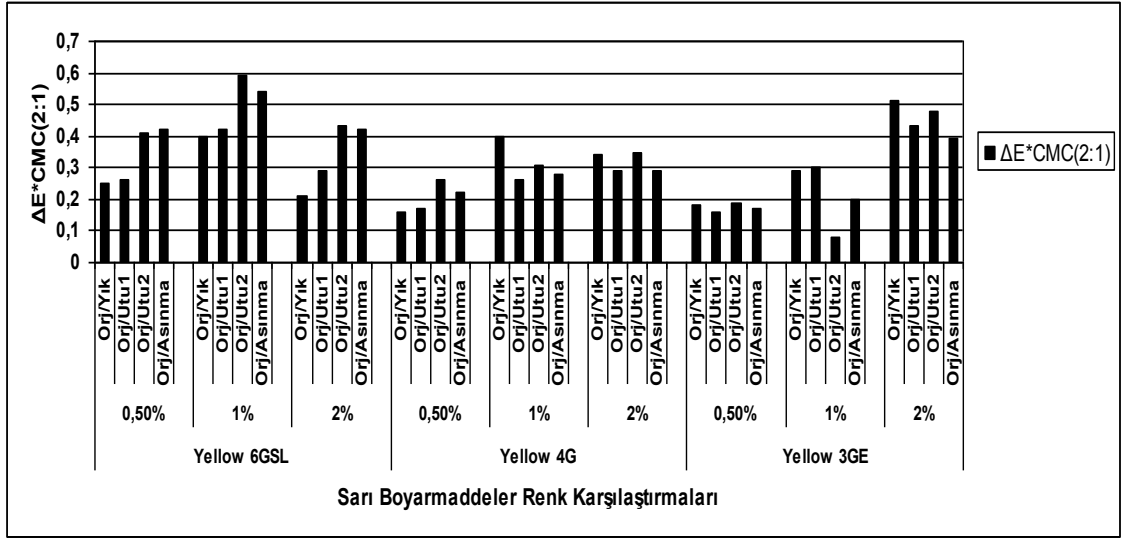
Şekil 3.23 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CIELAB$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CIELAB$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



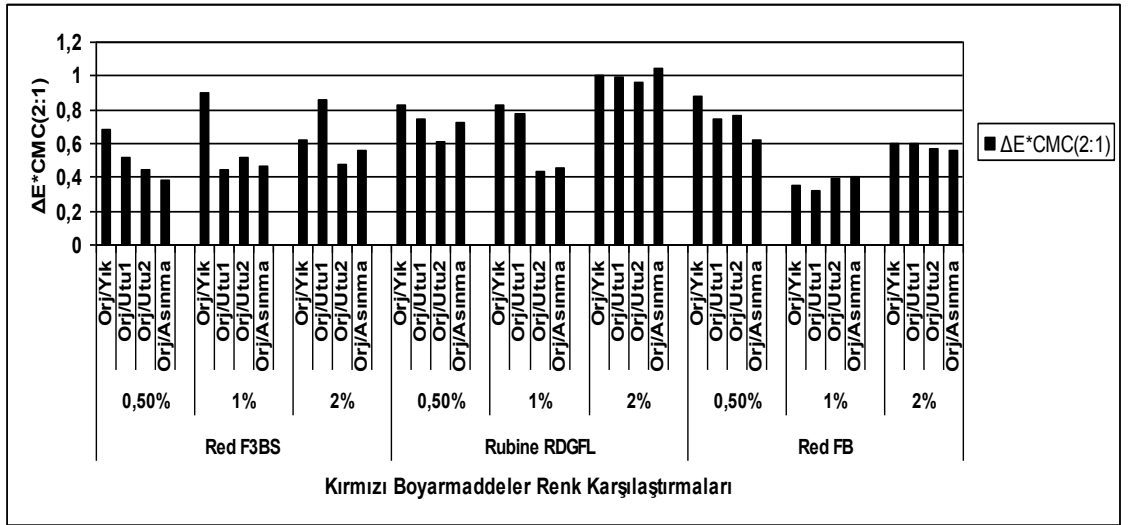
Şekil 3.24 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CIELAB$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CIELAB$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla ters orantılı olarak artan bir değişme göstermiştir.



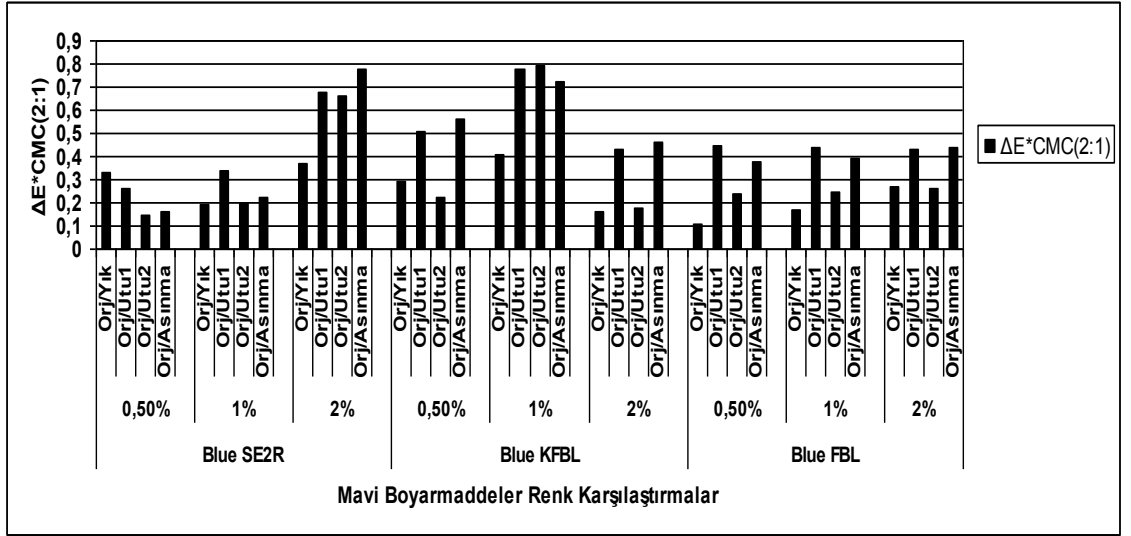
Şekil 3.25 Farklı Konsantrasyonlardaki Sarı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CMC(2:1)$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Sarı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CMC(2:1)$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla doğru orantılı olarak bir azalma göstermiştir.



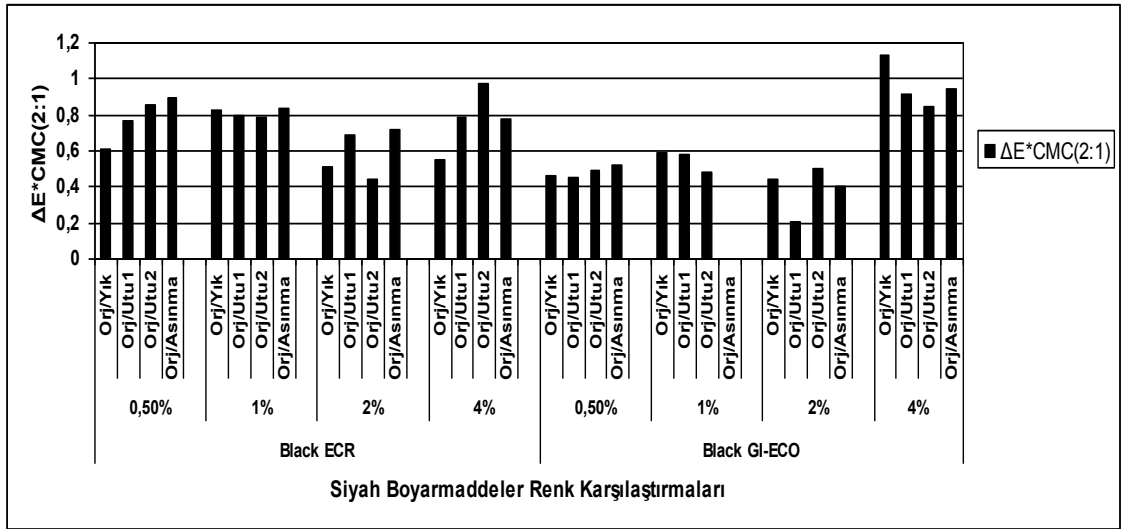
Şekil 3.26 Farklı Konsantrasyonlardaki Kırmızı Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CMC(2:1)$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Kırmızı boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CMC(2:1)$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla ters orantılı olarak bir artma göstermiştir.



Şekil 3.27 Farklı Konsantrasyonlardaki Mavi Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CMC(2:1)$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Mavi boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CMC(2:1)$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.



Şekil 3.28 Farklı Konsantrasyonlardaki Siyah Boyarmaddeler için Ardışık Uygulanan farklı Haslık Testleri $\Delta E^*CMC(2:1)$ Sonuçlarının Karşılaştırılma Grafiği

Siyah boyarmaddeler için artan haslık testleri sonucunda elde edilen $\Delta E^*CMC(2:1)$ değerleri molekül büyüklüğü azalmasıyla önce artan, sonra azalan bir değişme göstermiştir.

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Ardışık uygulanan haslık testleri sonrasında farklı molekül boyutlarındaki, farklı renkteki ve farklı konsantrasyonlara sahip dispers boyarmaddeler ile boyamaları yapılmış kumaşlar üzerindeki renk farklılıkları ve çeşitli renk değerleri incelendiğinde; genel olarak dispers boyarmadde yapısındaki küçülme ile kumaş üzerinde ölçülen renk farklılıklarının doğru orantılı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani büyük molekül bir yapıya sahip dispers boyarmadde ile yapılan boyama sonrasında, kumaş üzerine uygulanan çeşitli ardışık haslık testlerini takiben yapılan ölçümler sonunda elde edilen L^* , a^* b^* , C^* ve K/S değerlerinin, aynı poliester kumaşa küçük molekül yapılı dispers boyarmadde ile yapılan boyama ve sonrasındaki haslık testleri sonucunda elde edilen değerlerden büyük olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında büyük molekül yapısına sahip dispers boyarmaddeler ile yapılan testler sonucunda elde edilen değerler ile orta molekül yapısına sahip dispers boyarmaddeler ile yapılan testler sonucunda elde edilen değerler birbirlerine yakın iken, küçük molekül yapısına sahip olan dispers boyarmaddeler ile yapılan test sonuçlarında elde edilen değerler bunlardan belirgin bir şekilde küçüktür.

Boyama deneylerinde büyük molekül yapısına sahip Balicron Yellow 6GSL, Balicron Red F3BS, Balicron Blue SE2R ve Balicron Black GI-ECO dispers boyarmaddeleri ile yapılan testler sonucunda elde edilen değerler, küçük molekül yapısına sahip Balicron Yellow 3GE, Balicron Red FB, Balicron Blue FBL dispers boyarmaddeleri ile yapılan test sonuçlarına göre elde edilen değerlere göre belirgin bir şekilde fazladır. Aynı zamanda dispers boyarmaddeler içinde konsantrasyonlarda yapılan değişikliklerin kumaşa uygulanan çeşitli haslık testleri sonuçlarını belirgin bir şekilde etkilemediği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda; her boyamada işlem koşullarından flotte oranının, boyama sıcaklığının ve boyama süresi her dispers boyarmadde çeşidi için sabit tutulmuştur.

Dispers boyarmaddelerle yapılan boyama sonrasında ardışık uygulanan çeşitli haslık testleri sonucunda elde edilen en iyi renk değerleri büyük molekül yapılı dispers

boyarmaddelerde olduğu belirlenmiş, bunun yanında büyük ve orta molekül yapısındaki dispers boyarmaddelerin renk değerlerinde belirgin bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir.

Ardışık uygulanan haslık testleri sonucunda; testlerin bireysel uygulanması yerine “tek bir” standart test metodu altında birleştirilmesinde fayda olduğu düşünülebilir.

Bunun nedeni; ardışık uygulama yapıldığında, bireysel testlerden beklenen performans ile ardışık uygulanan testlerin birbirinden farklı olmasıdır.

Sınırlayıcı etkenlerden en büyüğü sonuçların renk ölçümüyle değerlendiriliyor olması sebebiyle “kumaş numunelerinin boyutsal büyüklüğü ve kumaşların ölçüm sırasındaki katlama sayısı” dır.

Bu nedenle; bireysel testler kullanılarak konusu geçen bu haslık testlerini ardışık olarak uygulamak yerine, ardışık uygulanan bu testlerin yeni bir yaklaşım şekliyle; tek bir test altında bütünleştirilmesi durumunda eğer sonuçlar renk ölçümü ile elde edilecekse yeni testin deneysel şartları konusunda bazı kısıtlayıcı deneysel şartları da kabul etmek gerekecektir.

(Örn; Devir Sayısı ya da katlama sayısı vb..)

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, poliester kumaşların dispers boyarmaddeler ile boyanması ve sonrasında kumaşlara uygulanan çeşitli haslık testlerinde, istenen sonuçlara göre kullanılması önerilen dispers boyarmadde molekül yapıları, boyarmadde konsantrasyonları ve renklerin önceden tahmin edilmesi konusunda yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

BECERIR, B., M.A. İSKENDER. 2000. 'Dispers Boyarmaddelerin Genel Özellikleri, Yapısı ve Polyester Liflerinde Difüzyon Özellikleri' Tekstil&Teknik Dergisi, 11(1):152-162

BECERIR, B., M.A. İSKENDER. 2001. 'Polyester Mikroliflerde Lif İnceliğine Bağlı Olarak Reflektans ve Boyama Özelliklerinin Değişimi' Tekstil&Teknik Dergisi, 8(2):53-62

BECERIR, B., 2000. 'Poliester Mikrolif Materyallerin Boyanmasında Yöntem Belirlenmesi Eğilimlerinin İncelenmesi.' Doktora Tez, Fen Bilimleri Enstitüsü, s.42

BECERIR, B., 1998. 'Renk Ölçüm Cihazlarının Temel Özellikleri.' Tekstil Terbiye ve Teknik Dergisi, 9(10):73-84

BECERIR, B. 2002. 'Bazı Renk Terimleri ve Açıklamaları.' Tekstil Teknoloji Dergisi, 7(11):61-82.

BURKINSHAW, S.M. 1994 'Chemical Properties of Synthetic Fibre Dyeing.' University of Leeds, p.29

CUNNINGHAM, A. D. 1996. 'Identifying Critical Machinery and Dye Parameters for Successful Rapid Dyeing of Polyester.' Textile Chemist and Colourist, 28(2): 25

ETTERS, J. N. 1994. 'Sorption of Disperse Dye by PES Fibers: Boundary Layer Transitional Kinetics.' Textile Research Journal, 64(7). syf.407

HONG, J.,S.H. HONG,E.JAE,A.D.TOWNS. 2000. 'Structure-wet Fastness Relationships of Some Blue Disperse Dyes For Polyester' JSDC,116 (9): 273.

HOCKENBERGER, A. 2004. 'Tekstil Fiziği'. ALFA Yayınevi, Bursa s.43-74

MC GREGOR, R. ve ETTERS, J.N. 1979.'Transitional Kinetics In Disperse Dyeing.' Textile Chemist and Colorists, p.202

PARK, J., P.J.SMITH., 1996.'An Assesment of Variables in Wash Fastness Tests.' JSDC.112(9):237

PHILLIPS, D.,G.BEVAN,J.LLOYD,R.HALL,J.HOFFMEISTER., 1999.'The Colour Fastness of Dyed Fabrics to Activated Oxygen Bleach-Containing Detergents: An Interlaboratory Trial.' JSDC 115(8):100

YAKARTEPE M. ve Z. YAKARTEPE. 1995. T.K.A.M TEKSTİL ve KONFEKSİYON ARAŞTIRMA MERKEZİ YAYINLARI, Tekstil Ansiklopedisi, İstanbul. s.112-127

ÖZGEÇMİŞ

1980 Yılında Bursa'da doğdu. İlköğretimini Hatice İsmail Hakkı Kayan İlkokulu'nda, orta öğrenimini Mudanya Lisesi'nde yaptı. Liseyi Bursa Kız Lisesi'nde bitirdi. 1998 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2003 senesinde lisans eğitimini tamamlayıp, aynı sene içerisinde Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda lisans üstü eğitime başladı. Halen Organik Kimya A.Ş. bünyesinde Satış Mühendisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

TEŞEKKÜR

Tezimi hazırlamamda ve bitirmemde bana büyük yardımları olan, lisans eğitimimde ve iş yaşantımda kişiliğini ve davranışlarını sürekli kendime örnek aldığım değerli hocam, danışmanım Sayın Doç.Dr.Behçet BECERİR'e teşekkür ederim.

Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'ne başladığımdan beri üzerimde büyük emekleri olan, başta bölüm başkanımız Sayın Prof.Dr. Şükriye ÜLKÜ olmak üzere Sayın Prof.Dr. Halil Rifat ALPAY, Sayın Prof.Dr. Mustafa Abdülhalik İSKENDER, Sayın Prof.Dr. Pervin ANIŞ, Sayın Prof.Dr. Yusuf ULCAY ve tüm öğretim üyelerine, yardımlarından ötürü sevgili arkadaşlarım; Tekstil Yüksek Mühendisi Mahmut Ersin PAYDAK, Tekstil Yüksek Mühendisi Ahmet Bilal UYGUN ve sevgili dostum İngilizce Okutmanı Volkan KAHRAMAN'a çok teşekkür ederim.

Hem çalışma hayatı, hem de yüksek lisans eğitimini bir arada sürdürmemde beni destekleyen, iyi bir eğitim alarak yetişmemi sağlayan, bu günlere gelmemde hakkını ödeyemeyeceğim büyük emeğe sahip olan sevgili aileme çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yapılmasında bana yardım eden Organik Kimya A.Ş. Laboratuvarı çalışanları başta Şevki ALAÇATI olmak üzere, Gülsevin Gülşen'e, Organik Kimya A.Ş. Bursa Bölge Müdürü Levent ÇETMİLİOĞLU'na çok teşekkür ederim.