

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Halil İbrahim İÇÖĞLU**

**PAMUKLU DOKUNMUŞ KUMAŞLARIN REAKTİF  
BOYARMADDELERLE BOYANMASI VE UYGULAMA  
YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2006**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PAMUKLU DOKUNMUŞ KUMAŞLARIN REAKTİF  
BOYARMADDELERLE BOYANMASI VE UYGULAMA  
YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

**HALİL İBRAHİM İÇOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu Tez 24/02/2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle  
Kabul Edilmiştir.**

İmza.....

İmza.....

İmza.....

Prof.Dr.R.Tuğrul Oğulata  
DANIŞMAN

Doç.Dr.Osman Babaarslan  
ÜYE

Prof.Dr.Melih Bayramoğlu  
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No

Prof.Dr.Aziz ERTUNÇ  
Enstitü Müdürü  
İmza ve Mühür

- **Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere

**ÖZ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PAMUKLU DOKUNMUŞ KUMAŞLARIN REAKTİF BOYARMADDELERLE  
BOYANMASI VE UYGULAMA YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

Halil İbrahim İÇÖĞLU

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA**

**Yıl: 2006, Sayfa:187**

**Jüri : Prof.Dr.R.Tuğrul OĞULATA**  
**: Doç.Dr.Osman BABAARSLAN**  
**: Prof.Dr.Melih BAYRAMOĞLU**

Bu çalışmada, pamuk elyafının ve boyarmaddelerin genel özellikleri hakkında bilgiler verilmiş, renk ölçüm sistemleri ve renk haslıkları açıklanmıştır. Reaktif boyarmaddelerin bütün özellikleri detaylı olarak anlatılmıştır. Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında kullanılan tüm yöntemler ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Ayrıca bu yöntemlerin çeşitli parametrelere göre karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmada; seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile farklı sıklık, gramaj ve örgü yapısındaki 8 pamuklu dokuma kumaş, üç farklı tonda (20g/L, 60g/L, 120g/L) ve dört farklı yöntemle (pad-batch, pad-steam, pad-termozol, çektirme) boyanmıştır. Boyalı kumaş numunelerine renk ölçümü ve çeşitli haslık testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

En açık ton için çektirme ve pad-batch yöntemlerinde renk eşleşmesi görülmüştür. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda örgü yapısının, renk şiddeti üzerinde bir etkisi olmadığı görülmüştür. Ter ve ışık haslıkları üzerinde boyama yönteminin oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Çektirme yönteminde en yüksek ışık ve ter haslığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler : Reaktif Boyarmaddeler, Pamuk, Kumaş Boyama Yöntemleri.**

## **ABSTRACT**

### **MSc THESIS**

# **DYEING OF COTTON WOVEN FABRICS WITH REACTIVE DYES AND INVESTIGATION OF THE APPLICATION METHODS**

Halil İbrahim İÇOĞLU

**UNIVERSITY OF ÇUKUROVA  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING**

**Supervisor :** Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

**Year:** 2006, **Page:**187

**Jury :** Prof.Dr.R.Tuğrul OĞULATA  
: Assoc.Prof.Dr.Osman BABAARSLAN  
: Prof.Dr.Melih BAYRAMOĞLU

In this project, color measurement systems and color fastness are explained, after giving some information about general properties of cotton fiber and dyes. The whole properties of reactive dyes are given in detail. All application methods used for dyeing of cotton fabric with reactive dyes are investigated in detail. And also, these methods are compared with themselves according to various parameters.

In this MSc Thesis, 8 cotton woven fabrics which have different weave, yarn density and weight are dyed with selected vinylsulfon reactive dye at 3 different shades (20g/L, 60g/L, 120g/L) according to 4 different methods (pad-batch, pad-steam, pad-termozol, exhaust). Color fastness tests and color measurement test are applied to dyed fabrics. Some of the obtained results are given following.

The results showed that, color match was seen between exhaust and pad-batch methods at the lightest shade. It was seen that pattern weave doesn't have any influence upon the color strength at the exhaust dyeing method. It was also found that application methods have very much influence upon perspiration and light fastness. With exhaust dyeing, the highest perspiration and light fastness properties were obtained.

**Key words:** Reactive Dyes, Cotton, Fabric Dyeing Methods

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yapılmasında gerekli bütün kolaylığı gösteren ve her konuda bana destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya teőekkürü bir borç bilirim.

Boyama çalıőmalarının yapılmasında, laboratuvarlarını aan BOSSA T.A.Ő yetkililerine; personel m¼d¼r¼ Regaib Bey'e, terbiye iŐletmeleri genel m¼d¼r¼ Ahmet Aytekin'e, kimya laboratuvarı Őefi Ali G¼lay'a, laborantlar; İlker Tamkuca, Murat Mutludağ, İsmail Abik ve Haluk S¼zen'e teőekk¼r ederim. Ayrıca özel çabalarından dolayı kimya laboratuvarı formeni Abdullah Bozan'a ve değerli laborant arkadaŐım Bahtiyar PiŐkin'e çok teőekk¼r ederim.

Haslık çalışmalarında bana çok yardımcı olan T¼BİTAK Adana-¼SAM Tekstil Ölçme ve Değerlendirme Laboratuvarı merkez sorumlusu Huriser ARIK'a, arkadaŐım Mehmet Zahit Bilir'e ve b¼l¼m¼m¼z¼n değerli akademik personeline teőekk¼r ederim. Ayrıca desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Öğr. Gör. Mehmet BEBEKLİ ve Öğr. Gör. F¼sun Doba KADEM'e özel olarak teőekk¼r ederim.

Y¼ksek lisans eğitimimde bana maddi olarak destek sağlayan T¼BİTAK kurumuna ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teőekk¼r ederim.

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

Öz.....	I
Abstract.....	II
Teşekkür.....	III
İçindekiler .....	IV
Çizelgeler Dizini.....	XII
Şekiller Dizini.....	XV
Resimler Dizini.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. PAMUK ELYAFI VE GENEL ÖZELLİKLERİ.....	8
3.1. Pamuk Elyafının Kimyasal Yapısı.....	8
3.2. Pamuk Elyafının Fiziksel Özellikleri.....	11
3.3. Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri.....	12
3.3.1. Şişirici Maddelerle Reaksiyonlar.....	13
3.3.1.1. Suyun Etkisi.....	13
3.3.1.2. Sodyum Hidroksitin Etkisi.....	13
3.3.1.3. Sıvı Amonyakın Etkisi.....	14
3.3.2. Eterleşme.....	14
3.3.2.1. Buruşmazlık Dayanımı.....	14
3.3.2.2. Reaktif Boyama.....	14
3.3.2.3. Güç Tutuşurluk.....	14
3.3.2.4. Çok Fonksiyonlu Özellikler.....	16
3.3.3. Esterleşme.....	16
3.3.3.1. Asetilleme.....	16
3.3.3.2. Formaldehitsiz Buruşmazlık Dayanımı.....	16
3.3.3.3. İnorganik Asitlerin Esterleri.....	17
3.3.4. Bozunma, Zarar Görme.....	17
3.3.4.1. Yükseltgenme.....	17
3.3.4.2. Asitlerin Etkisi.....	18
3.3.4.3. Bazların Etkisi.....	18

## Sayfa No

3.3.4.4. Biyolojik Bozunma.....	19
3.3.4.5. Piroliz, Isı Etkisiyle Bozunma.....	19
3.3.4.6. UV ve Yüksek Enerji Radyasyonu.....	20
3.3.5. Enzimatik Modifikasyon .....	20
4. BOYARMADELER VE RENK KAVRAMI.....	22
4.1. Renk ve Kimyasal Yapı İlişkisi.....	22
4.2. Boyarmaddeler ve Genel Özellikleri.....	25
4.3. Boyarmaddelerin Sınıflandırılması.....	27
4.3.1. Boyarmaddelerin Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırılması.....	28
4.3.1.1. Suda Çözünen Boyarmaddeler.....	28
4.3.1.1.(1). Anyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler.....	28
4.3.1.1.(2). Katyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler.....	28
4.3.1.1.(3). Zwitter İyon Karakterli Boyarmaddeler.....	29
4.3.1.2. Suda Çözünmeyen Boyarmaddeler.....	29
4.3.1.2.(1). Substratta Çözünen Boyarmaddeler.....	29
4.3.1.2.(2).Organik Çözücülerde Çözünen Boyarmaddeler.....	29
4.3.1.2.(3). Geçici Çözünürlüğü Olan Boyarmaddeler.....	29
4.3.1.2.(4). Polikondensasyon Boyarmaddeleri.....	30
4.3.1.2.(5). Elyaf İçinde Oluşturulan Boyarmaddeler.....	30
4.3.1.2.(6). Pigmentler.....	30
4.3.2. Boyarmaddelerin Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması.....	30
4.3.3. Boyarmaddelerin Boyama Özelliklerine Göre Sınıflandırılması.....	31
4.3.3.1. Direkt Boyarmaddeler.....	32
4.3.3.2. Küp Boyarmaddeler.....	33
4.3.3.3. İnkişaf Boyarmaddeler.....	34
4.3.3.4. Asit Boyarmaddeleri.....	35
4.3.3.5. Metal Kompleks Boyarmaddeleri.....	36
4.3.3.6. Dispers Boyarmaddeler.....	37
4.3.3.7. Bazik (Katyonik) Boyarmaddeler.....	37
4.3.3.8. Pigment Boyarmaddeler.....	38

	<u>Sayfa No</u>
4.4. Renk Ölçümü ve Karşılaştırması.....	39
4.4.1. Trikromatik Kolorimetri .....	39
4.4.2. Işık Kaynağı ve Metamerizim.....	41
4.4.3. CIELAB Renk Sistemi .....	41
4.5. Renk Haslıkları.....	43
5. REAKTİF BOYARMADDELERLE PAMUĞUN BOYANMASI.....	47
5.1. Reaktif Boyarmaddelerin Gelişimi.....	47
5.2. Reaktif Boyarmaddelerin Avantaj ve Dezavantajları.....	48
5.3. Reaktif Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı.....	49
5.4. Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması.....	51
5.4.1. Reaktif Gruplara Göre Sınıflandırma.....	51
5.4.2. Kromofor Gruplara Göre Sınıflandırma.....	54
5.4.2.1. Azo Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	54
5.4.2.2. Metal Kompleks Azo Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	55
5.4.2.3. Antrakinin Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	55
5.4.2.4. Trifenodioksiazin Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	55
5.4.2.5. Formazan Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	56
5.4.2.6. Fitalosiyanın Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler.....	56
5.4.3. Elyaf ile Gerçekleşen Reaksiyona Göre Sınıflandırma.....	56
5.4.3.1. Nükleofilik Substitusyonla Reaksiyon Veren Reaktif Boyarmaddeler.....	57
5.4.3.2. Nükleofilik Adisyonla Reaksiyon Veren Reaktif Boyarmaddeler.....	57
5.5. Reaktif Boyarmaddelerde Reaktivite ve Substantivite.....	58
5.6. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğun Boyanmasında Temel Kavramlar..	60
5.6.1. Hidroliz ve Reaktivite.....	61
5.6.2. Substantivite.....	62
5.6.3. Difüzyon Oranı.....	63
5.6.4. Çekim ve Fiske Dereceleri.....	64



## Sayfa No

5.6.5. Elyaf-Boyarmadde Arasındaki Bağın Dayanıklılığı.....	64
5.6.6. Bazık Ortamın Gerekliliği.....	65
5.6.7. Boyanacak Mamulün Gereklı Özellikleri.....	66
5.6.7.1. Yakma İşlemi.....	66
5.6.7.2. Haşıl Sökme İşlemi.....	67
5.6.7.3. Ağartma İşlemi.....	67
5.6.7.4. Merserizasyon İşlemi.....	67
5.7. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğa Uygulanan Boyama Yöntemleri.....	67
5.7.1. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Yöntemine Göre Boyama...68	
5.7.1.1. Çektirme Yöntemine Göre Boyamanın Avantaj ve Dezavantajları.....	69
5.7.1.2. Boyarmadde Seçimi.....	70
5.7.1.3. Sıcaklık ve pH'ın Ayarlanması.....	71
5.7.1.4. Tuz ve Yardımcı Maddelerin İlavesi.....	71
5.7.1.5. Ard Yıkama İşlemleri.....	72
5.7.1.6. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Makinelerinde Pamuklu Kumaşın Boyanması.....	72
5.7.1.6.(1). Reaktif Boyarmaddelerle Jiggerde Boyama....	73
5.7.1.6.(2). Reaktif Boyarmaddelerle Haspelde Boyama...74	
5.7.1.6.(3). Reaktif Boyarmaddelerle Overflow ve Jette Boyama.....	76
5.7.2. Reaktif Boyarmaddelerle Emdirme Yöntemine Göre Boyama...76	
5.7.2.1. Emdirme Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları....	78
5.7.2.2. Boyarmadde Seçimi.....	79
5.7.2.3. Üre ve Alkali İlavesi.....	79
5.7.2.4. Flotte Oranı ve Fiksaj Süresi.....	79
5.7.2.5. Reaktif Boyarmaddeler İçin Kullanılan Emdirme Yöntemleri.....	80
5.7.2.6. Pad-Batch Yöntemine Göre Boyama.....	82
5.7.2.6.(1). Pad-Batch Yönteminde İşlem Akışı.....	82

5.7.2.6.(2). Pad-Batch Yönteminde Kalite ve Proses Parametreleri.....	84
5.7.2.6.(2).(a). Bekletme Süresinin Etkisi.....	84
5.7.2.6.(2).(b). Flotte Sıcaklığının Etkisi.....	85
5.7.2.6.(3). Pad-Batch Yönteminin Avantajları.....	86
5.7.2.7. Pad-Roll Yöntemine Göre Boyama.....	86
5.7.2.7.(1). Pad-Roll Yönteminde İşlem Akışı.....	87
5.7.2.8. Pad-Jig Yöntemine Göre Boyama.....	88
5.7.2.8.(1). Pad-Jig Yönteminde İşlem Akışı.....	88
5.7.2.9. Pad Steam Yöntemine Göre Boyama.....	89
5.7.2.9.(1). Pad Steam Yönteminde İşlem Akışı.....	90
5.7.2.9.(2). Pad Steam Yönteminde Önemli Parametreler..	91
5.7.2.10. Pad Dry Yöntemine Göre Boyama.....	92
5.7.2.10.(1). Pad Dry Yönteminde İşlem Akışı.....	92
5.7.2.10.(2). Pad Dry Yönteminde Önemli Parametreler...	93
5.7.2.11. Termofiksaj Yöntemine Göre Boyama.....	95
5.7.2.11.(1). Termofiksaj Yönteminde İşlem Akışı.....	95
5.7.2.11.(2). Termofiksaj Yönteminde Önemli Parametreler.....	96
5.7.2.12. Yaş Fiksaj Yöntemine Göre Boyama.....	97
5.7.3. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuklu Kumaşlara Uygulanan Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	97
5.7.3.1. Boyarmadde Verimi.....	98
5.7.3.2. Su Tüketimi.....	98
5.7.3.3. Kimyasal Madde Tüketimi.....	99
5.7.3.4. Atık Su Miktarı.....	99
5.7.3.5. Enerji Tüketimi.....	100
5.7.3.6. Uygulamanın Kolaylığı-Zorluğu.....	101
5.7.3.7. Boyama Süresi.....	101
5.7.3.8. Haslık Özellikleri.....	102

	<b><u>Sayfa No</u></b>
5.7.3.9. Yatırım ve Kullanım Maliyetleri.....	102
5.7.3.10. Uygulama Alanları.....	103
5.7.4. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğun Boyanmasında Özel Uygulamalar ve Gelişmeler.....	104
6. MATERYAL VE METOD.....	106
6.1. Materyal.....	106
6.1.1. Pamuklu Dokuma Kumaşlar.....	106
6.1.2. Boyarmadde ve Kimyasallar.....	108
6.1.3. Cihazlar .....	109
6.2. Metot.....	113
6.2.1. Ön Terbiye İşlemleri.....	113
6.2.1.1. Ağartma İşlemi.....	113
6.2.1.2. Yıkama İşlemi.....	113
6.2.1.3. Kurutma İşlemi.....	114
6.2.1.4. Yakma İşlemi.....	114
6.2.1.5. Merserizasyon.....	114
6.2.1.6. Kurutma .....	114
6.2.2. Boyama Uygulamaları.....	114
6.2.2.1. Pad Batch Yöntemi.....	115
6.2.2.2. Pad-Termofiksaj Yöntemi.....	116
6.2.2.3. Pad-Steam Yöntemi.....	117
6.2.2.4. Çektirme Yöntemi.....	117
6.2.3. Renk Ölçümü.....	119
6.2.4. Haslık Testleri.....	119
6.2.4.1. Işık Haslığı Testi.....	119
6.2.4.2. Yıkama Haslığı Testi.....	119
6.2.4.3. Sürtünme Haslığı Testi.....	120
6.2.4.4. Ter Haslığı Testi.....	120
7. DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	121
7.1. Renk Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	121

**Sayfa No**

7.1.1. Kumaşların Renk Koordinatları.....	121
7.1.2. Renk Ölçümlerinin Karşılaştırılması.....	122
7.1.2.1. Her Kumaş İçin Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	122
7.1.2.2. A1 A2 A3 ve A4 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması.....	131
7.1.2.3. A6 ve A8 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması.....	136
7.1.2.4. A4 ve A7 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması.....	138
7.2. Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	140
7.2.1. Işık Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	140
7.2.1.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	140
7.2.1.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları..	142
7.2.1.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	143
7.2.1.4. Çektirme Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	144
7.2.1.5. Uygulanan Yöntemlerin Işık Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	145
7.2.2. Sürtünme Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	146
7.2.2.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları..	146
7.2.2.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları.....	148
7.2.2.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları.	149
7.2.2.4. Çektirme Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları...	150
7.2.2.5. Uygulanan Yöntemlerin Sürtünme Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	151
7.2.3. Yıkama Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	152
7.2.3.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları....	152
7.2.3.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	154
7.2.3.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları...	155

**Sayfa No**

7.2.3.4. Çektirme Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	156
7.2.3.5. Uygulanan Yöntemlerin Yıkama Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	157
7.2.4. Ter Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	158
7.2.4.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları.....	158
7.2.4.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları..	161
7.2.4.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları.....	164
7.2.4.4. Çektirme Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları.....	167
7.2.4.5. Uygulanan Yöntemlerin Ter Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	170
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	172
Kaynaklar.....	175
Özgeçmiş.....	178
Ekler.....	179

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## Sayfa No

Çizelge 3.1. Tipik Pamuk Liflerinin Kompozisyonu.....	9
Çizelge 3.2. Pamukta Bulunan Metaller.....	10
Çizelge 4.1. Genel Uygulama Alanlarına Göre Her Bir Kimyasal Sınıfın Dağılım Yüzdeleri.....	31
Çizelge 5.1. Farklı Reaktif Gruba Sahip Trifenodioksiazin Boyarmadde Örnekleri.....	55
Çizelge 5.2. Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Emdirme Yöntemine Göre Boyama Metotları.....	81
Çizelge 5.3. Emdirme Metotlarının Uygun Oldukları Kumaş Formları.....	81
Çizelge 6.1. A1 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	106
Çizelge 6.2. A2 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	106
Çizelge 6.3. A3 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	107
Çizelge 6.4. A4 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	107
Çizelge 6.5. A5 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	107
Çizelge 6.6. A6 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	108
Çizelge 6.7. A7 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	108
Çizelge 6.8. A8 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri.....	108
Çizelge 6.9. Kumaşların Fularddan Geçiş Hızları ve Uygulanan Val Basınçları...	115
Çizelge 6.10. Pad-Batch Boyama Reçetesi.....	115
Çizelge 6.11. Pad-Termofiksaj Boyama Reçetesi.....	116
Çizelge 6.12. Pad-Steam Boyama Reçetesi.....	117
Çizelge 6.13. Çektirme Yönteminde Kullanılan Boyama Reçetesi.....	118
Çizelge 7.1. A1 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	123
Çizelge 7.2. A2 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	124
Çizelge 7.3. A3 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	125
Çizelge 7.4. A4 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	126
Çizelge 7.5. A5 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	127
Çizelge 7.6. A6 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması.....	128
Çizelge 7.7. A7 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	129

Çizelge 7.8. A8 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması .....	130
Çizelge 7.9. A1, A2, A3 ve A4 Numaralı Kumaşların Bazı Özellikleri.....	131
Çizelge 7.10. Pad-Batch Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4'ün Karşılaştırılması.....	132
Çizelge 7.11. Pad-Steam Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4'ün Karşılaştırılması.....	133
Çizelge 7.12. Pad-Termofiksaj Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4'ün Karşılaştırılması.....	134
Çizelge 7.13. Çektirme Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4'ün Karşılaştırılması.	135
Çizelge 7.14. A6 ve A8'in Renk Karşılaştırmaları .....	137
Çizelge 7.15. A4 ve A7'in Renk Karşılaştırmaları .....	139
Çizelge 7.16. Pad-Batch Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	141
Çizelge 7.17. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	142
Çizelge 7.18. Pad-Steam Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	143
Çizelge 7.19. Çektirme Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları.....	144
Çizelge 7.20. Uygulanan Dört Yöntemin Ortalama Işık Haslığı Sonuçları.....	145
Çizelge 7.21. Pad-Batch Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları.....	147
Çizelge 7.22. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları.	148
Çizelge 7.23. Pad-Steam Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları.....	149
Çizelge 7.24. Çektirme Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları.....	151
Çizelge 7.25. Uygulanan Dört Yöntemin Ortalama Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları.....	152
Çizelge 7.26. Pad-Batch Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	153
Çizelge 7.27. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	154
Çizelge 7.28. Pad-Steam Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	155
Çizelge 7.29. Çektirme Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları.....	157
Çizelge 7.30. Pad-Batch Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları.....	158
Çizelge 7.31. Pad-Batch Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları.....	160
Çizelge 7.32. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları.....	162
Çizelge 7.33. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları.....	163

**Sayfa No**

Çizelge 7.34. Pad-Steam Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları.....	164
Çizelge 7.35. Pad-Steam Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları.....	166
Çizelge 7.36. Çektirme Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları.....	168
Çizelge 7.37. Çektirme Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları.....	169



## **RESİMLER DİZİNİ**

## **Sayfa No**

Resim 6.1. Yatay Fulard (Werner Mathis).....	109
Resim 6.2. IR Kurutucu (Werner Mathis).....	109
Resim 6.3. Pad-Steam Makinesi (Werner Mathis) .....	110
Resim 6.4. Kondanse Makinesi (Werner Mathis) .....	111
Resim 6.5. HT Numune Boyama Makinesi (Werner Mathis) .....	112
Resim 6.6. Renk Ölçüm Ünitesi (Datacolor).....	112

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa No

Şekil 3.1. Selülozun Kimyasal Yapısı .....	8
Şekil 3.2. Selülozdaki Serbest OH Grupları .....	12
Şekil 3.3. Selülazın Kopardığı Selülozdaki Glikosidik Bağlar.....	20
Şekil 4.1. CIE Standart Işıkları .....	41
Şekil 4.2. CIELAB Renk Uzayı.....	43
Şekil 4.3. Multifiber Refakat Bezi Örneği.....	46
Şekil 5.1. Reaktif Boyarmaddenin Şematik Yapısı .....	49
Şekil 5.2. Diklorotriazin Yapısı.....	51
Şekil 5.3. Haloprimidin Yapısı .....	52
Şekil 5.4. Çift Monoklorotriazin Grubu.....	53
Şekil 5.5. Çeşitli Reaktif Boyarmaddelerin Selüloza Karşı Reaktifliği.....	59
Şekil 5.6. Klasik Jigger Boyama Makinesinde Şematik İşlem Prensibi.....	73
Şekil 5.7. Tipik Bir Yatay Fulard Yapısı.....	77
Şekil 5.8. Pad-Batch Yöntemine Göre İşlem Akışı .....	83
Şekil 5.9. Pad-Roll Tesisinde Şematik İşlem Basamakları .....	87
Şekil 5.10. Pad-Jig Tesisinde Şematik İşlem Basamakları .....	89
Şekil 5.11. Tek Banyolu Ara Kurutmalı Pad-Steam Yöntemi .....	91
Şekil 5.12. Pad-Dry Yöntemi Ön Kurutmalı İşlem Basamakları.....	93
Şekil 5.13. Termofiksaj Yönteminde İşlem Basamakları.....	95
Şekil 5.14. Çeşitli Boyama Yöntemlerinde Kısmi ve Toplam Maliyetlerin Karşılaştırılması.....	103
Şekil 6.1. Çektirme Yöntemi Boyama Programı.....	118

## 1. GİRİŞ

Tekstil endüstrisinde üretilen mamullerin kullanım özellikleri ve albenisi açısından en çok öneme sahip bölüm, terbiye bölümüdür. Tekstil terbiyesi; değişik formdaki tekstil materyalinin renklendirme öncesi hazırlık işlemleri, renklendirme işlemleri ve çeşitli kullanım özelliklerinin kazandırıldığı bitim işlemleri olmak üzere üç farklı aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalardan renklendirme, özellikle giysilik kumaşlar ve ev tekstili ürünleri gibi yüksek moda içeriğine sahip tekstil ürünlerinin ticari başarısında çok önemli bir anahtar faktördür. Renklendirme denilince akla boyama ve baskı işlemleri gelmektedir. Ancak boyama işlemleri daha yaygın olarak görülmektedir.

Dünya tekstil endüstrisinde en yüksek kullanım oranına sahip elyaf pamuk elyafıdır. Reaktif, küp, direkt, kükürt ve azoik boyarmaddeler, pamuk elyafının boyanmasında kullanılabilen boyarmaddelerdir. Sahip oldukları özelliklerden dolayı reaktif boyarmaddeler; pamuklu ürünlerin boyanmasında yaygın olarak kullanılan temel boyarmadde sınıfıdır.

Reaktif boyarmaddeler, diğer boyarmaddelerden farklı olarak lif makromolekülleriyle reaksiyona girebilmekte ve elyafa kovalent bağ ile bağlanabilmektedirler. Reaktif boyarmaddelerin renk serisi tamdır ve renkler çok parlaktır. Ayrıca reaktif boyarmaddelerin soğukta boyayabilmeleri büyük enerji tasarrufu sağladığından, bu sınıf boyarmaddeler çok kısa zamanda hızla gelişmiştir. Boyarmadde üreticisi firmalar tarafından farklı reaktif gruplara sahip, mono-, bi- ve polifonksiyonel yapıda olan, geniş bir reaktivite ve substantivite aralığına sahip reaktif boyarmaddeler geliştirilmiştir.

Bu geniş aralıktaki özelliklere sahip reaktif boyarmaddelerin geliştirilmesi, tekstil materyallerine farklı şekillerde aktarılmasını da gündeme getirmiştir. Bugün pamuklu kumaşlar için kullanılan reaktif boyarmaddeler, emdirme ve çektirme yöntemine göre değişik şekillerde uygulanmaktadır. Dokuma kumaşlar için kullanılan emdirme makineleri örme mamuller için uygun değildir. Örme mamullerle tüm emdirme yöntemlerine göre çalışılmamaktadır. Örme mamuller için farklı konstrüksiyonda bazı emdirme makineleri geliştirilmiştir.

Bazı reaktif boyarmaddeler sadece emdirme yöntemine uygunken, bazı reaktif boyarmaddeler çektirme yöntemine uygundur. Bazı reaktif boyarmaddeler ise, hem emdirme hem de çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda rahatlıkla kullanılabilir. Boyamalarda ekonomiklik ve istenen haslık özelliklerinin sağlanmasının ön planda olduğu dikkate alındığında, tüm yöntemlere uygun reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasında hangi yöntemin seçilmesi gerekliliği büyük önem arz etmektedir.

Bu noktadan hareketle yapılan tez çalışmasında; pamuklu dokuma kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında en çok kullanılan dört boyama yönteminin (çektirme, pad-batch, pad-steam ve pad-termofiksaj), emdirme ve çektirme prensiplerinin ikisine de uygun olan seçilmiş vinilsülfon esaslı bir reaktif boyarmadde baz alınarak, renk ölçümleri ve piyasada sık uygulanan haslık testleri üzerinden karşılaştırılması yapılmıştır. Uygulama şekilleri laboratuvar şartlarında boyarmadde üreticisi firmaların teknik verilerine göre deneysel çalışmalar yapılarak araştırılmıştır. Elde edilen boyalı kumaşların haslık testleri (ışık, ter, yıkama, yaş sürtünme) TSE standartları ve ISO standartlarına göre belirlenmiştir. Yapılan deneysel çalışmada farklı örgü yapısı, gramaj ve sıklıktaki kumaşlar seçilerek bu parametrelerin renk şiddeti üzerindeki etkilerine de bakılmıştır.

Yapılan tez çalışmasında ayrıca ikinci bölümde reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanması üzerinde yapılan birçok çalışma kısaca anlatılmıştır. Üçüncü bölümde pamuk elyafının genel yapısı ve kullanım oranları verildikten sonra kimyasal özellikleri üzerinde detaylı olarak durulmuştur. Dördüncü bölümde renk kavramı, boyarmaddelerin yapıları ve sınıflandırılması anlatıldıktan sonra kolorimetri ve renk haslıkları konuları açıklanmıştır. Beşinci bölümde reaktif boyarmaddelerin yapıları, özellikleri, sınıflandırılmaları konuları detaylı olarak incelendikten sonra pamuklu kumaşlara için uygulanan tüm yöntemler ayrı ayrı ele alınmıştır. Beşinci bölümün son kısmında ise bu yöntemler önemli parametreler baz alınarak karşılaştırılmış ve yeni teknikler hakkında kısa bilgi verilmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanmasındaki zayıf noktaları gidermek için birçok çalışma yapılmaktadır. Pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanması üzerine yapılan çalışmalar, özellikle en ekonomik ve yeterli haslık özelliklerine sahip boyamanın gerçekleştirilmesi üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Bu amaçla; etkili kromoforların geliştirilmesi üzerinde, tuz yüklemesi ve atık suların renginin alınıp tekrar kullanılması üzerinde, bifonksiyonel ve polifonksiyonel reaktif boyarmaddelerin geliştirilmesi üzerinde ve farklı ortamlarda boyamaların gerçekleştirilmesi konusunda (Ultrasonik enerjinin kullanılması, süperkritik karbondioksit ortamında boyama) çalışmalar yapılmaktadır.

Boyama yöntemleri açısından bakıldığında, emdirme yöntemlerinde ekonomiklik ön plandadır. Pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddelerle boyanmasında üzerinde durulan bir diğer alternatif konu da pamuğun modifiye edilip daha sonra boyanmasıdır. Modifiye işlemi ile boyarmaddenin fiksaj yüzdesi arttırılmaktadır.

Aşağıda pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddelerle boyanması konusunda yapılan bazı çalışmalar kısaca anlatılmıştır.

Leblanc, M. A. (1987) ; pamuklu kumaşların iki banyolu yöntemine göre (pad-dry pad-steam) reaktif boyarmaddelerle boyanmasında, iki banyo arasındaki kurutma yerine vakumlu emme tertibatı kullanmıştır. Buharlama öncesi yapılan vakum işlemi ile özellikle yüksek afiniteye sahip boyarmaddelerde fikse oranının normal yöntemden daha çok olduğunu göstermiştir.

Kanık, M. (1988) ; pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle pad-batch yöntemine göre boyanmasında, folye içinde bekletme ile vakumlu ortamda bekleme işlemlerini karşılaştırmıştır. Her iki yöntemin de birbirine yakın sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Lewis, M. D. ve Lei, X. (1989) ; selülozik liflerin kimyasal modifikasyonu ile mevcut reaktif boyanma özelliklerinin geliştirilebileceğini göstermişlerdir. Bunun için pamuklu bir kumaşı poyamid-epiklorhidrin reçinesiyle ön işleme tabi tutarak ardından reaktif boyarmaddeyle boyamışlardır. Deneyler sonunda modifiye işlem

görmüş kumaş ile görmemiş kumaşların renk değerleri, ışık haslıkları ve fiske değerlerini karşılaştırmışlar ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Smith, C. B. ve Thakore, K. A. (1991) ; reaktif boyarmadde banyolarına ultrasonik enerjinin etkilerini incelemişlerdir. Vinilsülfon esaslı bir reaktif boyarmaddenin ultrasonik enerji altında hidrolize olma durumunu araştırmışlardır. Homojen sistemlerde olumlu sonuç elde etmişlerdir. Süre, sıcaklık ve kimyevi kullanımı konusunda ultrasonik sistemlerin konvansiyonel sistemlere göre oldukça farklı olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Imada, K., Harada, N. ve Yoshida, T. (1992) ; özellikle pamuklu örme kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında optimizasyon çalışmaları yapmışlardır. Boyama süresi, boyama dengesi (birincil ve ikincil çekme), boyarmadde tipi ve eklenen yardımcı kimyasallar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. pH kontrolü ile yardımcı kimyasal eklenmesiyle her reaktif boyarmadde için optimum bir çekim ve fiske gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Böylelikle kazanılan avantajların; kısa boyama süresi, yüksek renk tekrarlanabilirliği olduğunu ortaya koymuşlardır.

Keqiang, C., Hubei, W., Perkins, W. S. ve Reed, I. E. (1994) ; pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında kullanılan boyama banyolarının, boyama işleminden sonra ozonlanarak tekrar kullanılması üzerinde çalışmışlardır. Üç ana renk ve ayrıca bunların bir kombinasyonu ile boyamaları gerçekleştirmişler ve boyama sonrası oluşan atık flotteleri karıştırıp filtremişlerdir. Daha sonra atık flotte içindeki boyarmaddeleri ozonla çöktürmüşlerdir. Elde edilen ozonlanmış flotteden %90 alınmış, %10 taze musluk suyuyla birleştirilmiş ve kimyasal olarak sadece %10 oranında tuz eklenmiştir. Bu flotteyi tekrar boyama işleminde kullanmışlar ve bu olayı ard arda 5 kere tekrar etmişlerdir. Çalışma sonucunda yapılan karşılaştırmalarda renk tekrarlanması mükemmel çıkmış ve birbirine çok yakın sonuçlar elde etmişlerdir.

Isıyel, H. (1997) ; pamuklu örme kumaşların reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyanmasında tuz ve soda derişimleri ile boyama sıcaklığının boyama kuvvetine etkisini incelemiştir. Çalışmasının sonucunda tuz ve soda derişimlerinin artmasının boya kuvvetini arttırdığını ortaya koymuştur.

Sayal, V. (1998) ; pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanması sonucu oluşan atık flotteyi yeniden değerlendirme yoluna gitmiştir. Bunun için üç ana renkte ve bu üç rengin bir kombinasyonu ile 4 boyama flottesi hazırlayıp boyamalar yapmıştır. Daha sonra atık flottelerin hepsini karıştırıp, demir iyonlu hidrojen peroksit ile boyarmaddeleri flotteteden uzaklaştırmış, pH'ı azaltmak için bir miktar asit haricinde hiçbir kimyevi kullanmadan %100 yenilenmiş bu flotteyle tekrar boyamalar gerçekleştirmiştir. Bunu da arka arkaya üç kez tekrarlamıştır. Renk tekrarlanabilirliğinin koyu tonlarda oldukça iyi çıktığını göstermiştir. Bu yöntemin kimyevi kullanımı ve enerji tüketimi yönünden oldukça ekonomik olduğunu göstermiştir.

Shamey, M. R. ve Nobbs, J. H. (1999) ; pamuk ipliklerinin bobin formunda reaktif boyarmaddelerle boyanmasında bilgisayar kontrollü bir makine tasarlamışlardır. Böylece boyama banyosu sıcaklığı, basıncı, flotte akış oranı ve yönü, pH ve flottedeki boyarmadde konsantrasyonu gibi parametrelerin hem ekranda gösterilmesini hem de otomatik kontrol edilmesini sağlamışlardır.

Yang, Y. ve Li S. (2000) ; polyester/pamuk karışımı kumaşların dispers/reaktif boyarmaddelerle tek banyo yöntemine göre boyanmasında, yüksek sıcaklıkta bir alkali işlemi geliştirmişleridir. İşlemin temelinde bazik ortamda boyama özelliği gösterebilen bir dispers boyarmadde ve yüksek sıcaklığa dayanıklı bir reaktif boyarmadde seçimi olduğunu belirtmişlerdir. Boyamaya etki eden tüm şartları (pH, sıcaklık, boyama süresi, baziklik, tuz, konsantrasyonlar ve boyarmadde yapıları) incelemişlerdir. Bu işlem sayesinde zamandan kazanç, enerji ve su tüketiminin azaltılması arıtmada kullanılan kimyevilerden kazanç sağlandığını göstermişlerdir. Bu işlemin konvansiyonel sisteme göre tek dezavantajının ise daha az boyarmadde alımının görülmesidir.

Hauser, P. J. (2000) ; pamuk boyamasında kirlilik ve enerji gereksinimini azaltıcı yeni bir proses geliştirmiştir. Bu modifiye prosesiyle pamuk elyafındaki kovalent bağ yapabilen katyonik boyarmadde alanlarını arttırmıştır. Modifikasyon işlemi için 2,3-epoksipropil trimetil amonyum klorid bileşimini kullanmıştır. Deneyinde pamuklu örme kumaşlar kullanmış ve reaktif ve direkt boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyamalar yapmıştır. Daha sonra işlem süresi, renk

haslıkları, gerekli enerji miktarı ve atık seviyesi yönünden karşılaştırma yapmış ve olumlu sonuçlar elde etmiştir.

Yumuşak, N. (2001) ; reaktif ve dispers boyarmaddelerle boyanmış materyallerin renk haslıklarının iyileştirilmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. Nikelklorür, baryumsülfat ve baryumklorür gibi kimyasallar kullanarak pamuk ve pamuk/polyester kumaşlar üzerinde boyama deneyleri yapıp haslıklardaki değişimi karşılaştırmıştır.

Eren, H. A. ve Anış, P. (2003) ; tek adımda boyanmış polyester/pamuk karışımı kumaşların renk haslıklarının geliştirilmesi için 6 değişik ard yıkama işlemleri uygulamışlar ve haslıkları kontrol etmişlerdir. Redüktif yıkamanın çıkarılmasının tek adımlı boyama yönteminde, koyu tonlarda haslıkların düşük çıkmasına neden olduğunu ve bunun da oksidatif yıkama ile çözülebileceğini göstermişlerdir.

Eren, H. A. ve Anış, P. (2004) ; polyester/pamuk karışımlarının tek adımlı alkali boyama yönteminde boyarmadde seçimini incelemişlerdir. Pamuk için reaktif boyarmadde olarak mononikotinat triazin (MNT) esaslı boyarmaddelerin, yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve nötr ortamda boyayabilen özellik göstermesi sebebiyle, tek adımlı boyama yöntemi için en uygun boyarmaddeler olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca reaktifliği daha az olan reaktif boyarmaddelerin, bu yöntem için daha uygun olduğunu açıklamışlardır.

Maeda, S., Kunitou, K., Hihara T. ve Mishima, K. (2004) ; polyester/pamuk esaslı kumaşları dispers/reaktif boyarmaddelerle tek banyo yöntemine göre süperkritik karbondioksit ortamında boyamışlar ve konvansiyonel termofiksaj yöntemiyle sonuçları karşılaştırmışlardır. İyi renk şiddeti ve yıkama haslıkları elde etmişlerdir. Renk haslıklarının termofiksaj yöntemine göre oldukça yüksek çıktığına dikkat çekmiştir.

Ahmed, N. S. E. (2005) ; pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyanmasında kullanılan inorganik tuz sodyum sülfat yerine bir organik tuz olan sodyum edat kullanılmasını incelemiştir. Çalışmasında pamuklu kumaşları hem sodyum sülfat hem de sodyum edat ile farklı boyama parametrelerinde boyamış ve renk şiddetleri ile haslıkları kontrol etmiştir.



Çalışmasının sonucunda sodyum edat tuzunun boyarmadde alımı ve fiksajı konusunda iyi bir potansiyeli olduğunu kanıtlamıştır.

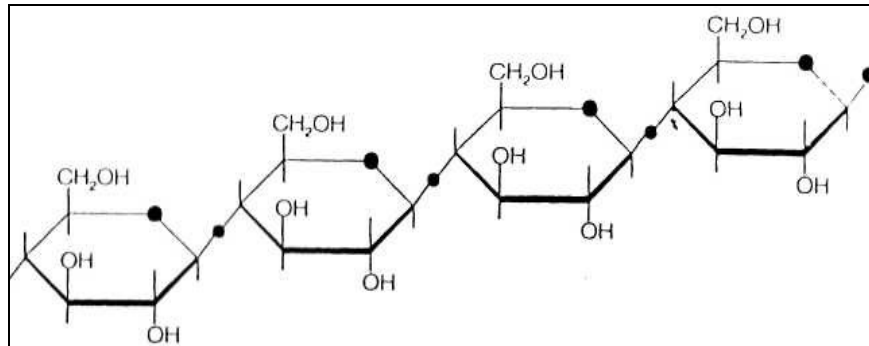
### 3. PAMUK ELYAFI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Dünyadaki tüm tekstil lifleri içinde çok büyük öneme sahip olan pamuk elyafı, sahip olduğu özelliklerden dolayı özellikle giyim malzemesi olarak asırlardır değerini korumayı bilmiştir. Pamuk bitkisinden üretilen pamuk elyafı, tek hücreli tohum liflerindedir. Pamuk, Gossypium ailesine mensup pamuk bitkisinin tohumuna bağlı olarak bulunan doğal bir tohum elyafıdır. Pamuk, esas kimyasal yapısı selüloz olan en önemli bitkisel lifdir. 5000 yılı aşkın bir süredir dünyada en yaygın kullanılan elyafıdır (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

Pamuk üretimi, 2005 yılı itibariyle yaklaşık 26 milyon tondur. Genel olarak bakıldığında 1980-2003 yılları arasında dünya pamuk tüketimi yıllık %1,6 artarken, toplam lif tüketimi yıllık %2,6 artmıştır. 2000 yılı itibariyle, dünya pamuk tüketim miktarı tüm lifler içinde yaklaşık %40'lık bir paya sahiptir. Bu rakamlar pamuk elyafının önemini açıkça ortaya koymaktadır (MacDonald ve Vollrath, 2005; Townsend, 2005).

#### 3.1 Pamuk Elyafının Kimyasal Yapısı

Çırçırılama ve mekanik temizlemeden sonra, ham pamuk elyafı yaklaşık %95 oranında selüloz içermektedir. Selülozun kimyasal yapısı Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Selülozun Kimyasal Yapısı (Lewin, 1998)

Pamuk elyafı bünyesindeki selüloz harici bileşenlerin büyük bir kısmı, primer duvarda ve etrafında bulunmaktadır. Çizelge 3.1’de tipik bir pamuk elyafının kompozisyonu verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tipik Pamuk Liflerinin Kompozisyonu ( Lewin,1998)

Bileşenler	(Kuru ağırlığın %'si)	
	Genel	Değişim Aralığı
Selüloz	95,0	88,0-96,0
Protein	1,3	1,1-1,9
Pektik Maddeler	1,2	0,7-1,2
Kül	1,2	0,7-1,6
Yağ	0,6	0,4-1,0
Toplam Şeker	0,3	0,1-1
Pigment	Eser Mik.	
Diğerleri	1,4	

Terbiye işlemlerinden sonra, pamuk üzerinde bulunan bu selüloz harici maddeler uzaklaştırılır ve pamuk elyafındaki selüloz oranı yaklaşık %99’a çıkar. Çizelge 3.1’de gösterilen selülozik olmayan bileşenler; azot içerikli bileşikler (Protein), yağlar, pektik maddeler, organik asitler, şekerler ve inorganik tuz üreten kül şeklindedir. Pigmentler ise çok düşük miktarlarda bileşen olarak pamuk yapısında görülmektedir. Bu bileşenlerin miktarlarını etkileyen ana parametreler şu şekilde sıralanabilir:

1. Toprak yapısı,
2. İklim yapısı ve hava koşulları,
3. Zirai uygulamalar,
4. Pamuk cinsi

Selüloz harici maddeler çeşitli kimyasallarla pamuktan uzaklaştırılabilirler. Bu maddelerin tamamına yakını, seyreltik sodyum hidroksit çözeltisiyle pamuğun kaynatılması ve daha sonra yıkanması sonucu uzaklaştırılır.

Azot içerikli bileşikler, diğer selülozik olmayan bileşenler içinde en fazla orana (%1-2) sahiptir. Ön terbiye işlemi görmüş pamuktaki nitrojen içerikli protein oranı yaklaşık %0,22 oranındadır. Pamuk elyafı ve primer duvarı hem protein ve serbest aminoasit hem de protein olmayan azot içermektedir. Tespit edilen serbest amino

asitler şunlardır: glutamik asit, aspartik asit, valin, serin ve treonin. Pamuk yağı (%0,4-1,0), elyafın primer duvarında yer almaktadır. Pamuk yüzeyi arttıkça ve lif incelidikçe yağ miktarı artmaktadır. Yağ, pamuk elyafından düzgün iplik eğrilmesi için gerekli yağlayıcı görevini görmektedir. Fakat pamuk yağı aynı zamanda pamuğun mukavemetini azaltmaktadır. Pamukta bulunan şekerler; bitkisel şekerler ve böceklerden kaynaklı şekerler olmak üzere iki tipte bulunurlar. Bitkisel şekerler çoğunlukla monosakkaritler, glikoz ve fruktoz olarak, az miktarda da disakkarit olarak bulunmaktadır. Pektik maddeler büyük oranda primer duvarda bulunmakta olup, elyafın kuru ağırlığının %0,7-1,2'sini oluşturur. Ham elyaftaki organik asitler, çoğunlukla malik asid (%0,5) ve sitrik asittir(%0,07). İnorganik tuzlar (fosfatlar, karbonatlar ve oksitler) ve organik asitlerin tuzları, kül olarak %1,2 oranında verilmiştir (Lewin,1998).

Pamukta bulunan metaller, özellikle iplik üretimi, kasar ve boyama gibi terbiye işlemlerinde problemlere yol açtığından, büyük dikkat gerektiren bileşenlerdir. Ca, P, S, K ve Fe bitkiye ait metallerdir; Mg, Al, Si, Fe, Cr, Se, Hg, Ni, Cu, K ve Ca topraktan gelen metallerdir. Lewin (1998)'in bildirdiğine göre Brushwood ve Perkins(1994) çeşitli bölgelerde pamuk elyafının metal içeriğini araştırmışlar ve pamuktaki hangi metallerin ne kadar bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çizelge 3.2'de pamuktaki metal içeriği verilmiştir.

Çizelge 3.2. Pamukta Bulunan Metaller (Brushwood ve Perkins,1994: Lewin,1998'den)

<b>Metal</b>	<b>ppm</b>
Potasyum	2000-6500
Magnezyum	400-1200
Kalsiyum	400-1200
Sodyum	100-300
Demir	30-90
Mangan	1-10
Bakır	1-10
Çinko	1-10
Arsenik	<1
Fosfor	180-1000

Pamukta bulunan metaller, örmede ve rotor iplik üretiminde sürtünme problemlerine neden olurlar. Peroksit ağartmaları magnezyum tuzlarından etkilenir. Ayrıca demir ve bakır üniform olmayan bir ağartmaya neden olurlar. Çözülmeyen kalsiyum ve magnezyum tuzları boyamaya tesir ederler. Bakır metali ise bitmiş denim kumaşların sarılığını arttırmaktadır. Demir metali elyafın, boyamayı etkileyen kalıcı pembe veya kahverengi olmasına neden olabilmektedir. Tekstil atık sularında en çok ilgilenilen metaller bakır ve çinkodur. Bu metaller pamuk elyafında çok düşük miktarlarda olduğunda atık sularda problem teşkil etmemektedir. Metaller, uygun yıkama ve ağartma işlemleriyle pamuktan uzaklaştırılır ve renklendirmede doğacak problemler önlenmiş olur.

### **3.2. Pamuk Elyafının Fiziksel Özellikleri**

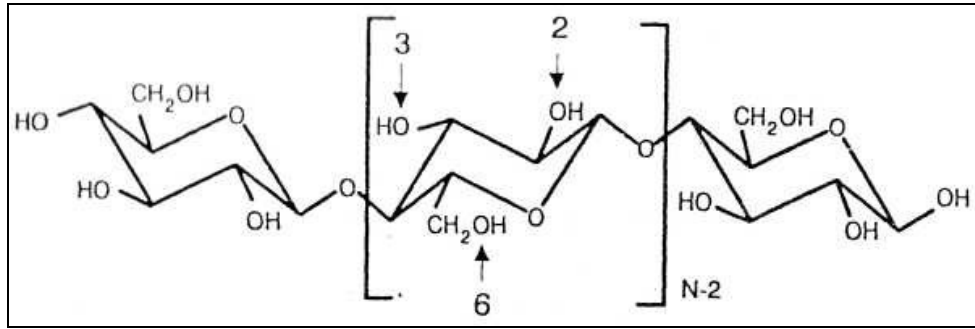
Mikroskopla bakıldığında; yassı, bükümlü hortum veya şeride benzer bir yapısı vardır. Bükümler yüzeye düzgünsüz görünüm verirler. Kesiti böbrek veya fasulye şeklindedir. Lümen denilen bir merkezi kanal vardır. Elyafın boyu 1 cm'den 6 cm'ye kadar olabilir. 1 cm'den kısa olanlar linterdir. 1-2,5 cm arası kısa kesikli lifler, 2,5-3,5 cm arası orta kesikli lifler ve 3,5 cm'den uzun olanlar uzun kesikli lifler olarak sınıflandırılır.

Lif inceliği genel olarak 12-45 mikron arasında değişmektedir. Rengi genellikle beyazdır. Kahverengi ve krem renkli olan pamuklar da vardır. Parlak bir elyaf değildir. Doğal bir matlığı vardır. Parlaklık merserizasyon işlemiyle artırılır. Mukavemeti genel olarak 3 - 4,5 g/denye arasındadır. Islandığında mukavemeti %10-20 oranında artmaktadır. Uzama elastikiyeti %3-10 arasında olup, ketenden fazla yün ve ipekten daha az bir uzama göstermektedir. Normal şartlar altında, %8,5 oranında nem alma kabiliyetine sahiptir.

Statik elektriklenme ve pilling problemi yoktur. Yoğunluğu 1,54g/cm<sup>3</sup> olup, birçok tekstil lifinden daha ağır bir yapıya sahiptir (Yakartepe ve Yakartepe,1996).

### 3.3. Pamuk Elyafının Kimyasal Özellikleri

Pamuk elyafı büyük ölçüde selüloz yapısında olup, pamuğun kimyasal reaktifliğini selüloz polimeri belirlemektedir. Selüloz polimeri, 1 ve 4 numaralı karbon atomlarından birbirine bağlanmış  $\beta$ -d glikozdan meydana gelmiştir. Şekil 3.2'de selülozun serbest OH grupları gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Selülozdaki Serbest OH Grupları (Lewin,1998)

Selülozun bu kimyasal yapısındaki 2-OH, 3-OH ve 6-OH grupları, selülozun bir polialkol etkisi göstermesine neden olmaktadır. Kimyasal maddelerin selüloz moleküllerine etkisi büyük ölçüde bu gruplar üzerinden olmaktadır. Selüloz moleküllerinden oluşan zincirler birbirlerine moleküller arası hidrojen köprüleriyle bağlanırlar ve böylece mikrofibriller oluşur. Mikrofibrillerden de makrofibriller meydana gelmektedir. Makrofibriller de lif yapısında organize olmuş şekilde bulunurlar.

Pamuk elyafının, yumuşak şartlar altında dietilaminoetil klorid ile reaksiyonunu baz alan kimyasal ölçüm OH'ların reaksiyona girme yeteneklerinin azalan sıraya göre 2-OH > 6-OH >> 3-OH şeklinde olduğunu göstermiştir. Hidroksil gruplarının toplam reaktifliği ve 2-OH, 3-OH ve 6-OH gruplarının relatif reaktifliği, şişirici ön işleme, ayraça ve tepkime şartlarına göre farklılıklar göstermektedir (Lewin,1998).

### **3.3.1. Şişirici Maddelerle Reaksiyonlar**

Pamuk elyafında; su, sodyum hidroksit ve sıvı amonyak şişmeye neden olmaktadır.

#### **3.3.1.1. Suyun Etkisi**

Selüloz, hidrofilik özellikte olup, suyun varlığında şişme etkisi göstermektedir. Su molekülleri selüloz molekülleri içindeki kristalitlerin içerisine giremezler, yani intermiselar bir tepkime gösterirler. Ayrıca kristalitlerin dış yüzeyiyle de tepkimeye girerler. Kristalitler lif eksenine paralel şekilde uzandığından, dış yüzeydeki OH'larla dipol çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri üzerinden bağlanan su molekülleri, lif kesitinde şişmeye neden olmaktadır. Uzunluktaki artış ise çok azdır. Pamuk liflerinin ıslandıklarında, rejenere selüloz liflerinin aksine mukavemetlerinde artış görülmektedir. Bunun temel sebebi de kristalin bölgelerin fazla oluşu ve makromolekül zincirlerinin uzun olmasıdır.

#### **3.3.1.2. Sodyum Hidroksitin Etkisi**

Pamuğun sıvı sodyum hidroksit çözeltisiyle şişmesi, önemli bir ticari işlemdir ve mersezasyon olarak adlandırılır. Lityum hidroksit ve potasyum hidroksit bazları da pamuğun mersezasyonunu gerçekleştirebilir, fakat normal olarak sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Sodyum hidroksitle muamele sonucunda, pamuklu kumaşların boyarmadde afinitesi, kimyasal reaktifliği, stabilitesi, mukavemeti, parlaklığı ve düzgünlüğü gibi özellikleri gelişmektedir.

İşlem görmüş pamuktaki yapısal değişmeler; kristal yapının selüloz I'den selüloz II'ye dönüşmesi, kristalitlerin uzunluğunun azalması, nem almanın artması ve kristalinite derecesinde azalma olarak belirlenmiştir (Warwicker ve ark,1966:Lewin, 1998'den) .

### 3.3.1.3. Sıvı Amonyakın Etkisi

Pamuk elyafında şişmeye neden olan bir diğer kimyasal madde sıvı amonyaktır. Sıvı amonyak önce amorf bölgelerdeki serbest hidroksil gruplarıyla reaksiyona girdikten sonra kristalin bölgelere sızar ve oradaki hidrojen köprülerini kırarak reaksiyona girer.

Lewin (1998)'de belirttiğine göre, Lewin ve Roldan (1971); pamuğun sıvı amonyakla muamelesi ve yıkanması sonucunda kristalinite indeksinin %79'dan %30-40'a düştüğünü ve ayrıca kristalit büyüklüğünün 54 Å'dan 34-37 Å'ya düştüğünü tespit etmişlerdir. Dairesellik ve homojenlik artmıştır. Amonyakla muameledeki germeye bağlı olarak mukavemet büyük ölçüde yükselmiş ve kopma uzamasında azalma görülmüştür. Liflerin boyanabilme yeteneklerinde ayrıca artış gözlenmiştir.

### 3.3.2. Eterleşme

Selüloz eterleri genel olarak çok stabildirler. Eterleşmiş pamukların çoğu hem asidik hem de bazik ortamlarda alt grupların hidrolitik ayrışmasına karşı çok dirençlidir. Bu dayanıklılıktan dolayı, pamuğa uygulanan birçok kimyasal apre işlemi eterleştirme reaksiyonları üzerine kurulmuştur. Buruşmazlık yüksek terbiyesi, su geçirmezlik, güç tutuşurluk ve anti mikrobiyal apreler bu reaksiyon tipine örnek olarak gösterilebilir.

Kondenzasyon reaksiyonu temelli işlemler en stabil pamuk türevlerini üretmektedir. Diğer yandan, adisyon reaksiyonu temelli işlemler daha az stabil olan selüloz eterleri oluşturmaktadır. Stabiledeki bu düşmenin nedeni adisyon reaksiyonunun dengesinin doğasından kaynaklanmaktadır. Selüloz eterleşmesinin bu iki yapısının bilinen örnekleri olan karboksi metilleme ve siyanoetilleme ortamda alkali varlığında gerçekleştirilir (Lewin,1998).

Selüloz eterler genel olarak Sel-OR şeklinde gösterilir. Eter grubundaki R ile gösterilen, alkil, aromatik, heteroalkil, heteroçiklik ve diğer alt gruplar olabilir. Pamuk elyafının etilen oksitle verdiği eterleşme reaksiyonu şu şekildedir:





Fakat oluşan bu hidroksietil grubu kimyasal açıdan yüksek reaktifliğe sahiptir ve diğer etilen oksit molekülüyle tepkimeye girerek uzun alt grup zincirlerinin oluşmasını sağlar. Bu işleme aşırı eterleşmesi denir ve sonuçta  $\text{Sel-O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$  oluşur.

### 3.3.2.1. Buruşmazlık Dayanımı

Pamuğun eterleşme tepkimelerinden en önemlisi, kumuşların buruşmaya karşı dayanımının geliştirildiği apre işlemleridir. Aldehitler; formaldehit ve gliyoksal, iki selüloz zincirindeki OH gruplarıyla reaksiyona girerek onları tek zincire dönüştürür ve böylece birbirine bağlanan zincirlerden dolayı materyalin buruşma özelliği gelişir. Buruşmazlık yüksek terbiyesinde farklı kimyasallar da kullanılmaktadır.

### 3.3.2.2. Reaktif Boyama

Bir diğer ticari eterleşme reaksiyonu da pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanması işlemidir. Bu konu üzerinde ileriki bölümlerde detaylı bilgi verilmiştir.

### 3.3.2.3. Güç Tutuşurluk

Yanmaya karşı direnç gösterme özelliği, pamuk elyafına uygulanan önemli apre işlemlerinden biridir. Yanmaya karşı kalıcı direnci arttıran birçok kimyasal geliştirmesine rağmen, değişik nedenlerden dolayı çok azı pratik uygulamaya uygundur. Özellikle azot ve fosfor içeren bileşikler güç tutuşurluk üzerinde çok etkili olduklarından kullanılmaktadırlar. Güç tutuşurluk apresi de bir eterleşme reaksiyonudur.

#### **3.3.2.4. Çok Fonksiyonlu Özellikler**

Selülozik liflerin N-metilol bileşikleriyle eterleşme reaksiyonu göstermesiyle esnek kompozit bir yapı oluşur. Eterleşme işlemiyle; kalcı ütü ve yaylanma özelliği, kir iticilik, antimikrobiyal özellik gibi birçok özellik materyale kazandırılabilir.

#### **3.3.3. Esterleşme**

Selülozdaki hidroksil grupları; karboksilli asitlerle, anhidridlerle, izosiyanatlarla ve ketonlarla tepkimeye girebilirler. Bu şekilde selüloz esterleri oluşur ve ayrıca lif, iplik ve kumaş yapısında orijinallik bozulmaz. İşlem öncesi doğal pamuktaki kristalinite oranı yüksek olup, zincirler arasındaki hidrojen köprüleri kimyasal ajanların sızmasını engellemektedir. Bu nedenle monofonksiyonel karboksilli asitler ve anhidritlerle esterleşme reaksiyonu öncesi elyafa şişirici ajanlarla muamele yapılması gerekmektedir.

##### **3.3.3.1. Asetilleme**

Eğrilmiş veya dokunmuş pamuklu mamullerinin asetilleşmesi sonucunda materyalin ısı direncinde artış gözlenmektedir. Bölgesel olarak asetillenen pamuk ütü masalarında ve sıcak başlı çamaşır preslerinde kaplama olarak kullanılmaktadır.

##### **3.3.3.2. Formaldehitsiz Buruşmazlık Dayanımı**

Her molekülünde 3-4 karboksil grubu bulunan polikarboksilik asitlerle pamuk selülozunun yüksek sıcaklıkta çapraz bağlanmasının gerçekleşmesiyle, formaldehitsiz buruşmazlık yüksek terbiyesi materyale kazandırılmaktadır. En etkili asitler; BTCA(1,2,3,4 bütantetrakarboksilli asit), trikarboksilik asit ve sitrik asittir(Lewin,1998).

### **3.3.3.3. İnorganik Asitlerin Esterleri**

Pamuk elyafı inorganik asitlerle de esterleşme reaksiyonu göstermektedir. Pamuk linterlerine uygulanan nitrik asitlerle selüloz nitratlar elde edilmektedir. %13 oranında azot içeren bu selüloz nitratlar pamuk barutu olarak bilinirler. Yüksek sıcaklıkta mono veya diamonyum fosfatla muamele sonucu pamuk elyafının güç tutuşurluğu gelişmektedir.

### **3.3.4. Bozunma, Zarar Görme**

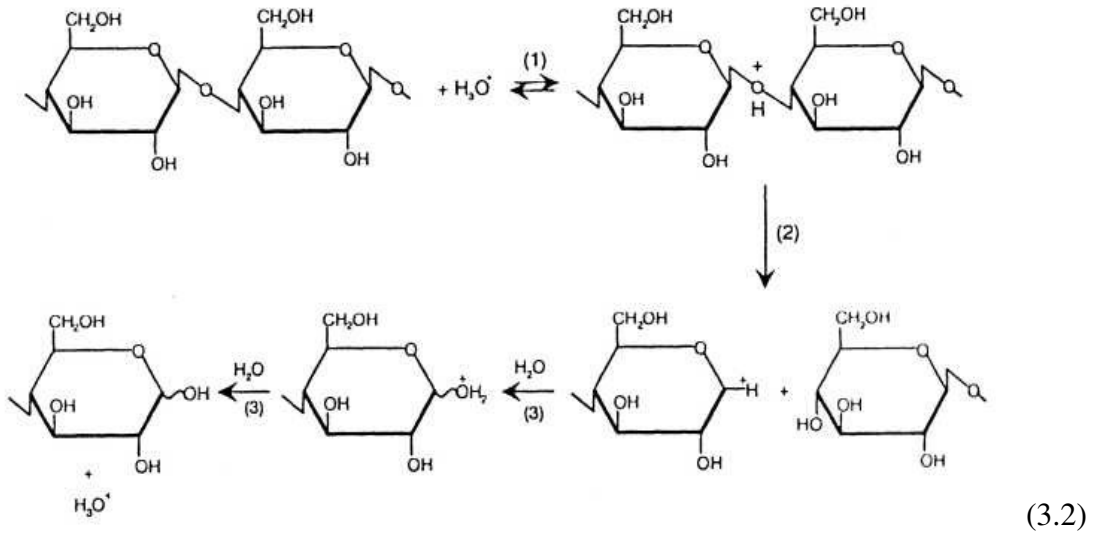
Tekstil lifleri içindeki pamuğun yerinin en önde olması büyük ölçüde, pamuğun gördüğü işlemler sırasında kimyasal zarara karşı koyma kapasitesine bağlıdır. Belirli şartlar altındaki muamelelerin pamuğa zarar veriyor olması, pamuğun bozunması üzerine çalışmaları zorunlu kılmıştır. Pamuğun bozunmasına neden olan başlıca maddeler; asitler, bazlar, yükseltgen ajanlar, ısı, radyasyon ve enzimler şeklindedir.

#### **3.3.4.1. Yükseltgenme**

Selüloz moleküllerini oluşturan glikoz yapıtaşlarında yükseltgenebilecek farklı alkol grupları mevcuttur. Örneğin 6. karbondaki birincil alkol grubunun bir derece yükseltgenmesiyle aldehit, iki derece yükseltgenmesiyle karboksilli asit oluşur. 2 ve 3 konumunda bulunan ikincil alkollerin sert koşullarda bir derece yükseltgenmesiyle ketonlar oluşur. Bu şartların türüne göre bu bölgede C-C bağı kopabilir ve halka açılır. Şartlar devam ettiğinde makromoleküller parçalanırlar ve oksiselülozlar oluşmuş olur. Oksiselülozlar indirgen özellik gösterirler. Özellikle pamuklu materyallerin ağartılması işleminde yükseltgen maddelerle çalışıldığı için çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Lewin (1998), pamuk bünyesindeki bu grupların tespit edilmesi için değişik metotların uygulandığını belirtmiştir.

### 3.3.4.2. Asitlerin Etkisi

Pamuğun asitlerle bozunması olayı, aşağıdaki reaksiyonda görüldüğü gibi glikosidik bağların hidrolizi sonucu oluşmaktadır. Reaksiyon 3 adımda gerçekleşir. Glikosidik bağların kopması sonucu karbonyum iyonu formasyonu gözlenmektedir. Lewin'in (1998), belirttiğine göre, Bemiller (1967), glikozitlerin hidrolizi tamamen analog olarak gerçekleşmektedir. Homojen hidrolizde, %72'lik sülfirik asitle muamelede, %90 oranında D-glikoz randımanı elde edilmektedir.



Tekstildeki işlemlerde pamuk elyafı için seyreltik sıvı asitler kullanılır. Elyaf karışım oranlarının belirlenmesinde ise pamuğu parçalamak ve çözmek için sülfirik asit çözeltisi veya sıcak fosforik asit çözeltisi kullanılmaktadır.

### 3.3.4.3. Bazların Etkisi

Pamuk elyafı bazlara karşı çok iyi direnç gösterir ve belirli şartlarda bazı özellikleri bazların etkisiyle gelişir. Ama ağır şartlarda (sıcak bazlarla muamele), pamukta bozunma görülmektedir. Lewin'in (1998)'de belirttiğine göre, Isbell (1944),



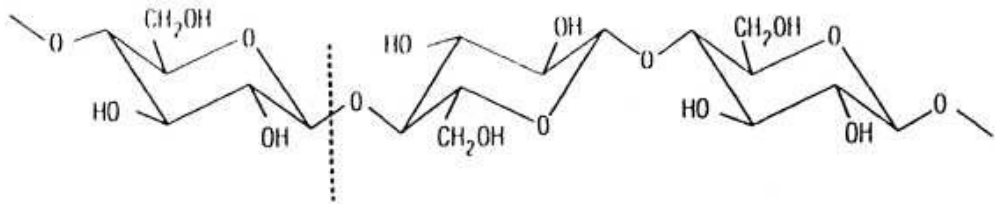
### 3.3.4.6. UV ve Yüksek Enerji Radyasyonu

Selülozun görünür ve UV ışıkla ilişkisi fotokimyaya, yüksek enerjili radyasyonla ilişkisi de radyasyon kimyasına girmektedir. Işık özellikle pamuklu kumaşların zarar görmesine neden olmaktadır. Güneşin ultraviyole ışınları pamuğun zamanla oksiselüloza dönmesine neden olur ve mukavemet düşer. 2-3 hafta direkt güneş ışığına maruz kalan pamuğun mukavemeti %50 oranında düşme göstermektedir (Yakartepe ve Yakartepe,1996).

Yüksek enerjili radyasyon selülozun oksidatif depolimerizasyonuna neden olmaktadır. Düşük dozajlarda lif özelliklerinde değişme görülmesine de yüksek dozajlarda pamuğun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişme gözlenmektedir. Pamuğun oksidatif depolimerizasyonu içerdiği karbonil ve karboksil grupların artmasıyla orantılıdır.

### 3.3.5. Enzimatik Modifikasyon

Tekstil uygulamalarında kullanılan enzimler; haşıl sökmede kullanılan enzimler, yüzey liflerinin uzaklaştırılması için kullanılan enzimler, yumuşak tutum veren enzimler ve boyanmış pamuğun renk özelliğini geliştirmede kullanılan enzimler şeklindedir. Her enzimin etki ettiği belirli maddeler vardır. Tekstilde kullanılan enzimler selülozu oluşturan glikoz yapıtaşları arasındaki oksijen köprülerini koparan enzimlerden değildir. Selülaz veya 1,4-β-glukanaz enzimleri direkt zinciri oluşturan oksijen köprülerini koparmaktadırlar. Şekil 3.3'de bu olay gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Selülazın Kopardığı Selülozdaki Glikosidik Bağlar (Lewin,1998)

Enzimlerin stabilitesi, ortamdaki hidrojen iyonu konsantrasyonuna bağlıdır. Enzimlerin pamuk elyafının terbiye işlemlerinde kullanılmasının en önemli nedenlerinde biri de, enzimlerin ekolojik açıdan güvenli olmalarıdır.

## 4. BOYARMADELER VE RENK KAVRAMI

### 4.1. Renk ve Kimyasal Yapı İlişkisi

Başer ve İnanıcı'nın (1990) belirttiğine göre, 1868 yılında Graebe ve Lieberman organik bileşiklerin renkli olmasının, doymamış karakterde olmaları ile ilişkili olduğunu fark ettiler. Yapılan denemelerde, renkli organik bileşiklere hidrojen katıldığında renk kayboluyor, aynı bileşiklerden hidrojen çıkartıldığında renk tekrar ortaya çıkıyordu. Deneme sonunda rengin, moleküldeki doymamışlıktan ileri geldiği tezi günümüzde halen başka sebeplerle birlikte renkliliğin temel şartlarından sayılır.

Daha sonra 1876'da Witt'in ortaya koyduğu kromofor grup teorisi ile, bir bileşiğin renginin molekülde doymamış karakterde nitrozo veya nitro (-N=O), karbonil (C=O), azo (-N=N-) gibi gruplar ile zayıf asidik veya bazik karakterde amino (-NH<sub>2</sub>), hidroksil (-OH) gibi grupların reaksiyonlarından ileri geldiği ortaya atıldı. Kromofor gruplar doymamış karakterdeki renk verici gruplardır. Kromofor grupların yanı sıra molekülde oksokrom adı verilen renk arttırıcı gruplar da yer almaktadır. Kromofor ve oksokrom grupları taşıyan bileşiklere de kromojen adı verilir.

Fakat Witt'in teorisi tüm renk olaylarını açıklayamaz. Çünkü, bir grubun kromofor özellik gösterebilmesi için gerekli koşullar ile kromofor ve oksokrom gruplar arasındaki etkileşim ve ilişkiyi açıklayamamaktadır. Örneğin; tetrameitl-p-amino trifenil karbinol bileşiğinin rensiz olmasına karşılık, hidroklorürü yeşil renklidir.

Bundan sonraki gelişmeler birbirinden tamamen farklı iki yoldan yürümüştür. Birincisi, Willstatler'in merikinoid teorisi, ikincisi ise Dilthey ve Winzinger'in koordinatif doymamışlık teorisidir. 1888'de Armstrong ve Nietzky tarafından yapılan araştırmada, kinon ve kinoid yapıdaki bileşiklerin renkli olduğu bunların indirgenmesi ile benzoid yapıda ve rensiz bileşiklerin meydana geldiği gözlenmiştir. Bu araştırmalar, bu sonuçlara dayanarak kinon halkasını kromofor kabul etmiştir. Bütün boyarmaddelerde kinoid yapının bulunması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.



Bu teorinin, kromofor-oksokrom teorisiyle açıklayamadığımız tetrametil p-amino trifenil karbinol bileşiğinin asidik ortamda kinoid yapıya dönmesi nedeni ile renklendiği açıklanır da bazı kinonların renksiz olması, yeterli olmadığını ortaya koymuştur.

Koordinatif doymamışlık teorisinde, koordinatif doymamış atomlar (tek atomlar) kromofor olarak sayıldılar. Koordinatif doymamış atom, söz konusu atomun doğrudan doğruya bağlayabileceği en çok sayıda atom veya atom grupları bağlamış olan atom demektir. Örneğin; etilen, benzen, grafit. Koordinatif doymamışlık teorisine göre kromofor etkisi bileşik iyon haline geçtiğinde daha da artar.

Seçimli ışık absorpsiyonunu açıklamaya yeterli olmadıklarından merkinoid ve koordinatif doymamışlık teorileri rezonans teorileriyle birleştirildi. 1931 yılında F. Arndt tarafından ortaya atılan ara hal teorisine göre bir bileşik için yazılabilen iki formül iki ayrı maddeyi değil bir tek maddeyi gösterir. Bu bir tek maddenin gerçek elektron dağılımı iki veya daha fazla sınır formülü ile gösterilen formüller arasında bulunur.

Dalga mekaniği ve kuantum teorisinin uygulamaları, spektroskopi yöntemindeki gelişmeler ışığın niteliğinin anlaşılması için yeni ufuklar açmıştır. Örneğin spektroskopi yardımı ile bütün organik bileşiklerin moleküllerinde kromofor grup bulunsun veya bulunmasın belirli bir ışını absorbladıkları ispat edilmiştir. Bazı bileşiklerin renkli oluşu bunların absorpsiyon bantlarının tesadüfen spektrumun göze görünen bölgesinde olmasındandır. Bu sebeple renk genel bir olayın özel bir durumudur.

Moleküllerdeki elektronlar değişik enerji seviyelerinde bulunabilirler. Standart sıcaklık ve basınç koşullarında en düşük enerji seviyesinde bulunanların durumları temel durum olarak tanımlanır. Elektronlar temel durumdan enerji absorplayarak daha yüksek enerji seviyelerine çıkabilirler. Alınabilen enerji miktarı kuantum teorisine göre ancak belli bir kuant değerinde olabilir. Temel durumdaki enerji seviyesi  $E_0$  ise daha yüksek enerji seviyeleri  $E_1, E_2, E_3, \dots$  En şeklindedir. Enerji absorplamış olan elektronlar kuantum teorisine göre temel durumda iken buldukları orbitallerden çıkarak daha yüksek enerjili orbitallere geçerler. Bu

duruma uyarılmış durum denir. Absorplanan ışık enerjisi bu iki orbitalin enerji seviyeleri arasındaki farka eşittir.

$$\Delta E = E_n - E_0 = h \cdot \nu \quad (4.1)$$

Burada;  $\Delta E$  : Absorplanan ışık enerjisi,  $h$  : Plank sabiti,  $\nu$  : Absorplanan ışığın frekansı şeklindedir.

Frekans, ışığın dalga boyu ile ters orantılı olduğundan absorplanan enerji ne kadar büyük olursa absorplanan ışığın dalga boyu da o kadar küçük olur.

Rengin meydana gelişini açıklayan teorilerden biri de moleküler orbital teoridir. Bir molekül orbitali tam olarak doldurulmamış en dış atomik orbitallerin girişimi sonucunda meydana gelir. Atomik orbitallerin girişimi ile daima iki moleküler orbital teşekkül eder. Bunlardan düşük enerjili olanı bağ orbitalidir.  $\sigma$  ve  $\pi$  bağ orbitalleri; yüksek enerjili olanı ise anti bağ orbitalleridir.  $\sigma^*$  ve  $\pi^*$  şeklinde gösterilir. Ayrıca molekülün bağ enerjisine katkıda bulunmayan atomik orbitallerde yer alan elektronlara da çiftleşmemiş veya bağımsız elektronlar denir. Basit bir molekülün enerji seviyeleri artan sıraya göre:  $\sigma < \pi < n < \pi^* < \sigma^*$  şeklindedir (Zollinger, 2003).

Organik molekülün ışık absorpsiyonu yapması ile elektronik geçişler meydana gelir. Bu şekilde molekül değişik enerji seviyelerindeki orbitallerin elektronlarının daha üst seviyelere geçmesi ile uyarılmış olur. Organik moleküllerde durumlarına göre 3 türlü elektron vardır.

*$\sigma$ -elektronları* : Doymuş hidrokarbonların tek bağları yalnız  $\sigma$  elektronlarını içerirler. Bu bağlar çok kuvvetli olduklarından uyarmak için yüksek enerjiye ihtiyaç duyar. Bu tip bileşikler renksizdirler.

*$n$ -elektronları* : Azot, hidrojen, oksijen veya kükürt gibi hetero atomların bağ oluşturmeyen elektronlarıdır.  $n$ -elektronları  $\sigma$  elektronlarına nazaran daha gevşek bağlanmışlardır. İki elektronik geçişe uğrarlar.  $n \rightarrow \pi^*$  geçişi daha çok karbonil grubunda görülür. En az ışık enerjisine ihtiyaç duyar.  $n \rightarrow \sigma^*$  geçişi ise eter, alkol, amin, sülfür ve alkil halojenürlerde görülür.

*π*-elektronları : Doymamış bileşikler  $\sigma$  elektronları yanında  $\pi$ -elektronlarını da içerirler. Uzak UV bölgesindeki kuvvetli absorpsiyonlar  $\pi \rightarrow \pi^*$  geçişinden, yakın UV bölgesindeki zayıf absorpsiyonlar  $n \rightarrow \pi^*$  geçişinden ileri gelir.

Boyarmadde moleküllerinde elektronik geçişler daha karmaşıktır. Çünkü; moleküllerinde konjüge durumda bir çok  $\pi$  bağı içerirler. Moleküler orbital teori, konjüge zincir içeren bir moleküldeki elektronları C zinciri boyunca uzanan bir elektron bulut olarak kabul eder (Başer ve İnanıcı, 1990).

## 4.2. Boyarmaddeler ve Genel Özellikleri

Bir materyale, uygun reaksiyon maddeleriyle veya kendiliğinden afinitesi olan ve birlikte muamele edildikleri materyale renklilik kazandıran kimyasal bileşiklerdir. Boyarmaddeler, doğal ve sentetik boyarmaddeler olmak üzere iki çeşittir. Pratikte, bugün kullanılan bütün boyarmaddeler sentetik boyarmaddelerdir.

Bir bileşiğin üzerine düşen ışınların absorbe edilmesi, bunun enerjisinin bileşiğin moleküllerindeki elektronların aktifleşmesi için gerekli enerjiye tekabül etmesi ile mümkündür. Yani elektronlar, aktifleşmeleri için gerekli enerjiye tekabül eden ışınları (rengi) absorbe ederler geri kalanını yansıtırlar (Yakartepe ve Yakartepe,1993).

Çift bağlardaki  $\pi$  elektronlarının kolaylıkla aktifleşebilmeleri nedeniyle, görülen spektrum bölgesinde (400-700) bir absorpsiyon için bileşikte çift bağların bulunması şarttır. Bugün kullanılan sentetik boyarmaddelerin çoğunda çift bağ içeren molekül olarak; benzen, naftalin, antrasen gibi aromatik çekirdekler kullanılmaktadır. Mor ötesi ışınları (UV) absorbe ederek aktifleştirmeleri nedeniyle, bu çekirdekler tek başlarına renksiz olarak görünürler. Ancak yakın ultraviyole ışınlarını görebilen böcekler için bunlar renklidir.

İnsan gözünün bunların rengini fark edebilmesi "kromofor (renk meydana getirici)" denilen ve aromatik çekirdeklerin mor ötesi ışınlar bölgesinde olan absorpsiyonu görünür spektrum bölgesine kaydıran belirli grupların moleküle bağlanması ile mümkündür. Kromofor, organik bir molekül içinde renkli görünümü sağlayan atom, atom grubu veya elektronlardır. Kromofor gruplarının hepsi çift bağ

içerirler (-N=N-, azot grubu; -N=O-, nitro grubu; -N=O, nitroso grubu; C=O, karbonil grubu;...).

Kromofor içeren aromatik halkalı sistemlere “kromojen” denir. Bunlara "oksokrom" denilen elektron verici hidroksil, amin, karboksil, sülfü gibi 1. dereceden substituentlerin ve "antioksokrom" denilen karbonil, nitrozo gibi 2. dereceden substituentlerin bağlanmasıyla hem renk koyulaşır, hem de renkli bileşik liflere karşı bir afinite kazanarak boyarmadde niteliği taşır (Yakartepe ve Yakartepe,1993).

Oksokrom, boyarmadde içinde rengi ve boyama özelliklerini etkileyen ve kromofor grubun çevresinde bulunan substitue (ikincil) gruplardır.

Boyarmaddeler, renkli doymamış organik moleküller olarak etkili bir şekilde applike edilebilmesi için, liflere afiniteye sahiptir. Lif üzerine boyarmaddeler, bir veya birkaç fiziksel bağla bağlanır. Bu fiziksel bağlar; hidrojen bağları, Vander Waals, elektrostatik veya koordinatif bağlardır. Belirli durumlarda (reaktif boyarmaddeler) kovalent bağlarla kimyasal olarak bağlanırlar. Boyarmaddeler pasta, toz, granül ve sıvı şeklinde satılır. Organik pigmentler, daha çok yoğunlaştırılmış dispersiyonlar ve pastalar şeklinde satılırlar.

Boyarmaddeler içerdikleri gruplara göre suda çözünür veya çözünmezler ya da geçici çözünürlük kazanırlar. Kalıcı çözünürlük grupları; -SO<sub>3</sub>Na, -NH<sub>3</sub>Cl, -NR<sub>3</sub>Cl, -OH, -NH<sub>2</sub> olup asit, direkt, reaktif, bazik boyarmaddelerde kullanılmaktadır. Geçici çözünürlük grupları ise, -ONa, -OSO<sub>3</sub>Na olup küp boyarmaddelerin yapısında bulunmaktadır (Yakartepe ve Yakartepe,1993).

Boyarmaddeler, uzmanlar tarafından geliştirilen bazı test prosedürlerine göre standartlaştırılmıştır. Bu parametreler aşağıda sıralanmıştır.

1. Çözeltideki rölatif renk şiddeti,
2. Yansıma ölçücülerine göre rölatif renk şiddeti ve kalan renk farkları,
3. Çözünürlük ve çözelti stabilitesi,
4. Reaktif boyarmaddeler için elektrolit stabilitesi,
5. Sıvı boyarmaddelerin viskozitesi,
6. Dispersiyon davranışı ve özellikleri (Hunger, 2003).

### 4.3. Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Boyarmaddeler, doğal ve sentetik boyarmaddeler olarak iki temel gruba ayrılırlar. Doğal boyarmaddeler; doğal kaynaklardan elde edilen renk maddeleridir. Bunlar genellikle bitkisel kaynaklıdır. Ayrıca birkaç hayvansal kaynaklı (böcek) olanları da mevcuttur. 1860'dan sonra başlayan sentetik boyarmadde üretimine kadar, tekstilde tüm renklendirmeler doğal boyarmaddelerle gerçekleştiriliyordu. İlk insanlar, boyarmaddeleri, çiçek, kabuklu yemiş, meyve ile bitkisel yaşamın diğer türlerinden ve madeni ya da hayvansal kaynaklardan elde etmişlerdir.

Bu tip boyarmaddeler artık çok miktarda kullanılmamakla beraber, doğu ülkelerinde belirli bir oranda halı boyacılığında ve dünyanın birçok yerinde ulusal zanaatlarda kullanılmaktadırlar.

Başlıca bitkisel boyarmaddeler; fustik (sarı renk veren ağaç), sumak, cathechu (hint helvası otu), madder, henna, safran, logwool, indigo ve alizarin'dir.

Hayvansal boyarmaddeler; kırmızı böceği, mürekkep balığı, laka, iskerlet moru, balık ve küçük böcek türlerinden elde edilir.

Madenler; prusya mavisi, krom sarısı ve demir kahverengisi gibi boyarmaddelerin kaynağını oluşturur (Yakartepe ve Yakartepe,1993).

Sentetik Boyarmaddeler; doğal kaynaklardan elde edilmeyen, organik kimyasal hammaddelerden üretilmiş boyarmaddelerdir. Sentetik boyarmaddeler ilk defa 1856'da kömür katranından üretilmiştir. Kömür katranından yapılmış sayısız boyarmadde bileşiği, şimdi doğal boyarmaddelerin yerine geçmiştir. Bu sentetik boyarmaddeler sürekli olarak renk üstünlüğü ve haslığı açısından geliştirilmektedir. Rengin kalıcı güzelliği, üründe önemli bir faktördür. Şu an tekstil boyama işlemlerinde sentetik boyarmaddeler kullanılmaktadır.

Boyarmaddeleri; renk, kullanım yeri, ticari ismi, kimyasal yapı, çözünürlük ve aplikasyon şekline göre olmak üzere çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Kimyasal yapı ve aplikasyon esası ile sınıflandırma en yaygın olanıdır.

### **4.3.1. Boyarmaddelerin Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırılması**

Başer ve İnanıcı (1990), Boyarmaddeler; sudaki çözünürlüklerine göre, suda çözünen boyarmaddeler ve suda çözünmeyen boyarmaddeler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

#### **4.3.1.1. Suda Çözünen Boyarmaddeler**

Boyarmadde molekülü en az bir tane tuz oluşturabilen grup taşır. Boyarmaddenin sentezi sırasında kullanılan başlangıç maddeleri suda çözüdürücü grup içermiyorsa bu grubu boyarmadde molekülüne sonradan eklemek suretiyle de çözünürlük sağlanabilir. Ancak tercih, sentezin başında başlangıç maddelerinin iyonik grup içermesindedir.

Suda çözünen boyarmaddeler tuz teşkil edebilen grubun karakterine göre üçe ayrılır.

##### **4.3.1.1.(1). Anyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler**

Suda çözünen grup olarak sülfonik ( $-\text{SO}_3^-$ ), kısmen de karboksilik ( $-\text{COO}^-$ ) asitlerin sodyum tuzlarını içerirler ( $-\text{SO}_3\text{Na}$  ve  $-\text{COONa}$ ). Boyarmaddelerde renk anyonun mezomerisinden ileri gelir. Asit ve direkt boyarmaddeler bu gruba girerler.

##### **4.3.1.1.(2). Katyonik Suda Çözünen Boyarmaddeler**

Moleküldeki çözünürlüğü sağlayan grup olarak bir bazik grup ( $-\text{NH}_2$ ) asitlerle tuz teşkil etmiş halde bulunur. Asit olarak anorganik asitler HCl veya  $(\text{COOH})_2$  gibi organik asitler kullanılır.

#### **4.3.1.1.(3). Zwitter İyon Karakterli Boyarmaddeler**

Bu boyarmaddelerin moleküllerinde hem asidik hem de bazik gruplar bulunur. Bunlar bir iç tuz oluşturur. Boyama sırasında bazik veya nötral ortamda anyonik boyarmaddeler gibi davranış gösterirler.

#### **4.3.1.2. Suda Çözünmeyen Boyarmaddeler**

Tekstil endüstrisinde ve diğer alanlarda kullanılan ve suda çözünmeyen boyarmaddeler, çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır. Bunlar; substratta çözünen, organik çözücülerde çözünen, geçici çözünürlüğü olan, elyaf içinde oluşturulan boyarmaddeler gibi sınıflardır.

#### **4.3.1.2.(1). Substratta Çözünen Boyarmaddeler**

Suda çok ince süspansiyonlar halinde dağıtılarak özellikle sentetik elyaf üzerine uygulanan dispersiyon boyarmaddeleri bu sınıfa girer. Bu tip boyarmaddeler substratta çözünen boyarmaddeler diye adlandırılabilir.

#### **4.3.1.2.(2). Organik Çözücülerde Çözünen Boyarmaddeler**

Bu sınıfa giren boyarmaddeler her çeşit organik çözücüde çözünürler. Solvent boyarmaddeleri de denilen bu boyarmaddeler sprey veya lak halinde uygulanabilirler. Matbaa mürekkebi, vaks ve petrol ürünlerinin renklendirilmesinde kullanılırlar.

#### **4.3.1.2.(3). Geçici Çözünürlüğü Olan Boyarmaddeler**

Çeşitli indirgeme maddeleri ile suda çözünebilir hale getirildikten sonra elyafa uygulanabilirler. Daha sonra elyaf içinde iken yeniden yükseltgenerek suda çözünmez hale getirilirler. Küp ve kükürt boyarmaddeleri bu gruba girerler.

#### **4.3.1.2.(4). Polikondensasyon Boyarmaddeleri**

Son yıllarda geliştirilen ve elyaf üzerine uygulanırken veya uygulandıktan sonra birbiri ile veya başka moleküllerle kondanse olarak büyük moleküller oluşturan boyarmaddelerdir. İnthion boyarmaddeleri elyaf üzerinde sodyum sülfür ile polimer yapıda disülfürleri oluştururlar.

#### **4.3.1.2.(5). Elyaf İçinde Oluşturulan Boyarmaddeler**

İki ayrı bileşenden elyaf içinde kimyasal bir reaksiyonla oluşturulan boyarmaddeler bu sınıfa girerler. Bunlar suda çözünmeyen pigmentlerdir. Azoik boyarmaddeler ve fitalosiyaninler bu sınıfa girer.

#### **4.3.1.2.(6). Pigmentler**

Elyafa ve diğer substratlara karşı afinitesi olmayan ve boyarmaddelerden farklı yapıda bileşiklerdir. Pigmentler süspansiyonlar halinde kuruyan yağ ve reçineler içinde uygulanırlar (Başer ve İnanıcı, 1990).

#### **4.3.2. Boyarmaddelerin Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması**

Boyarmaddeleri yapısal olarak sınıflandırırken molekülün temel yapısı esas alınabildiği gibi molekülün kromojen ve renk verici özellikteki kısmı da esas olarak alınabilir. Aşağıda boyarmaddelerin sentez ve pratik uygulamanın göz önüne alındığı bir sınıflandırma verilmiştir.

1. Azo Boyarmaddeleri
2. Nitro ve Nitrozo Boyarmaddeleri
3. Polimetin Boyarmaddeleri
4. Arilmetin Boyarmaddeleri
5. Aza [18] Annulen Boyarmaddeleri
6. Karbonil Boyarmaddeleri



## 7. Kükürt Boyarmaddeleri

Bunların içinde en yaygın olan boyarmadde cinsi azo boyarmaddeleridir. Organik boyarmaddelerin en önemli sınıfını oluşturan azo boyarmaddelerinin sayısı, diğer tüm boyarmadde sınıflarının toplamına eşittir. Küpe ve kükürt boyarmaddeleri dışında diğer tüm boyama yöntemlerinde kullanılan boyarmadde yapısında azo grubuna rastlanır. Çizelge 4.1’de genel uygulama alanlarına göre her bir kimyasal sınıfın dağılım yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4.1. Genel Uygulama Alanlarına Göre Her Bir Kimyasal Sınıfın Dağılım Yüzdeleri (Shore, 1990; Holme, 2003’ten)

Kim. Sınıf	Asit	Baz	Direkt	Disp.	Mord.	Pigm.	Reak.	Sol.	Vat
Ametalik Azo	20	5	30	12	12	6	10	5	
Met Kom. Azo	65		10				12	13	
Tiazol		5	95						
Stilben			98					2	
Antrakinin	15	2		25	3	4	6	9	36
İndigoid	2					17			81
Kinaftalon	30	20		40				10	
Aminoketon	11			40	8		3	8	30
Fitalosiyanın	14	4	8		4	9	43	15	3
Formazan	70						30		
Metin		71		23		1		5	
Nitro, Nitroso	31	2		48	2	5		12	
Triametan	35	22	1	1	24	5		12	
Ksanten	33	16			9	2	2	38	
Akridin		92		4				4	
Azin	39	39	17			3		19	
Oksiazin		22		2	40	9	10		
Thazin		55			10			10	25

### 4.3.3. Boyarmaddelerin Boyama Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Genel olarak tekstil boyamacılığı yapanlar, boyarmaddeleri kimyasal yapılarına göre değil de onun hangi yöntemle elyafı boyayabileceğiyle ilgilenirler. Boyarmaddelerin aplikasyon yöntemine sınıflandırılması, uygulama açısından çok

büyük önem arz etmektedir. Buna göre boyarmaddeleri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür :

1. Reaktif Boyarmaddeler
2. Direkt Boyarmaddeler
3. Küp Boyarmaddeler
4. İnkişaf Boyarmaddeler
5. Kükürt Boyarmaddeler
6. Asit Boyarmaddeler
7. Metal Kompleks Boyarmaddeler
8. Krom Mordant Boyarmaddeler
9. Dispers Boyarmaddeler
10. Bazik Boyarmaddeler
11. Pigment Boyarmaddeler

Bu sınıflandırmada; küp, kükürt, direkt, reaktif ve azoik boyarmaddeler genel olarak selülozik liflerin boyanmasında kullanılır. Asit, metal kompleks, krom mordant boyarmaddeleri ise genel olarak protein esaslı liflerin boyanmasında kullanılır. Yapay liflerin boyanmasında çoğunlukla, bazik, dispers ve pigment boyarmaddeler kullanılmaktadır. Bu grupların bazıları hakkında kısaca bilgi verildikten sonra reaktif boyarmaddeler üzerinde detaylı olarak durulmuştur.

Boyarmadde seçiminde; elyafa uygunluk, kullanılan boyama yöntemine uygunluk, gerekli haslıkları karşılaması ve boyanan malzemenin kullanılacağı yer ana kriterlerdir. Bunun yanında; sahip olduğu renk skalasının genişliği, ucuzluğu, piyasada bulunabilirliği, nüans tekrar edilebilirliği, düzgün boyama eldesinin kolay olması tercih nedenleridir.

Reaktif boyarmaddeler Bölüm 5'te ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu nedenle bu bölümde reaktif boyarmaddeler üzerinde durulmamıştır.

#### **4.3.3.1. Direkt Boyarmaddeler**

Yakartepe ve Yakartepe (1993), Molekül yapıları bakımından büyük bir kısmı disazo ve poliazoz boyarmaddeleri olan direkt boyarmaddelerle, pamuk ve rejenere

selüloz liflerinin boyanması ucuz ve basit bir şekilde yapılabilir. Direkt boyarmaddelerin selüloz asetat, sentetik lifler, yün ve rejenere protein liflerine afiniteleri hiç yoktur veya çok az afiniteleri vardır. Bu nedenle (özel markalar hariç) bu tip liflerde uygulanmazlar.

En önemli özellikleri, suda çözünmeleri ve herhangi bir özel işlem yapılmadan lif tarafından alınabilmeleridir. Bu yüzden direkt boyarmaddeler adını almışlardır. Elyafa karşı substantiviteyi yüksektir. Suda çözünmelerini yapılarındaki sülfür grupları, nadiren de karboksil grupları sağlar. Bu nedenle direkt boyarmaddeler, anyonik boyarmaddelerdir. Genellikle doğal ve rejenere selüloz elyaf boyarmaddesi olan bu sınıfın bazı üyeleri; deri, yün, ipek, naylon elyafın boyanmasını da sağlar. Bu nedenle bu sınıfa “substantif boyarmaddeler” de denir.

Bu sınıf boyarmaddeler; ucuzlukları, boyanma işlemlerinin çok basit oluşu ve boyama esnasında elyafın hiç bir şekilde yıpranmaması ve geniş bir renk gamı gibi üstünlükleri yanı sıra, orta derecede, yaş (yıkama, ter ve su) haslıklara düşük ışık haslıklarına sahiptir. Direkt boyarmaddelere metal tuzları ile son işlem uygulanarak yaş haslıklarının artırılması mümkündür.

Direkt boyarmaddeler boyama işlemlerine göre iki ana sınıfa ayrılırlar: Doğrudan boyayan direkt azo boyarmaddeler ve son işlemlili direkt azo boyarmaddeler.

#### **4.3.3.2. Küp Boyarmaddeler**

Genellikle keto grupları içeren ve normal olarak redüksiyona tabi tutulmuş halde bir enol olarak löyko formunda sulu bazik banyodan elyafa aktarıldıktan sonra, lif içinde yükseltgenerek tekrar çözünmez keto yapısı haline getirilen, suda çözünmeyen boyarmadde sınıfıdır.

Kendi maliyetleri kadar, uygulama metotlarının da maliyet yüksekliği sebebiyle pahalıdırlar. Bu boyarmaddeler; pamuk, keten ve rayon için haslıkları çok yüksek boyarmaddelerdir. Aynı zamanda yün, polyamid, polyester, akrilik ve modakriliklere mordan kullanılarak uygulanabilirler. Küp boyarmaddeler sınıfı olarak, özellikle de antrakinon tipleri ışığa ve tüm yaş işlemlere karşı yüksek haslıklar gösterirler. Yaş

haslıkların iyi olması, suda çözünmez bileşiklerin oluşturulmasındandır. Işık haslıkları da genellikle çok iyidir ve 3-8 arasındadır. Küp boyarmaddelerin tümünün yüksek haslıklara sahip olmadığı bilinmelidir, ancak küp boyarmaddeler boyama ve baskıda has renkler olarak bilinen boyaların temelini oluştururlar. Küp boyarmaddeler sadece ışığa, asitlere ve alkalilere karşı dirençli değil, aynı derecede kuvvetli yükseltgen ağartıcılara karşı da dirençlidir. Bu konuda kükürt boyarmaddelerinden üstündürler. Çünkü, kükürt boyarmaddeler klorlu yıkamalara karşı has değildirler. Yüksek fabrikasyon haslıkları nedeniyle, ipliği boyalı parlak kullanılacak mamullerde temel boyarmadde sınıfıdır. Nüans tekrar edilebilirliği iyidir (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

Küp boyarmaddeler, çözünmeyen pigmentlerdir. Ancak kuvvetli bir indirgen madde, örneğin; alkali (sodyumhidroksit) gibi, içerisinde çözünmüş hidrosülfid kullanılarak suda çözünür hale getirilirler. Kumaş bu çözeltiye daldırılır. Bunu izleyen adımda açık hava ile temas ya da bikromat gibi yükseltgeme banyoları içine daldırılarak boyarmadde tekrar çözünmez hale getirilerek lifin bir parçası gibi yapı kazanır.

Küp boyarmaddelerinin renkleri, reaktif ve substantiflere nazaran oldukça donuktur. Bu özellikle merserize olmamış mamullerde daha belirginleşir. Bunun yanında, esas dezavantajları çok adımlı proses gereksinimleri ve çok sayıda kimyasal gerektirmeleridir. Boyarmadde önce sudkostik ve hidrosülfid ile suda çözülür hale indirgenir, sonra kumaş üzerine uygulandıktan sonra oksitlenir.

Küp boyarmaddelerinin bazıları, özellikle ışık etkisi altında kullanılan mamullerde oksidasyon katalizatörü etkisi göstererek liflerin zarar görmesine neden olur. Ancak bazıları da ışığa karşı dayanıklılığı arttırırlar. Bir kısmı hiç etkilenmez. Küp boyarmaddeler, çok az istisnaları olmasına karşın, açıkça tanımlanabilen iki kimyasal gruba ayrılırlar: Antrakinin ve indigo.

#### **4.3.3.3. İnkışaf Boyarmaddeler**

Tekstil maddesi üzerinde, çözünmeyen azo boyarmaddelerini oluşturmak için kullanılan boyarmaddelerdir. İnkışaf boyarmaddeleri, azoik boyarmaddelerin bir

çeşididir. İnkışaf boyarmaddeleri nispeten az miktarda kullanılır, parlak kırmızı nüanslar için çok popülerdir. Bunu sarı ve siyah izler. Ancak oranj, kahverengi, violeler ve diğer renk çeşitleri de üretilmektedir.

Işık haslığı ve klor dayanımı nedeniyle parlak naftol kırmızı meşhurdur. Bu boyarmaddeler, direkt boyarmaddelere göre çok üstün yaş haslıklar verirler. Işık haslıkları ise kötünden mükemmele kadar değişir. Bunların selüloz üzerindeki haslıkları, küplerden sonra ikinci sıradadır. Merserize ve ağartma işlemlerine de dayanıklıdır. Ancak bu özellikler, küp boyarmaddelerde daha iyidir. İnkışaf boyarmaddelerinin dezavantajları; düşük sürtme haslıkları ve reçete hazırlamada hesaplamaların karışıklılığıdır.

İnkışaf boyarmaddeleri; pamuk, keten, jüt, rayon, özel amaçlarla naylon ve asetat liflerinde de kullanılırlar. Bu boyarmaddelerin uygulama yöntemleri, diazolama ile ilgisi bakımından, diazolama boyarmaddelerinkine benzer. Önce naftol liflere emdirilir. Daha sonra diazolama komponenti kenetlenerek, lif üzerinde çözünmez naftol boyarmaddesi oluşturulur (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

#### **4.3.3.4. Asit Boyarmaddeleri**

Boyama işleminin asidik banyoda gerçekleştirilebilmesi nedeniyle bu ismi alan asit boyarmaddelerinin çoğu, molekül ağırlıkları 300-500 arasında olan sülfonik asitlerin sodyum tuzlarıdır. Moleküllerinde 4'e kadar sülfonik asit grubu bulunur. Bu grup, kuvvetli asidiktir ve tuzları hidroliz olmaz. Anyonunun büyüklüğünden dolayı sulu çözeltide bir kısmı agregat halinde bulunur ve bir kolloidal elektrolit gibi davranır (Başer ve İnanıcı, 1990).

Asit boyarmaddeleri, yün liflerinin düzgün ve egal bir şekilde boyanmasını sağlayan, özel bir parlaklığa sahip anyonik boyarmaddelerdir. Protein elyafına substantifliği ile karakterize edilirler. Genellikle bir asitle; kuvvetli, orta, zayıf asidik ortamda uygulanırlar. Asit boyarmaddeleri, yün karışımı dokumalar için de kullanılabilirler, çünkü sentetik lifleri de iyi haslıklarla boyarlar. Aynı zamanda asetat, naylon, akrilik ve modakrilik liflerinin boyanmasında kullanılırlar. Bu boyarmaddeler klorlanmış yün ve ipeğin basılmasında da uygundur.

Asit boyarmaddeleri çoğunlukla azo boyarmaddeleridir. Ticari olarak, antrakinon ve trifenil-metan esaslılar da önem taşır. Asit boyarmaddeleri bir veya daha fazla sülfonik veya karboksilik asit tuzu fonksiyonel grupları içerirler. Bunlar suda çözünürlük sağlarlar. Asit boyarmaddeleri ucuzdur ve ışık haslıkları iyidir. Renkleri canlı ve parlaktır. Ancak yıkama haslıkları bazı tiplerinde iyi değildir ve kuru temizleme haslıkları vasattır. Terlemeye dayanımları da düşüktür. Asit boyarmaddeleri yün liflerine, + yüklü amonyum grupları üzerinden, elektrostatik çekim kuvvetleri ile bağlanırlar. H köprüleri ve Van der Waals kuvvetleri de rol oynar (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

#### **4.3.3.5. Metal Kompleks Boyarmaddeleri**

Yün ve sentetik (özellikle polyamid, akrilik ve polyester) lifler için uygulanabilen bir çeşit asit boyarmaddesi türüdür. En fazla yün ve polyamid lifleri için kullanılırlar. Poliüretanlar için de uygundur ve doğrudan boyamaya imkan sağlarlar. Asıl renk veren maddenin yanı sıra, yapısında krom, nikel veya kobalt metallerinin bir veya daha fazla atomunu içeren, oldukça büyük moleküllerden oluşurlar.

İki esas tipi vardır; birinci grupta, bir metal iyonu bir boyarmadde molekülü ile bir kompleks meydana getirir (1:1 metal kompleks boyarmaddeleri). İkinci grupta, bir metal iyonu, iki boyarmadde molekülüyle kompleks meydana getirir (1:2 metal kompleks boyarmaddeleri). Mamulün içine boyarmaddenin difüzyonu için, birinci tipte kuvvetli asidik banyo veya diğer tipte nötr banyo gerekir. Metal kompleks boyarmaddeler liflere elektrostatik bağlar, H köprüleri, Van der Waals kuvvetleri ve koordinatif bağlarla bağlanırlar. Yüksek derecede ışık, yaş ve ter haslığına sahip boyamalar elde edilir (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

Dinkleme ve asit dinkleme haslıkları, 1:1 metal komplekste çok iyi değildir. Düzgün bir boyama güçtür. Boyama şartlarının dikkatli uygulanması gerekir. Yapak, tarama bandı, dokuma ve örgü ipliklerinin ve kumaşların boyanmasında kullanılırlar. Renkler iyidir, ancak parlak mavi ve yeşiller elde edilemez. İstenilen renk tonunu tutturmak kolaydır.

#### **4.3.3.6. Dispers Boyarmaddeler**

Dispersiyon boyarmaddeleri hidrofob karakterli, suda çözünmeyen boyarmaddelerdir. Dispersiyon boyarmaddeleri iki formda bulunurlar; mikrodispers granüller veya toz boyarmaddeler, sıvı boyarmaddeler. Dispersiyon stabilitesi, kolay karıştırılabilirlik, hazır pH ve doğal yapısı itibariyle köpürmemesi, sıvı boyarmaddeler için önceden hazırlanmış bazı gereksinimlerdir. Sıvı boyarmaddeler, kolay kullanım özelliklerine sahip olmakla birlikte, depolama esnasında konsantrasyon değişimi, çökme, buharlaşma gibi, muhtemel olumsuzluklarla karşı karşıyadır. Sıvı boyarmaddelerin depolanması ve kullanılması, özel önlemler gerektirmektedir.

Süblimasyon haslığı düşük olan ve ancak sulu ortamlarda iyi boyama özelliklerine sahip boyarmaddeler, selüloz asetat, triasetat ve polyamid liflerinin boyanması için kullanılır. Bu tür mamullerin boyanmasında termofiksaj yöntemi nadiren kullanılır.

Süblimasyon haslıkları iyi ve orta olan boyarmaddeler, carrier veya HT metodu ile boyamada kullanılırlar. Bazen böyle boyarmaddeler, termofiksaj yöntemi ile polyester üzerinde uçuk tonlar elde etmek için uygundur.

Yüksek süblimasyon haslığına sahip boyarmaddeler, termofiksaj metodu için seçilmişlerdir. Böyle boyarmaddelerin sulu ortamda boyama özellikleri düşüktür ve termofiksaj yöntemi ile aplikasyonları esnasında yüksek sıcaklık, zaman ve optimum kontrole ihtiyaç gösterirler. Düşük süblimasyon haslığı gösteren boyarmaddeler, buruşmazlık yüksek terbiyesi gibi, izleyen kondanse işlemler sırasında problem oluştururlar (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

#### **4.3.3.7. Bazik (Katyonik) Boyarmaddeler**

Sulu çözeltilerde artı yüklü renkli iyonlarına ayrışan katyonik boyarmadde grubudur. Tanenle mordanlanmış pamuğa ve akrilik liflerin asidik tiplerine afinitesi olan katyonik boyarmaddeler, sınıf olarak renklerinin parlaklığı ile kendini belli ederler.

Olağanüstü parlak renkler veren bazik boyarmaddeler, çok çeşitli renklerde mevcuttur. Bunlar, akrilik ve bazı polyesterler için uygundur. Doğal liflerde kullanıldıklarında ışık, yıkama, ter ve atmosfer gazlarına has değildirler. Yıkama ve sürtme ile çıkma eğilimi gösterirler. Başlıca kullanım alanları olan akriliklerde, iyi ışık ve yaş haslıklar ve parlak renkler verirler. Katyonik boyarmaddelerin akrilik lif üzerinde yaş haslıkları, lif-boyarmadde bağlarının çok stabil olması nedeniyle çok iyidir. Diğer lifleri boyamada pratik olarak kullanımları yoktur. Kalıcılığından çok, renklerin temizliğinin ve parlaklığının önemli olduğu alanlarda kullanım bulmaktadır. İndirgen maddelerin etkisine karşı direnç göstermeleri nedeniyle, bazı aşındırma baskı tiplerinde renkli aşındırma boyarmaddesi olarak kullanılırlar (Yakartepe ve Yakartepe, 1993).

Bu boyarmaddelerin kimyasal yapıları di- ve triaril karbonyum ve bunların aza analogları şeklindedir. Ancak, bazik boyarmaddeler sınıfı içinde, yapısında azo grubu içeren ve son yıllarda keşfedilmiş boyarmaddeler de bulunmaktadır. Katyonik azo boyarmaddelerinin yapısında (+) yüklü grup olarak genellikle amonyum katyonu bulunmaktadır (Başer ve İnancı, 1990).

#### **4.3.3.8. Pigment Boyarmaddeler**

Yakartepe ve Yakartepe (1993), Özellikle baskıda gittikçe önem kazanan bir boyarmadde sınıfıdır. Bunlar genel olarak suda ve organik solventlerde çözünmezler, tekstil liflerine afiniteleri yoktur. Bu nedenle diğer boyarmaddelerden farklı bir renklendirme tekniği kullanılarak tekstil mamulüne aktarılırlar.

Genellikle pamuklu ve sentetik liflerden yapılmış kumaşlar için kullanılsa da, tüm elyaf çeşitlerine aplikasyonları mümkündür. Liflere afiniteleri olmadığından, kumaşa aktarılması ve kumaş tarafından tutulması binder adı verilen reçineler yardımı ile olur. Daha sonra yüksek sıcaklıklarda kondanese işlemine tabi tutulurlar.

Pigment boyamalarda ışık haslığı mükemmeldir ve genelde bütün renkler iyi haslıklar verir. Bunun yanında, eğer renk çok koyu ise, boyamanın sürtme haslıkları iyi değildir. Pigmentlerin ve reçinelerin olağanüstü geliştirilmeleri ile günümüzde çok daha koyu renklerin boyanması da mümkün hale gelmiştir.



Organik pigmentler, anorganik pigment renklerine nazaran daha saf ve daha parlaktır. Anorganik pigmentler, birçok ağır metal elementlerinin, oksitleri, sülfatları, karbonatları, silikatları ve kromatlarını kapsar. Bahsedilen metaller; titanyum, çinko, baryum, kurşun, antimon, zirkonyum, kalsiyum, alüminyum, magnezyum, kadmiyum, demir, molibden ve kromdur. Anorganik pigmentler genellikle daha ucuzdur, havaya daha dayanıklıdır ve organik pigment renklerine göre kimyasal dayanımları daha fazladır.

#### **4.4. Renk Ölçümü ve Karşılaştırması**

Herhangi bir rengin sayısal değerlerden yararlanılarak yapılan ölçümü ve değerlerin başka yer ve zamanda karşılaştırılması işlemi kolorimetri olarak tanımlanabilir. Renklerin sayısal olarak ölçülmesi için 1931’de toplanan Uluslar arası komisyon’da (CIE) standart bir yöntem kabul edilmiştir. Bu yöntem bilgisayar ile renk belirleme konusu ortaya çıkınca büyük önem kazanmıştır (Başer ve İnanıcı, 1990).

Bir rengin tanımlanabilmesi için aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılabilir.

1. Spektrofotometrik yöntem,
2. Trikromatik kolorimetri,
3. Monokromatik kolorimetri,
4. Renk atlası,
5. Boyacı yöntemi.

Bu yöntemlerden, özellikle trikromatik kolorimetri yöntemi sayısal olarak renklerin karşılaştırılabilmesine olanak tanıyan ve en çok kullanılan renk ölçüm yöntemidir.

##### **4.4.1. Trikromatik Kolorimetri**

Herhangi bir renk, üç primer rengin (kırmızı, yeşil, mavi) karıştırılması ile meydana gelmektedir. Belirli bir renk, bu üç rengin karışımlarının ölçülmesi yolu ile standardize edilebilir. Bu yöntem trikromatik kolorimetri denir. Trikromatik

kolorimetri, bir beyaz yüzey ile, ölçümü yapılacak renkli cisim yüzeyin aydınlatılmaları sonucu, yüzeylerden gelen ışınların birbirleriyle karıştırılması şeklinde yapılır. Beyaz yüzeye üç ayrı renk kaynağından gelen ışığın beyaz yüzeyden yansıyan kısmı ile beyaz ışıkla aydınlatılmış renkli cisimden yansıyan ışınlar, görüntüleri yan yana gelecek şekilde göze yollanır. Burada kırmızı, yeşil ve mavinin miktarları cismin rengini verecek şekilde ayarlanır. Her iki bölgede de aynı renk elde edildiğinde renk miktarları belirlenir. Cihazdaki skala birimleri bu üç primer rengin eşit miktarlarının karıştırılması ile beyaz renk elde edilecek şekilde ayarlanmıştır.

Bu yöntemle bir rengin hem miktarı hem de kalitesi üç boyutlu olarak tanımlanabilmektedir.

Bir C karışım rengi  $C = R + G + B$  şeklinde gösterilir. R, G ve B'ye tristimulus değerleri denir. Bunlar CIE tarafından 700 nm dalga boylu kırmızı; 546,1 nm dalga boylu yeşil ve 435,8 nm dalga boylu mavi olarak standardize edilmiştir. Kolorimetreden okunan R,G ve B değerlerini cebirsel olarak ifade etmek gereklidir. Renkteki kırmızı (R), yeşil (Y) ve mavi (M) bileşenlerinin miktarlarını sayısal olarak ifade edebilmek için bunların karışımdaki oranları hesaplanır.

$$r = R / (R + G + B); g = G / (R + G + B); b = B / (R + G + B) \quad (4.2)$$

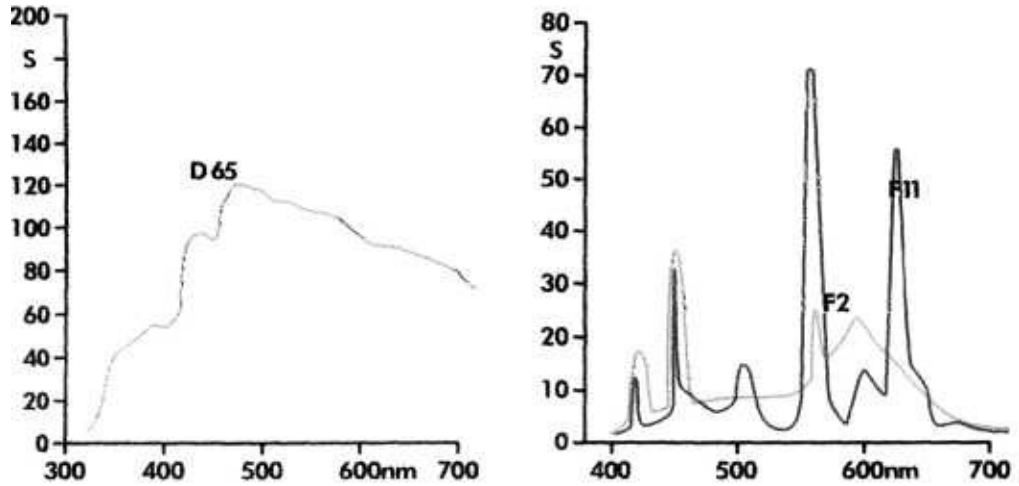
Burada; r,g ve b değerlerine kromatisite koordinatları adı verilir. Saf kırmızı için  $g = 0$ ,  $b = 0$  ve  $r = 1$ 'dir. Aynı şekilde yeşil için  $g = 1$  ve mavi için de  $b = 1$ 'dir. Beyaz cisimde  $r = g = b = 0,333$  değerine eşittir.

Kolorimetreden okunan r, g ve b değerleri, okuma hatalarını ortadan kaldırmak üzere, uluslararası kuruluşlar tarafından standardize ve modifiye edilmiştir. x, y ve z koordinatlarındaki üç rengin modifiye edilmiş değerleri X, Y ve Z ile gösterilir (Başer ve İnancı, 1990).

$$x = X / (X + Y + Z); y = Y / (X + Y + Z); z = Z / (X + Y + Z) \quad (4.3)$$

#### 4.4.2. Işık Kaynağı ve Metamerizim

Işık olmadan renk oluşumu söz konusu değildir. Bu nedenle farklı ışık kaynaklarının renk ölçümlerine etkisi önemli derecede gerçekleşmektedir. Renk ölçümlerinde kabul edilen belirli standart ışıklar mevcuttur. D65 olarak kabul edilen standart ışık gün ışığıdır. CWF, kar beyazı ışığı ve TL84 de vitrin ışığı olarak adlandırılan diğer standart ışıklardır. Bu standart ışıkların spektral enerji dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. CIE Standart Işıkları: D65- Gün ışığı, F2-CWF, F11- TL84 (Datacolor, Teknik Bülten)

Belli bir ışık altında iki renkli cismin tristimulus değerleri aynı olup, bu renkler birbiriyle eşleniyor ama farklı bir ışık altında bu tristimulus değerleri farklı çıkıyor ve eşlenme sağlanamıyorsa bu iki renk arasında metamerizim vardır ve bu iki renge metamerik renk denir (Datacolor, Teknik Bülten).

#### 4.4.3. CIELAB Renk Sistemi

CIELAB renk sistemi, XYZ renk sisteminden geliştirilmiştir. Renk farklılıklarının ölçülmesi, bu sistemde daha kabul edilebilir düzeydedir. Belirlenen

bir standart renk ile numune renk arasındaki renk farklılığının hesaplanmasında bu yöntem kullanılmaktadır. CIELAB renk sisteminde  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $h$  değerleri renklerin tanımlanmasında kullanılan ana parametrelerdir. Bu parametreler, X, Y ve Z değerlerinden hesaplanmaktadır. Aşağıda bu formülle verilmektedir (Bayer, 1991 ve Allen, 1971; İsiyel, 1997'den).

$$L^* = 1,16.(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (4.4)$$

$$a^* = 50[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \quad (4.5)$$

$$b^* = 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad (4.6)$$

$$c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4.7)$$

$$h = \text{Arctan}(b^* / a^*) \quad (4.8)$$

Burada;

$L^*$  : Işıklılık değeri. Renk uzayında dik eksendir. Siyah için  $0^\circ$ , beyaz için  $100^\circ$  dir. Bu iki değer arasında değişim gösterir.  $L^*$  değeri yükseldikçe rengin parlaklığı artar.

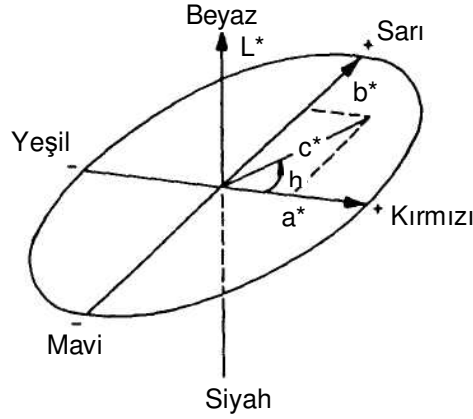
$a^*$  ve  $b^*$  : Kromatik koordinatlar. CIELAB renk uzayında  $+a^*$  kırmızı yönü,  $-a^*$  yeşili,  $+b^*$  sarıyı,  $-b^*$  ise maviyi göstermektedir.

$c^*$  : Kroma. Renk uzayının merkezinden yatay doğrultuda uzaklaştıkça rengin kroma değeri artar. Rengin doygunluğu konusunda bilgi verir.

$h$  : Bir nesnenin temel rengidir (kırmızı, mavi, sarı gibi).  $c^*$  ile apsis düzlemi arasındaki açıdır.  $h$  açısı;  $+a^*$  boyunca  $0^\circ$  ve  $360^\circ$ ,  $+b^*$  için  $90^\circ$ ,  $-a^*$  da  $180^\circ$ ,  $-b^*$  için ise  $270^\circ$  dir. Rengin büyüklüğü konusunda bilgi verir.

$X_n, Y_n, Z_n$  : İdeal beyaz için tritimus değerleri.

Şekil 4.2'de CIELAB renk uzayı gösterilmektedir.



Şekil 4.2. CIELAB Renk Uzayı (Zollinger, 2003)

CIELAB renk sisteminde renkler ya  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ya da  $L^*$ ,  $c^*$  ve  $h$  ile belirtilebilir. Renk farklılığı ölçümünde; numunenin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $c^*$  değerlerinden standardın sırayla  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $c^*$  değerleri çıkartılarak  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta c^*$  değerleri bulunur. Bu hesaplamaların haricinde  $\Delta E$  ve  $\Delta H$  için iki hesap daha yapılmaktadır. Bu hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta A^2 + \Delta B^2)^{1/2} \quad (4.9)$$

$$\Delta H = (\Delta E - \Delta L^2 - \Delta C^2)^{1/2} \quad (4.10)$$

#### 4.5. Renk Haslıkları

Renk haslığı, boyalı veya baskılı bir tekstil materyalinin üretim aşamalarında ve kullanımı sırasında karşılaştığı çeşitli etkenlere karşı içerdiği boyarmaddeyi vermeme, koruma direncidir. Boyarmaddenin haslıkları, esas olarak iki açıdan incelenir :

- 1- Fabrikasyon haslıkları
- 2- Kullanım haslıkları

Fabrikasyon haslıkları; boyamadan sonra karbonize, merserize, yıkama gibi terbiye işlemlerine tabi tutulacak mamullerin boyanmasında aranılmaktadır. Örneğin; ipliği boyalı gömleklik kumaşlar daha sonra ağartma, bazik işlem, merserize,

buruşmazlık apresi gibi işlemlere tabi tutulur. Bu durumda, pişirme haslığı, klorlama haslığı, peroksit haslığı, merserize haslığının incelenmesi gerekir. İşletmelerde boyarmadde seçimi yapılırken mamulün daha sonra göreceği işlemler dikkate alınmalıdır.

Kullanım haslıkları; tekstil mamulünün kullanımı sırasında gerekli haslıklardır. Örneğin; döşemelik kumaşlarda sürtünme haslığı, perdede ışık haslığı, mayoda deniz suyu haslığı, yazlık kumaşlarda ter haslığı, yıkama haslığı vb. dir.

Bir soldurucu kuvvete maruz kaldığında rengi az değişen materyalin renk haslığı iyidir denir. Örneğin, yıkamadan dolayı renk değişimine (akmaya ve solmaya) çok iyi karşı koyan kumaş, yıkamaya karşı iyi bir haslık gösteriyor demektir. Eğer renk tutulamıyorsa kumaşın yıkamaya karşı haslığı kötüdür. Her renk, haslık testi yapıldıktan sonra test edilen kumaş ile orijinal kumaş arasında mukayese yapılır. Ayrıca akma için refakat bezleri karşılaştırılır. Işık haslığı dışındaki tüm haslıklar gri skala ile değerlendirilir. Işık haslığı ise mavi yün skalası ile değerlendirilir.

Işık kaynağı, renk haslık testlerinin değerlendirilmesinde göz önüne alınması gereken önemli bir etmendir.

Renk haslık testlerindeki temel esas, mamulün neye kaşı haslığı aranıyorsa o ortamda belli şartlar altında mamulün teste tabi tutulmasıdır. Örneğin tere karşı renk haslığı testinde mamul, insan terinin özelliklerini gösteren kimyasal çözeltilinin içinde belli süre bekletilir ve sonuçta akma ve solma değerleri gri skala ile derecelendirilir. TS'de "Renk Haslıklarının Tayini" kategorisinde, boyalı ve baskılı mamullerin renk haslıklarının saptanması için 40 dolayında standart vardır.

Renk haslıklarından bazıları şunlardır:

- Ticari ve ev tipi yıkama haslığı
- Işık haslığı
- Sürtünme haslığı
- Süblimasyon haslığı
- Ütüleme haslığı
- Klor haslığı
- Peroksit haslığı

- Hipoklorit haslığı
- Deniz suyu haslığı
- Ter haslığı
- Kuru temizleme haslığı
- Asit haslığı
- Alkali haslığı
- Karbonizasyon haslığı

Renk haslıklarına etki eden faktörler aşağıda sıralanmıştır.

1. Boyarmadde cinsi,
2. Boyarmadde konsantrasyonu,
3. Boyarmaddenin agregasyon derecesi,
4. Substratın kimyasal ve fiziksel yapısı,
5. Uçucu maddelerin polimer matriksine difüzyonu,
6. Boyarmadde/elyaf bağları üzerindeki potansiyel enerji transferi,
7. Atmosferin yapısı; nem miktarı ve reaktif kirlilik durumu( SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> vb.)
8. Ön terbiye işlemleri.
9. Apre işlemleri ( Zollinger, 2003).

Boyarmaddeler uygulama yöntemlerine ve kimyasal yapılarına göre çeşitlilik gösterir. Her boyarmadde cinsinin haslık dereceleri de birbirinden farklıdır. Boyarmadde üreten firmaların ürettikleri boyarmaddelerin kaliteleri farklıdır. Bu da renk haslığını etkiler.

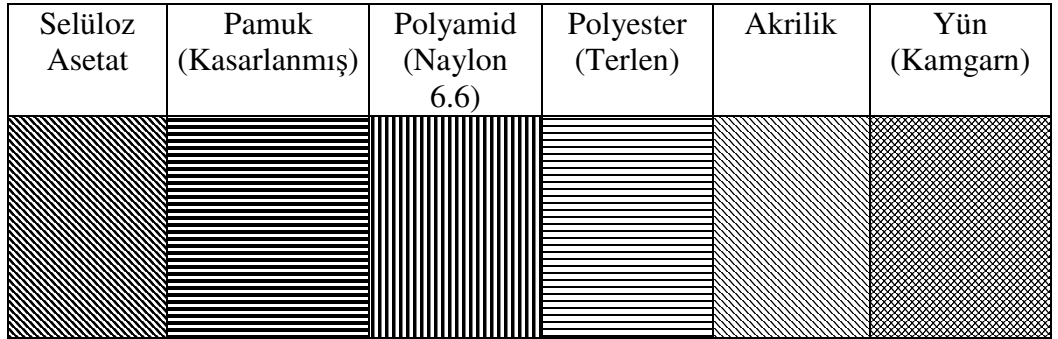
Elyafın cinsi, kendisini boyayacak boyarmaddenin cinsini tayin eder. Örneğin polyester dispers boyarmaddelerle boyanabilirken, yün asit boyarmaddeleriyle boyanabilmektedir. Ayrıca polyesterde boyarmaddenin elyafla bağ yapması diye bir şey söz konusu değildir. Polyester çektirme yöntemine göre boyanır ve yüksek sıcaklıkta makromolekül zincirleri gevşer ve araları bir miktar açılır. Bu boşluklara boyarmaddeler yerleşir ve mamul oda sıcaklığına soğutularak içeride boyarmaddeler hapsedilmiş olur. Bu nedenle polyester kumaşların renk haslıkları yüksektir. Bu olay göz önüne alındığında boyarmadde moleküllerinin büyük olması onların daha zor çıkacağını gösterir ve haslığı yükselten bir etken olarak değerlendirilir

Boyarmaddenin agregasyon derecesi ve ışık haslığı özellikleri, kristalin bölge miktarıyla ters orantılıdır (Prati ve ark.: Zollinger, 2003)

Boyarmaddeler tekstil materyaline temelde iki farklı yöntemle aktarılır. Bunlar, emdirme ve çektirme yöntemleridir. Çektirme yönteminde yüksek sıcaklıkta ve basınç altında boyama yapılır. Bu yöntem çok pahalı ve kaliteli bir yöntemdir. Bu nedenle çektirme yöntemine göre boyanmış materyalin renk haslığı, emdirme yöntemine göre boyanmış materyalin renk haslığından daha iyi çıkabilmektedir.

Renklendirme öncesi görülen işlemlerin düzgün ve eksiksiz olarak yapılması renk haslıklarını olumlu yönde etkiler. Renklendirilmiş kumaşa uygulanan birçok apre kumaşın renk haslıklarını önemli derecede yükseltir.

Haslık testlerinde akma sonuçları için genellikle multifiber kullanılmaktadır. Multifiber refakat bezi karışım elyaftan müteşekkil kumaşlarda, renk akması değerlendirilmesinde kullanım kolaylığı sağladığı için tercih edilir. Multifiber refakat bezini oluşturan elyaf cinsleri Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Multifiber Refakat Bezi Örneği

Haslık değerlendirmelerinde Gri skala kullanılmaktadır. Gri skala 1'den 5'e kadar derecelendirilmiş, akma ve solma için ayrı iki skaladır. A02 ve A03 olarak adlandırılır. Akma için kullanılan gri skalada orijinal refakat bezi beyaz renkle gösterilir. Solma için kullanılan gri skalada ise orijinal kumaş gri renkle gösterilir.



## 5. REAKTİF BOYARMADELERLE PAMUĞUN BOYANMASI

Hunger (2003), Selülozik lifler için kullanılan boyarmaddelerin üçte birini reaktif boyarmaddeler oluşturmaktadırlar. Şu an kullanılan reaktif boyarmaddeler çok geniş bir aralıkta çeşitlilik gösterirler ve tüm boyama yöntemlerine göre boyayabilmek mümkündür. Elde edilen renkler parlak tondan, mat tonlara kadar değişmektedir. Yaş haslıklarının direkt boyarmaddelerden iyi olması da bir başka avantajlarıdır.

Ülkemizde pamuklu boyanmasında dokuma ve örme sektörlerinde en çok kullanılan boyarmaddeler reaktif boyarmaddelerdir. Suda çözünür gruplar içerdiklerinden direkt boyarmadde çözeltileriyle boyama yapılabilir.

### 5.1. Reaktif Boyarmaddelerin Gelişimi

Reaktif boyarmaddelerin en önemli ayırt edici özelliği, uygulandığı tekstil materyaliyle kovalent bağ yapmasıdır. Bu nedenle, boyarmadde molekülü liflerde bulunan OH, SH ve NH<sub>2</sub> gruplarıyla adisyon ya da substitüsyon reaksiyonu verebilecek özel gruplar içermelidir.

Hunger'ın (2003) birdirdiğine göre, Cross ve Bevan (1895) ilk kez selülozik liflerle kovalent bağ yapabilen boyarmaddeler geliştirdiler. Fakat kullandıkları çok adımlı proses uygulama açısından çok zor ve karmaşıktı. Schröter'in (1906), sülfonil klorid temelli boyarmaddelerle ilk çalışmaları başarısızlıkla sonuçlandı. Fakat Günther daha sonra isotoik anhidrid türeviyle selüloza bağlanmayı gerçekleştirdi.

Boyamada alternatif bir yaklaşım da önce lifleri modifiye etmek, daha sonra renklendirmektir. Peacock (1926); 4-nitrobenzildimetilfenil amonyum hidroksit ve 3-nitrobenziloksimetilpridinyum klorid ile selüloz modifiye edildi ve ardından indirgenme, diazolama ve boyama işlemi gerçekleştirildi. Bir diğer işlem de Haller ve Heckerndorn tarafından bulundu. Selüloza önce siyanurik klorid bulunan organik çözücü ile muamele edilip, amino grup içeren boyarmadde ile ürün renklendirildi.

Endüstriyel anlamda geliştirilen ilk reaktif boyarmadde yün için geliştirilmiştir ve klorasetilamino, kloetansülfonil grupları avantaj kazanmıştır. Daha sonra

vinilsülfonil ve 2-sülfoksietansülfonil gruplarının hem yün hem de selüloz için uygun olduğu anlaşıldı. Heyna ve Schumacher 1940'larda bu tipteki ilk boyarmaddelerin patentini aldılar ve vinilsülfon boyarmaddeleri büyük önem kazanmaya devam etti.

1952'de yün için çıkan ilk boyarmadde Remalan ticari adına sahipti, bir yıl sonra monoklortriazin grubuna sahip Cibalan boyarmaddeleri Ciba-Geigy tarafından piyasaya sürüldü. 1953'te Rattee ve Stephen klortriazin içeren boyarmaddeleri bazik sulu çözeltilerde ekonomik olarak selüloza applike etmeyi başardılar.

1956'da ICI'nin Procion MX boyarmaddelerini çıkarmasının ardından, 1957'de Hoechst firması Remazol'ü, Ciba-Geigy de Cibacron'u çıkardı. 1960'da Bayer Levafix'i, Sandoz da Drimaren'i piyasaya sürdü. Diğer önemli gelişmeler, çok gruplu boyarmaddelerin geliştirilmesi (Solidazol, Casella, 1975; Sumufix Supra, Sumitomo, 1981), flortriazin reaktif boyarmaddelerinin geliştirilmesi (Ciba-Geigy, 1978), flortriazin içeren çok gruplu boyarmaddelerin (Ciba-Geigy,1988) üretilmesidir (Hunger, 2003).

Reaktif boyarmaddelerin gelişimi günümüzde hızlı bir şekilde devam etmektedir.

## **5.2. Reaktif Boyarmaddelerin Avantaj ve Dezavantajları**

Reaktif boyarmaddelerle selülozik liflerin boyanmasında şu avantajlar söz konusudur:

1. Işık haslıkları çok iyi, yaş haslıkları yüksektir. Yıkama haslıkları katyonik ard yıkamalarla arttırılabilir.
2. Parlak ve canlı renklerin elde edilmesine olanak tanır. Reaktif boyarmaddelerle elde edilen parlak renklerle ancak ipek üzerine uygulanan asit boyarmaddelerin parlaklığı kıyas edilebilir.
3. Renk gamı (renk serisi) tamdır.
4. Kombinasyon boyamalarda iyi uyum gösterirler.
5. Tüm boyama yöntemlerine uygundur. Bu boyarmaddelerin basit ve hızlı aplikasyon teknikleri, ekonomik açıdan önemlidir.
6. Yüksek ölçüde tekrarlanabilirlik gösterirler.

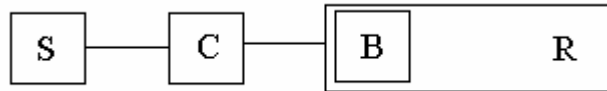
7. Yüksek çözünürlüğe sahip boyarmaddelerdir.
8. Azo grubuna ait reaktif boyarmaddeler kolay aşındırılabilirdiğinden, aşındırma baskıda zemin rengi olarak rahatlıkla kullanılabilir.
9. Fiyatları küp boyarmaddelerden daha düşüktür.

Reaktif boyarmaddelerle selülozik liflerin boyanmasında görülen dezavantajlar ise şöyledir:

1. Bazik çözeltilere karşı haslıkları ve klor haslıkları iyi değildir. Önterbiye işlemlerine (merserize, ağartma, kaynatma gibi) dayanıklı olmadıklarından dokuma üretimi için iplik formunda boyamada pek kullanılamazlar.
2. Perboratlı yıkama haslıkları bazı vinilsülfon tiplerinde çok iyi değildir. Zamanla renkte açılma meydana gelir.
3. Reaktif boyarmaddelerle boyama sonrası yapılan ard işlemler uzun ve zaman alıcıdır. Dikkat edilmezse yaş haslıklar düşük çıkar. Ard işlemlerin maliyeti yüksektir, su ve atık su problemi oluşturur.
4. Merseerize olmamış mamullere afiniteleri düşüktür.

### 5.3. Reaktif Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı

Reaktif boyarmaddeler, tekstil elyafı ile bir kovalent bağ oluşturmak üzere reaksiyon veren boyarmaddelerdir. Yapılarında bulunan reaktif grup, selüloz, yün, ipek, poliamid gibi elyaf türleri ile reaksiyon verebildiğinden bu elyaf sınıfları için boyarmadde olarak kullanılabilir. Bir reaktif boyarmaddenin karakteristik yapısı şematik olarak Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Reaktif Boyarmaddenin Şematik Yapısı (Başer ve İnanıcı,1990)

**S :** (suda çözünebilen grup)

Selüloz ve protein elyafı boyayabilen reaktif boyarmaddelerde 1-4 adet sulfonik asit grubu bulunur. Molekülde çözünürlük sağlayan bu özel gruplara poliamid elyafı boyayan reaktif dispersiyon boyarmaddelerde rastlanmaz. Bunlarla dispers boyama yöntemine göre boyama yapılır.

**C:** (moleküle renk veren grup)

Reaktif boyarmaddenin molekülünde, renk verici grup olarak kimyasal sınıflamada görülen her sınıfa rastlamak mümkündür. Ancak genelleme yapmak gerektiğinde sarı, turuncu ve kırmızı boyarmaddelerin monoazo yapısında, mor, koyu kırmızı ve lacivert renklerin bakırlı mono ve disazo yapısında, parlak ve açık mavi renklerin antrakinin ve fitalosiyenin türevleri olduğu söylenebilir.

**B:** (köprü bağları)

Moleküldeki renkli grup ile reaktif grubu birbirine bağlayan –NH-, -CO- ve -SO<sub>2</sub>- gibi gruplardır. Bunların köprü görevi görmekten başka etkileri de vardır. Örneğin reaktif grubun reaktivitesi üzerine etki eder. Bir amino köprüsünün dissosiyasyonu reaktiviteyi 10 kat düşürebilir. Böyle durumda substantivite ve buna bağlı olarak bağlanma hızı düşer. Ayrıca köprü bağlarının en önemli özelliği boyarmadde ile elyaf bağının ayrılmasını önlemesidir.

**R:** (reaktif grup)

Elyaftaki fonksiyonel grup ile kovalent bağ oluşturan gruptur. Reaktif grup ile reaksiyon verebilecek olan fonksiyonel gruplar, selülozda hidroksil, yün ve ipekte ise amino, karboksil, hidroksil ve tiyoalkol gruplarıdır. Poliamidde ise bir kaç tane uç amino ve karboksil grubu vardır. Bütün bu gruplar nükleofilik karakterdedir ve bu nedenle reaktif grubun yapısındaki elektrofilik merkeze katılırlar. Boyamanın yapıldığı ortamda su da mevcut olduğundan sudaki hidroksit iyonları da reaktif grup ile reaksiyon verebilir. Yani boyarmaddenin hidrolizi söz konusudur. Hidroliz olmuş boyarmadde, elyaf ile reaksiyona girmez. Elyaf-boyarmadde bağlanma reaksiyonu ile su-boyarmadde hidroliz reaksiyonu birbirleri ile yarışma halinde olduğundan şartlar bağlanma reaksiyonu yararına olacak şekilde hazırlanmalıdır. İkinci olarak reaktif boyarmaddelerle boyamanın başarısı elyaf-boyarmadde arasındaki kovalent

bağın stabilitesine de bağlıdır. Bu bağın yıkama ve apre işlemlerinde hidrolize karşı dayanıklı olması önemlidir (Başer ve İnanıcı,1990).

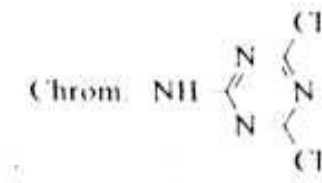
#### 5.4. Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Reaktif boyarmaddeleri; reaktif grubun yapısına göre, kromofor grubun yapısına göre ve elyafla girdikleri reaksiyonun çeşidine göre sınıflandırmak mümkündür.

##### 5.4.1. Reaktif Gruplara Göre Sınıflandırma

Reaktif boyarmaddelerin reaktif grupları, tekli (monofonksiyonel), ikili (bifonksiyonel) ve çoklu (polifonksiyonel) olmak üzere farklı sayıda bulunabilmektedir.

En bilinen tek reaktif gruba sahip boyarmaddeler, siyanürik klorid türevleridir (2,4,6-triklor, 1,3,5-triazin). Bunlar sentetik potansiyeli geniş olan moleküllerdir. Çünkü, triazin halkasındaki 3 klor atomu farklı reaktivite göstermektedir. Amino grup içeren bir kromofor ile siyanürik kloridin kondensasyonu ile yüksek reaktiviteye sahip diklortriazinil boyarmaddeleri elde edilir. Şekil 5.2'de bu yapı gösterilmektedir.



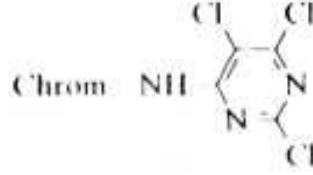
Şekil 5.2. Diklortriazin Yapısı (Hunger, 2003)

Bu yüksek reaktiviteye sahip boyarmaddeler, hidrolize karşı hassastır. Klor atomlarından ikisi, örneğin amin oya da alkoksil gruplarıyla, yer değiştirirse, monoklortriazinil boyarmaddeleri elde edilir.

Bu yapıdaki reaktif boyarmaddeler, daha düşük reaktiviteye sahip olup, selülozu çektirme yöntemine göre yüksek sıcaklıkta (80°C) boyayabilmektedirler. Bu tip boyarmaddeler özellikle bakırda avantajlıdır.

Monoklortriazinil boyarmaddelerinin reaktivitesi, klor atomu yerine flor atomu kullanılmasıyla artar. Bu sayede çektirme yöntemine göre boyamada daha düşük sıcaklıkta (40°C) boyama yapılabilir.

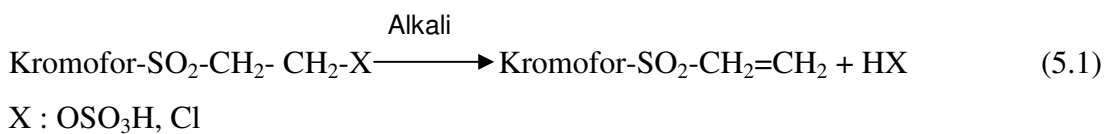
1,3,5-triazinlere ek olarak, diğer heteroçiklik sınıflar da pamuk boyamacılığında önemli kullanım alanı bulmuşlardır. Özellikle haloprimidin boyarmaddeleri buna örnek olarak gösterilebilir. Şekil 5.3'de haloprimidin yapısı gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Haloprimidin Yapısı (Hunger, 2003)

Bu boyarmaddelerin reaktivitesi triazinlerden daha düşüktür. Çünkü, fazla karbon atomu halkanın yeteneğini azaltmaktadır. Ekonomik açıdan iyi olan heteroçiklik gruplardan oluşan liste ayrıca, diklorkinoksalin ve diklorfitalazinleri de içermektedir. Her ikisinde de bağ yapısı karbonil grubu üzerinden kromofor ve heteroçiklik halkanın bağlanması şeklindedir.

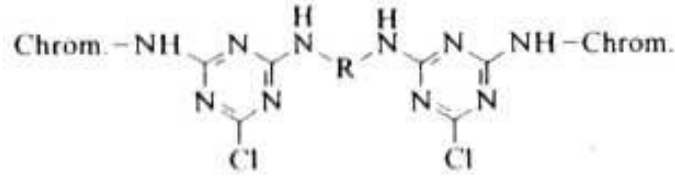
Boyarmadde pazarında en büyük etkiye sahip reaktif grup, 2-sülfoksietilsülfonil grubudur. Bu durumda alkali ile muamele, sülfürik asitin eliminasyonuna ve elyaf ile boyarmaddenin bağ yapabilmesine izin veren vinilsülfonil formunun oluşmasını sağlamaktadır. Reaktif vinilsülfonlar ayrıca, 2-kloretilsülfonil türevlerinden hazırlanabilir. Bu mekanizma şu şekildedir:



Son yıllarda, etilsülfonil ve vinilsülfonil gruplarının sayısız türevleri geliştirmektedir.

1980'lerin ortasından bugüne kadar, boyarmaddelerin gerekli yüksek fiksaj değerleri çift reaktif gruba sahip reaktif boyarmaddelerin geliştirilmesiyle başarılmaktadır. Çift reaktif gruplu boyarmaddeler iki gruba ayrılmaktadırlar. Bunlar; iki reaktif grubu da aynı olanlar, farklı iki reaktif grup içerenler şeklindedir.

Şekil 5.4'de gösterilen örnek birinci kategoriden olup, iki adet monoklortriazin grubu uygun bir köprü bağıyla birbirlerine bağlanmışlardır.



Şekil 5.4. Çift Monoklortriazin Grubu (Hunger, 2003)

Reaktif boyarmaddelere bu bakış açısıyla, farklı kromofor grupları bağlayabilme şansını gündeme getirmiştir. Bu şekilde daha belirgin renk tonlarının elde edilme olanağı da kazanılmış olmaktadır. Aynı iki reaktif gruba sahip boyarmaddeler kategorisinde, iki vinilsülfon veya 2-sülfoksietilsülfonil içeren boyarmaddeler de yer almaktadır. Bu boyarmaddelerin, yüksek fiksaj değerlerinin yanında ekonomik ve kolay üretilebilirliği de önemli avantajlarındandır.

Grupları birbirinden farklı olan reaktif boyarmaddeler ilk kez 1959'da tanımlanmıştır. Bu bifonksiyonel boyarmaddeler 1980'lerde ilk kez piyasaya sürülmüştür. Bu ürünler, farklı reaktiviteye sahip iki gruptan oluşan boyarmaddeler olarak sınıflandırılır: daha yüksek reaktiviteye sahip 2-sülfhidroksietilsülfonil grubu ve daha düşük reaktiviteye sahip monoklortriazinil grubu. Ilıkta ve soğukta boyayan çift reaktif gruplu reaktif boyarmaddeler, halotriazinil ve vinilsülfonil gruplarıyla hazırlanmaktadır. Triazin halkası ve elyaf arasındaki bağ bazik şartlarda dayanıklıyken, vinilsülfonil grubu ile lif arasındaki bağ asidik ortamlara dayanıklıdır. Bu nedenle bu boyarmadde ile boyanan materyalin iyi haslık dayanımı geniş bir pH aralığında korunabilmektedir. Diklortriazinil, diklorkinoksalinil veya

diflorklorprimidil grupları içeren bifonksiyonel reaktif boyarmaddeler, daha yüksek asit haslığı göstermekte ve peroksit içeren yıkamalarda çok iyi davranış sergilemektedir.

Bifonksiyonel reaktif boyarmaddelerin önemi gittikçe artmasına rağmen, sadece monoklotriazin/vinilsülfon ve monoflortriazin/vinilsülfon esaslı boyarmaddeler ticari değer taşımaktadırlar.

İkiden fazla gruba sahip reaktif boyarmaddelerin geliştirilmesinin, sadece boyarmadde fiksajı üzerinde küçük bir etkiye sebep olduğu görülmüştür. Bu nedenle boyarmadde pazarındaki önemi ikinci plandadır (Hunger, 2003).

#### **5.4.2. Kromofor Gruplara Göre Sınıflandırma**

Reaktif boyarmaddelerin sentezlenmesinde akla gelebilecek her türlü kromofor grup kullanılır. Bunlar; monoazo ve disazo boyarmaddeler, metal kompleks azo boyarmaddeler, formazan boyarmaddeler, antrakınonlar, trifenodioksiiazinler ve fitalosiyeninlerdir. Ana boyarmadde üreticileri tarafından üretilen ürünlerde çoğu zaman kromofor gruplar değişkenlik göstermektedir.

##### **5.4.2.1. Azo Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler**

Reaktif boyarmaddelerin çoğu bu gruba girmektedir. Kromofor yapılarında azo (-N=N-) grubu bulundurulur. Boyarmadde spektrumundaki her renk uygun yapısal modifikasyonlarla elde edilebilmektedir. Bu modifikasyonlara; monoazo ve disazo yapıları, tekli ya da çoklu aromatik ve heteroçiklik halka sistemlerinin kombinasyonları girmektedir.

C.I. Reactive Orange 1, C.I. Reactive Red 8 ve C.I. Reactive Red 12, reaktif azo boyarmaddelerine örnek olarak verilebilir.



#### 5.4.2.2. Metal Kompleks Azo Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler

Özellikle ışık haslığı yüksek renkler metal kompleks azo boyarmaddeleriyle elde edilmektedir. Bakır kompleksi içeren azo boyarmaddeler geniş renk aralığına sahiptirler (sarı, mor, kahverengi, yeşil, siyah). C.I. Reactive Red 23 metal kompleks azo boyarmaddelerine bir örnektir (Hunger, 2003).

#### 5.4.2.3. Antrakinon Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler

Antrokinon temelli reaktif boyarmaddeler; parlaklıkları, iyi ışık haslıkları ve asidik ve bazik ortamlardaki kromofor dayanıklılığı açısından önemlidirler. Ticari reaktif antrakinon boyarmaddelerin renk tonları; mordan maviye kadar değişmektedir. C.I. Reactive Blue 19 bu sınıfa girmektedir (Hunger, 2003).

#### 5.4.2.4. Trifenodioksiazin Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler

Bu sınıfa ait boyarmaddeler, trifenodioksiazin halkalı yapısından türetilmektedirler. Dioksiazin kromoforları, asit ve bazlara karşı duyarlıdır. Genel olarak trifenodioksiazin kromoforları, yüksek derecede aglomerasyon göstermektedir, düzlemsel düzenlenmelerinden dolayı substantiviteyi artmaktadır. Çizelge 5.1'de farklı reaktif gruba sahip trifenodioksiazin boyarmadde örnekleri verilmiştir.

Çizelge 5.1. Farklı Reaktif Gruba Sahip Trifenodioksiazin Boyarmadde Örnekleri (Hunger, 2003)

C.I. Adı	Reaktif Grubu	Satış Tarihi
Reactive Blue 163	Diklortriazin	1975
Reactive Blue 172	Fosfonik Asit	1978
Reactive Blue 187	Triazilamonyum	1979
Reactive Blue 198	Monoklortriazin	1982
Reactive Blue 204	Monoflortriazin	1983
Reactive Blue 224	Sülfatoetilsülfon	1986

#### **5.4.2.5. Formazan Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler**

Formazan yapısındaki boyarmaddelerinin bakır kompleksleri ile, kırmızıdan yeşilimsi maviye kadar renk üretilebilmektedir. Trifenodioksiazin yapıları gibi yüksek molar emilim gösterirler. Bu boyarmaddeler, 1-(2-hidroksifenil)-3-fenil-5-(2-karboksifenil)formazan yapısından türetilmektedir. Yapıdaki üç halka desteklenen gruplarla ürünün reaktivitesini ve çözünürlüğünü arttırmaktadır.

Bu gruba ait örnek boyarmaddeler şunlardır: C.I. Reactive Green 15, C.I. Reactive Blue 70, C.I. Reactive Blue 83, C.I. Reactive Blue 84, C.I. Reactive Blue 104, C.I. Reactive Blue 160.

#### **5.4.2.6. Fitalosiyanın Grubu İçeren Reaktif Boyarmaddeler**

Suda çözünen reaktif fitalosiyanın boyarmaddeleri, diğer boyarmadde sınıflarıyla elde edilemeyen parlak turkuaz ve yeşil renkleri sağlarlar. En önemli reaktif fitalosiyanın boyarmaddesinde, merkezi atom olarak bakır veya nikel bulunur, sülfonik asit gruplarıyla substitue olurlar ve ayrıca reaktif gruplar sülfonamid köprüleri üzerinden bağlanırlar. C.I. Reactive Blue 15 bu gruba girmektedir(Hunger, 2003).

#### **5.4.3. Elyaf ile Gerçekleşen Reaksiyona Göre Sınıflandırma**

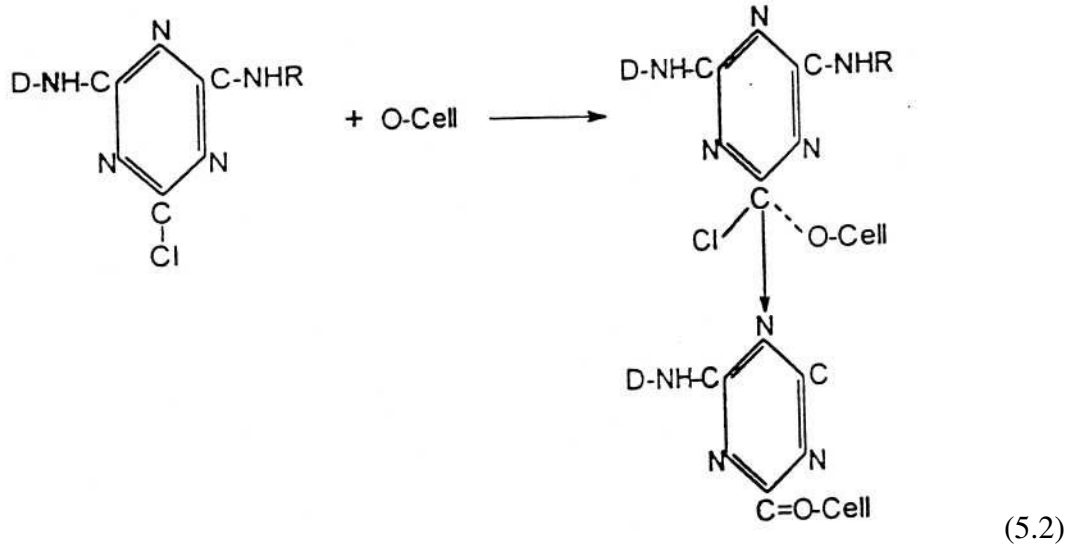
Reaktif boyarmaddeler, uygulandıkları elyaf ile aralarında temelde iki farklı reaksiyon göstermektedirler. Bunlar, nükleofilik adisyon ve nükleofilik substitüsyon reaksiyonlarıdır. Bu iki temel reaksiyonun haricinde; birkaç adisyon ve eliminasyon reaksiyonu ile reaksiyon veren reaktif boyarmaddeler, elyaf ile asidik ortamda reaksiyon veren reaktif boyarmaddeler, polifonksiyonel bağlama bileşikleri ile reaksiyon verebilen reaktif boyarmaddeler az da olsa mevcuttur.

#### 5.4.3.1. Nükleofilik Substitusyonla Reaksiyon Veren Reaktif Boyarmaddeler

Nükleofilik substitusyon reaksiyonu iki kademede yürür. Birinci kademede, tekstil elyafın nükleofilik fonksiyonel grubu bazik ortamda katalizlenerek, reaktif grubun elektrofilik merkezine katılır. İkinci kademede ise nükleofilik yapıda bir başka grubun eliminasyonu gerçekleşir. Reaksiyon sonunda elyaf ile boyarmadde arasında bir ester bağı meydana gelir.

Nükleofilik substitusyon ile reaksiyon verebilen reaktif grupları başlıca iki sınıf altında toplılır: Triazinil türevleri ve diğer heterosiklik gruplar.

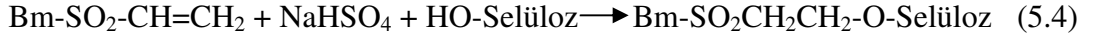
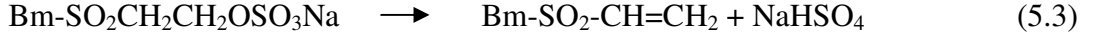
Aşağıda bir reaktif boyarmaddenin selülozla yaptığı nükleofilik substitusyon reaksiyonu gösterilmiştir (Isıyel, 1997).



#### 5.4.3.2. Nükleofilik Adisyonla Reaksiyon Veren Reaktif Boyarmaddeler

Bu gruplar, önce bazla katalizlenen bir eliminasyon reaksiyonu, ardından yine bazla katalizlenen bir katılma reaksiyonu verirler. Katılma reaksiyonu tekstil lifinin fonksiyonel grubuna olur. Bu boyarmaddeler genellikle vinilsülfon ( $-\text{SO}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), sülfatoetilsülfon ( $-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OSO}_3\text{Na}$ ) veya kloroetilsülfon ( $-\text{SO}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ ) gibi gruplardır. Aşağıdaki eşitliklerde vinilsülfon esaslı reaktif

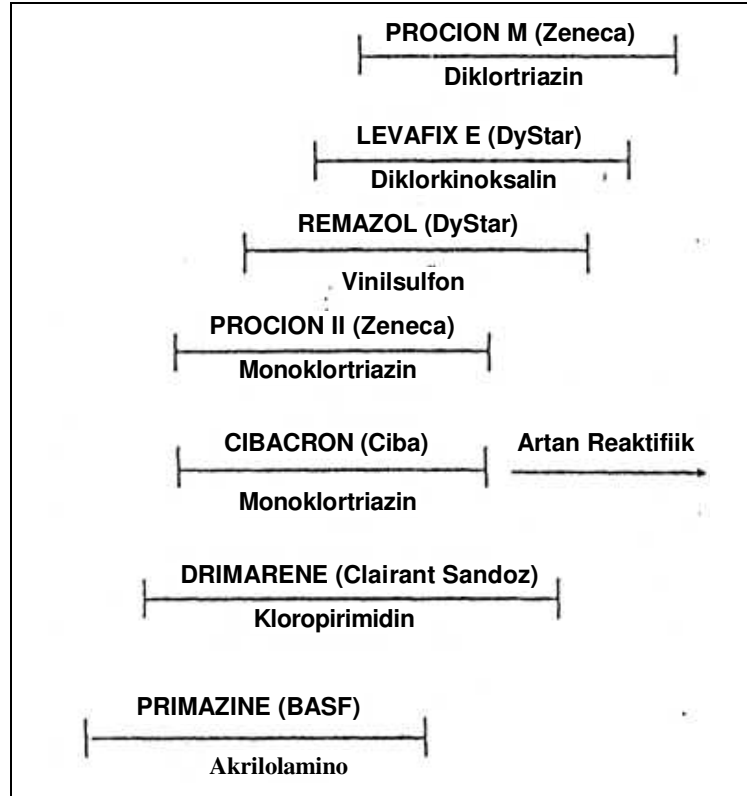
boyarmaddenin selülozla yaptığı nükleofilik adisyon tepkime adımları gösterilmektedir.



### 5.5. Reaktif Boyarmaddelerde Reaktivite ve Substantivite

Reaktif boyarmaddelerde lif ile reaksiyona girme koşulları ve mekanizması, boyarmaddedeki grupların reaktiflik derecesine bağlı olarak değişmektedir. Boyarmaddenin hangi boyama yöntemine göre uygulanacağı, kromofor ve reaktif grup tarafından belirlenmektedir. Reaktif grup ayrıca reaksiyon süresi üzerinde de etki sahibidir. Bölüm 5.4.1’de ayrıntılı olarak anlatılan reaktif grupların özellikleri farklılıklar göstermektedir. Örneğin, diklorprimidin boyarmaddeleri, monoklortriazin boyarmaddelerinden daha hızlı reaksiyona girmektedirler. Reaktif boyarmaddelerde reaktivite, heteroçiklik halkaya, substituent grubun özelliklerine ve diğer substituentin özelliklerine bağlıdır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Şekil 5.5’de reaktif boyarmadde markaları için reaktiflik sırası verilmiştir. Reaktiflik sıcaklık ve pH ile değişebilmektedir.



Şekil 5.5. Çeşitli Reaktif Boyarmaddelerin Selüloza Karşı Reaktifliği (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Vinilsülfon esaslı Remazol boyarmaddeleri haricindeki tüm reaktif boyarmaddelerin yapısında reaktif grup olarak heteroçiklik halkalı bileşikler bulunmaktadır. Elyaf ile boyarmadde arasında kurulan kovalent bağ, halkaya bağlı bir substituent grubun elyaftaki fonksiyonel gruplar ile (-OH, -NH<sub>2</sub>, -SH) yer değiştirmesi sonucu oluşmaktadır.

Substantivite kromofor gruba bağlıdır. Boyarmaddenin flotteden ayrılıp elyaf üzerine geçme kabiliyeti olarak tanımlanır ve kuvveti boyarmadde cinsine göre değişmektedir. Substantivite ayrıca, sıcaklık, flotte konsantrasyonu, pH ve boyanacak materyalin yapısına göre değişmektedir. Reaktif boyama sonrası uygulanan ard yıkama işlemlerinde elyaf üzerine tutunan fikse olmamış boyarmaddelerin kolay uzaklaştırılabilmesi substantivite tarafından belirlenir. Substantivite düşük olursa daha kolay uzaklaştırma gerçekleştirilir. Reaktif boyarmaddeler genelde düşük substantiviteye sahiptirler.

Yüksek reaktifliğe sahip boyarmaddelerle soğukta boyama yapılır. Reaktiflik yüksek olduğu için sıcaklık yükseltilmeden ve alkali miktarını arttırmadan elyaf boyarmadde reaksiyonu gerçekleştirilebilmektedir. Soğukta boyayan reaktif boyarmaddelerin avantajları şunlardır:

1. Boyamanın daha hızlı yapılması,
2. Daha az kimyasal tüketimi,
3. Daha az enerji sarfiyatı,
4. Tekrarlanabilme olasılığının daha yüksek olması,
5. Yüksek boyarmadde verimi.

Düşük reaktiviteye sahip boyarmaddeler ise sıcakta boyayan reaktif boyarmaddeler olarak isimlendirilirler. Boyama sıcaklıkları 60-80°C'dir. Reaksiyon kabiliyetleri düşüktür. Bu nedenle daha fazla alkali ilavesi ve sıcaklığın yüksek tutulması gerekmektedir. Hidroliz tehlikesinin düşük olması ve daha iyi bir nüfuziyet göstermeleri bu tiplerin avantajlarıdır.

## **5.6. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğun Boyanmasında Temel Kavramlar**

Genel olarak reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanması direkt boyarmaddelerle yapılan boyamalara benzemektedir. Bu ikisi arasındaki temel fark ise elyaf ile reaktif boyarmadde arasında gerçekleşen kovalent bağdır. Boyama özelliklerini belirleyen temel parametreler, boyarmaddenin; elyafa olan afinitesi (substantivite), difüzyon kabiliyeti, reaktifliği ve elyaf-boyarmadde bağının dayanıklılığıdır.

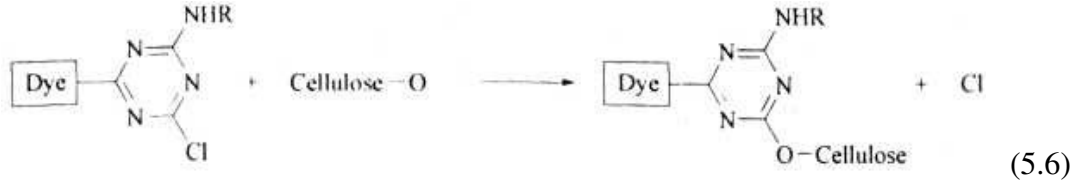
Reaktif boyarmaddedeki reaktif grubun yapısı ve sayısı hem fiksaj özelliklerini hem de boyanmış materyalin yaş haslıklarını belirlemektedir. Patent literatüründe 300'den fazla elektrofilik grup tanımlanmıştır. Bu geniş aralıktan sadece 10'dan biraz fazlası selülozik liflerin boyanmasında pratik öneme sahiptir.

### 5.6.1. Hidroliz ve Reaktivite

Boyarmadde ve elyaf arasında gerçekleşen iki tip reaksiyon vardır. Bunlar, adisyon ve substitüsyon reaksiyonlarıdır. Vinilsülfon esaslı boyarmaddelerin pamuk elyafı ile verdiği reaksiyon nükleofilik adisyon tepkimesidir. Bu tepkime aşağıda verilmiştir.



Aşağıda mekanizması verilen monoklortriazin reaktif boyarmaddeleri gibi boyarmaddeler de selülozik liflerle nükleofilik substitüsyon reaksiyonu gerçekleştirirler.



Substitüsyon grubu olarak,  $\pi$  elektron yoğunluğu azaltılmış heteroçiklik halkaya sahip heteroçiklik gruplar kullanılmaktadır. Hidroliz (sudaki hidroksitlerle oluşan reaksiyon) veya alkooliz (selüloz anyonuyla gerçekleşen reaksiyon) oluşumu oranı, heteroçiklik nükleonlardan, substitüentlerden ve ayrılan grupların yapılarından etkilenmektedir. Nükleofilik substitüsyon reaksiyonunda reaktif gruplarla selüloz anyonu arasında ester bağı oluşurken, nükleofilik adisyon reaksiyonunda vinilsülfonla hidroksil arasında eter bağı meydana gelmektedir (Hunger, 2003).

Hidroliz ve alkooliz birbirleriyle yarışır vaziyette gerçekleşmektedir. Yüksek pH'ta selüloz-O<sup>-</sup>/OH<sup>-</sup> oranı azalır. Ayrıca, hidrolizin aktivasyon enerjisi, alkoolizden daha yüksektir. pH arttıkça ve sıcaklık yükseldikçe boyarmadde yapısına göre genelde alkooliz oranı düşmektedir. Bu nedenle sıcaklığın boyarmaddeye göre

optimum olması gereklidir. Buna göre, farklı sıcaklıkta boyayabilen reaktif boyarmaddeler vardır. Bunlar sıcakta boyayan (80°C), ılıkta boyayan (60°C) ve soğukta boyayan (40°C) reaktif boyarmaddelerdir.

Hidrolizin neden olduğu iki büyük sakınca vardır. Bunlar; hidrolize uğrayan boyarmaddenin boyama özelliğini kaybedip boyama verimini düşürmesi ve hidrolize uğramış boyarmaddelerin lif yüzeyine mekanik olarak tutunup yaş haslıkların düşmesine neden olmasıdır. Hidrolizi azaltmak için üç yol mevcuttur. Birinci olarak daha az su kullanımı sağlayan emdirme metodu uygulamaktır. Ya da boyarmaddenin selüloz lifine afinitesi arttırılmalıdır. Fakat bu olay, hidrolizin de artmasına neden olmaktadır. Baz ilavesinin mümkün olduğunca geciktirilmesi en etkili yoldur. Baz ortama ilave edilmeden önce reaksiyon yavaştır ve hidroliz çok düşük seviyelerdedir. Baz ilave edilince hidroliz de artar. Bazik ortamda lif ile reaksiyon hızı, hidrolizden daha fazla olsa da %15-20 boyarmadde kaybı söz konusudur.

Haslık ve uygulama özelliklerine ek olarak boyarmaddenin elyaf üzerine fiksaj olma yüzdesi de önemlidir. Bu yüzde, elyafla kovalent bağ yapan boyarmadde miktarının elyafa uygulanan toplam boyarmadde miktarına oranı ile hesaplanır. Fiksaj yüzdesi başta reaktif gruba bağlı olmakla beraber başka faktörlere de bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak, sıcaklık ve pH'ın yüksek olması fiksajın artmasına neden olmaktadır. Boyamanın ekonomikliği üzerinde etkili bir faktördür. Fiksaj olayında hiçbir zaman %100 verim alınmaz.

Selüloz ile boyarmadde arasındaki reaksiyon kantitatif değildir. Yani, selülozun her -OH grubuna bir boyarmadde molekülü bağlanmaz. Bu nedenle selüloz moleküllerinin boyarmadde moleküllerine olan doygunluk derecesi oldukça düşüktür. Boyamada selülozun sadece %1'i boyanabilmektedir. Boyalı pamuğun boyanmamış pamukla aynı kimyasal özellik göstermesinin temel sebebi budur (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

### **5.6.2. Substantivite**

Substantivite, kimyasal reaksiyon düşünülmeden boyama dengesi kurulduktan sonraki elyaf üzerindeki boyarmadde miktarının, boyarmadde çözeltisinde bulunan



boyarmadde miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır. Substantivite, elyafla boyarmadde arasındaki reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli bir ön koşuldur. Alkali ilavesinde elyaf üzerine tutunmamış boyarmaddeler hidrolize uğrarlar ve boyama özelliklerini kaybederler. Tek reaktif gruba sahip boyarmaddeler için, yüksek substantivite fiksaj bölgesinin daha büyük olmasıyla yakından ilgilidir. Substantivite, büyük ölçüde boyarmadde yapısındaki renk verici gruplara (kromofor) bağlıdır. Ayrıca proses parametrelerinden de etkilenmektedir. Genel anlamda bakıldığında yüksek substantivite ile, düşük boyama sıcaklığı, düşük flotte oranı, boyama banyosuna elektrolit (sofra tuzu, sodyum sülfat) ilavesi ve düşük boyarmadde konsantrasyonu sağlanabilmektedir.

Merserize pamukların ve rejener selülozların substantiviteyi, merserize olmamış pamuğa göre daha yüksektir. Pratik uygulamalarda substantivite için belirli limitler vardır. Eğer substantivite çok yüksek olursa, elde edilen renk düzensiz olur, fikse olmamış boyarmaddelerin uzaklaştırılması zor olur ve yaş haslıklar düşük çıkar.

### **5.6.3. Difüzyon Oranı**

Difüzyon oranı, boyarmaddenin elyafın iç kısımlarına transfer olma oranıdır. Yüksek difüzyon oranı, dengenin hızlı kurulmasına ve boyarmadde adsorpsiyonundaki düzensizliklerin hızlı giderilmesine olanak tanır. Difüzyon hızı ayrıca, hidrolize uğramış boyarmaddelerin uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Arttırılmış boyarmadde substantivitesi, sık sık düşük difüzyon oranlarıyla birleşir. Sıcaklığın 10-20°C arasında arttırılması difüzyon oranını iki katı arttırır.

Kumaşın gördüğü önterbiye işlemleri de difüzyon oranını etkilemektedir. Pamuğun merserize edilmesi difüzyon oranını arttırır (Hunger, 2003).

#### 5.6.4. Çekim ve Fiksaj Dereceleri

Yapılan boyama sonucunda, boyarmaddenin verimini tanımlamakta, çekim ve fiksaj dereceleri kullanılmaktadır. Çekim, birinci ve ikinci çekim olarak iki basamaklı olup, genel olarak çekim miktarı şu eşitlikle hesaplanmaktadır:

$$\%E = 100 \times (C_i - C_s) / C_i \quad (5.7)$$

Burada; %E: Çekim yüzdesi,  $C_i$  : İlk çözeltilde bulunan boyarmadde konsantrasyonu (g/l),  $C_s$  : Son çözeltilde bulunan boyarmadde konsantrasyonu (g/l) olarak tanımlanmaktadır.

Fiksaj yüzdesi hesaplanırken, hidroliz olmuş boyarmadde miktarı da göz önüne alınmaktadır.

$$\%F = 100 \times (M_i - M_s - M_U) / M_i \quad (5.8)$$

Burada; %F : Fiksaj yüzdesi,  $M_i$  : İlk çözeltilde bulunan boyarmadde kütlesi (g),  $M_s$  : Son çözeltilde bulunan boyarmadde kütlesi (g),  $M_U$  : Yıkamayla uzaklaştırılan boyarmadde kütlesi (g) olarak tanımlanmaktadır.

#### 5.6.5. Elyaf-Boyarmadde Arasındaki Bağın Dayanıklılığı

Reaktif boyarmaddelerin çeşitliğinin çok fazla olmasından dolayı, haslıkların geliştirilmesi zordur. Yaş haslıkların büyük ölçüde reaktif grup tarafından belirlenmesine rağmen, diğer haslık özelliklerinin çoğu, boyarmaddenin tümüne veya kromofor grubun yapısına göre değişmektedir. Reaktif boyarmaddelerin çoğunluğunu oluşturan azo ve antrakınon boyarmaddeleri farklı haslık özelliklerine sahiptir. Fitalosiyanın, formazan ve trifenodioksiazin türevleri de ayrıca önemlidir. Bunlara ek olarak uygulama şartları ve bitim işlemleri de haslık özelliklerini

etkilemektedir. Mesela bazı reçine apre maddeleri ışık haslığında bir miktar düşüşe neden olmaktadır.

Reaktif grubun çeşidine göre, elyaf-boyarmadde bağının hidroliz olmaya karşı dayanıklılığı önemli farklılıklar göstermektedir. Adisyon tepkimesiyle selüloza bağlanan vinilsülfon boyarmaddeleri, eter bağı oluşturur ve bu bağ asidik hidrolize karşı mükemmel dayanıklılık gösterir. Bu bağın alkali çözeltilere karşı stabilitesi düşük olduğundan, sıcak sodyum karbonat çözeltilisine karşı haslığı kötüdür. Genel olarak substitüsyon reaksiyonu veren boyarmaddelerin elyafı yaptıkları bağın stabilitesi alkali çözeltilere karşı iyidir. Fakat elektron çekici substitüentlerin varlığında bu iyi haslık derecesi önemli ölçüde azalmaktadır.

#### **5.6.6. Bazik Ortamın Gerekliliği**

Reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanmasının bazik ortamda gerçekleştirilmesinin iki sebebi vardır. Birincisi, selülozun bazik ortamda reaksiyona girme isteğinin fazla olmasıdır. Diğer sebep ise; bazın, klor atomu içeren heteroçiklik halkalı boyarmaddelerden reaksiyon sırasında ortaya çıkan HCl asidini nötrleştirmesidir. Böylece asidin liflere zarar vermesi engellenir. Baz, HCl'yi nötralize ederek ortamdan uzaklaştırmasının yanında kimyasal denge açısından reaksiyon hızını artırarak dengeyi boyarmadde/elyaf yönüne çevirir. Ayrıca  $\beta$  substitüe etan türevlerini ihtiva eden boyarmaddelerde ise, substitüentin koparak esas reaktif grup olan vinil grubunun meydana gelmesi bazik ortamda mümkün olmaktadır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanmasında çoğunlukla bazik ortam kullanılsa da az da olsa farklı ortamda boyayabilen reaktif boyarmaddeler de mevcuttur. Fosfonat grubu içeren boyarmaddeler asidik ortamda mamule uygulanır. Dört seviyeli nikotinik asit türevleri ise nötr ortamda mamulü boyamaktadır. Bu boyarmaddeler büyük ölçüde polyester-selüloz karışımlarının boyanmasında kullanılmaktadır (Hunger, 2003).

### **5.6.7. Boyanacak Mamulün Gerekli Özellikleri**

Pamuklu malzemeler, boyama öncesi işlemlerle flotteyi üniform ve hızlı emebilecek hidrofillikte, nötr durumda boyamaya sokulurlar. Örme kumaşlar, koyu ton boyamalarda ham halde (güçlü bir ıslatıcı ile) ya da bir ön yıkamadan sonra boyanabilirler. Dokuma kumaşlardan haşıl maddeleri mutlaka sökülmalıdır. Çünkü; haşıl maddelerinin boyarmaddelere karşı belirli bir afiniteleri vardır. Reaktif boyarmadde, nişastanın -OH grupları ile de reaksiyona girer.

Reaktif boyarmaddelerin ölü ya da olgunlaşmamış pamuğu boyamasında büyük bir değişkenlik mevcuttur. Bu nedenle; bazı durumlarda merserize, kostikleme ya da yarı merserize gibi sudkostik muamelesi gerekir. Sudkostik işlemi sonrası malzemenin boyarmadde alma yeteneği artar ve aynı boyama koyuluğunda daha koyu boyamalar elde edilir.

Reaktif boyarmaddelerin renkleri çok parlak olduğu için, bazı durumlarda ön ağartma olmadan da tatminkar sonuçlar elde edilebilmektedir. Haşıl sökme ve bazik işleminden sonra ağartmanın yapılmaması, süre ve maliyetten tasarruf sağlar. Ağartma gerekli durumlarda, boyamadan önce kumaş üzerinde alkali, peroksit ve klor artıklarının iyice uzaklaşıp uzaklaşmadığı kontrol edilmelidir. Aksi halde; reaktivitede bir kayıp ve boyarmaddenin başlangıçta kısmen zarar görmesi söz konusudur. Mamul üniform bir şekilde nötr olmalıdır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Pamuklu dokunmuş kumaşlar, reaktif boyarmaddelerle boyanmadan önce genel olarak gördükleri temel önterbiye işlemleri; yakma, haşıl sökme, ağartma ve merserizasyondur.

#### **5.6.7.1. Yakma İşlemi**

Gerek iplik üretim aşamasında gerekse ipliğin gördüğü diğer işlemler sonucu (özellikle dokuma) ipliklerin üzerinde ince elyaf uçuntuları bulunur. Bunlara hav tüycükleri denir. Hav tüycükleri parlaklığı azalttığı gibi boyama ve baskı gibi ileriki işlemlerde düzgünsüzlüğe neden olur. Yakma işlemi sayesinde bu uçuntular kumaş üzerinden yakılarak uzaklaştırılır.

### **5.6.7.2. Haşıl Sökme İşlemi**

Haşıl maddesi olarak nişasta kullanılmışsa, kumaşa haşıl sökme işlemi uygulanması gerekir. Enzimlerle haşıl sökme işlemi gerçekleştirilir. Eğer suda çözünebilir haşıl maddeleri kullanılmışsa, sadece yıkama yapılır.

### **5.6.7.3. Ağartma İşlemi**

Özellikle pamuklu kumaşlarda bulunan yağ, mum, parafin gibi yabancı maddeler kumaşlara hidrofob bir özellik kazandırır. Bu hidrofobluk kumaşın boyanması sırasında dalgalı boyamalara ve boyarmaddenin kumaşa tam nüfuz etmemesine neden olur. Ayrıca pamuğun kendine has sarımtırak rengini bozuşturup ona beyaz bir görünüm kazandırmak için ağartma işlemi yapılır. Genel olarak hidrojen peroksit ağartmada kullanılan yükseltgen maddedir.

### **5.6.7.4. Merserizasyon İşlemi**

Pamuklu kumaşlar, gerilim altındayken soğuk derişik sodyum hidroksit çözeltisinden geçirilirler. Bu işleme merserizasyon denir ve merserzasyon ile şu özellikler materyale kazandırılır:

1. Lif kesiti şişer ve lifler daireselleşir
2. Mukavemet artar
3. Parlaklık artar
4. Daha koyu tonlarda boyanabilme gerçekleştirilir.

## **5.7. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğa Uygulanan Boyama Yöntemleri**

Reaktif boyarmaddelerle hem diskontinü (çektirme), hem de yarı kontinü ve kontinü emdirme metotları uygulanabilmektedir. Emdirme metotlarının uygulanması çok yaygındır. Bir boyarmaddenin hangi boyama metoduna uygun olup olmadığının

seçimi; boyarmaddenin içerdiği reaktif gruplar, boyarmaddenin difüzyon hızı (difüzyon kabiliyeti) ve substantivitesi ile saptanır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Bu özellikler, boyarmadde bünyesinde renk veren grupların özelliklerine bağlıdır ve bunlar boyarmaddeler arasında farklı bir durum gösterirler. Yani, bazı reaktif boyarmaddeler sıcak çektirme metoduna, bazıları soğuk bekleme metoduna uygun iken bazıları da her iki metoda uyum gösteren özelliklere sahiptir. Yapılan deneysel çalışmada her iki yönetime de uyum gösteren vinilsülfon esaslı kırmızı renk bir reaktif boyarmadde ( C.I. Reactive Red 198) seçilmiştir.

Reaktif boyarmaddelerin %20'si baskıda kullanılırken, %30'u emdirme yöntemine göre boyamalarda, %50'si ise çektirme yöntemine göre boyamalarda kullanılmaktadır (Hunger, 2003).

### **5.7.1. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Yöntemine Göre Boyama**

Çektirme yöntemine göre boyamada uzun süre ve uzun flotte oranı (1:3'ten uzun) ile boyama yapılmaktadır. Üç işlem adımından oluşur. Bunlar; boyarmaddenin lifler tarafından alınması, boyarmaddenin liflere fiksajı ve fikse olmamış boyarmaddenin uzaklaştırılmasıdır.

Çektirme yöntemine göre mamul boyanması için kullanılan boyama makineleri; elyaf ve bobin boyama makineleri ile jigger, haspel, overflow ve jet makineleridir. Şu an gözlenen genel eğilim bu makinelerde kullanılan flotte oranını düşürmektir. Dokuma kumaşlar için flotte oranı 1:3, örme kumaşlar için ise 1:5 olarak uygulanabilmektedir (Hunger, 2003).

Boyama kademeli veya hepsi içinde yöntemlerinden birine göre yapılabilmektedir. Çektirme yönteminde boyarmadde alınma oranını etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır.

1. Boyarmaddenin substantifliği,
2. Elyaf cinsi,
3. Flotte oranı,
4. Boya banyosu pH'ı,
5. Boyama sıcaklığı,

6. Tuz konsantrasyonu, cinsi ve flotteye ilave şekli,
7. Baz konsantrasyonu ve cinsi,
8. Boyarmaddenin mevcut düzgünleşme özellikleri,
9. Boyarmadde konsantrasyonu.,
10. Boyarmaddenin kimyasal reaktivitesi,
11. Mamulün gördüğü önterbiye işlemlerinin yeterliliği,
12. Boyama cihazının tipi,
13. Boyama süresi (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Çekme hızı ise;

- Lifin kendisine,
- Boyarmaddenin diftzyon hızına,
- Boyama koşullarına (örneğin ; flottenin hareketi , ısı , lif yüzeyinin lif kütesine olan oranı)

bağlıdır.

Bu etkenler , kullanılan yardımcı maddelerle olumlu yönde artırılabilir.

#### **5.7.1.1. Çektirme Yöntemine Göre Boyamanın Avantaj ve Dezavantajları**

Bu yöntemin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. İşlem süresi ve sıcaklık istenildiği gibi ayarlanabilir.
2. Kadife gibi havlı yüzeylerin tatmin edici bir şekilde boyanması mümkündür.
3. İşlem kontinü yönteme göre daha basittir. Hesaplama ve ilave flotte takviyesi kolaydır.
4. Baş son farkı, kanat farkı, migrasyon gibi boyama hataları olmaz.
5. Kısa metrajdaki partiler için uygundur. 50 metrelik kupon kumaşların dahi boyanmasına olanak tanır.
6. Yatırım maliyetleri düşüktür.
7. Bu yönteme göre çalışan makineler çok amaçlı olarak kullanılabilir. Örneğin; overflowda bazik işlem, ağartma, boyama, yıkama apre işlemleri yapılabilir.

Bu yöntemin dezavantajları ise şunlardır:

1. Kumaş halinde boyamada, mamul, birçok makinede halat halinde işlem gördüğünden kırık izi oluşma riski vardır. Levent boyama aparatları ve jigger bu yöntemde göre enine açık halde çalışan iki makinedir. Ancak, bunlar her mamul için uygun değildir.
2. Kalıcı kırık izi oluşma tehlikesi olan kumaşlarda kullanılmaz.
3. Uzun flotite oranı nedeniyle su, atık su, kimyevi madde, boyarmadde, yardımcı madde tüketimi, ısıtma, soğutma enerji giderleri açısından maliyetlidir.
4. Makineye mamul doldurma ve boşaltma zahmetlidir.
5. Üretim hızı düşüktür. İşlem süresi, ısıtma, soğutma, doldurma boşaltma için gerekli süre uzundur.

#### **5.7.1.2. Boyarmadde Seçimi**

Çektirme yöntemine göre boyama işleminde substantivitesi yüksek ve orta seviyede olan boyarmaddeler kullanılmaktadır. Substantivite fazla olduğundan hidroliz de fazla olmakta ve fiksaj oranı düşmektedir. Fiksaj yüzdesini arttırmak için flotite oranını mümkün olduğunca kısa tutmak ve bol miktarda tuzu flotiteye eklemek gerekir.

Yüksek reaktiviteye sahip boyarmaddeler düşük sıcaklıkta çözülürken, düşük reaktivitesi olan boyarmaddeler kaynar suda çözülürler. Çözme işlemi sırasında kullanılan üre hem çözünürlüğü artırır hem de soğutma etkisi gösterir. Üre özellikle emdirme yönteminde kullanılmaktadır. Çektirme yöntemine göre boyamalarda çok nadir kullanılır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Optimum boyama koşulları, boyarmaddenin reaktivitesine bağlıdır. Soğukta boyayan boyarmaddeler, 30-50°C'de pH 10-11'de uygulanırken, sıcakta boyayan boyarmaddeler 70-90°C'de ve pH 11-12'de uygulanmaktadır. pH ayarı için baz olarak sodyum karbonat ve sodyum hidroksit kullanılmaktadır (Hunger, 2003).

Türkiye'de çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda %70 oranında sıcakta boyayan reaktif boyarmaddelerle boyama yapılmaktadır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).



### **5.7.1.3. Sıcaklık ve pH'ın Ayarlanması**

Reaktif boyarmaddelerle boyamada sıcaklığın 10°C artırılması, boyarmaddenin reaksiyon hızını 4 kat arttırmaktadır. Boyarmaddenin lifler tarafından alınması düşük sıcaklıklarda fazladır. Yüksek sıcaklıkta difüzyon ve düzgünleşme fazla olur. Sıcaklık artışı substantiviteyi düşürürken, reaktiviteyi artırır. Boyarmaddenin fikse olması için gerekli sıcaklık, boyarmaddenin cinsine ve baza göre değişim gösterir (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Yakartepe ve Yakartepe (1998), pH'ın 1 derece artması reaksiyon hızını 9-10 kat artırır. pH ayarı için baz olarak sodyum karbonat ve sodyum hidroksit kullanılmaktadır. Ayrıca sodyum bikarbonat ve trisodyumfosfat da kullanılabilir. Bunlardan hangisinin tercih edileceği, boyarmadde cinsine boyama metoduna göre belirlenir. Reaktif boyamada en çok kullanılan baz kalsine sodadır ( % 98 susuz sodyumkarbonat).

### **5.7.1.4. Tuz ve Yardımcı Maddelerin İlavesi**

Tuz ilavesi substantiviteyi arttırmaktadır. Fakat tuz ilavesinin hepsinin bir defada yapılması, eğer miktarı çoksa, düzgünsüz boyamaya neden olur. Bunu önlemek için tuz porsiyonlar halinde verilmelidir. Tuz olarak glauber tuzu (sodyum sülfat) veya sofr tuzu (sodyumklorür) kullanılmaktadır. Sofra tuzunun suda çözünmesi daha yüksek ve kolaydır. Ayrıca sofr tuzu, atık su açısından daha avantajlıdır. Glauber tuzunun saflığı yüksek olanı, tercihen kalsine veya kurutulmuş olanı kullanılmalıdır.

Tuz ve alkali dışında flotteye ıslatıcı, kırık önleyici, köpük giderici gibi yardımcı maddeler de eklenebilir. Islatıcılar, mamulün üniform ve hızlı ıslanmasını sağlarken, kayganlaştırıcı etkisi kırık tehlikesini azaltmaktadır. Genelde non-iyonik ıslatıcılar kullanılır.

### 5.7.1.5. Ard Yıkama İşlemleri

Boyamadan sonra yıkama yapılır. Yıkamanın amacı elyaf üzerine tutunan hidrolize uğramış boyarmaddelerin mamulden uzaklaştırılmasıdır. Önce soğuk sonra sıcak durulamanın ardından tekrar soğuk durulama yapılır. İstenirse asetik asitle nötürleştirme de yapılabilir. Yıkama işlemi yaş haslıklara büyük ölçüde etki ettiği için dikkat edilmesi gereken bir işlemdir. Yıkama şiddeti substantiviteye göre ayarlanır. Çektirme yönteminde yüksek substantiviteye sahip boyarmaddeler kullanıldığı için hidrolize uğramış boyarmaddelerin uzaklaştırılması zordur. Sıcaklık, zaman, banyo değişim sayısı yıkama işleminin sonucunu etkiler.

Sabunlama yapılacaksa, 1-3 g/l yıkama maddesi içeren flotte ile 90-95°C'de 15-30 dakika muamele yapılır. Fiksator kullanımı ile hidrolize uğramış boyarmaddelerin bir kısmı mamule fikse edilerek rengin koyulaşması sağlanabilir. Fiksatorler yıkama sayısını azaltır ve böylelikle su tüketimi ve atık su miktarını azaltır. Durulama sayısı boyarmadde cinsi ve boyama koşullarına göre değişiklik gösterir. Çektirme yöntemi için kullanılacak ard yıkama işlem adımları şu şekildedir:

- 25-30°C'de 2 dakika durulama
- 90°C'de 2 dakika durulama
- 90°C'de 2 gr/l non-iyonik deterjanla yıkama
- 30°C'de 2 dakika. durulama
- 30°C'de 2 dakika durulama
- 30°C'de 2 dakika durulama
- 30°C'de 2 dakika durulama

### 5.7.1.6. Reaktif Boyarmaddelerle Çektirme Makinelerinde Pamuklu Kumaşın Boyanması

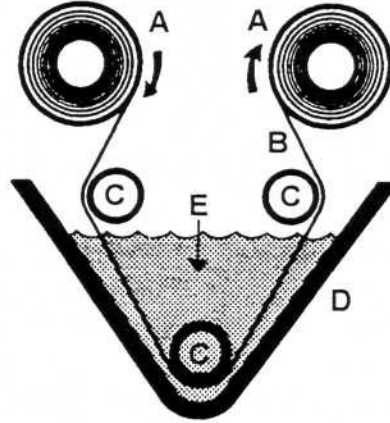
Çektirme yöntemine göre kumaş boyanması için kullanılan boyama makineleri; jigger, haspel, overflow ve jet makineleridir. Şu an gözlenen genel eğilim bu

makinelere kullanılan flotte oranını düşürmektir. Dokuma kumaşlar için flotte oranı 1:3, örme kumaşlar için ise 1:5 olarak uygulanabilmektedir (Hunger, 2003).

#### 5.7.1.6.(1). Reaktif Boyarmaddelerle Jiggerde Boyama

Pad-batch yönteminin yaygınlaşmasına rağmen jiggerler hala dokunmuş pamuklu kumaşların boyanması için geniş olarak kullanılmaktadırlar. Reaktif boyarmaddelerle jiggerde boyamada görülen önemli bir problem, boya banyosu ile kumaş topunun çeşitli bölgeleri arasında belirgin sıcaklık farklarının oluşabilmesidir. Çekici silindirin, kendinden daha sıcak olan kumaştan ısı alması da baş son farkına neden olabilmektedir.

Jigger boyama makineleri 1:2-1:6 flotte oranlarında çalışabilmektedir. Jigger boyama makinelerinin en büyük avantajı flotte oranının diğer çektirme makinelerinden daha düşük olmasıdır. Şekil 5.6'da şematik olarak bir jigger makinesi gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Klasik Jigger Boyama Makinesinde Şematik İşlem Prensibi: A-Kumaş silindirleri, B-Kumaş, C-Sevk silindirleri, D-Flotte teknesi, E-Flotte (Yakartepe ve Yakartepe, 1993)

Kumaşların, sulandırılmış asetik asit kullanılarak ayarlanmış pH 6-7 derecesinde hazırlanması suretiyle erken fiksajın önlenmesi ve sıkı, yoğun

düzensüz konstrüksiyonlarda nüfuzun ve dengeli dağılımın sağlanması ile başlayan normal bir boyama işlemi aşağıda anlatılmıştır.

- Önce boyarmadde ilk iki pasajda eşit olarak ilave edilir sonra aynı şekilde iki pasajda tuz ilavesi yapılır. Düşük ya da orta substantifliğe sahip boyarmaddeler kullanıldığında boyarmadde ve tuz ilk iki pasajda birlikte ilave edilebilir.
- Jigger en az 30 dakika (en az iki pasaj) çalışır ve bundan sonraki iki pasajda alkali ilavesi yapılır.
- Daha sonra jigger çalışılan sarıma bağlı olarak bir 30-60 dakika daha çalıştırılır.
- Boyarmadde banyosunun akıtılmasından sonra kumaş iki pasaj soğuk taşırmalı yıkamada çalıştırılır ve gerekli görülürse ard işlem yapılır.
- Son iki yıkamada banyo sıcaklığı 50-60°C ye yükseltilir (eğer tam sargı çalışılıyorsa tekrar edilir) ve eğer imkan varsa bir sıkma ya da akıtma silindiri kullanılır.
- Son olarak 4 ile 6 pasaj deterjanlı kaynar su ile yine çalışılan sargının kalınlığına bağlı olarak işlem görür ve temizleme için de durulama pasajları yapılır.

Jigger boyamada pasaj, sargının bir taraftan diğerine aktarılmasıdır. İşlem detayları değişebilir. Örneğin; bazı boyarmaddeler sofratuzu yerine glauber tuzu kullanımı gerektiren, çözünürlük ya da agregat oluşturma problemleri gösterir. 60°C'de boyama zorunlu olabilir. Bu durumlarda 1:1 sodyumkarbonat-sodyumbikarbonat karışımı ile kapalı jiggerler tercih edilir. Renk veya haslık sebepleri ile boyarmadde seçimini sıcakta boyayanlar yönünde değiştirmek gerekebilir (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

#### **5.7.1.6.(2). Reaktif Boyarmaddelerle Haspelde Boyama**

Bu makinelerde 1:15 1:30 gibi uzun flote oranlarında çalışılır. Bazı kumaşlar boyama öncesi basit bir ıslatma gerektirirler. En çok karşılaşılan problemler; aşınma, halat izi ve karga ayağı denilen hata ve yol yol çizgiler oluşmasıdır. Tüp kumaşlar için iyi bir şişirme yapılmalıdır.

Örnek olarak bir diklorotriazinil reaktif boyarmaddesiyle haspelde boyamanın işlem adımları anlatılmıştır.

- Boyamaya 30°C’de başlanır ve sıcaklığın her noktada aynı olması sağlandıktan sonra 5 daakika içinde boyama çözeltisi eklenir.
- Ardından 1 saat içerisinde 10-15 dakika’lık aralarla gerekli tuz miktarını üç defada ve her seferinde bir öncekinden daha fazla ilave edilir.
- Son tuz ilavesinden yaklaşık 15 dakika sonra 20-30 dakika daha boyamaya devam edilir.
- Bu noktada banyoya ilave edilecek oldukça az miktarda karbonatın tek bir doz halinde 5 dakika boyamaya devam edildikten sonra pH değeri, iyice sulandırılmış kostik soda çözeltisinin iki porsiyon halinde 10 dakikalık bir süre içinde ilave edilmesi ile 10,5-11’e yükseltilir. Her reaktif boyarmadde için pH’ın kontrol edilmesi tavsiye edilir.
- Bundan sonra boyama 30°C’de 30-45 dakika devam eder, daha sonra nüanslama ya da yıkama adımları gelir.
- Nüanslama için ilave yapılmadan önce banyo (5gr/lt) sodyum bikarbonat ilavesi ile pH 9’a getirilir; bu sağlandıktan sonra boyarmadde konulur ve 10 dakika daha beklenilerek pH’ı eski değerine getirmeye yetecek kadar kostik soda çözeltisi ilave edilir. 20 dakika sonra yıkama işlemine başlamadan önce renk bir kez daha kontrol edilir.

Bikarbonat-karbonat olarak anılan boyama işlemi, standart reçetelerle tatmin edici sonuçları vermeyen zor kumaşlar için ortaya çıkarılmıştır. İstenilen boyarmadde alımını üniform olarak sağlayabilmek için kumaş boyarmadde çözeltisi içinde 5 dakika 50°C’de çalıştırılır. Bundan sonra tüm tuz ilavesi yapılarak boyama 30 dakika daha devam eder. Çözölmüş (ya da pasta halindeki) bikarbonat ilave edilerek bir 30-40 dakika daha 50°C’de beklenir ve pH’ın yükseltilmesi için karbonat ilave edilir. Daha önce de belirtildiği gibi eğer nüans ayarlaması gerekiyorsa, boyarmadde fiksajı için bir 30 dakika daha bekledikten sonra yıkamaya geçilir (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

### **5.7. 1.6.(3). Reaktif Boyarmaddelerle Overflow ve Jette Boyama**

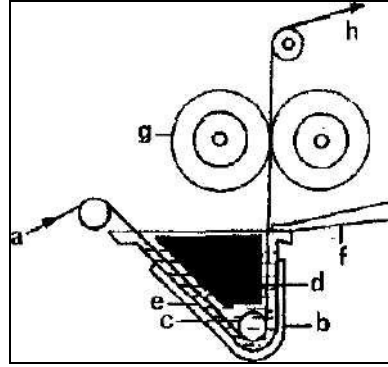
Atmosferik ve HT koşullarında çalışan, farklı konstrüksiyonlarda çok sayıda jet ve overflow boyama makineleri vardır. Bu makinelerde flotte oranı 1:5 ila 1:10 arasındadır. Bu makinelerin flotte oranı genel olarak haspelden düşük, jiggerden yüksektir. Flotte oranı düştükçe; su sarfiyatı azalır, daha az atık oluşur ve daha az kimyevi kullanılır.

Bu makineler, pamuklu dokuma kumaşların yanında örme kumaşların hazırlığında ve boyanmasında kullanılmaktadır. Kumaşın yüksek hızda çalışması klasik haspelden 5 kat fazla aşınma probleminin görülmesine neden olabilmektedir. Özellikle jetlerde görülen kuvvetli türbülans da köpük oluşumuna sebep olmaktadır. Bunun için köpük önleyiciler kullanılır. Fakat bu maddeler de kaymaya neden olup, düzgün boyama kalitesinin düşmesine neden olabilirler.

### **5.7.2. Reaktif Boyarmaddelerle Emdirme Yöntemine Göre Boyama**

Emdirme yöntemine göre boyama, mamulün boyama banyosundan geçirilip sıkılması ile başlar. Daha sonra hangi metoda göre fikse edilecekse o metot uygulanır. Kısa flotte oranlarında çalışılması su, boyarmadde, kimyevi ve yardımcı madde tüketimini azaltırken, atık su oluşumunu da azaltmaktadır.

Emdirme yönteminde kullanılan temel makine fulardlardır. Şekil 5.7'de tipik bir yatay fulard yapısı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Tipik Bir Yatay Fulard Yapısı, a-Kumaş, b-Empregnasyon teknesi, c-Emdirme kortesi, d-Tekne içindeki flotte hacmini azaltma parçası, e-İndirekt ısıtma, f-Kaydırak, g-Sıkma silindirleri, h-Emdirilmiş kumaş (Yakartepe ve Yakartepe, 1993)

Emdirme yöntemi üç ana işlem kademesinden oluşur:

1. Emdirme,
2. Fikse,
3. Yıkama ve sabunlama işlemleri.

Emdirme, mamulün durumuna göre; kurudan yaşa veya yaştan yaşa uygulanabilir.

Emdirme yöntemi fularda uygulanır ve iki önemli özelliği vardır. Bunlar;

1. Kısa flotte oranı (1:1,5 banyo oranından az),
2. Kısa muamele süresi

şeklindedir. Bu iki özellik, çektirmenin (tam banyo) tam tersidir.

Emdirme ile aplikasyonda, mamulün flotteden geçiş süresinin çok uzun tutulmasına gerek yoktur. Fakat çok kısa geçişlerde de aplikasyon yeterince gerçekleşmez. Tekstil mamulünün ıslanması, boyarmadde ve kimyevilerin aplikasyonu için yeterli süre sağlanmalıdır.

Bu işlemde boyarmadde ve alkali beraber verilebileceği gibi ayrı ayrı da verilebilir. Hepsinin bir arada verilmesine tek banyolu yöntem, ayrı ayrı verilmesine iki banyolu yöntem olarak adlandırılır. Tek banyolu proste, flotte stabilitesi önemlidir. Flotte stabilitesi, boyarmaddenin zamanın bir fonksiyonu olarak hidrolize uğraması olayıdır. Boyarmaddenin reaktifliği arttıkça, uzun bekleme sürelerinde renk

şiddetindeki kayıp gittikçe artar. Bu nedenle boyarmadde çözeltisi ayrı, alkali çözeltisi ayrı teknelerden fularda pompalanır. Ayrıca fulardın tekne hacmi düşük tutulmaktadır. Bu şekilde boyarmadde ile alkali çözeltisi bir araya geldikten 5 dakika sonra tamamen yer değiştirmiş olmaktadır (Hunger, 2003).

Emdirme yöntemine göre boyama, sürekli ve yarı sürekli şekilde uygulanabilmektedir.

### **5.7.2.1. Emdirme Yönteminin Avantajları ve Dezavantajları**

Emdirme yönteminin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

1. Flotte oranının kısıllığı, su kullanımı ve atık su miktarının düşük olması,
2. Kullanılan boyarmadde ve kimyasal madde tüketiminin azlığı,
3. Enerji giderlerinin düşüklüğü,
4. Uzun partilerin ekonomik bir şekilde boyanması,
5. Aynı tonda boyama istenen uzun metrajlarda uygunluğu ,
6. Makinenin doldurma, boşaltma, temizleme süresinin kesikli metoda göre kısa olması,
7. İşlem tekrar edilebilirliğinin çektirme metoduna göre daha yüksek olması,
8. Kalıcı kırık izi tehlikesi olan kumaşlar için uygun olmasıdır.

Emdirme yönteminin dezavantajları ise şunlardır:

1. Yatırım giderinin yüksek olması,
2. Uzun metrajlı partiler için uygun olması,
3. Sıkma merdanelerinin konstrüksiyon olarak hassas olması ve bakım gerektirmesi,
4. Baş-son farkı, kanat farkı, migrasyon gibi boyama düzgünsüzlükleri,
5. Flotte konsantrasyon hesaplarının daha hassas ayarlanması gerekliliği,
6. Sürekli sistemlerin Türkiye’de üretilmemesi.



### **5.7.2.2. Boyarmadde Seçimi**

Boyarmadde seçiminde, baş son farkının oluşma tehlikesi göz önüne alınmalıdır. Baş son farkı, kumaşın ilk kısmı ile son kısmı arasında görülen ton farkı hatasıdır. Yüksek substantiviteye sahip boyarmaddelerde, sıkma işleminden sonra kumaşa tutunan boyarmadde miktarı çok olduğundan, flotteye dönen boyarmadde miktarı düşük olmaktadır. Böylelikle ilk durumdan daha düşük bir boyarmadde oranı meydana gelir ve bu da ton da değişime neden olur.

Düşük substantivite gösteren reaktif boyarmaddeler, iyi çözünürlük gösterirler ve reaktiflik özellikleri kontrol edilebilir. Bu nedenlerden dolayı reaktif boyarmaddeler emdirme yöntemine uygun bir boyarmadde sınıfıdır. Yine de boyarmadde seçiminde substantivitesi mümkün olduğunca düşük reaktif boyarmaddeler tercih edilmektedir.

### **5.7.2.3. Üre ve Alkali İlavesi**

Boyarmadde çözeltileri hazırlanırken, özellikle emdirme yönteminde, üre kullanılır. Üre, boyarmaddenin çözünürlüğünü artırır, selülozik liflerin şişmesine neden olur, agregasyon derecesini düşürür ve difüzyonu kolaylaştırır.

Emdirme yönteminde alkali olarak, sodyum hidroksit ve soda kullanılır. Alkali ilavesinden sonra hidroliz tehlikesi yükseldiğinden dolayı, emdirme yöntemlerinde iki banyolu yöntem uygulanabilmektedir. Fakat bu yöntem zaman alıcı ve dikkat gerektirmektedir. Boyarmadde flottesıyla emdirilen kumaş ara kurutmaya alınır, daha sonra alkali çözeltilisinden geçirilip fiksaj işlemi uygulanır.

### **5.7.2.4. Flotte Oranı ve Fiksaj Süresi**

Çektirme yöntemine göre çok düşük flotte oranlarında çalışılması emdirme yönteminde hidroliz tehlikesinin düşük olmasını sağlamaktadır. Ayrıca su, boyarmadde ve kimyevi tüketiminin de daha az olmasını sağlamaktadır. Emdirme

yönteminde kullanılan kısa flotte oranı ile boyarmadde alımı ve fiksaj yüzdesi artırılabilir.

Reaktif boyarmaddelerde, hem kısa hem de uzun fiksaj süreleri ayarlamak mümkündür. Kısa fiksaj süresi ile yapılan hızlı fiksaj işlemi, hem ekonomiktir hem de üretkendir. Fakat problemlili mamullerde, düzgünlük, difüzyon ve sızmanın daha iyi olması için yavaş fiksaj yapılması uygundur.

2-48 saat arası uygulanan fiksaj süreleri yarı sürekli sistemler olarak kabul edilmektedir. Mesela, sürekli bir sistem olan pad-steam yöntemine fiksaj süresi 60 saniye iken yarı sürekli bir sistem olan pad-batch yönteminde en az 2 saat olup bu süre 48 saate kadar çıkabilmektedir.

#### **5.7.2.5. Reaktif Boyarmaddeler İçin Kullanılan Emdirme Yöntemleri**

Reaktif boyarmaddelerle yapılan emdirme yöntemine göre boyamalar; yarı sürekli ve sürekli olarak tek banyolu ve iki banyolu yapılabilmektedir. Çizelge 5.2’de bu yöntemler verilmiştir.

Emdirme yöntemlerinin dokuma pamuklu kumaşlar, viskon ve keten mamuller üzerindeki uygulamaları yanında, selüloz esaslı şerit ve diğer dar dokumalara uygulanmaları da mümkündür. Çizelge 5.3’te bu yöntemlerin uygun oldukları kumaş formları gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Emdirme Yöntemine Göre Boyama Metotları (Kanık, 1988)

Boyama Yöntemleri		Açıklama	
Yarı Kontinü Yöntemler	Pad-Batch	Tek Banyolu	Alkali ve boyarmadde aynı banyoda emdirilir, fiksaj için bekletilir.
		İki Banyolu	Boyarmadde çözeltisiyle emdirme - ara kurutma - alkali çözeltisiyle emdirme ve bekletmeden oluşur.
	Pad-jig		Fularda boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamulün, jigerde alkali çözeltisiyle fiksajı tamamlanır.
	Pad-Roll		Alkali içeren boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul bir enfraruj kanalından geçirilerek termo bekletme odasına alınır.
Kontinü Yöntemler	Pad-Steam	Tek Banyolu	Alkali içeren boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul ön kurutma ve buharlamadan geçirilerek fikse edilir.
		İki Banyolu	Boyarmadde çözeltisiyle emdirme -kurutma - alkali çözeltisiyle emdirme ve buharlama adımlarından oluşur.
	Pad-Dry		Alkali içeren boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul uzun süreli kurutma işlemine tabi tutulur.
	Termofiksaj		Alkali içeren boyarmadde çözeltisiyle emdirme, ara kurutma ve yüksek sıcaklıkta yapılan fiksaj adımlarından oluşur.
	Pad-Yaş Fiksaj		Boyarmadde çözeltisiyle emdirilen mamul ara kurutmadan sonra sıcak alkali çözeltisiyle fikse edilir.

Çizelge 5.3. Emdirme Metotlarının Uygun Oldukları Kumaş Formları (Bebekli, 2000)

Boyama Yöntemleri	Metot	Materyal Cinsi		
		Dokuma Kumaş	Örme Kumaş	Havlı Kumaş
Yarı Kontinü	Pad-batch	*	Δ	Havlu, kadife
	Pad-roll	*	-	Havlu, kadife
	Pad-jig	*	-	Havlu , kadife
Kontinü	Pad-steam	*	Δ	Havlu, kadife
	Pad - dry	*	-	-
	Pad-termsol	Özellikle pes ve pes / pamuk	-	-
* : çok uygun      Δ :uygun      - : kullanılmaz				

### **5.7.2.6. Pad-Batch Yöntemine Göre Boyama**

Pad-batch yöntemi (soğuk bekletme), reaktif boyarmaddeler için ilk kez 1957’de kullanılmıştır. En az yatırım gerektirmesi ve ekonomik yönden avantajlı olması nedeniyle çok tercih edilen bir boyama metodudur. Dokuma kumaşlar için, özellikle elbiselik ve döşemelikler için pad-batch yöntemi önemini gittikçe arttırmaktadır. Son zamanlarda örme mamuller için de çeşitli fulard konstrüksiyonları geliştirilmiştir.

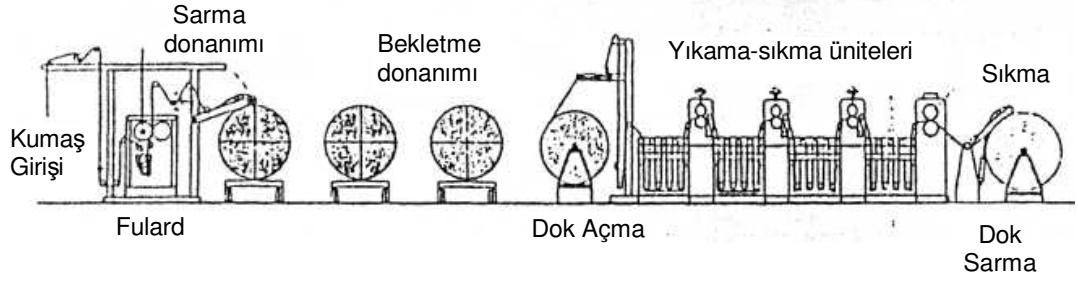
1000 m ile 10000 m arasındaki parti uzunlukları pad-jig sistemi için uzun, kontinü fabrika yatırımı için ise çok kısadır. Fakat bu yöntem için gayet uygundur. Diğer yarı kontinü yöntemler olan pad-jig ve pad-roll yöntemleri, sahip oldukları dezavantajlardan dolayı selülozik ürünlerin boyanmasında yerlerini büyük ölçüde pad-batch yöntemine bırakmışlardır.

Pad-batch yöntemi tek banyolu ve iki banyolu olarak yapılabilse de iki banyolu yöntem ancak tek banyolu yöntem uygulanmıyorsa başvurulmaktadır. Bu nedenle tek banyolu pad-batch yöntemi dikkate alınmaktadır.

Pad-batch yöntemine uygun reaktif boyarmadde seçiminde, yüksek reaktivite, düşük substantivite ve iyi çözünürlük dikkate alınmaktadır. Reaktivite fiksaj süresinde etkili iken substantivite özellikle düzgün boyama ve ard işlemlerin uygulanmasında etkilidir. Boyarmaddelerin farklı kimyasallar varken çözünürlüğünün iyi olması da boyarmadde seçiminde göz önüne alınır.

#### **5.7.2.6.(1). Pad-Batch Yönteminde İşlem Akışı**

Pad-batch yöntemine göre yapılan boyamalar 3 adımdan oluşmaktadır. Bunlar; emdirme, bekletme ve ard yıkama işlemleridir. Şekil 5.8’de pad-batch yöntemine göre işlem akışı verilmiştir.



Şekil 5.8. Pad-Batch Yöntemine Göre İşlem Akışı (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Emdirme aşamasında, hazırlanan boyama banyosundan kumaş geçirilir ve sıkma silindirleriyle belirlenen alınan flotte oranına göre sıkılır. Fulardan teknesine boyarmadde çözeltisi ile alkali çözeltisi sırayla 4:1 oranında pompalanır. Bu şekilde hidroliz tehlikesi azaltılmış olur. Alınan flotte oranına göre sıkılan kumaş doka sarılır ve üzerinde hava almayacak şekilde bir folyeyle kaplanır.

Gerekli önterbiye işlemlerinden geçmiş kumaş, açık ende ayarlanmış sabit bir hızla fulardan geçirilir. Geçiş hızı ve sıkma silindirlerinin basıncı ile alınan flotte oranı ayarlanmaktadır. Fulardlarda kullanılan otomatik besleme ünitesiyle, zamanla teknede azalan flotte miktarı ilk seviyesine çıkarılır. Ayrıca alkali ve boyarmadde çözeltilerini ayrı ayrı pompalardan dozajlayan karıştırma ünitesi de fulardlarda yer almaktadır. Dokuma kumaşların sarımında, kumaşın üst üste düzgün sarılmasına ve sarma geriliminin düşük tutulmasına dikkat edilir. Sarım tamamlandıktan sonra hemen folye ile kaplamaya geçilir.

Bekletme aşamasında, doka sarılan kumaş, temelde reaktif boyarmaddenin yapısına bağlı olarak, belirli bir süre ortam şartlarında bekletilmektedir. Bekleme sırasında dok sürekli döndürülür. Böylece boyarmaddenin göçü engellenmiş olur. Bekletme sıcaklığı, emdirme sıcaklığından 2-5°C daha yüksek olmalıdır. Eğer kumaş sıcaklığı dış ortam sıcaklığından fazla olursa kumaşta lekelenmeler görülür. Bekletme süresi sonunda fiksaj işlemi tamamlanmış olur ve ard yıkama işlemlerine geçilir.

Ard işlemlerle, kumaş üzerine tutunan boyarmaddelerin uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu boyarmaddeler elyafla kovalent bağ yapamamış boyarmaddelerdir. Boyarmaddenin substantivitesine göre yıkamanın kuvveti

ayarlanır. Eğer substantivite yüksekse yıkama şartları ağırlaştırılır. Ard yıkama işlemleri mamulün yaş haslıkları üzerinde büyük öneme sahiptir. Ard yıkama işlemlerinin tam yapılmaması mamulün yaş haslıklarının düşmesine neden olmaktadır.

Yıkama işlemi her türlü yıkama makinesinde yapılabilir. Ama ekonomikliği açısından sürekli açık en yıkama makineleri ard yıkama işlemleri için kullanılmaktadır.

#### **5.7.2.6.(2). Pad-Batch Yönteminde Kalite ve Proses Parametreleri**

Pad-batch yöntemine göre boyamalarda gerekli haslık özelliklerine sahip, hatasız boyamalar elde etmek için aşağıda sıralanan parametreler göz önüne alınmalıdır.

1. Flotte sıcaklığı,
2. Alınan flotte oranı,
3. Flotte yenilenme oranı,
4. Banyo hazırlama tekniği,
5. Kumaş geçiş hızı,
6. Reaktivite,
7. Substantivite,
8. Hidroliz özellikleri,
9. Muamele süresi,
10. Bekletme süresi,
11. Ard yıkama işlemleri ve tekrarlanabilirlik (Wersch, 1992).

Bu parametrelerden birçoğu önceki bölümlerde açıklanmıştır. Bu nedenle bu kısımda; bekletme süresi ve flotte sıcaklığına değinilmiştir.

#### **5.7.2.6.(2).(a). Bekletme Süresinin Etkisi**

Pad-batch yöntemine göre reaktif boyarmaddelerle boyamada, bekletme süresiyle banyo stabilitesi arasında ilişki vardır. Banyo stabilitesi yüksekse bekleme

süresi uzun, stabilite düşükse bekleme süresi kısa olmaktadır. Banyo stabilitesi boyarmaddenin reaktivitesi ile de ilgilidir. Reaktif boyarmaddenin reaktifliği yüksekse banyo stabilitesi düşüktür.

Kısa süreli fiksaj için materyalin homojen ıslanması boyamanın düzgünlüğü açısından önemlidir. Bu nedenle mamulün gördüğü önterbiye işlemleri, boyamanın kalitesi üzerinde çok önemli bir yere sahiptir.

Yüksek banyo stabilitesine sahip boyarmaddelerin kullanılması uzun fiksaj süresi gerektirmektedir. Bunlar 12 saatten 48 saate kadar bekleme süresi gerektirmektedirler. Boyarmaddenin bu yavaş reaksiyon hızı, sıcaklık farkından dolayı kenarlarda görülebilecek yoğunlaşmadan dolayı kumaş kenarlarında lekelenmelere sebep olabilir. Ayrıca soğuk havalarda kumaş dokunun iç kısmının sıcak, dış kısmının ise ortamdan dolayı soğuk olması boyamanın dengesiz olmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kostik soda kullanılması ile, kumaş partisinin havayla teması sırasında karbondioksitin pH'ı düşürmesi veya diğer asidik buharlaştırmaların neticesinde kenarlarda fiksajın yetersiz kalma ihtimali vardır. Bu durumu önlemek için çeşitli önlemler alınmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı yüksek reaktifliğe sahip boyarmaddelerle kısa fikse süresi uygulanması daha avantajlıdır. Bu boyarmaddelerin banyo stabilitesini geliştirmek amacıyla, küçük fullard hacimlerinin ve dozajlama ünitelerinin kullanılarak alkali ile bir arada kalma süresinin düşürülmesi ve çeşitli tuzlarla alkaliyi tamponlaması uygulanmaktadır. Ayrıca bu tip çalışmalarda flotte sıcaklığı da göz önüne alınır. Çünkü, sıcaklığın artması hidrolizi arttırmaktadır.

Fikse süreleri boyarmadde yapılarına göre farklılık göstermektedir. Bu süreler boyarmadde üretici firmalar tarafından verilmektedir. Örneğin, diklortriazin esaslı, reaktifliği yüksek reaktif boyarmaddeler için fikse süresi 2 saat iken trklorprimidin esaslılar için bu süre 48 saat ve vinilsülfon tiplerde 2-16 saat olarak uygulanmaktadır.

#### **5.7.2.6.(2).(b). Flotte Sıcaklığının Etkisi**

Flotte sıcaklığı, banyo stabilitesini dolaylı olarak etkilemektedir. Sıcaklık artışı boyarmaddenin reaktifliğini artırır. Reaktifliğin artması da hidroliz olma oranının

artmasına neden olur. Bu nedenle de flottenin stabilitesi, azalmaktadır. Flotte sıcaklığı bu nedenden dolayı kontrol altında tutulmaktadır. Genel olarak flotte sıcaklığı 20-25°C olacak şekilde çalışma yapılmaktadır.

Boyarmaddenin yüksek sıcaklıktaki suda çözülüp iyice soğutulmaması, yaz döneminde işletme suyunun sıcaklığının daha yüksek olması, önterbiye işlemlerinden gelen kumaşın kurutma sonrası yeterince soğumadan boyamaya alınması, boyama flottesinin sıcaklığının artmasına neden olabilmektedir.

Boyarmadde çözeltisinin hazırlanması sırasında kullanılan ürenin etkilerinden birisi de çözeltiyi bir miktar soğutmasıdır.

#### **5.7.2.6.(3). Pad-Batch Yönteminin Avantajları**

Pad-batch yönteminin sahip olduğu önemli avantajlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Yatırım maliyeti düşüktür,
2. Üretim maliyetleri düşüktür,
3. Enerji tüketimi azdır,
4. Üretim yüksektir,
5. Ekonomikliği yüksektir,
6. Kimyevi tüketimi azdır,
7. Çevre kirliliği açısından daha iyidir,
8. Kapladığı alan azdır,
9. Rengin tekrarlanabilirliği iyidir,
10. Hızlı renk değişimi söz konusudur,
11. Ara kurutma aşaması gerektirmez,
12. Yaş haslıklar mükemmeldir,
13. Kumaşın görünüşü iyidir (Wersch, 1992).

#### **5.7.2.7. Pad-Roll Yöntemine Göre Boyama**

Pad-roll yöntemi (sıcakta bekletme yöntemi); emdirme, ara kurutma, doka sarma, termo bekletme ve ard yıkama işlemleri adımlarından oluşur. Kumaş önce 20-

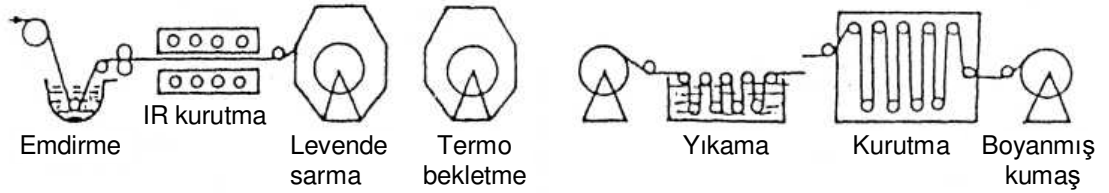


25°C'deki boyama banyosundan geçirilir. Daha sonra termo bekletme odalarında bekletilen kumaş, süre sonunda yıkanır ve kurutulur.

Pad-roll yönteminin pad-batch yöntemine göre farkı bekletmenin sıcakta yapılmasıdır. Difüzyonun zor olduğu kumaşlarda (ağır viskon ve astarlık kumaşlarda) bu metot tercih edilmektedir. Bu yöntem reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasında artık tercih edilmemektedir.

#### 5.7.2.7.(1). Pad-Roll Yönteminde İşlem Akışı

Pad-roll yöntemine göre çalışma özel pad-roll tesislerini gerektirmektedir. Pad-roll tesislerindeki işlem akışı Şekil 5.9'da şematik olarak verilmiştir.



Şekil 5.9. Pad-Roll Tesisinde Şematik İşlem Basamakları (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Pad-roll yönteminde emdirme tek banyolu olarak yapılır. Flotteyi içeren tekne, hidroliz tehlikesi için küçük tutulmaktadır. Yine pad-batch yönteminde olduğu gibi otomatik besleme sistemleri ve karıştırma üniteleri pad-roll yönteminde kullanılan fullardarda yer almaktadır. Boyama banyosuyla emdirilen kumaş sıkıldıktan sonra bir ön kurutmaya tabi tutulmaktadır. Bu kurutma işlemiyle mamulün sıcaklığı termo bekletme odası için artırılmaktadır. Kurutmadan çıkan kumaş levende sarılır. Sarım düzgün uygun gerilimde yapılmalıdır. Sarılan levend termo bekletme odasına alınır ve kumaş uygun sıcaklıkta, belirlenen süre boyunca tutulur. Bu aşama boyarmaddenin kumaşa fiksajının yapıldığı aşamadır. Termo bekletme odalarında yaş ve kuru sıcaklıklar dikkate alınmaktadır.

Fiksaj süresi bittikten sonra kumaşa ard yıkama işlemleri uygulanır ve bağ yapmayan boyarmaddeler kumaştan uzaklaştırılır. Yıkamanın ardından kumaş kurutulur ve boyama işlemi tamamlanmış olur.

#### **5.7.2.8. Pad-Jig Yöntemine Göre Boyama**

Pad-jig yöntemi (emdirme-jiggerde fiksaj), pad-batch ve pad-roll gibi bir yarı kontinü bir boyama yöntemidir. Pad-jig yöntemi için, bir fulard ve bir jigger yeterlidir. Yöntemin ana prensibi, kumaşın nötr boyarmadde çözeltisiyle emdirilmesi, ara kurutmadan geçirilmesi ve jiggerde alkali, tuz çözeltisiyle boyarmaddenin fiksajının yapılması esasına dayanır. Fiksaj sonrası yıkamaya geçilir. Yıkama ister jiggerde ister farklı bir yıkama makinesinde yapılabilir.

Pad-jig yöntemine göre boyama ile, fiksajı zor kumaşlara daha iyi nüfuziyet ve daha iyi bir yüzey görüntüsü elde edilir. Sıcakta boyayan boyarmaddeler de bu yöntemde kullanılabilir.

Genel olarak, pad-jig yöntemine göre yapılan boyamalar pad-batch yöntemine göre yapılanlara göre bir avantaj sağlamamakla birlikte, daha fazla makine, enerji ve iş gücü gerektirmesi bu alandaki önemlerini kaybetmelerine neden olmuştur. Ara kurutmalı sistemlerin fiksaj yüzdesini arttırması pad-jig yönteminin pad-batch yöntemine göre avantajı gibi görülebilir. Fakat ara kurutma işleminin ek maliyet doğurması bu avantajı önemli kılmamaktadır (Kanık, 1988).

#### **5.7.2.8.(1). Pad-Jig Yönteminde İşlem Akışı**

Şekil 5.10'da gösterilen pad-jig tesisinde işlem basamakları; emdirme, ara kurutma, jiggerde fiksaj, ard yıkamalar ve kurutma şeklindedir.



Şekil 5.10. Pad-Jig Tesisinde Şematik İşlem Basamakları (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Emdirme aşamasında kumaş, boyarmadde çözeltisi ve anyonik bir yardımcı madde ile emdirilir. Alınan flotte oranı bu yöntemde daha düşük (pamuklularda %65-70) tutulmaktadır. Emdirilmiş kumaş ara kurutmaya tabi tutulduğunda, boyarmadde verimi önemli ölçüde (%30) artmaktadır. Fakat bu işlem ek maliyet doğurmaktadır. Daha sonra kumaş jiggede direkt fiksaja da alınabilir, 30 dakika döndürülerek de bekletilebilir. İkinci yol kalitenin artmasına olanak tanımaktadır.

Kumaş üzerindeki boyarmaddenin jiggerdeki alkali çözeltisine akmaması yüksek miktarda tuz jigger flottesine eklenir. Jiggede fiksaj işlemi 90°C civarında başlatılır ve alkali ilavesine başlamadan tuzun tümü banyoya konulmuş olmalıdır. Jiggede belli sayıda pasaj uygulandıktan sonra ard yıkama işlemlerine geçilir. Ard yıkama işlemleri diğer emdirme yöntemlerinde yapılabildiği gibi benzerdir. Yıkamadan sonra kurutma yapılır ve kumaş boyanması tamamlanmış olur.

#### 5.7.2.9. Pad Steam Yöntemine Göre Boyama

Pad-steam yöntemi (emdirme-buharlama), kontinü bir yöntem olup, tek banyolu ve çift banyolu olarak uygulanabilmektedir. Kontinü metotlar içinde pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında en çok tercih edilen yöntemdir. Dokuma, örme kumaşlar ve havlı yapıların boyanmasına uygundur. İndirgenme riski taşıyan boyarmaddeler için oksidasyon maddeleri flotteye eklenmektedir.

Yüksek miktarda ilk yatırım maliyeti gerektirmesine karşın, pad steam yöntemi çok büyük kumaş partilerinin boyanmasında avantajlıdır. İşçilik ve taşıma masrafları göz önüne alınırsa pad-steam yöntemi çektirme yöntemine göre daha avantajlıdır. Bu

makinelere kısa flote oranlarının kullanılması; boyarmadde, su ve kimyevi tüketimi açısından yine çektirme yöntemine göre avantaj sağlamaktadır. Elyaf boyarmadde arasındaki bağın oluşumu yüksek sıcaklıkta çok kısa sürede gerçekleşmektedir. Boyarmaddenin reaktifliği arttıkça bu süre de kısalmaktadır. Düşük reaktiviteye sahip boyarmaddeler ise daha uzun fiksaj süresi gerektirmektedirler.

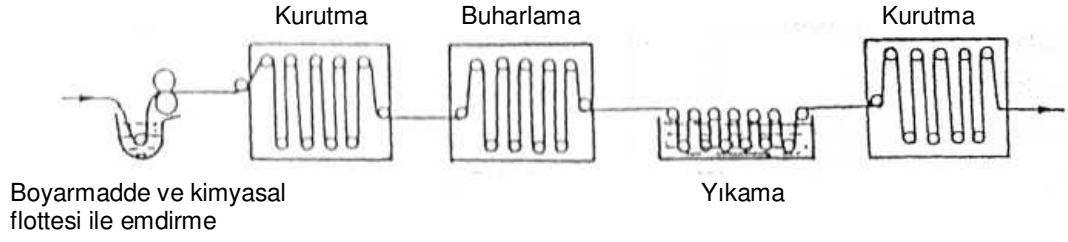
#### **5.7.2.9.(1). Pad Steam Yönteminde İşlem Akışı**

Pad-steam yöntemine göre boyama üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Bu yöntemler şu şekilde sıralanabilir:

1. Tek banyolu, kurutmalı pad-steam yöntemi,
2. Tek banyolu, kurutmasız pad-steam yöntemi,
3. Çift banyolu pad-steam yöntemi.

Tek banyolu pad-steam yöntemlerinde, kumaş alkali ve boyarmadde çözeltisiyle emdirilir. Emdirme sonrası kurutma yapılırsa, kurutmalı pad-steam kurutma yapılmazsa yaş pad-steam olarak isimlendirilir. Yaş pad-steam yönteminin kurutmalı yöntemine göre bazı avantajları vardır. Bu avantajların ilki, kurutma kademesinin kaldırılmasından dolayı kazanılan enerji tasarrufudur. Ayrıca, boyarmadde veriminin daha yüksek olması, rejenere selülozlarda ve mercerize pamuklarda daha avantajlı olması ve ara kurutmadan kaynaklanan migrasyon olayı olmadığından boyarmaddenin elyaf içine nüfuziyeti daha iyidir.

Tek banyolu kurutmalı yöntemde, 20-25°C'de %70-80 civarında alınan flote oranıyla emdirilen kumaş, 90-140°C'de ara kurutmaya tabi tutulur. Ara kurutma sonrası doymuş buharla 30-90 saniyede 102-105°C'de boyarmadde fiksajı yapılır. Daha sonra ard yıkama işlemleri uygulanır ve kumaş kurutulur. Şekil 5.11'de bu yöntemin işlem adımları şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Tek Banyolu Ara Kurutmalı Pad-Steem Yöntemi (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

İki banyolu pad-steam yönteminde, ilk olarak kumaşa, boyarmadde çözeltisi fulardda emdirilir. Daha sonra 110-140°C’de kumaşa ara kurutma uygulanır. Ara kurutma adımı atlanırsa kumaşta boyarmadde verimi düşük olur. Sonraki işlem adımı ise alkali çözeltisinin kumaşa emdirilmesidir. Bu flotte yüksek tuz oranına sahiptir. Çok miktarda tuz kullanılması boyarmaddenin kumaştan ayrılmasını önlemekte ve fiksaj yüzdesini arttırmaktadır.

Boyarmaddenin çözünürlüğü istenirse üre kullanılarak artırılabilir. Boyarmadde fiksajı, doymuş buharla yaklaşık 103°C’de 30-90 saniyede tamamlanır. Yeni bir proses tekniği olan Eco-flash tekniği, süperısıtılmış buharla (20-30 s, 180°C’de) yapılan bir işlem olup kurutma ve boyarmadde fiksajını birleştirmiştir. İndirgenmeye karşı hassas olan boyarmaddeler için zayıf bir yükseltgen yardımcı madde flotteye eklenebilir (Hunger, 2003).

#### 5.7.2.9.(2). Pad Steam Yönteminde Önemli Parametreler

Pad-steam yönteminde kullanılan temel kimyasallar, baz, tuz ve üredir. Bunların haricinde migrasyon önleyici maddeler ve oksidasyon yardımcı maddeleri de kullanılmaktadır. Baz olarak genelde, sodyumbikarbonat ve soda kullanılmaktadır. Düşük sıcaklıklarda tepkimeye giren boyarmaddelerde baz miktarı düşük, yüksek sıcaklıklarda tepkimeye giren boyarmaddelerde baz miktarı yüksek tutulmaktadır. İkinci durumda genelde kalsine soda kullanılmaktadır.

Üre, pad-steam yönteminde birçok işe birden yaramaktadır. Boyarmaddenin çözünürlüğünü artırması ürenin sağladığı faydalardan biridir. Üre ayrıca, kurutma sırasında suyun buharlaştırılarak uzaklaştırılma oranını düşürür. Eğer kurutma

sonrası kumaş üzerinde nem kalmazsa boyarmadde ile elyaf arasındaki reaksiyon durur. Yüksek sıcaklıklarda dahi ürenin çözme ve higroskopik özellikleri orta ve koyu tonların eldesinde çok etkilidir. Bunların yanında üre, kurutma sırasında migrasyon problemlerine sebep olabilmektedir.

Migrasyon tehlikesi özellikle orta ve koyu tonlarda yüksektir. Sodyumalginat gibi koyulaştırıcı maddelerin flotteye eklenmesi kurutma aşamasında görülen migrasyon tehdidini en aza indirir. Bu maddenin fazla miktarda kullanılması da penetrasyonun kötüleşmesine neden olmaktadır. Migrasyon özellikle düzgün olmayan sıkma ve homojen olmayan kurutmada kaynaklanmaktadır.

Ara kurutma sırasında boyarmadde fikse olmaya başlamaktadır. Bu nedenle aşırı kurutmadan kaçınılmalıdır. Buharlama süresi yani fiksaj süresi belirlenirken; sıcaklık, baz konsantrasyonu ve kullanılan yardımcı maddeler göz önüne alınır. Buharlama süresi 20-30 saniyeden 6 dakikaya kadar çıkabilir.

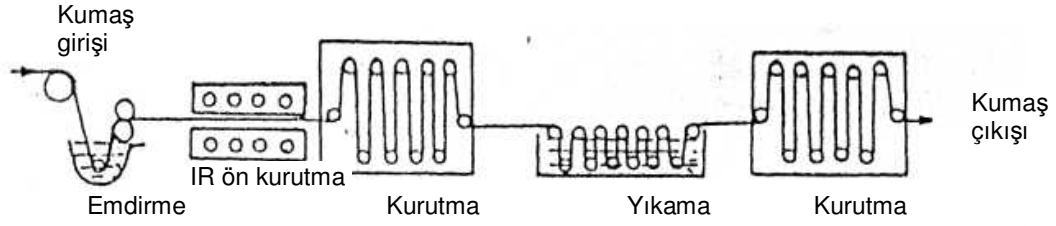
#### **5.7.2.10. Pad Dry Yöntemine Göre Boyama**

Bir diğer kontinü emdirme metodu olan pad-dry yöntemi (emdirme-kurutma), üç adımdan oluşmaktadır. Bunlar; kumaşın boyama flottesiyile emdirilmesi, kurutma işlemiyle boyarmadde fiksajının gerçekleştirilmesi ve ard işlemlerin uygulanması şeklindedir. Pad-dry yönteminin pad-steam yönteminden farkı fiksajın buharla değil ısıyla gerçekleştirilmesidir.

Pad-dry yönteminde kurutma ve fiksaj simultane olarak gerçekleştirilir. Bu yöntemde orta ve yüksek reaktifliğe sahip boyarmaddeler tercih edilir.

#### **5.7.2.10.(1). Pad Dry Yönteminde İşlem Akışı**

Pad-dry yönteminde tek banyolu boyama uygulanır. İstenirse emdirme sonrası bir ara kurutma uygulanabilir. Şekil 5.12'de ön kurutmalı bir pad-dry yöntemi şematize edilmiştir.



Şekil 5.12. Pad-Dry Yöntemi Ön Kurutmalı İşlem Basamakları (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Emdirme işleminde boyarmadde ve kimyeviler bir arada tek banyoda verilmektedir. Emdirme sonrası üniform bir şekilde sıkılan kumaşlar istenirse bir ön kurutmaya tabi tutulabilirler. Emdirme sonrası direkt kurutmaya da geçilebilir.

Kurutma, normalden uzun tutularak, boyarmaddenin fikse olması sağlanır. Kurutma süresi; kurutma sıcaklığına, kumaşın cinsine ve kurutucunun kapasitesine bağlıdır. Kurutma 100/140°C’de 6-8 dakika / 1,5-2 dakika süreyle yapılır. Kurutma, fiksaj için 45-60 saniye uzatılır.

Hot-flue kurutucu kullanılıyorsa, optimum renk değerine ulaşmak için nem içeriğini en az % 15-20 olacak şekilde ayarlamak şarttır. Diklortriazinil boyarmaddeleri kullanıldığında hot-flue’den geçiş zamanı 103-105°C’de en az (kumaş tipi ve renk şiddetine bağlı olarak) 2-5 dakika civarında olmalıdır (Yakartepe ve Yakartepe, 1998) .

Kumaşlar, kurutucudan çıkar çıkmaz yıkama işlemine alınır. Aksi halde, alkali varlığında ışık etkisi ile anormal hızlı bir solma ortaya çıkma ihtimali vardır. Ard işlem; soğuk durulama, sıcak durulama, kaynama derecesinde iki kez sabunlama, iki sıcak durulama, iki soğuk durulama şeklinde 8 tekneli kontinü yıkama makinesinde yapılabilir.

#### 5.7.2.10.(2). Pad Dry Yönteminde Önemli Parametreler

Kurutucu içerisinde nem olup olmaması, mutlaka tespit edilebilmelidir. Tüm nemin giderilmesi için gereken zaman, boyarmadde-lif reaksiyonunun tamamlanması için gereken süreden daha uzun olmak zorundadır. Çünkü; bu reaksiyon için rutubet

esastır. Boyarmadde-lif reaksiyonunun tamamlanması sağlandığında, işlem görmüş kumaşın üzerinde % 15 kadar nem kalmasına izin verilebilir.

Buhar ısıtmalı silindirli kurutucularda fiksaj yapılması, yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü bu makinelerde daha yüksek fiksaj yüzdesi elde edilmektedir. Ancak, aşırı ısınma sonucunda ortaya çıkan beneklenme ve iki yüzölçüm (yüz-ters migrasyonu) sorununa dikkat etmek gerekir. Her iki hata da başlangıç ve bitiş silindirlerindeki buhar basıncını düşürmek, bazı özel durumlarda ilk iki silindirin sarılması ile kontrol edilebilir. Yüzeyi kabartma desenli kumaşlar da oldukça zor migrasyon problemleri nedeniyle silindirli kurutucularda çalışamaz, basit konstrüksiyonlu kumaşlar çalışabilir.

Silindir yüzeyi sıcaklığı 105°C iken, örneğin ortalama ağırlıkta bir kumaş yaklaşık 70°C'de kalır. Bunun sonucunda da temas zamanının içinde uzun bir süre belli bir nem kalır. Kuruluğa erişildiğinde kumaş sıcaklığı yükselir ve boyarmadde-elyaf reaksiyonu oluşur. Reaksiyon tamamlanmadan kumaşın tam kurumaması önemlidir. Silindirli kurutucu ve hot-flue kurutucularda elde olmayan nedenler, bazik kumaşın kahverengiye dönmesine neden olur ki bunu gidermek oldukça zordur (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Pad-dry yönteminde kullanılan kimyeviler daha önce anlatılan emdirme yöntemleriyle aynıdır. Baz, üre, migrasyon önleyici ve oksidasyon maddesi ile boyarmadde çözeltisi birleştirilerek boyama banyosu oluşturulur. Üre; nem çekici ve boyarmaddenin çözünmesini arttırıcı etkisi yanında, selüloz liflerini şişirici, boyarmadde moleküllerinin agregasyon derecesini düşürücü ve difüzyonu hızlandırıcı etki gösterir. Üre; boyarmadde verimini arttırır ve liflerin içerisine nüfuz etmiş boyama eldesini kolaylaştırır.

Organik oksidasyon maddesi, mamul üzerinde pislik ve haşıl artıkları var ise, bunların boyarmaddeyi indirgeme tehlikesini önlemektedir. Son durulamaya boyarmadde fiksaj maddesi ilave edilebilir.



### 5.7.2.11. Termofiksaj Yöntemine Göre Boyama

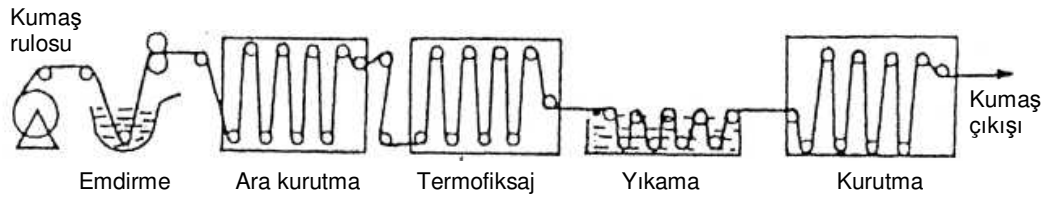
Termofiksaj yöntemi, bir diğer kontinü boyama yöntemidir. Tek banyolu sisteme göre uygulanan bu yöntem; emdirme, kurutma, termofiksaj ve ard işlemler şeklinde işlem adımlarından oluşmaktadır.

Bu yöntem için sıcakta boyayan reaktif boyarmaddeler tercih edilir. Termofiksaj yönteminin iki temel avantajı vardır:

1. Boyarmadde fiksajının iyi olması,
2. Olgunlaşmamış pamuk liflerinin kaplanması (Hunger, 2003)

#### 5.7.2.11.(1). Termofiksaj Yönteminde İşlem Akışı

Termofiksaj yöntemine göre boyamada uygulanan temel işlem basamakları Şekil 5.13'te şematik olarak verilmiştir.



Şekil 5.13. Termofiksaj Yönteminde İşlem Basamakları (Yakartepe ve Yakartepe, 1998)

Boyarmadde ve alkali tek banyoda kumaşa emdirilir. Tercih edilen alkali genelde sodyumkarbonattır. Daha düşük reaktif boyarmaddeler için sodyumbikarbonat tavsiye edilmektedir. Emdirme işleminden sonra kumaş kurutulur. Kurutma sonrası kumaş üzerinde %10-15 arası nem kalmalıdır. Bu sınırın aşılması boyarmadde fiksaj yüzdesini düşürür. Ara kurutma en iyi hot-fluede yapılıdır. Hava püskürtmeli kurutucular ve en avantajlısı, giriş kısmında IR kurutucu ile kombine edilmiş hot-flue veya hava püskürtmeli kurutucular en uygundur. Kurutma sırasında bir miktar fiksaj oluşur. Bu aşama migrasyonu minimize edici önlemler alındığı takdirde özellikle kritik bir aşama değildir.

Bir sonraki aşama boyarmaddenin sıcak hava ile fikse edilmesi aşamasıdır. Termofiksaj; hot-flue, kondense makinesi, ramöz ve silindirli kurutucuda yapılabilir. Boyarmaddenin reaktifliğine göre, sıcaklık 150-200°C, süre 1-2 dakika olarak ayarlanır. Ard işlemler diğer kontinü yöntemlerdekine benzer olarak yapılmaktadır (Hunger, 2003).

#### **5.7.2.11.(2). Termofiksaj Yönteminde Önemli Parametreler**

Üre, termofiksaj yönteminde dikkat edilmesi gereken bir kimyevdir. Üre çözünürlüğü artırır, fikse işlemi sırasında boyarmaddeyi çözücü görev üstlenir ve pamuk liflerinin kahverengileşmesini önler. Fakat yüksek sıcaklıklarda üre, parçalanarak amonyak gazı açığa çıkar ve ürenin bir kısmının süblime olup kurutucunun soğuk yerlerinde yeniden yoğunlaşarak, kurutucunun kirlenmesine, damlama lekelerinin meydana gelmesine sebep olur. Bu nedenle, üre yerine boraks da kullanılmaktadır.

Baz olarak, soda veya sodyumbikarbonat kullanılabilir. Yüksek sıcaklıklarda ve reaktifliği daha düşük boyarmaddelerde sodyumbikarbonat daha avantajlıdır.

Orta derecede sıcaklıklarda termofiksaj 100-120°C'de, yüksek sıcaklıkta termofiksaj da 190-210°C'de yapılır. Yüksek derecede termofiksaj, pamuk/polyester karışımlarının reaktif/dispers boyarmaddelerle boyanmasında iki boyarmaddenin de fiksajını sağlaması açısından avantajlıdır.

Emdirme-kurutma-fikse şeklinde boyamalarda, boyarmaddelerin klor haslıkları diğer yöntemlere göre daha düşük çıkmaktadır. Termofiksaj işleminin şiddeti arttıkça klora karşı daha az dayanıklı boyamalar elde edilir. Bunun nedeni; ürenin 133°C'nin üzerinde hızla dekompoze olması, ancak nem kaldığında ürenin bozulmasıdır. Ürenin belli boyarmaddelerin varlığında kuru hava şartlarında dekompoze olması, boyarmaddelerin klor haslıklarının gerilemesi ve bazı durumlarda ışık haslıklarının düşmesini beraberinde getirir (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

Isı ile fiksaj işlemine dayalı tüm emdirme prensibine dayalı boyama yöntemlerinde, optimum fiksaj süresi uygulanmalıdır. Eğer süre çok kısa olursa, elyaf-boyarmadde bağının tamamlanamamasından dolayı renk kaybı görülür. Çok

uzun fiksaj sürelerinde ise, özellikle vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddelerde, elyaf-boyarmadde bağının kopma riski vardır.

#### **5.7.2.12. Yaş Fiksaj Yöntemine Göre Boyama**

Alkali şok metodu veya bazik şok metodu olarak bilinen bu yöntem; boyarmadde çözeltisi ile emdirme, ara kurutma, yüksek konsantrasyonda tuz ve alkali içeren sıcak flotteden (95°C civarı) geçirme ve ard yıkama işlem adımlarından oluşmaktadır.

Aktifliği fazla olan boyarmaddeler için tavsiye edilir. Tuz, ikinci emdirme flottesinde boyarmaddenin akmasını engellemek için ilave edilir. Aynı zamanda flotte oranı düşük tutulur. Ortası dolu U veya V küvetler kısa flotte hacmi için avantajlıdır. Baz olarak 150 gr/l kalsine soda veya 50 ml/l 38°Be sudkostik kullanılır. Tuz konsantrasyonu birinci durumda 100 gr/l, ikinci durumda 250 gr/l'dir. Emdirme süresi birinci durumda 10-30 saniye, ikinci durumda 3-5 saniyedir (Yakartepe ve Yakartepe, 1998).

#### **5.7.3. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuklu Kumaşlara Uygulanan Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması**

Reaktif boyarmaddelerle pamuklu kumaşların boyanmasında uygulanan emdirme ve çektirme yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırılmasında göze alınan parametreler aşağıda sıralanmıştır.

1. Boyarmadde verimi,
2. Su tüketimi,
3. Kimyasal madde tüketimi,
4. Atık su miktarı,
5. Enerji tüketimi,
6. Uygulamanın kolaylığı-zorluğu,
7. Boyama süresi,
8. Haslık özellikleri,

9. Yatırım ve kullanım maliyetleri,
10. Uygulama alanları.

### **5.7.3.1. Boyarmadde Verimi**

Boyarmadde verimi, fiksaj yüzdesi olarak nitelendirilir ve elyafla bağ yapan boyarmadde miktarının, flottedeki toplam boyarmadde miktarına oranı olarak tanımlanır. Fiksaj yüzdesinin yüksek olması için çekim derecesinin de yüksek olması gerekmektedir. Çekim ve fiksaj derecesi, temelde boyarmaddenin reaktivitesi ve substantivitesi ile ilgilidir. Reaktif boyarmaddelerin substantiviteyi genelde düşük olduğu için flotte oranı, bu çekim ve fiksaj derecesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Flotte oranı arttıkça, boyarmadde verimi düşmekte; flotte oranı azaldıkça, boyarmadde verimi artmaktadır. Bilindiği üzere çektirme yöntemine göre çalışan makinelerde uzun flotte oranları kullanılmaktadır. Bu nedenle çektirme yönteminde boyarmadde verimi daha düşük olmaktadır.

Emdirme yöntemlerinde ise kısa flotte oranı kullanılması boyarmadde veriminin yüksek olmasını sağlamaktadır. Pamuklu kumaşlar için uygulanan tüm emdirme yöntemlerinde birbirine benzer flotte oranları kullanılması, bu yöntemlerde yakın boyarmadde verimi alınmasına neden olur. Fakat proses parametrelerinde değişiklik yapılması ile farklı fiksaj yüzdeleri elde edilebilmektedir. Örneğin, pad-jig yönteminde ara kurutmanın yapılmasıyla, pad-batch yönteminden daha yüksek fiksaj derecesi elde edilmektedir.

### **5.7.3.2. Su Tüketimi**

Boyama sırasında kullanılan su miktarı üç yönden önem arz etmektedir. Birincisi, suyun kendi maliyetidir. İkinci olarak, su miktarının artması kullanılan enerji miktarının da artmasına sebep olmaktadır. Su miktarının önem arz ettiği son olay ise atık su oluşum miktarıdır. Kullanılan su miktarının artması, oluşacak atık su miktarının artması demektir ve bu atık suyun arıtılmasının belli bir maliyeti vardır.

Flotte oranı kullanılan su miktarını etkileyen temel parametredir. Çektirme yöntemlerinde çok miktarda su kullanımı görülürken, kısa flotteyle çalışan emdirme yöntemlerinde düşük su kullanımı görülmektedir. Kanık'ın (1988) belirttiğine göre, Schuierer (1985), Boyama yöntemlerinde mamulün kg'si başına düşen su miktarı kullanılan yönteme göre aşağıdaki düzeylerde dir. Bu miktarlara ard yıkama işlemlerinde kullanılan su da dahildir.

Jigger : 35 l/kg

Pad-steam : 28 l/kg

Yaş-fiksaj : 28 l/kg

Pad- batch : 27 l/kg

Haspel : 100 l/kg

Görüleceği üzere çektirme yöntemlerinde su kullanımı, özellikle yüksek flotte oranlarında çalışan haspel boyama makinelerinde oldukça fazladır.

### **5.7.3.3. Kimyasal Madde Tüketimi**

Flotte oranı, kimyasal madde tüketimini de etkilemektedir. Flotte oranın artması kimyasal madde tüketimini arttırmaktadır. Bu nedenle emdirme yöntemlerinde daha az miktarda kimyasal madde tüketimi söz konusudur. Emdirme yöntemleri kimyasal madde tüketim miktarları konusunda, kendi aralarında birbirlerine yakın değerlere sahiptir.

Çektirme yöntemlerinde kullanılan farklı makineleri farklı flotte oranlarında çalışmaktadır. Jiggerler düşük flotte oranlarına sahip olduklarından kimyasal madde tüketimleri düşüktür. Haspellerin ise yüksek flotte oranlarında çalışmaları bu yöntemi kimyasal madde tüketimi açısından da dezavantajlı kılmaktadır.

### **5.7.3.4. Atık Su Miktarı**

Atık su miktarı, boyama sırasında kullanılan su miktarıyla doğru orantılıdır. Boyama atık suları, kullanılan boyarmaddeler ve kimyasallardan dolayı çevre kirliliği açısından problem teşkil etmektedir. Bu nedenle boyama sonucu oluşan atık

sular arıtılmak zorundadırlar. Atık su miktarı arttıkça, arıtma maliyeti de artmaktadır. Bu nedenle yüksek miktarda atık su oluşumuna neden olan yöntemler, ekonomiklik açısından büyük sıkıntı oluşturmaktadır.

Flotte oranının artması kullanılan su miktarını ve dolayısıyla atık su oluşumunu arttırmaktadır. Bu nedenle çektirme yöntemine göre yapılan boyamalar, emdirme yöntemlerine göre daha yüksek miktarda atık su oluşumuna sebebiyet verirler.

Son yıllarda özellikle bu atık su oluşumunu azaltmaya yönelik çalışmalar, yapılmaktadır. Bu çalışmalar arasında; süperkritik karbondioksit ortamında pamuğun boyanması ve çeşitli yollarla arıtılan atık suların yeniden değerlendirilmesi üzerinde durulmaktadır.

#### **5.7.3.5. Enerji Tüketimi**

Terbiye işlemlerinde yüksek miktarda enerji kullanılması, bu işlemlerin maliyetleri üzerinde oldukça etkilidir. Enerji maliyetleri, özellikle pamuklu mamullerin yaş terbiye işlemlerinde %30-35'lik bir paya sahiptir. Bu enerjini yaklaşık %20'si de boyama işlemlerinde harcanmaktadır (Kanık, 1988).

Boyamada enerji tüketiminin bu kadar yüksek olması, yapılacak tasarrufların önemini olduğunu ortaya koymaktadır. Boyamada harcanan enerji, en çok ısıtma ve soğutma sırasında kullanılmaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalarda flotte oranı ile enerji tüketimi arasında bağlantı olduğu ortaya konulmuştur.

Flotte oranının artması kullanılan su miktarını artırır ve dolayısıyla enerji tüketim miktarı da artar. Bunun haricinde boyama sıcaklığı ve ara kurutmanın olup olmaması da enerji tüketim miktarını etkilemektedir. Çektirme yöntemine göre çalışan makinelerde uzun flotte oranlarının kullanılması ve HT boyamaların sık yapılması bu makinelerin enerji tüketimlerinin yüksek miktarda olmasına neden olmaktadır.

Emdirme yöntemine göre uygulanan boyamalar, soğukta yapılmakta ve kısa flotte oranları kullanılmaktadır. Bu nedenle emdirme yöntemlerindeki enerji sarfiyatı çektirmeye göre daha düşüktür. Emdirme yöntemleri ise enerji tüketimi açısından; kendi aralarında boyarmaddenin fiksaj şekli ve sıcaklığı ile ara kurutmanın olup

olmamasına göre farklılıklar göstermektedir. Pad-batch yönteminde az enerji sarfiyatı görülürken, iki banyolu pad-steam ve pad-termozol yöntemlerinde yüksek enerji tüketimi görülmektedir. Emdirme yöntemleri arasında, boyarmadde fiksajı için sıcaklık artışı istemeyen pad-batch yöntemi, enerji tüketimi açısından diğer tüm yöntemlere göre en ekonomik boyama yöntemidir.

#### **5.7.3.6. Uygulamanın Kolaylığı-Zorluğu**

Boyama yöntemlerinde, uygulamanın yapılışının zahmetli olup olmaması ve gerekli işçin sayısı gibi faktörler de önemlidir. İşçi sayısı üretim maliyetleri açısından önemlidir. Pad-batch, pad-roll ve pad-dry yöntemleri için tek işçi gerekirken; pad-steam ve termofiksaj yöntemlerinde iki işçi gereklidir. İki banyolu yöntemler, tek banyolu yöntemlere nazaran daha dikkat gerektiren yöntemlerdir.

Çektirme yöntemine göre çalışan haspel, overflow ve jet boyama makinelerinde boyama yapmak için, kumaşın halat formuna getirilmesi, kumaşın belli ağırlıklarda parçalara ayrılması gibi ön hazırlık işlemleri gerektirmesi yöntemin daha zahmetli olmasına neden olmaktadır.

#### **5.7.3.7. Boyama Süresi**

Boyama süresinin uzun olup olmaması, pratik uygulamada büyük önem arz eden diğer bir özelliktir. Çektirme yönteminde gerekli ön hazırlık işlemleri için geçen süre, boyama için geçen süre ve boyama sonrası yapılan işlemler için geçen süre dikkate alındığında kontinü sistemlerin daha kısa sürede tamamlandığı açıkça görülecektir.

Yarı kontinü sistemler, kontinü sistemlerden daha uzun süreye ihtiyaç duymaktadır. Özellikle pad-batch yönteminin, kullanılan reaktif boyarmaddenin yapısına göre oldukça uzun fiksaj süresi gerektirmesi, yöntemi en fazla süre gerektiren boyama yöntemi kılabilenmektedir.

### **5.7.3.8. Haslık Özellikleri**

Yapılan boyamalar sonucunda elde edilen boyanmış pamuklu kumaşların gösterdikleri haslık özellikleri üzerinde, boyama yöntemlerinin nasıl bir etkiye sahip olduğu bu tez kapsamında yapılan deneysel çalışmayla incelenmiştir.

Işık haslığı, temelde boyarmaddenin yapısına bağlıdır. Yaş haslıklar büyük ölçüde ard yıkama işlemlerine bağlıdır. Yıkama işlemlerinin etkili yapıp yapılmamasına göre yaş haslıklar düşük ya da yüksek çıkmaktadır. Boyama sonrası yapılan yıkama işlemleriyle, elyafla kovalent bağ yapmamış kumaşa tutunan boyarmaddelerin kumaştan uzaklaştırılması esas alınmaktadır.

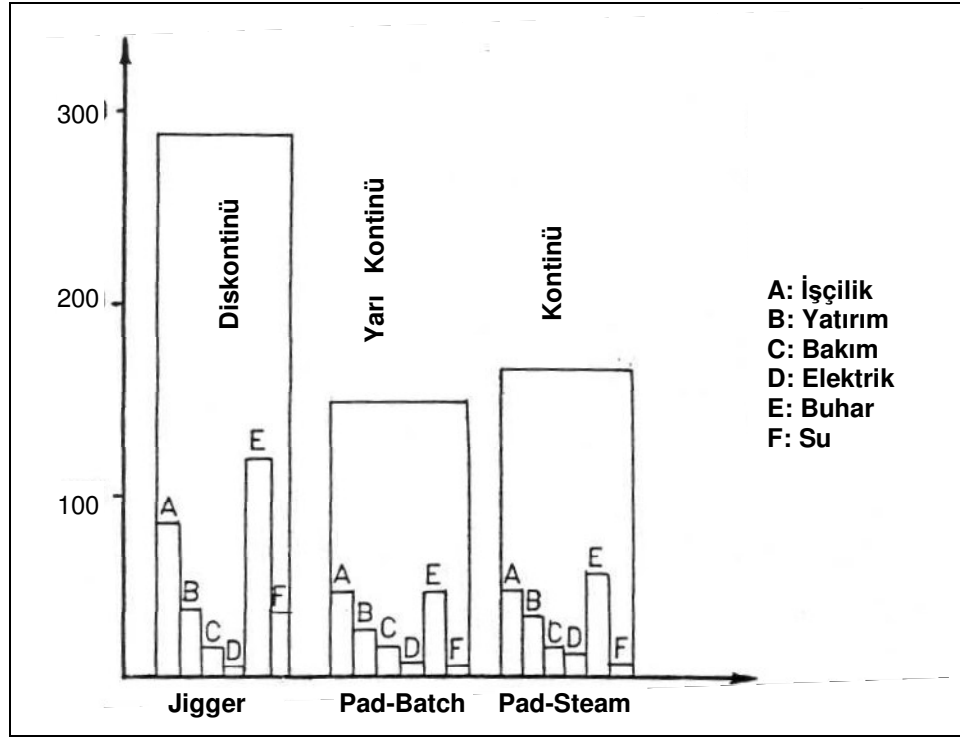
Yapılan yıkamanın şiddetini, büyük ölçüde boyarmaddenin substantivitesi belirler. Substantivite yüksekse hidrolize uğramış boyarmaddelerin kumaş üzerinden uzaklaştırılması zor olacaktır. Çektirme yöntemlerinde kullanılan reaktif boyarmaddelerin substantivitelere, emdirme yönteminde kullanılanların aksine, yüksek olması boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerinin daha etkili olmasını gerektirmektedir.

### **5.7.3.9. Yatırım ve Kullanım Maliyetleri**

Boyama yöntemlerinin ilk yatırım ve amortisman maliyetleri incelenirken, özellikle üretim kapasitesi dikkate alınmalıdır. Çeşitli boyama yöntemlerinde makinelerin yer ihtiyacı açısından yapılan karşılaştırmalar, pad-batch yönteminin oldukça az yer gerektirdiğini ortaya koymuştur. Pad-batch yönteminde sabit maliyetler; ilk yatırım maliyetinin düşük olması ve az yer gerekmesi nedeniyle, diğer yöntemlere göre daha düşüktür.

Şekil 5.14'te diskontinü, yarı kontinü ve kontinü boyama yöntemlerindeki toplam ve kısmi maliyetler karşılaştırılmıştır.





Şekil 5.14. Çeşitli Boyama Yöntemlerinde Kısmi ve Toplam Maliyetlerin Karşılaştırılması (Kanık, 1988)

Uygulanan yöntemlerin hepsinin uygun olduğu belli parti uzunlukları vardır. 2000 m'ye kadar parti uzunluğu jigger gibi kesikli yöntemler için uygunken, 2000-10000 m arası parti uzunlukları yarı kontinü sistemler için, 10000 m'den daha fazla parti uzunlukları ise kontinü sistemler için uygundur. Günümüzde parti sipariş miktarlarının kısılması, özellikle orta büyüklükte parti uzunluğuna siparişleri yaygınlaşması, yarı kontinü sistemleri ve dolayısıyla pad-batch yöntemini avantajlı kılmaktadır.

### 5.7.3.10. Uygulama Alanları

Kumaş yapısındaki farklılık, boyamada uygulanacak yöntemi etkilemektedir. Kumaşlar boyanabilme şekillerine göre; dokuma, örme ve havlı yapılar olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılabilir. Genel olarak dokuma kumaşlarla, tüm boyama yöntemlerinde rahatlıkla çalışılabilmektedir.

Fakat örme kumaşlar, özellikle esnek yapıları ve boyut stabiliteleri açısından, boyama işleminde dikkat gerektirmektedir. Emdirme yöntemlerine göre boyamalar için pek uygun olmayan örme kumaşlar, ancak özel aparat ve makine konstrüksiyonlarıyla bu yöntemlerde kullanılabilir. Özellikle pad-batch yöntemi ile artık örme kumaşlar boyanabilmektedir. Pad-roll, pad-jig, pad-dry ve termofiksaj yöntemleri için örme kumaşlar uygun değildir. Havlı kumaşların boyanmasında, havların olumsuz etkilenmemesi boyama yönteminin seçilmesinde göz önüne alınan esas parametredir.

#### **5.7.4. Reaktif Boyarmaddelerle Pamuğun Boyanmasında Özel Uygulamalar ve Gelişmeler**

Pamuğun reaktif boyarmaddelerle boyanmasındaki zayıf noktaları gidermek için birçok çalışma yapılmaktadır.

Etkili kromoforların (örnek: trifenodioksiazin, mavi renk için bakır formazan) geliştirilmesi ile, geniş bir renk tonu aralığında, ışık haslığı önemli derecede geliştirilmiştir. Fakat kırmızı için reaktif boyarmaddeler ışık haslığı konusunda hala küp ve naftol boyarmaddelerden daha düşüktür (Hunger, 2003).

Reaktif boyarmaddelerle boyamada, tuz yüklemesi ve atık suların renginin alınıp tekrar kullanılması üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Ozonlama işlemiyle atık sudaki reaktif boyarmaddelerin arıtılıp kalan atık suyun tekrar kullanılması (Keqiang, 1994) ve demir iyonu içeren hidrojenperoksit çözeltisi ile rengin giderilmesi (Sayal, 1998), konularında yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar alınmıştır.

Kullanılan tuz miktarının azaltılması üzerinde de çalışmalar devam etmektedir. İnorganik tuz olan sodyum klorür yerine de biyolojik olarak parçalanabilir olan trisodyum sitrat tuzunun kullanılması boyamada kullanılan tuz miktarının azaltılmasını sağlamıştır (Prabu, 2002: Ahmed, 2004'ten). Bir diğer çalışma ile; polikarboksilik asit tuzlarının kullanılması ile, sodyum klorürden daha yüksek çekim ve fiksaj derecelerinin elde edildiği kanıtlanmıştır (Rucker ve Guthrie, 1997: Ahmed, 2004'ten). Reaktif boyamada sodyum sülfat yerine, alkali kullanmadan sodyum edat

kullanılması da çekim ve fiksaj dereceleri açısından belli bir potansiyel teşkil etmektedir (Ahmed, 2004).

Monofonksiyonel reaktif boyarmaddeler yerine geliştirilen bifonksiyonel ve polifonksiyonel reaktif boyarmaddeler ile çok önemli bir adım atılmıştır. Homo veya hetero yapıda olabilen bu boyarmaddeler; farklı reaktifliğe sahip, geniş bir boyama özelliği göstermektedir. Aynı zamanda işlem güvenilirliği ve haslık özellikleri de bu boyarmaddelerin kullanılması ile geliştirilmiştir. Vinilsülfon ve triazin kombinasyonları en iyi etki gösteren boyarmadde kombinasyonudur (Hunger, 2003).

Boyama yöntemleri açısından bakıldığında, emdirme yöntemlerinde ekonomiklik ön plandadır. Çektirme yönteminde ise kullanılan flotte oranını düşürmek için çalışmalar devam etmektedir. Süper ısıtılmış buharla 180°C’de yapılan fiksaj işlemi ile çok kısa sürede boyarmadde fiksajı gerçekleştirilebilmektedir.

Pamuklu mamullerin reaktif boyarmaddelerle boyanmasında üzerinde durulan bir diğer alternatif konu da pamuğun modifiye edilip daha sonra boyanmasıdır. Modifiye işlemi ile boyarmaddenin fiksaj yüzdesi arttırılmaktadır.

Ultrasonik enerjinin kullanılması ve kontinü sistemlerde vakum tertibatının kullanılmasının, reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanmasında önemli etkilere sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Reaktif boyarmaddelerle pamuğun boyanmasında son olarak üzerinde çalışılan konu; süperkritik karbondioksit ortamında boyamaların gerçekleştirilmesi üzerindedir (Kraaan ve ark., 2004; Bach ve ark., 2002; Maeda ve ark., 2004)

## 6. MATERYAL VE METOD

### 6.1. Materyal

#### 6.1.1. Pamuklu Dokuma Kumaşlar

Yapılan deneysel çalışmada; 98/2 Pamuk/Elastan içerikli, farklı örgü yapılarında ve aynı ön terbiye işlemlerinden geçmiş 8 farklı dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşlar Bossa T.A.Ş'den temin edilmiş olup, hepsi Amerikan sawgin pamuk elyafı içeriklidir. Kumaşların genel özellikleri 6.1-6.8'de verilmiştir. Kumaşların seçiminde; işletmede kullanılan yaygın kumaş tipleri olması dikkate alınmıştır.

Çizelge 6.1. A1 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

Örgü yapısı	D 2/1 (S)
Atkı İpliği Numarası(Ne)	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
Atkı İpliği Bükümü(T'')	19,8 (Z)
Çözü İpliği Numarası(Ne)	Ring- 40/1
Atkı Sıklığı(tel/cm)	24
Çözü Sıklığı(tel/cm)	58
Kumaş Gramajı(g/m <sup>2</sup> )	172

Çizelge 6.2. A2 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

Örgü yapısı	Krep örgü
Atkı İpliği Numarası(Ne)	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
Atkı İpliği Bükümü(T'')	19,8 (Z)
Çözü İpliği Numarası(Ne)	Ring- 40/1
Atkı Sıklığı(tel/cm)	24
Çözü Sıklığı(tel/cm)	62
Kumaş Gramajı(g/m <sup>2</sup> )	188

Çizelge 6.3. A3 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	Bezayağı Türevi
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	19,8 (Z)
<b>Çözü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring- 40/1
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	24
<b>Çözü Sıklığı(tel/cm)</b>	59
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	186

Çizelge 6.4. A4 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	D 2/1 (S) - D1/2 (Z)
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	19,8 (Z)
<b>Çözü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring- 40/1
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	24
<b>Çözü Sıklığı(tel/cm)</b>	57
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	180

A1, A2, A3 ve A4 numaralı kumaşlar birbirlerinin desen varyantı olup, gördükleri önterbiye işlemleri ve şartları aynıdır. Bu kumaşlarda atkı ve çözü ipliklerinin numaraları ve bükümleri aynı olup, temelde örgü yapılarından kaynaklı olarak sıklıklarda ve gramajda farklılıklar söz konusudur.

Çizelge 6.5. A5 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	Saten Örgü
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-30/1 Pamuk/Elastan-91,2+8,8
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	20,5 (Z)
<b>Çözü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-50/2
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	30
<b>Çözü Sıklığı(tel/cm)</b>	57
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	216

Çizelge 6.6. A6 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	D 2/2 (Z)
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-40/2 Pamuk/Elastan-96,4-3,6
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	27,4 (Z)
<b>Çözümlü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring- 40/1
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	26
<b>Çözümlü Sıklığı(tel/cm)</b>	59
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	195

Çizelge 6.7. A7 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	D 2/1 (Z) D1/2 (S)
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	19,8 (Z)
<b>Çözümlü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring- 30/2 - 30/1
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	25
<b>Çözümlü Sıklığı(tel/cm)</b>	31
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	209

Çizelge 6.8. A8 No'lu Kumaşın Genel Özellikleri

<b>Örgü yapısı</b>	D 2/2(Z)
<b>Atkı İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring-20/1 Pamuk/Elastan-92,5+7,5
<b>Atkı İpliği Bükümü(T'')</b>	19,8 (Z)
<b>Çözümlü İpliği Numarası(Ne)</b>	Ring- 40/1 – 40/2
<b>Atkı Sıklığı(tel/cm)</b>	34
<b>Çözümlü Sıklığı(tel/cm)</b>	46
<b>Kumaş Gramajı(g/m<sup>2</sup>)</b>	260

### 6.1.2. Boyarmadde ve Kimyasallar

Yapılan çalışmada kullanılan reaktif boyarmadde vinilsülfon esaslı Remazol Red RB® %133 (C.I. Reactive Red 198) olup, hem emdirme hem de çektirme yöntemlerinde boyamaya uygundur. Toz formunda bulunan ve soğukta çözünen bir reaktif boyarmadde dir. Yapılan boyama çalışmalarında üre, kostik soda, tuz, sodyum silikat, sodyumbikarbonat gibi kimyasal maddelerle ıslatıcı, su sertliği giderici ve migrasyon önleyici gibi yardımcı maddeler kullanılmıştır.

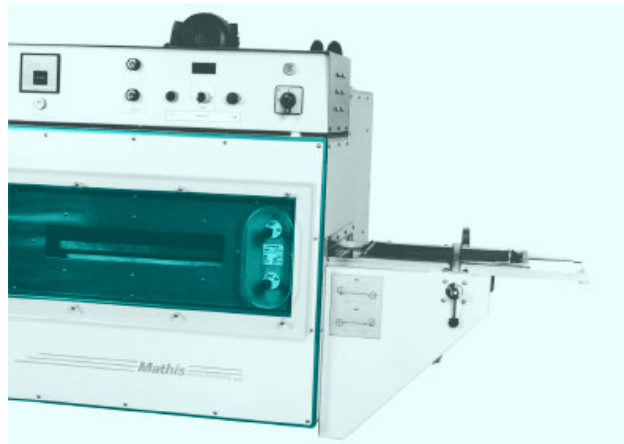
### 6.1.3. Cihazlar

Boyama alışmaları Bossa T.A.ř fabrikasının kimya laboratuvarında yapılmıştır. Emdirme yöntemi için Werner Mathis HVF yatay fulard kullanılmıştır. Yükleme ayarı pnömatik olup, kumaş geçiş hızı 10 m/dak'a kadar arttırılabilmektedir. Resim 6.1'de bu fulard gösterilmiştir.



Resim 6.1. Yatay Fulard (Werner Mathis)

Ara kurutmalar, Werner Mathis firmasının KTF moedli olan IR kurutucuda yapılmıştır. Bu modelin maksimum çıkacağı sıcaklık 250  C olup, 0,1-2 m/dak kumaş geçiş hızlarında çalışmaktadır. Bu kurutucu Resim 6.2'de verilmiştir.



Resim 6.2. IR Kurutucu (Werner Mathis)

Buharla fiksaj için kullanılan steam makinesi, Werner Mathis PSA Pad-steam makinesidir. 0,2-10 m/dak hızlarında çalışan ve buhar sıcaklığı 100-130°C olabilen bu makine Resim 6.3'te gösterilmiştir.



Resim 6.3. Pad-Steam Makinesi (Werner Mathis)

Termofiksaj işlemi için Werner Mathis firmasının LTE-S modeli bir kondanse makinesi kullanılmıştır. Kurutma sıcaklığı maksimum 250°C'ye kadar çıkabilen ve makine içinde numune bekletme süresi ayarlanabilen bu kurutucu, Resim 6.4'te gösterilmiştir.





Resim 6.4. Kondanse Makinesi (Werner Mathis)

Çektirme yöntemine göre boyamalarda Werner Mathis Labomat BFA24 modeli bir HT numune boyama makinesi kullanılmıştır. 24 tüp kapasiteli olan bu cihazın tüplerinden birine, flotte miktarı kadar sadece su konur ve bu tüp referans tüpü olarak kullanılmaktadır. Cihaz bu tüpe göre sıcaklık kontrolünü gerçekleştirmektedir. Tüp hacmi 200ml olan bu cihaz 20-140°C sıcaklık aralığında çalışmaya imkan sunmaktadır. Isıtma IR prensibine göre olup, soğutma için su kullanılmaktadır. Cihazın, Resim 6.5'te verilmiştir.



Resim 6.5. HT Numune Boyama Makinesi (Werner Mathis)

Yapılan boyamaların renk şiddetlerini karşılaştırmak için Datacolor SF600 Plus Spektrofotometre kullanılmıştır. Renk okuyucu kafa, bilgisayar ve yazıcıdan oluşan bu cihazın renk okuyucu ünitesi Resim 6.6'da gösterilmektedir.



Resim 6.6. Renk Ölçüm Ünitesi (Datacolor)

Ayrıca tartımlar için hassas terazi, kondisyonlama için de Nüve etüv kullanılmıştır.

## **6.2. Metod**

Numune kumaşlar boyanmadan önce gerekli ön terbiye işlemlerinden geçmişlerdir. Daha sonra belirlenen yöntemlere göre boyanmışlardır ve renk şiddetleri ile haslık değerleri ölçülmüştür.

### **6.2.1. Ön Terbiye İşlemleri**

Seçilen tüm kumaşların gördükleri ön terbiye işlemleri aynı olup, uygulanma sıraları şu şekildedir :

1. Pad-Batch Kasar
2. Yıkama
3. Kurutma (ve Fiksaj)
4. Yakma
5. Mersevizasyon
6. Kurutma ( ve Egalize)

Her kumaşa uygulanan bu işlem adımlarında kullanılan proses değişkenleri, kumaşların sıklıkları, gramajları gibi parametrelere göre değişiklik göstermiştir.

#### **6.2.1.1. Ağartma İşlemi**

Kumaşlara kesikli yöntemle göre soğuk kasar işlemi uygulanmış ve işlem sonrası kumaşlar 12 sa döndürülerek bekletilmişlerdir. Kumaşlara hidrojen peroksit ile ( $H_2O_2$ ) optiksiz kasar uygulanmıştır.

#### **6.2.1.2. Yıkama İşlemi**

Kumaşlar 12 saat bekletildikten sonra ağartma işlemi sonuçlanmıştır ve suda çözülebilir hale dönüştürülen doğal renkli maddeler yıkama ile uzaklaştırılmıştır. Yıkama 50°C de taşmalı yıkama olarak gerçekleştirilmiştir.

### **6.2.1.3. Kurutma İşlemi**

Kurutma işlemi 190°C de gerçekleştirilmiştir. Bu sırada fiksaj işlemi de yapılmıştır.

### **6.2.1. 4. Yakma İşlemi**

Kumaşlara rolik üzerinde yakma ve kumaş üzerinde yakma işlemi (2 ve 3 numaralı pozisyonlar) uygulanmıştır. Sadece ön yüzleri yakılan kumaşların, beklerle olan mesafeleri 12mm olarak, ve geçiş hızı 120m/dak olarak ayarlanmıştır

### **6.2.1.5. Merserizasyon**

Merserizasyon işleminde 28 Be° sodyum hidroksit ile soğuk muamele gerçekleştirilmiştir. Geçiş hızları 40 m/dak olarak ayarlanmıştır.

### **6.2.1.6. Kurutma**

Ön terbiye işlemlerinin son adımı olan bu aşamada kumaşlar 190°C' de kurutma ve içerdiği elastandan dolayı egalize işlemine tabi tutulmuşlardır. 32m/dak kumaş geçiş hızında uygulanan bu işlemden sonra kumaşlar artık boyamaya uygun hale gelmişlerdir.

## **6.2.2. Boyama Uygulamaları**

Yapılan deneysel çalışmada, vinilsülfon esaslı reaktif Remazol Red RB boyarmaddesi ile 20-60-120 g/L (Emdirme), %1-3-6(Çektirme) olmak üzere 3 farklı tonda, seçilen kumaş numuneleri ile aşağıdaki boyamalar uygulanmıştır.

1. Pad Batch Yöntemi
2. Pad Steam Yöntemi (İki banyolu)
3. Pad-Termofiksaj Yöntemi

#### 4. Çektirme Yöntemi

Emdirme yöntemlerinde kullanılan boyarmadde miktarları ile elde edilecek renk tonunun çektirme yönteminde de aynı olması için fulard sıkma basınçları ve kumaş geçiş hızları ayarlanarak alınan flotte oranı %50 seviyesinde tutulmuştur. Alınan flotte seviyesinin %50 olması için kumaşların fulardan geçiş hızları ve uygulanan val basınçları Çizelge 6.9'da verilmiştir.

Çizelge 6.9. Kumaşların Fulardan Geçiş Hızları ve Uygulanan Val Basınçları

Kumaş Cinsi	Val Basınçları (bar)	Geçiş Hızı (m/dak)
A1	1,3	3
A2	2	3
A3	1,4	3
A4	1,7	3
A5	1,6	5
A6	2	3
A7	5,6	2
A8	2,3	3

#### 6.2.2.1. Pad Batch Yöntemi

8 pamuklu dokunmuş kumaş numunesine vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile 20g/L, 60 g/L ve 120 g/L olmak üzere üç farklı tonda pad batch boyama yöntemi uygulanmıştır. Pad-Batch boyama reçetesi Çizelge 6.10'da verilmiştir.

Çizelge 6.10. Pad-Batch Boyama Reçetesi

Boyarmadde/Kimyasal	Miktar		
Remazol Red RB %133 (g/L)	20	60	120
Üre (g/L)	50	50	50
38Be° Cam Suyu (cc/L)	95	95	95
38Be° Kostik Soda (cc/L)	28,5	38,5	38,5
Kireç önleyici (cc/L)	1	1	1
Islatıcı (cc/L)	2	2	2

Numune kumaşlar, hazırlanan pad-batch boyama flottelerinden, fulardda Çizelge 6.9'da verilen hız ve basınç değerlerine göre geçirildikten sonra plastik

rololara sarılmıştır. Kumaşların üzeri folye ile hava geçirmeyecek şekilde sarıldıktan sonra kumaşlar bu şekilde 16 saat bekletilmişlerdir. Bekleme süresinin ardından folyeler açılmış ve ard yıkama işlemlerine geçilmiştir. Ard yıkama işlemleri; soğuk su yıkaması, 95°C’de 15 dakika kaynar su yıkaması ve tekrar soğuk su yıkaması şeklinde yapılmıştır. Kumaşlara daha sonra 170°C’de 1 dakika kurutma işlemi uygulanmıştır.

#### 6.2.2.2. Pad-Termofiksaj Yöntemi

8 adet pamuklu dokunmuş kumaş numunesine vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile 20g/L, 60 g/L ve 120 g/L olmak üzere üç farklı tonda pad-termofiksaj boyama yöntemi uygulanmıştır. Kumaşlar ilk önce Çizelge 6.11’de verilen boyama reçetesine göre, önceden belirlenen hız ve basınçta fulardan geçirilmiş, daha sonra 120°C’de 1 dakika ara kurutmanın ardından 150°C’de 3 dakika termofiksaj işlemine tabi tutulmuşlardır.

Çizelge 6.11. Pad-Termofiksaj Boyama Reçetesi

Boyarmadde/Kimyasal	Miktar		
Remazol Red RB %133 (g/L)	20	60	120
Üre (g/L)	100	100	100
Soda (g/L)	20	30	30
Migrasyon Önleyici (cc/L)	10	10	10
Anti Oksidant (cc/L)	10	10	10
Kireç önleyici (cc/L)	1	1	1
Islatıcı (cc/L)	2	2	2

Kumaşlara uygulanan fikse işleminin ardından ard yıkama işlemlerine geçilmiştir. Yıkama işlemleri pad-batch yöntemi ile aynı şartlarda yapılmıştır. Son kurutma 170°C’de 1 dakika olarak uygulanmıştır.

### 6.2.2.3. Pad-Steam Yöntemi

8 adet pamuklu dokunmuş kumaş numunesine vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile 20g/L, 60 g/L ve 120 g/L olmak üzere üç farklı tonda iki banyolu pad-steam boyama yöntemi uygulanmıştır. Bunun için Çizelge 6.12’de verilen boyama reçetesine göre, kumaşlar fulardan geçirilmiştir.

Çizelge 6.12. Pad-Steam Boyama Reçetesi

Boyarmadde/Kimyasal	Miktar		
Remazol Red RB %133 (g/L)	20	60	120
Üre (g/L)	100	100	100
Migrasyon Önleyici (cc/L)	10	10	10
Anti Oksidant (cc/L)	10	10	10
Kireç önleyici (cc/L)	1	1	1
Islatıcı (cc/L)	2	2	2

Fulardan geçirilen kumaşlara 120°C’de 1 dakika ara kurutma uygulandıktan sonra kumaşlar pad-steam makinesine alınmışlardır. 250 g/L tuz ve 12,5 cc/L kostik soda (38 Be°) içeren steam fularından geçirilen kumaşlar, 102°C’de 1 dakika doymuş buhar etkisinde bırakılmışlardır. Buharla fiksaj işleminin ardından makinenin yıkama teknelerinden geçen numune kumaşlar, 170°C’de 1 dakika kurutmaya tabi tutularak boyamaları neticelendirilmiştir. Pad-steam makinesinin 5 adet yıkama teknesi olup, kumaşlara uygulanan yıkama şartları şu şekildedir:

1. Tekne : 60°C’de su
2. Tekne : 90°C’de su
3. Tekne : 70°C’de su
4. Tekne : Soğuk su
5. Tekne : Nötürleştirme (soğuk asetik asit çözeltisi)

### 6.2.2.4. Çektirme Yöntemi

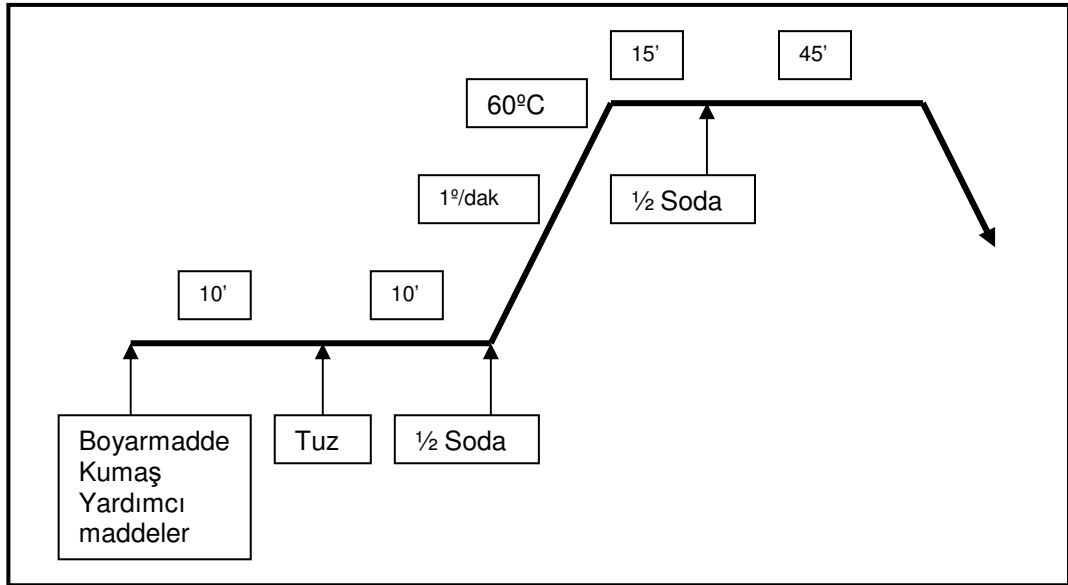
8 adet pamuklu dokunmuş kumaş numunesine vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile %1’lik, %3’lük ve %6’lık olmak üzere üç farklı tonda çektirme

yöntemine göre boyama uygulanmıştır. Çizelge 6.13'te verilen reçetedeki miktarlara göre ve flotte oranı 1/8 alınarak HT numune boyama makinesinde tüpler içerisinde boyama gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 6.13. Çektirme Yönteminde Kullanılan Boyama Reçetesi

Boyarmadde/Kimyasal	Miktar		
Remazol Red RB %133 (%)	1	3	6
Tuz (g/L)	60	60	60
Soda (g/L)	5	5	5
Kostik Soda (cc/L)	4	4	4
Kırık önleyici (cc/L)	1	1	1
İyon Tutucu (cc/L)	1	1	1
Sodyum Fosfat (g/L)	1,7	1,7	1,7

Kumaşlar 8,5 g ağırlığında kesilmişlerdir ve flotte oranı ve boyama yüzdesine göre gerekli boyarmadde ve kimyasal miktarları hazırlanmıştır. Boyama 60°C'de 60 dakika sürmüştür. Şekil 6.1'de kumaşlara uygulanan boyama programı verilmiştir.



Şekil 6.1. Çektirme Yöntemi Boyama Programı

Numunelerin makinede boyanması bittikten sonra, tüpler makineden çıkarılarak kumaşlar alınmış ve ard yıkama işlemlerine geçilmiştir. Yıkama işlemleri diğer



yöntemlerde uygulanan şartlarda gerçekleştirilmiştir. Yıkamadan sonra kumaşlar 170°C’de 1 dakika kurutulmuşlardır.

### **6.2.3. Renk Ölçümü**

Numune kumaşların boyama işlemleri tamamlandıktan sonra spektrofotometrede renk şiddetleri ölçülmüştür. Kumaşların desen yapısına uygun ölçüm kafaları kullanılmıştır. CIELAB renk ölçüm sistemine göre tüm kumaşların parametreleri belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

### **6.2.4. Haslık Testleri**

Numune kumaşlara son olarak haslık testleri uygulanmıştır. Kumaşların ışık, ter, yıkama ve yaş sürtünme haslıkları aşağıdaki standartlara göre tespit edilmiştir. Işık ve yıkama haslığı testleri Adana Tübitak- ÜSAM laboratuvarında, sürtünme ve ter haslığı testleri de Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

#### **6.2.4.1. Işık Haslığı Testi**

TS EN ISO 105-B02 standardına göre boyalı numune kumaşlara, Ksenon ark lambası ile yapay ışığa karşı renk haslığı testi uygulanmıştır. Test sırasında sıcaklık 50°C, nem de % 40 olarak ayarlanmıştır. 5. mavi yün skalasının gri skalada 4 kadar solduğu zaman test bitirilmiştir.

#### **6.2.4.2. Yıkama Haslığı Testi**

BS EN ISO 105 ve TS 7584 standartlarına göre boyalı numune kumaşlara B2S kodlu ticari ve ev tipi yıkamalara karşı renk haslığı testi uygulanmıştır. Yıkama haslığı test cihazında 50°C’de 30 dakikada yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. İlgili standarda göre, tüplere içinde 4g/L ECE ve 1g/L Sodyum perborat bulunan 150

mL'lik yıkama çözeltisi ve hazırlanan test numuneleriyle birlikte sürtünmeyi sağlamak amacıyla 25 çelik bilye konulmuştur.

#### **6.2.4.3. Sürtünme Haslığı Testi**

TS EN ISO 105-X12 standardına göre boyalı numune kumaşlara sürtünmeye karşı renk haslığı testi uygulanmıştır. Belirlenen ebatta kesilen kumaşlar, krokmetreye yerleştirilmiş ve 10 saniyede 10 kez gidiş geliş hareketi yapılarak kumaşların yaş sürtünme haslıkları kontrol edilmiştir. Yaş sürtünme testi için pamuklu refakat bezi kendi ağırlığı kadar ıslatılmıştır.

#### **6.2.4.4. Ter Haslığı Testi**

prEN ISO 105-E04 standardına göre boyalı kumaşların asidik ve bazik çözeltilerdeki renk haslıkları ölçülmüştür. İnsan terinin pH değerine yakın değerlerde bir bazik bir de asidik çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltilerin içerikleri şunlardır:

Bazik deney çözeltisi için;

0.5 g/L Histidin Monohidroklorür Monohidrat

5 g/L Disodyum Hidrojen Orta Fosfat

5 g/L Sodyum Klorür

Bu çözeltinin pH değeri NaOH ile 8'e ayarlanmıştır.

Asidik deney çözeltisi için;

0.5 g/L Histidin

2,2 g/L Sodyum Dihidrojen Orta Fosfat

5 g/L Sodyum Klorür

Bu çözeltinin pH değeri NaOH kullanılarak 5.5'a çıkarılmıştır.

Hazırlanan deney numuneleri bu çözeltilerde 30 dakika ıslanmaları için bekletildikten sonra perspirometreye yerleştirilmişler ve etüvde 37°C'de 4 saat bekletilmişlerdir. Süre sonunda cihazdan çıkarılan numuneler serbest halde oda sıcaklığında kurutulmuşlardır.

## 7. DENEYSEL BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Vinilsülfon esaslı C.I. Reactive Red 198 reaktif boyarmaddesi ile kırmızı renginin 3 farklı tonunda (açık, koyu, çok koyu ton) ve 4 farklı yöntemle göre (pad-batch, pad-steam, pad-termofiksaj, çektirme) boyanan pamuklu dokunmuş kumaş numunelerinin ilk önce renk ölçümleri yapılmış ve renk şiddetleri karşılaştırılmıştır. Daha sonra da kumaşlara, piyasada sürekli uygulanan 4 farklı haslık testi (ışık, yıkama, ter ve yaş sürtünme haslıkları) uygulanmıştır.

### 7.1. Renk Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Renk ölçümlerinin değerlendirilmesi işlemine, ilk önce boyalı tüm kumaşların renk koordinatlarının belirlenmesi ile başlanmıştır. CIELAB'a göre spektrofotometrede ölçülen değerler bilgisayara aktarılmıştır ve daha sonra MS89 renk standardı esas alınarak, çeşitli parametrelere göre karşılaştırmalar yapılmıştır. MS89 standardında iki renk arasındaki farkın toleransları D65 için şöyledir :  $\Delta E$  için 1,50,  $\Delta H$  için 0,75,  $\Delta L$  ve  $\Delta C$  için 1,0. Piyasada yaygın olarak kullanılan bir diğer standart olan CMC standardında ise tolerans 1,0 kabul edilmektedir. İki kumaşın  $\Delta E$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta L$  ve  $\Delta C$  değerleri arasındaki fark 1,0'ın altında ise, bu iki kumaşın aynı renk şiddetinde olduğunu kabul etmektedir.

#### 7.1.1. Kumaşların Renk Koordinatları

Kumaşların 4 yöntem ve 3 ton için elde edilen renk koordinatları (CIELAB ve XYZ renk sistemleri) 3 farklı standart ışık için belirlenmiştir. Bu ışıklar şu şekilde sıralanabilir:

1. D65/10 : Gün Işığı,
2. msTL84-10 : Vitrin Işığı,
3. CWF/10 : Kar Beyazı ışığı.

Uygulamada kullanılan 8 farklı kumaşın tüm yöntemlerle elde edilen renk koordinatları EKLER kısmında çizelgeler halinde verilmiştir.

### **7.1.2. Renk Ölçümlerinin Karşılaştırılması**

Bu aşamada, ilk etapta her kumaş için ayrı ayrı tüm tonlarda uygulanan boyama yöntemleri, pad-batch yöntemiyle karşılaştırılmıştır. İkinci olarak birbirlerinin desen varyantları olan A1, A2, A3, A4 numaralı kumaşlar kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Üçüncü karşılaştırma ise aynı örgü yapısına sahip iki kumaş; A6 ve A8 arasında yapılmıştır. Renk ölçümlerindeki son karşılaştırma ise yine benzer örgü yapısındaki A4 ile A7 arasında gerçekleştirilmiştir.

#### **7.1.2.1. Her Kumaş İçin Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması**

Bu karşılaştırmada tüm kumaşların renk şiddetleri, kendi içinde, pad-batch yöntemi baz alınarak MS89 standardına göre karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın amacı aynı miktarda boyarmadde ile boyanan kumaşların renk şiddetine, uygulanan 4 farklı boyama yönteminin etkisi olup olmadığının tespit edilmesidir. Çizelge 7.1’de A1 numunesine ait MS89’a esas alınarak yapılan renk karşılaştırması, PASS-FAIL sistemine göre verilmiştir. PASS-FAIL sistemi, iki renk şiddeti arasındaki farklar için, standarda göre belirlenmiş toleransların altında ise PASS (iki renk birbirinin aynısıdır), değilse FAIL (iki renk birbirinin aynısı değildir) şeklinde sonuç veren pratik bir uygulama sistemidir.

Çizelge 7.1. A1 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	0,72	-0,61	0,37	0,10	PASS
		msTL84	0,71	-0,60	0,38	0,08	PASS
		CWF	1,11	-1,01	0,43	0,13	FAIL
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	4,30	-3,77	1,17	-1,70	FAIL
		msTL84	4,59	-4,04	1,25	-1,79	FAIL
		CWF	4,86	-4,24	1,09	-2,11	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	7,33	-6,34	2,24	-2,93	FAIL
		msTL84	7,84	-6,62	2,60	-3,31	FAIL
		CWF	8,30	-7,03	2,13	-3,88	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	4,02	3,73	-0,31	1,47	FAIL
		msTL84	4,56	4,38	-0,24	1,25	FAIL
		CWF	4,46	4,14	-0,24	1,64	FAIL
Pad-Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	5,07	-4,76	-0,67	-1,58	FAIL
		msTL84	5,51	-5,25	-0,41	-1,61	FAIL
		CWF	5,00	-4,41	-0,70	-2,25	FAIL
Pad-Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	8,93	-7,96	0,83	-3,95	FAIL
		msTL84	9,57	-8,44	1,49	-4,25	FAIL
		CWF	9,48	-7,92	0,82	-5,13	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	2,72	2,57	0,23	0,85	FAIL
		msTL84	3,23	3,15	0,26	0,68	FAIL
		CWF	2,92	2,74	0,30	0,95	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,91	1,83	-0,32	0,43	FAIL
		msTL84	2,08	2,05	-0,10	0,37	FAIL
		CWF	2,09	2,02	-0,18	0,50	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	2,33	-1,65	0,77	-1,45	FAIL
		msTL84	2,62	-1,73	1,16	-1,60	FAIL
		CWF	2,65	-1,66	0,74	-1,93	FAIL

Çizelgeden de görüldüğü üzere bu kumaş için, sadece çektirme yönteminin %1'lik tonu ile pad-batch yönteminin 20g/L'lik boyama uygulamalarında bir eşleşme gözlenmiştir. Çektirme yöntemi için ton arttıkça aradaki renk farklılığı da gittikçe kırmızı-mavi renk doğrultusunda artmıştır. Pad-termofiksaj yöntemi ile pad-batch yöntemleri arasında renk şiddetleri önemli farklılıklar göstermiştir ve ton koyulaştıkça bu farklar iyice açılmıştır. Pad-steam yöntemi ile pad-batch yöntemi arasındaki renk farkı, renk tonunun artmasından pek etkilenmemiştir.  $\Delta L$  ile gösterilen renk dolgunluğu/inceliği ve  $\Delta C$  ile gösterilen renk canlılığı/basıklığı büyük ölçüde toleransları geçmemiştir. Fakat  $\Delta E$  ve  $\Delta H$  değerleri sürekli

toleransların dışında çıkmıştır. Çizelge 7.2’de A2 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.2. A2 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	1,25	-1,04	0,67	-0,16	FAIL
		msTL84	1,29	-1,08	0,67	-0,23	FAIL
		CWF	1,61	-1,44	0,69	-0,22	FAIL
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	3,75	-3,23	1,21	-1,48	FAIL
		msTL84	3,97	-3,39	1,35	-1,58	FAIL
		CWF	4,18	-3,54	1,20	-1,87	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,91	-5,04	2,05	-2,32	FAIL
		msTL84	6,33	-5,25	2,30	-2,68	FAIL
		CWF	6,76	-5,70	1,92	-3,09	FAIL
Pad Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	4,63	4,44	-0,26	1,29	FAIL
		msTL84	5,27	5,15	-0,18	1,08	FAIL
		CWF	5,35	5,15	-0,23	1,43	FAIL
Pad- Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	2,94	-2,81	-0,56	-0,67	FAIL
		msTL84	3,21	-3,11	-0,44	-0,66	FAIL
		CWF	2,74	-2,44	-0,66	-1,04	FAIL
Pad- Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	8,87	-7,74	0,77	-4,25	FAIL
		msTL84	9,48	-8,19	1,46	-4,54	FAIL
		CWF	9,38	-7,61	0,70	-5,43	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	3,77	3,61	0,23	1,04	FAIL
		msTL84	4,38	4,30	0,21	0,84	FAIL
		CWF	4,05	3,86	0,26	1,21	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,36	1,36	0,00	0,03	FAIL
		msTL84	1,64	1,61	0,25	0,14	FAIL
		CWF	1,69	1,68	0,10	0,12	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	1,86	-1,06	1,04	-1,13	FAIL
		msTL84	2,12	-1,10	1,31	-1,25	FAIL
		CWF	2,13	-1,07	0,99	-1,54	FAIL

Bu kumaşa ait sonuçlar incelendiğinde, çektirme yönteminin %1’lik tonu için toleransların çok az dışına çıktığı görülecektir. Bu da A1 numunesiyle yakın sonuç çıktığı anlamına gelmektedir. Yine çektirme yönteminde boyama koyulaştıkça, iki renk arasındaki sapma da gittikçe artmaktadır. Pad-termofiksaj yönteminde ise renk hiçbir zaman aynı ya da yakın çıkmamıştır. En yakın değer 60g/L’lik boyamada görülmüştür. Pad-steam yöntemi ile pad-batch yöntemi arasındaki renk farkı açık ton

hariç birbirine yakın değerler çıkmasına rağmen, toleransların dışında kaldığından FAIL sonucu gözlenmiştir. Çizelge 7.3'te A3 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.3. A3 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	0,47	-0,15	0,32	0,31	PASS
		msTL84	0,40	-0,13	0,25	0,29	PASS
		CWF	0,82	-0,60	0,36	0,42	PASS
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	2,57	-2,15	0,98	-1,00	FAIL
		msTL84	2,74	-2,27	1,07	-1,10	FAIL
		CWF	2,92	-2,44	0,97	-1,28	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,39	-4,75	1,75	-1,85	FAIL
		msTL84	5,77	-4,99	1,91	-2,17	FAIL
		CWF	6,20	-5,42	1,68	-2,49	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	1,75	1,73	-0,10	0,22	FAIL
		msTL84	2,11	2,11	0,02	0,13	FAIL
		CWF	2,38	2,38	-0,01	0,13	FAIL
Pad-Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,92	-1,80	-0,42	-0,54	FAIL
		msTL84	2,06	-1,94	-0,28	-0,61	FAIL
		CWF	1,75	-1,43	-0,47	-0,90	FAIL
Pad-Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	7,96	-6,95	1,20	-3,68	FAIL
		msTL84	8,50	-7,29	1,90	-3,94	FAIL
		CWF	8,37	-6,75	1,25	-4,78	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	2,51	2,43	0,27	0,60	FAIL
		msTL84	3,05	2,99	0,33	0,52	FAIL
		CWF	2,73	2,62	0,34	0,69	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,82	1,81	0,13	0,14	FAIL
		msTL84	2,17	2,11	0,49	0,18	FAIL
		CWF	2,26	2,23	0,30	0,18	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	2,05	-1,42	1,13	-0,96	FAIL
		msTL84	2,32	-1,47	1,43	-1,10	FAIL
		CWF	2,34	-1,46	1,21	-1,36	FAIL

Bu numune için de çektirme %1'de renk eşleşmesi görülmüştür. Yine ton arttıkça çektirme yöntemi ile pad-batch yöntemi arasındaki renk farkı artmaktadır. Ton arttıkça çektirme yöntemiyle boyanan kumaşın kırmızılığı/maviliği ve canlılığı artmaktayken doygunluğu azalmaktadır. Pad-termofiksaj yöntemi ile pad-batch yöntemi arasındaki renk farklılığı her 3 tonda da kendini göstermiştir. Pad-steam

yöntemi için de renk farklılığı söz konusu olup, rengin koyulaşmasının bu farkı arttırmadığı görülmektedir. Çizelge 7.4'te A4 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.4. A4 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	0,50	-0,35	0,35	0,06	PASS
		msTL84	0,52	-0,40	0,33	0,04	PASS
		CWF	0,81	-0,72	0,36	0,08	PASS
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	3,17	-2,66	1,09	-1,33	FAIL
		msTL84	3,38	-2,83	1,21	-1,41	FAIL
		CWF	3,53	-2,92	1,05	-1,68	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,73	-4,96	1,97	-2,08	FAIL
		msTL84	6,17	-5,22	2,19	-2,46	FAIL
		CWF	6,65	-5,73	1,87	-2,76	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	3,17	3,09	-0,10	0,71	FAIL
		msTL84	3,65	3,61	-0,01	0,55	FAIL
		CWF	3,76	3,68	-0,06	0,76	FAIL
Pad-Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	4,56	-4,11	-0,44	-1,93	FAIL
		msTL84	4,87	-4,43	-0,03	-2,03	FAIL
		CWF	4,47	-3,60	-0,38	-2,63	FAIL
Pad-Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	7,79	-6,85	1,04	-3,57	FAIL
		msTL84	8,37	-7,23	1,69	-3,87	FAIL
		CWF	8,32	-6,83	1,04	-4,65	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	1,22	1,20	0,12	0,22	FAIL
		msTL84	1,51	1,47	0,24	0,23	FAIL
		CWF	1,50	1,47	0,19	0,25	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,36	1,35	0,11	0,12	FAIL
		msTL84	1,68	1,62	0,44	0,12	FAIL
		CWF	1,70	1,68	0,28	0,13	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	2,06	-1,22	1,23	-1,12	FAIL
		msTL84	2,37	-1,29	1,53	-1,28	FAIL
		CWF	2,40	-1,32	1,22	-1,59	FAIL

Bu numune için de çektirme %1'de, pad-batch ile aynı tonda renk eşleşmesi görülmüştür. Ton arttıkça çektirme yönteminin, pad-batch yöntemine göre kırmızılığı/maviliği ve canlılığı artmakta, renk giderek incelmektedir. Pad-termofiksaj yöntemi ile pad-batch yöntemi arasındaki renk farklılığı, her 3 ton için de açıkça gözlenmiştir. Pad-steam yöntemi için de renk farklılığı söz konusu olup,



özellikle 20g/L ve 60g/L'lik boyamalarda sadece  $\Delta H$  değerleri toleransın dışında çıkmıştır. Çizelge 7.5'de A5 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.5. A5 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	3,78	-3,61	-0,38	-1,06	FAIL
		msTL84	4,55	-4,45	-0,32	-0,91	FAIL
		CWF	4,07	-3,85	-0,35	-1,28	FAIL
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	5,49	-5,32	0,12	-1,37	FAIL
		msTL84	6,11	-5,98	0,07	-1,24	FAIL
		CWF	6,03	-5,77	0,07	-1,75	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,15	-4,46	1,74	-1,88	FAIL
		msTL84	5,54	-4,74	1,85	-2,17	FAIL
		CWF	5,84	-4,98	1,64	-2,58	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	2,83	2,25	-1,46	0,91	FAIL
		msTL84	2,98	2,41	-1,44	0,98	FAIL
		CWF	3,31	2,77	-1,39	1,14	FAIL
Pad Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	2,78	-3,43	-1,28	-0,41	FAIL
		msTL84	3,20	-2,80	-1,50	-0,42	FAIL
		CWF	2,69	-2,35	-1,23	-0,46	FAIL
Pad Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	10,03	-9,54	-0,80	-3,00	FAIL
		msTL84	10,79	10,28	-0,40	-3,24	FAIL
		CWF	10,45	-9,51	-0,78	-4,25	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	1,51	0,14	-1,43	0,46	FAIL
		msTL84	1,57	0,07	-1,47	0,54	FAIL
		CWF	1,53	0,18	-1,38	0,64	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	2,19	0,31	-2,16	0,14	FAIL
		msTL84	2,50	0,19	-2,48	0,32	FAIL
		CWF	2,40	0,29	-2,36	0,34	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	3,44	-3,32	-0,72	-0,49	FAIL
		msTL84	3,78	-3,67	-0,72	-0,53	FAIL
		CWF	3,61	-3,44	-0,83	-0,70	FAIL

Bu kumaş için yapılan tüm karşılaştırmalarda renk eşleşmesi gözlenmemiştir. Çektirme ve pad- termofiksaj yöntemlerinde büyük renk farklılıkları ortaya çıkmıştır. Pad-steam yönteminin 20g/L'lik boyamasında farklar standardın dışında, fakat sınır değerlere yakın değerlerdedir. Tonun koyulaşması özellikle  $\Delta E$  değerlerini arttırmıştır. Bu kumaşta renk eşleşmelerinin diğer kumaşlara göre farklı çıkmasının

nedeni, kumaşın saten örgülü olmasından kaynaklı parlak bir yapıya sahip olması düşünülebilir. Çizelge 7.6'da A6 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.6. A6 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	0,89	-0,41	0,78	0,12	PASS
		msTL84	0,93	-0,19	0,91	0,06	FAIL
		CWF	1,10	-0,65	0,88	0,11	PASS
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	5,01	-4,34	1,47	-2,03	FAIL
		msTL84	5,29	-4,53	1,70	-2,12	FAIL
		CWF	5,47	-4,60	1,48	-2,55	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	4,49	-3,49	2,55	-1,24	FAIL
		msTL84	4,82	-3,55	2,83	-1,61	FAIL
		CWF	5,19	-4,09	2,62	-1,82	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	2,01	2,00	-0,01	0,13	FAIL
		msTL84	2,46	2,45	0,11	0,19	FAIL
		CWF	2,74	2,74	0,02	0,11	FAIL
Pad-Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	4,11	-3,88	-0,63	-1,22	FAIL
		msTL84	4,45	-4,25	-0,42	-1,24	FAIL
		CWF	4,03	-3,55	-0,67	-1,77	FAIL
Pad-Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	6,98	-5,73	1,90	-3,50	FAIL
		msTL84	7,48	-5,95	2,60	-3,73	FAIL
		CWF	7,39	-5,47	1,94	-4,57	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	3,42	3,25	0,49	0,95	FAIL
		msTL84	4,12	4,00	0,51	0,84	FAIL
		CWF	3,70	3,49	0,54	1,11	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,03	-0,32	0,73	-0,65	PASS
		msTL84	1,32	-0,15	1,14	-0,65	FAIL
		CWF	1,29	-0,02	0,95	-0,87	PASS
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	2,65	-1,33	2,12	-0,89	FAIL
		msTL84	3,04	-1,27	2,53	-1,11	FAIL
		CWF	3,00	-1,38	2,31	-1,34	FAIL

Çektirme yönteminin %1'lik renk tonunda pad-batch yöntemiyle aynı renk şiddeti elde edilmiştir. Tonun koyulaşması yine bu kumaşta da renk farkının açılmasına neden olmuştur. Pad-termofiksaj yöntemiyle elde edilen renk şiddeti, diğer kumaşlarda görüldüğü gibi, hiçbir tonda ve ışıktaki pad-batch yöntemiyle eşit çıkmamıştır. Bu yöntem için tonun koyulaşması  $\Delta E$  değerini gittikçe arttırmıştır.

Pad-steam yönteminde bu kumaş için 60g/L'lik boyamada renk eşleşmesi görülmüştür. 20g/L ve 120g/L'lik boyamalarda ise renkler farklı çıkmıştır. Çizelge 7.7'de A7 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.7. A7 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	1,29	-0,58	1,15	-0,14	FAIL
		msTL84	1,38	-0,40	1,31	-0,24	FAIL
		CWF	1,48	-0,74	1,26	-0,24	FAIL
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	1,92	-1,32	1,36	-0,31	FAIL
		msTL84	2,03	-1,28	1,50	-0,47	FAIL
		CWF	2,27	-1,71	1,42	-0,47	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,30	-4,16	2,86	-1,64	FAIL
		msTL84	5,66	-4,20	3,20	-2,05	FAIL
		CWF	6,00	-4,66	2,97	-2,34	FAIL
Pad Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	2,90	2,87	0,12	0,37	FAIL
		msTL84	3,49	3,46	0,26	0,40	FAIL
		CWF	3,74	3,71	0,15	0,39	FAIL
Pad- Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,82	-1,57	-0,49	-0,79	FAIL
		msTL84	1,89	-1,67	-0,30	-0,85	FAIL
		CWF	1,67	-1,09	-0,51	-1,16	FAIL
Pad Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	6,55	-5,12	1,79	-3,67	FAIL
		msTL84	7,01	-5,26	2,57	-3,85	FAIL
		CWF	6,90	-4,71	1,86	-4,70	FAIL
Pad- Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	3,26	3,10	0,68	0,74	FAIL
		msTL84	4,04	3,87	0,85	0,75	FAIL
		CWF	3,66	3,48	0,75	0,87	FAIL
Pad- Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	1,51	1,20	0,91	0,09	FAIL
		msTL84	2,07	1,60	1,31	0,06	FAIL
		CWF	1,85	1,50	1,09	0,07	FAIL
Pad- Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	2,36	0,54	2,28	-0,28	FAIL
		msTL84	2,85	0,79	2,70	-0,43	FAIL
		CWF	2,55	0,60	2,43	-0,48	FAIL

Bu kumaş için tüm değerlerde herhangi bir eşlenme görülmemektedir. Fakat Çektirme yönteminin %1'lik tonuna dikkatlice bakılırsa sadece canlılık parametresindeki küçük bir sapmadan dolayı FAIL sonucunun verildiği görülecektir. Bu da bu kumaşın, diğer kumaşlarda görülen eşleşmeyle paralellik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Tonun koyulaşması renk sapmalarını, çektirme yöntemi için,

iyice arttırmıştır. Pad-termofiksaj yönteminde diğer kumaşlarda olduğu gibi renk eşlenmesi gözlenmemiştir. Pad-steam yöntemi için ise en yakın renk farklılıkları 60g/L'lik boyamalarda ortaya çıkmıştır. Çizelge 7.8'de A8 numunesine ait renk karşılaştırması sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.8. A8 Numunesine Ait Renk Karşılaştırması (MS89)

Karşılaştırılan Yöntem	Baz Alınan Yöntem	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
Çektirme %1	Pad-Batch 20g/L	D65	0,82	0,18	0,76	0,27	PASS
		msTL84	1,02	0,49	0,86	0,23	FAIL
		CWF	0,89	-0,16	0,82	0,32	PASS
Çektirme %3	Pad-Batch 60g/L	D65	3,19	-2,25	1,97	-1,10	FAIL
		msTL84	3,39	-2,21	2,22	-1,29	FAIL
		CWF	3,52	-2,43	2,06	-1,51	FAIL
Çektirme %6	Pad-Batch 120g/L	D65	5,47	-4,43	2,71	-1,73	FAIL
		msTL84	5,89	-4,54	3,06	-2,17	FAIL
		CWF	6,35	-5,15	2,77	-2,47	FAIL
Pad-Termofiksaj 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	5,07	4,85	-0,21	1,48	FAIL
		msTL84	5,80	5,67	-0,14	1,24	FAIL
		CWF	5,71	5,46	-0,19	1,67	FAIL
Pad-Termofiksaj 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	3,28	-3,12	-0,58	-0,83	FAIL
		msTL84	3,57	-3,44	-0,42	-0,85	FAIL
		CWF	3,06	-2,68	-0,64	-1,31	FAIL
Pad-Termofiksaj 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	6,09	-5,08	1,28	-3,10	FAIL
		msTL84	6,57	-5,32	1,91	-3,35	FAIL
		CWF	6,55	-5,00	1,32	-4,02	FAIL
Pad-Steam 20 g/L	Pad-Batch 20g/L	D65	5,41	5,21	0,61	1,33	FAIL
		msTL84	6,44	6,31	0,57	1,14	FAIL
		CWF	5,69	5,41	0,65	1,64	FAIL
Pad-Steam 60 g/L	Pad-Batch 60g/L	D65	2,19	2,05	0,73	0,25	FAIL
		msTL84	2,72	2,48	1,09	0,29	FAIL
		CWF	2,49	2,33	0,82	0,30	FAIL
Pad-Steam 120 g/L	Pad-Batch 120g/L	D65	1,94	0,54	1,86	0,01	FAIL
		msTL84	2,16	0,66	2,05	-0,09	FAIL
		CWF	1,89	0,38	1,84	-0,07	FAIL

A8 numaralı bu numune kumaşa çektirme %1'lik ton için renk eşleşmesi görülmektedir. Sadece vitrin ışığı için çektirme ile boyanan numune hafif canlı çıkmıştır, bu nedenle FAIL sonucu verilmiştir. Fakat canlılıktaki bu sapma diğer kumaşlar da göz önüne alındığında ihmal edilebilecek boyuttur. Çektirme yöntemi

için tonun artması;  $\Delta E$  değerlerini arttırmış, kumaşın pad-batch yöntemiyle boyanan kumaşa göre daha kızıl ve daha canlı olmasına neden olmuştur. Pad- termofiksaj yönteminde yine bir renk eşlenmesi gözlemlenmemiştir. Pad-steam yönteminde de renk eşlenmesi yoktur ve en çok renk farkı açık tonda boyamada görülmektedir.

Tüm kumaşların sonuçlarına toplu bakıldığında; çektirme yöntemiyle pad-batch yönteminin seçilen açık tonda boyanma sonuçlarının aynı renk şiddeti verdiği açıkça ortaya çıkmıştır. Çektirme yöntemi için boyama tonunun arttırılması, boyarmadde fiksaj yüzdesini azaltmıştır ve bu nedenle pad-batch yöntemiyle renk eşleşmesi görülmemiştir. Pad-termofiksaj yöntemiyle elde edilen renk şiddeti hiçbir zaman pad-batch yöntemiyle aynı çıkmamıştır. Bu da bu iki yöntemle, aynı miktarda boyarmaddeyle farklı renk şiddetleri elde edildiğini göstermektedir. Pad-steam yöntemiyle elde edilen renk şiddetleri her ne kadar pad-batch yöntemiyle elde edilen renk şiddetlerine yakın olsa da kullanılan standardın tolerans değerleri dışında kalmıştır. Bu da, bu iki yöntemin birbirlerin farklı oranda boyarmadde fiksajını gerçekleştirdiklerini göstermektedir.

#### 7.1.2.2. A1 A2 A3 ve A4 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması

Birbirlerinin desen varyantları olan, gördükleri önterbiye işlemleri ve tüm işlem koşulları aynı olan bu kumaşların sıklıkları, örgü yapıları ve gramajları Çizelge 7.9'da verilmiştir.

Çizelge 7.9. A1, A2, A3 ve A4 Numaralı Kumaşların Bazı Özellikleri

Kumaş Adı	Desen Yapısı	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Çözümlü Sıklığı (tel/cm)	Gramaj ( $g/m^2$ )
A1	D 2/1 (S)	24	58	172
A2	Krep Yapı	24	62	188
A3	Bezayağı Türevi	24	59	186
A4	D 2/1(S) D1/2(Z)	24	57	180

Desen yapıları ve gramajlar arasındaki farkın boyamadaki renk şiddetlerine etkisinin incelenmesi için A1 numaralı kumaş baz alınmıştır. Karşılaştırmalar bu

kumaşa göre yapılmıştır. Çizelge 7.10’da bu 4 kumaşın pad-batch yöntemine göre karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.10. Pad-Batch Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4’ün Karşılaştırılması

Karşılaştırılan Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A2 (20g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,26	-0,09	-0,19	0,14	PASS
		msTL84	0,23	-0,08	-0,15	0,15	PASS
		CWF	0,29	-0,16	-0,14	0,20	PASS
A2 (60g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,50	-0,49	-0,04	-0,04	PASS
		msTL84	0,59	-0,58	-0,07	-0,06	PASS
		CWF	0,59	-0,59	-0,05	-0,05	PASS
A2 (120g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,43	-0,34	-0,25	0,10	PASS
		msTL84	0,49	-0,40	-0,27	0,09	PASS
		CWF	0,46	-0,39	-0,22	0,10	PASS
A3 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,41	0,27	-0,21	0,23	PASS
		msTL84	0,43	0,31	-0,20	0,22	PASS
		CWF	0,42	0,25	-0,19	0,28	PASS
A3 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	1,10	-1,10	-0,10	-0,09	FAIL
		msTL84	1,26	-1,24	-0,18	-0,13	FAIL
		CWF	1,34	-1,33	-0,12	-0,11	FAIL
A3 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,86	-0,81	-0,11	-0,27	FAIL
		msTL84	0,94	-0,89	-0,09	-0,30	FAIL
		CWF	0,98	-0,89	-0,14	-0,37	FAIL
A4 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,58	0,31	-0,22	0,44	PASS
		msTL84	0,61	0,40	-0,23	0,40	PASS
		CWF	0,59	0,22	-0,19	0,51	PASS
A4 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,30	-0,19	-0,23	0,03	PASS
		msTL84	0,41	-0,26	-0,31	0,04	PASS
		CWF	0,43	-0,32	-0,28	0,05	PASS
A4 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,33	-0,21	-0,25	-0,03	PASS
		msTL84	0,40	-0,24	-0,32	-0,02	PASS
		CWF	0,32	-0,18	-0,26	-0,03	PASS

Pad-batch yöntemi esas alındığında, A2 ve A4 numaralı kumaşlar tüm tonlarda A1 nolu kumaşla eşleşmiştir. A3 numaralı kumaş ise, sadece 20g/L’lik boyamada A1 ile bir eşleşme göstermiştir. Diğer iki tonda ise, sadece  $\Delta H$  değerleri limitlerin dışına çıkmıştır. Bu da A3 numaralı kumaşın renginin biraz daha kırmızı olduğunu göstermektedir. A3 numaralı kumaşın bezayağı türevi olması ve baz alınan A1 numaralı kumaşın dimi örgüye sahip olması pad-batch yöntemi ile boyamada az da

olsa farklılığa neden olmuştur denebilir. Çizelge 7.11’de pad-steam yöntemine göre yapılan karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.11. Pad-Steam Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4’ün Karşılaştırılması

Karşılaştırılan Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A2 (20g/L)	A1 (20g/L)	D65	1,06	0,97	-0,16	0,39	FAIL
		msTL84	1,17	1,09	-0,18	0,36	FAIL
		CWF	1,11	0,98	-0,18	0,48	FAIL
A2 (60g/L)	A1 (60g/L)	D65	1,09	-0,96	0,26	-0,47	FAIL
		msTL84	1,16	-1,01	0,34	-0,48	FAIL
		CWF	1,13	-0,92	0,27	-0,60	FAIL
A2 (120g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,46	0,25	0,04	0,38	PASS
		msTL84	0,51	0,23	-0,10	0,44	PASS
		CWF	0,52	0,20	0,03	0,48	PASS
A3 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,14	0,13	-0,06	-0,02	PASS
		msTL84	0,17	0,17	-0,05	-0,01	PASS
		CWF	0,16	0,15	-0,07	-0,01	PASS
A3 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	1,29	-1,10	0,29	-0,60	FAIL
		msTL84	1,37	-1,16	0,37	-0,62	FAIL
		CWF	1,36	-1,10	0,28	-0,75	FAIL
A3 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,60	-0,59	0,013	-0,03	PASS
		msTL84	0,66	-0,60	0,13	-0,05	PASS
		CWF	0,73	-0,71	0,15	-0,05	PASS
A4 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	1,11	-1,07	-0,19	-0,24	FAIL
		msTL84	1,31	-1,28	-0,17	-0,22	FAIL
		CWF	1,11	-1,05	-0,19	-0,30	FAIL
A4 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,80	-0,65	0,27	-0,38	PASS
		msTL84	0,85	-0,60	0,33	-0,40	PASS
		CWF	0,85	-0,65	0,26	-0,48	PASS
A4 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,31	0,21	0,01	0,22	PASS
		msTL84	0,34	0,19	-0,10	0,26	PASS
		CWF	0,34	0,14	-0,02	0,30	PASS

Pad-steam yöntemine göre bu 4 kumaşın boyanmasında her kumaş için FAIL sonucu görülmüştür. Görülen bu FAIL sonuçlarında tek sapma  $\Delta H$  değerinde olmuştur. Rengin kırmızı/mavi ya da sarı/yeşil olduğu hakkında bilgi veren  $\Delta H$  değeri A2 için 120g/L’lik boyamada limitlerin arasında kalırken, A3 için 60g/L’lik, A4 için ise 20 g/L’lik boyamada sınırların dışına çıkmıştır. Bu sonuçlar örgü

yapısının, pad-steam yönteminde pad-batch yönteminden daha etkili olduğunu göstermektedir. Çizelge 7.12’de pad-termofiksaj yöntemine göre yapılan karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.12. Pad-Termofiksaj Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4’ün Karşılaştırılması

Karşılaştırılan Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A2 (20g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,64	0,63	-0,09	0,03	PASS
		msTL84	0,71	0,70	-0,05	0,04	FAIL
		CWF	0,86	0,85	-0,08	0,04	PASS
A2 (60g/L)	A1 (60g/L)	D65	1,77	1,45	-0,26	0,99	FAIL
		msTL84	1,88	1,55	-0,40	0,99	FAIL
		CWF	1,84	1,36	-0,27	1,20	FAIL
A2 (120g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,19	-0,15	-0,09	-0,06	PASS
		msTL84	0,22	-0,19	-0,10	-0,06	PASS
		CWF	0,17	-0,11	-0,11	-0,08	PASS
A3 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	1,97	-1,71	-0,01	-0,99	FAIL
		msTL84	2,15	-1,94	0,16	-0,91	FAIL
		CWF	1,92	-1,48	0,06	-1,21	FAIL
A3 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	2,17	1,86	-0,04	1,11	FAIL
		msTL84	2,33	2,05	-0,17	1,09	FAIL
		CWF	2,14	1,64	-0,04	1,38	FAIL
A3 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	0,25	0,21	0,12	0,02	PASS
		msTL84	0,35	0,29	0,19	0,02	PASS
		CWF	0,34	0,30	0,16	0,02	PASS
A4 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,44	-0,32	0,02	-0,30	PASS
		msTL84	0,46	-0,35	0,08	-0,28	PASS
		CWF	0,42	-0,22	0,03	-0,36	PASS
A4 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,49	0,45	0,18	0,05	PASS
		msTL84	0,59	0,54	0,23	0,05	PASS
		CWF	0,50	0,46	0,16	0,06	PASS
A4 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	1,05	0,90	-0,20	0,50	FAIL
		msTL84	1,13	0,97	-0,24	0,52	FAIL
		CWF	1,12	0,91	-0,18	0,63	FAIL

Pad-termofiksaj yöntemine göre boyama sonuçları detaylı incelendiğinde, A4 numaralı kumaşın A1 ile sadece 120g/L’lik boyamada eşleşmediği görülmektedir. Bu farklılık sadece  $\Delta H$  değerindeki küçük bir sapmadan kaynaklanmaktadır. A2 ve A3 numaralı kumaşların A1 ile renk eşleşmesi göstermediği durumlarda ise farklılık  $\Delta E$ ,



$\Delta L$  ve  $\Delta H$  değerlerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle A4'ün ve A1'in dimi yapısında olması, A2'nin krep ve A3'ün bezayağı esaslı olması göz önüne alındığında, A1 ve A4'ün eşleşmesi ile A2 ve A3'ün A1 ile önemli farklılıklar göstermesi, pad-termofiksaj yönteminde örgü yapısının renk şiddeti üzerindeki etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Çizelge 7.13'te çektirme yöntemine göre yapılan karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.13. Çektirme Yöntemine Göre A1, A2, A3 ve A4'ün Karşılaştırılması

Karşılaştırılan Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A2 (20g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,55	-0,48	0,03	0,40	PASS
		msTL84	0,56	-0,51	0,05	0,39	PASS
		CWF	0,56	-0,49	0,06	0,41	PASS
A2 (60g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,35	0,24	-0,14	-0,04	PASS
		msTL84	0,36	0,33	-0,24	-0,03	PASS
		CWF	0,35	0,35	-0,36	-0,04	PASS
A2 (120g/L)	A1 (120g/L)	D65	1,11	0,74	-0,49	-0,45	PASS
		msTL84	1,15	0,60	-0,55	-0,50	PASS
		CWF	1,24	0,72	-0,51	-0,53	PASS
A3 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,85	0,58	-0,19	-0,72	PASS
		msTL84	0,88	0,60	-0,32	-0,70	PASS
		CWF	0,86	0,53	-0,31	-0,76	PASS
A3 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,86	0,48	-0,50	-0,32	PASS
		msTL84	0,92	0,48	-0,55	-0,36	PASS
		CWF	0,90	0,44	-0,51	-0,38	PASS
A3 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	1,05	0,64	-0,58	-0,42	PASS
		msTL84	1,14	0,54	-0,66	-0,49	PASS
		CWF	1,21	0,50	-0,62	-0,51	PASS
A4 (20 g/L)	A1 (20g/L)	D65	0,68	0,51	-0,31	-0,55	PASS
		msTL84	0,69	0,55	-0,35	-0,50	PASS
		CWF	0,65	0,46	-0,32	-0,48	PASS
A4 (60 g/L)	A1 (60g/L)	D65	0,90	0,71	-0,42	-0,22	PASS
		msTL84	0,94	0,59	-0,45	-0,15	PASS
		CWF	0,95	0,70	-0,48	-0,17	PASS
A4 (120 g/L)	A1 (120g/L)	D65	1,29	0,65	-0,65	-0,55	PASS
		msTL84	1,20	0,60	-0,75	-0,63	PASS
		CWF	1,31	0,61	-0,69	-0,29	PASS

Çizelgen de görüleceği üzere çektirme yöntemine göre boyamada, tüm renk eşleşmeleri PASS vermiştir. Bu da çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda

örgü yapısının renk şiddeti üzerinde bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur denilebilir.

### **7.1.2.3. A6 ve A8 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması**

A6 ve A8 numaralı kumaşlar aynı örgü yapısına ( 2/2 Z dimi) sahip olup, farklı sıklık ve gramajlara sahiptirler. Bu kumaşların genel özellikleri materyal metot kısmında detaylı olarak verilmiştir. Bu kumaşlar için karşılaştırma parametresi, diğer özellikleri aynı olduğu için, sıklıklar üzerinden gramaj farklılıkları olarak belirlenmiştir. A8 no'lu kumaş 260g/m<sup>2</sup>'lik gramaja, A6 no'lu kumaş da 195g/m<sup>2</sup>'lik gramaja sahiptir. Ayrıca atkı ipliklerinin bükümleri ve numaraları da göz önüne alınacaktır. Çizelge 7.14'te bu kumaşlara ait tüm yöntemlere göre renk karşılaştırmaları gösterilmektedir.

Çizelge 7.14. A6 ve A8'in Renk Karşılaştırmaları (MS89)

Karş. Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Boyama Yöntemi	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A8 (20g/L)	A6 (20g/L)	Pad-Batch	D65	0,77	0,21	-0,53	0,52	PASS
			msTL84	0,79	0,21	-0,57	0,51	PASS
			CFW	0,81	0,15	-0,48	0,63	PASS
A8 (60g/L)	A6 (60g/L)	Pad-Batch	D65	0,94	-0,64	-0,69	-0,04	PASS
			msTL84	1,11	-0,75	-0,81	-0,01	FAIL
			CFW	1,03	-0,73	-0,72	-0,01	PASS
A8 (120g/L)	A6 (120g/L)	Pad-Batch	D65	0,76	0,08	-0,73	0,20	PASS
			msTL84	0,88	0,07	-0,83	0,27	FAIL
			CFW	0,83	0,19	-0,75	0,30	PASS
A8 (20g/L)	A6 (20g/L)	Pad-Termofiksij	D65	3,73	3,10	-0,72	1,95	FAIL
			msTL84	4,05	3,51	-0,90	1,81	FAIL
			CFW	3,81	2,94	-0,75	2,31	FAIL
A8 (60g/L)	A6 (60g/L)	Pad-Termofiksij	D65	1,08	0,08	-0,96	0,47	PASS
			msTL84	1,18	0,00	-1,06	0,53	FAIL
			CFW	1,12	0,09	-0,93	0,62	PASS
A8 (120g/L)	A6 (120g/L)	Pad-Termofiksij	D65	1,56	0,70	-1,24	0,65	FAIL
			msTL84	1,71	0,65	-1,39	0,74	FAIL
			CFW	1,68	0,62	-1,27	0,90	FAIL
A8 (20g/L)	A6 (20g/L)	Pad-Steam	D65	2,50	2,25	-0,28	1,06	FAIL
			msTL84	2,83	2,64	-0,34	0,95	FAIL
			CFW	2,55	2,18	-0,30	1,29	FAIL
A8 (60g/L)	A6 (60g/L)	Pad-Steam	D65	2,03	1,78	-0,29	0,93	FAIL
			msTL84	2,23	1,96	-0,46	0,97	FAIL
			CFW	2,12	1,69	-0,33	1,23	FAIL
A8 (120g/L)	A6 (120g/L)	Pad-Steam	D65	2,39	2,03	-0,39	1,20	FAIL
			msTL84	2,66	2,11	-0,89	1,36	FAIL
			CFW	2,68	2,06	-0,59	1,61	FAIL
A8 (20g/L)	A6 (20g/L)	Çektirme	D65	1,18	0,82	-0,47	0,72	FAIL
			msTL84	1,26	0,92	-0,54	0,67	FAIL
			CFW	1,19	0,66	-0,48	0,87	PASS
A8 (60g/L)	A6 (60g/L)	Çektirme	D65	1,73	1,46	-0,34	0,87	FAIL
			msTL84	1,86	1,59	-0,43	0,85	FAIL
			CFW	1,83	1,46	-0,33	1,05	FAIL
A8 (120g/L)	A6 (120g/L)	Çektirme	D65	1,03	-0,95	-0,38	-0,12	FAIL
			msTL84	1,13	-1,05	-0,39	-0,13	FAIL
			CFW	1,06	-1,01	-0,31	-0,13	FAIL

Pad-batch yöntemine göre boyamada, genel olarak her üç tonda da A6 ve A8 arasında renk eşleşmesi görülmüştür. Bu iki kumaşın teorik olarak iplik

numaralarının aynı olması göz önünde bulundurulursa gramaj farklılığının, pad-batch yöntemine önemli derecede etkisinin olmadığı görülmektedir. Diğer üç yönteme göre yapılan boyamalarda ise, A6 ve A8 arasında genel olarak renk eşleşmesi görülmemiştir. Sadece pad-termofiksaj yönteminde 60g/L'lik boyamda bir eşleşme görülmüştür. Tüm bunlar göz önüne alındığında, bu üç yöntem için gramaj farklılığının ve iplik bükümünün renk şiddeti üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

#### **7.1.2.4. A4 ve A7 Numaralı Kumaşların Karşılaştırılması**

A4 ve A7 numaralı kumaşlar benzer örgü yapısına sahip olup, farklı sıklık ve gramajlara sahiptirler. Bu kumaşların genel özellikleri materyal metot kısmında detaylı olarak verilmiştir. Bu kumaşlar için karşılaştırma parametreleri; birinci planda çözgü sıklığı ve numarası daha sonra gramaj farklılığı olarak düşünülmüştür. A7 no'lu kumaş, Ne 30/1 ve Ne 30/2 çözgü ipliğiyle üretilmiş olup 209g/m<sup>2</sup>'lik gramaja, A4 no'lu kumaş da Ne 40/1 çözgü ipliğiyle üretilmiş olup 180g/m<sup>2</sup>'lik gramaja sahiptir. Çizelge 7.15'de bu kumaşlara ait, tüm yöntemlere göre renk karşılaştırmaları gösterilmektedir

Çizelge 7.15. A4 ve A7'in Renk Karşılaştırmaları (MS89)

Karş. Kumaş	Baz Alınan Kumaş	Boyama Yöntemi	Işık Türü	$\Delta E$	$\Delta H$	$\Delta C$	$\Delta L$	Karar
A7 (20g/L)	A4 (20g/L)	Pad-Batch	D65	1,57	-1,40	-0,52	-0,49	FAIL
			msTL84	1,98	-1,85	-0,55	-0,47	FAIL
			CFW	1,71	-1,52	-0,54	-0,58	FAIL
A7 (60g/L)	A4 (60g/L)	Pad-Batch	D65	2,65	-2,55	-0,46	-0,56	FAIL
			msTL84	3,00	-2,92	-0,39	-0,52	FAIL
			CFW	2,74	-2,56	-0,54	-0,79	FAIL
A8 (120g/L)	A4 (120g/L)	Pad-Batch	D65	2,50	-2,44	-0,45	-0,32	FAIL
			msTL84	2,83	-2,77	-0,47	-0,35	FAIL
			CFW	2,81	-2,72	-0,53	-0,45	FAIL
A7 (20g/L)	A4 (20g/L)	Pad-Termofiksij	D65	1,76	-1,57	-0,32	-0,73	FAIL
			msTL84	2,05	-1,93	-0,22	-0,64	FAIL
			CFW	1,71	-1,41	-0,30	-0,92	FAIL
A7 (60g/L)	A4 (60g/L)	Pad-Termofiksij	D65	0,87	-0,02	-0,87	0,01	PASS
			msTL84	1,06	-0,18	-1,04	0,08	FAIL
			CFW	0,96	-0,07	-0,96	0,07	PASS
A7 (120g/L)	A4 (120g/L)	Pad-Termofiksij	D65	0,98	-0,81	-0,36	-0,42	FAIL
			msTL84	1,06	-0,93	-0,28	-0,41	FAIL
			CFW	1,00	-0,73	-0,40	-0,56	PASS
A7 (20g/L)	A4 (20g/L)	PadSteam	D65	0,56	0,55	0,09	0,05	PASS
			msTL84	0,64	0,63	0,09	0,06	FAIL
			CFW	0,57	0,56	0,04	0,05	PASS
A7 (60g/L)	A4 (60g/L)	PadSteam	D65	2,90	-2,70	0,10	-1,07	FAIL
			msTL84	3,13	-2,95	0,17	-1,03	FAIL
			CFW	3,04	-2,74	0,06	-1,32	FAIL
A7 (120g/L)	A4 (120g/L)	PadSteam	D65	0,88	-0,69	0,30	-0,44	PASS
			msTL84	0,89	-0,70	0,31	-0,46	FAIL
			CFW	0,98	-0,81	0,22	-0,51	FAIL
A7 (20g/L)	A4 (20g/L)	Çektirme	D65	1,89	-1,66	0,04	-0,89	FAIL
			msTL84	2,05	-1,87	0,19	-0,81	FAIL
			CFW	1,90	-1,57	0,13	-1,06	PASS
A7 (60g/L)	A4 (60g/L)	Çektirme	D65	1,26	-1,25	-0,10	-0,11	FAIL
			msTL84	1,44	-1,43	-0,15	-0,14	FAIL
			CFW	1,42	-1,41	-0,10	-0,13	FAIL
A7 (120g/L)	A4 (120g/L)	Çektirme	D65	1,81	-1,77	-0,12	-0,38	FAIL
			msTL84	1,95	-1,91	-0,09	-0,38	FAIL
			CFW	1,92	-1,83	-0,13	-0,55	FAIL

Pad-batch yönteminde renk eşleşmesinin görülmemesi, çözgüdeki sıklık ve numara farklılığının bu yöntemde etkili olduğunu göstermektedir. Daha ince çözgü

ipliğiyle ve daha sık dokunan A4 kumaşı, A7 kumaşına göre daha kızıl kalmıştır. Çektirme yöntemine göre boyamada da benzer sonuçlar görölmüştür. Pad-steam ve Pad-termofiksaj yöntemlerinde ise birbirine yakın renk sonuçları görölmektedir.

## **7.2. Haslık Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Renk ölçümlerinin tamamlanmasının ardından boyalı kumaşların ışık, ter, sürtünme ve yıkama haslıkları ölçölmüştür. Bu aşamada ilk önce tüm kumaşların genel haslık değerleri analiz edilmiş, daha sonra belirlenen grupların karşılaştırmaları yapılmıştır.

### **7.2.1. Işık Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi**

Işık haslığı sonuçları uygulanan 4 yöntem için ayrı ayrı gruplara ayrılıp incelenmiştir.

#### **7.2.1.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.16'da pad-batch yöntemiyle boyanmış kumaşların ışık haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.16. Pad-Batch Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	3
	A2	3
	A3	3
	A4	3
	A5	3
	A6	3
	A7	4
	A8	5
	<b>Ortalama</b>	<b>3</b>
60	A1	5
	A2	5
	A3	5
	A4	4
	A5	5
	A6	4
	A7	4
	A8	5
	<b>Ortalama</b>	<b>5</b>
120	A1	5+
	A2	5+
	A3	5
	A4	5
	A5	5
	A6	5+
	A7	5+
	A8	5+
	<b>Ortalama</b>	<b>5+</b>

Pad-batch yöntemine göre yapılan boyama sonucu ölçülen ışık haslığı değerleri; boyama konsantrasyonundan etkilenmiştir. Uygulanan üç farklı ton için farklı değerler alınmıştır. Renk tonunun artırılmasıyla boyanmış numunelerin ışık haslıklarında artış olduğu açıkça gözlenmektedir. Artan boyarmadde konsantrasyonu ile birlikte elyaf yapısına kovalent bağla bağlanan boyarmadde miktarı da artmaktadır. Yapıya fikse olan bu boyarmadde miktarının artması, ışık haslığındaki bu yükselmenin nedeni olarak görülebilir.

### 7.2.1.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.17’de pad-termofiksaj yöntemiyle boyanmış kumaşların ışık haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.17. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	2-3
	A2	2-3
	A3	2-3
	A4	2-3
	A5	2-3
	A6	2-3
	A7	2-3
	A8	3
	<b>Ortalama</b>	<b>2-3</b>
60	A1	2-3
	A2	2-3
	A3	2-3
	A4	2-3
	A5	2-3
	A6	2-3
	A7	2-3
	A8	2-3
	<b>Ortalama</b>	<b>2-3</b>
120	A1	2-3
	A2	2-3
	A3	2-3
	A4	2-3
	A5	2-3
	A6	2-3
	A7	2-3
	A8	3
	<b>Ortalama</b>	<b>2-3</b>

Pad-termofiksaj yönteminde her üç renk tonu için aynı ışık haslığı sonuçları görülmüştür. Bu da ışık haslığının bu yöntemde, boyarmadde konsantrasyonundan etkilenmediği göstermektedir. Ayrıca elde edilen ışık haslığı sonuçları oldukça düşük çıkmıştır.



### 7.2.1.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.18'de pad-steam yöntemiyle boyanmış kumaşların ışık haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.18. Pad-Steam Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	5
	A2	4
	A3	4
	A4	4
	A5	4
	A6	4
	A7	4
	A8	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>
60	A1	5
	A2	5
	A3	5
	A4	5
	A5	5
	A6	5
	A7	5
	A8	5+
	<b>Ortalama</b>	<b>5</b>
120	A1	5+
	A2	5
	A3	5
	A4	5
	A5	5
	A6	5
	A7	5
	A8	5+
	<b>Ortalama</b>	<b>5</b>

Pad-steam yöntemine göre yapılan boyamada elde edilen ışık haslığı sonuçları, 20g/L'lik renk tonu için ortalama 4, diğer iki renk tonu için de ortalama 5 olarak çıkmıştır. Açık ton için daha düşük ışık haslığı çıkmıştır. Bu sonuçlar da pad-steam yöntemine göre yapılan boyamada, boyarmadde konsantrasyonun ışık haslığı üzerinde bir noktaya kadar etkili olduğunu göstermektedir.

#### 7.2.1.4. Çektirme Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.19’da Çektirme yöntemiyle boyanmış kumaşların ışık haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.19. Çektirme Yöntemine Ait Işık Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (%)	Kumaş Cinsi	Sonuç
1	A1	4
	A2	4
	A3	4
	A4	4
	A5	3
	A6	4
	A7	4
	A8	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>
3	A1	5+
	A2	5+
	A3	5+
	A4	5+
	A5	5
	A6	5
	A7	5
	A8	5+
	<b>Ortalama</b>	<b>5+</b>
6	A1	5+
	A2	5+
	A3	5+
	A4	5+
	A5	5+
	A6	5+
	A7	5+
	A8	5+
	<b>Ortalama</b>	<b>5+</b>

Çektirme yöntemine göre yapılan boyama sonucu ölçülen ışık haslığı değerlerine genel olarak bakıldığında, diğer yöntemlerden daha yüksek ışık haslığı sonuçları görülmektedir. Çektirme yönteminde de renk tonu ışık haslığı sonuçlarını etkilemiştir. Işık haslığı sonuçları bu yöntemde, renk tonunun artmasıyla artış

göstermektedir. Bunun nedeni olarak, artan boyarmadde yüzdesi ile kumaşa fikse olan boyarmadde miktarının artması görülebilir.

#### 7.2.1.5. Uygulanan Yöntemlerin Işık Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çizelge 7.20’de numunelere uygulanan 4 farklı boyama yönteminin üç farklı renk tonu için ortalama ışık haslığı sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 7.20. Uygulanan Dört Yöntemin Ortalama Işık Haslığı Sonuçları

Ton/Yöntem	Pad-Batch	Pad-Termofiksaj	Pad-Steam	ektirme
20g/L	3	2-3	4	4
60g/L	5	2-3	5	5+
120g/L	5+	2-3	5	5+

Yapılan çalışmada uygulanan 4 yöntemin ortalama ışık haslığı sonuçlarına bakıldığında, pad-termofiksaj yönteminin en düşük ışık haslığı sonuçlarına sahip olduğu açıkça görülmektedir. Pad-termofiksaj yönteminde ayrıca ışık haslığı sonucu, uygulanan renk tonundan etkilenmemiştir. Yani üç ton için de aynı çıkmıştır. Bu yöntemde düşük ışık haslığının elde edilmesinin nedeni olarak; uygulanan yüksek sıcaklıktaki fiksaj işleminin, boyarmadde-elyaf yapısına zarar vermesi düşünülebilir. Kurulan elyaf boyarmadde bağı yüksek sıcaklıkta gerçekleştiğinden, bu fikse işlemi sırasında boyarmaddenin yapısı da zarar görmektedir. Zayıflamış bu boyarmadde yapısının ışığa maruz kaldığında bozunması ve rengin solması daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

Çektirme yöntemine göre boyamayla en yüksek ışık haslığı sonuçları elde edilmiştir. Bunun sebeplerinden biri, fiksaj süresinin uzun tutularak elyaf-boyarmadde bağının güçlü şekilde kurulmasının sağlanmasıdır. Yüksek sıcaklıklara çıkılmaması elyafa ve boyarmaddeye zarar vermemektedir. Uygulanan uzun süreli boyama işleminde; kumaş ve boyarmadde bir arada olup, sürekli birbirleriyle temas halindedirler.

Pad-steam ve pad-batch yöntemi ile yapılan boyamalar sonucu elde edilen ışık haslığı değeri, farklı tonlarda birbirlerinden farklı çıkmıştır. 20g/L’lik renk

tonunda uygulanan iki banyolu pad-steam yöntemi daha yüksek ışık haslığına sahipken, 120g/L'lik renk tonunda pad-batch yöntemi daha yüksek ışık haslığı sonuçlarına sahiptir. Bu olay da şu şekilde açıklanabilir: Pad-batch yönteminde fiksaj süresi uzun olduğu için, yüksek konsantrasyondaki boyarmaddelerin elyafa bağlanması da rahatlıkla gerçekleşmektedir. Pad-steam yönteminde ise fiksaj süresi kısa olduğundan, yüksek konsantrasyondaki boyarmaddenin fiksajı pad-batch yöntemindeki gibi olmamaktadır. Ama düşük konsantrasyondaki boyamalarda pad-steam yöntemindeki bu kısa fiksaj süresi, yüksek ışık haslığı için yeterli kalmaktadır.

Bu sonuçlar gösteriyor ki; büyük ölçüde boyarmaddenin yapısına bağlı olan ışık haslığı değeri, uygulanan boyama yönteminden önemli ölçüde etkilenmektedir.

### **7.2.2. Sürtünme Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi**

Sürtünme haslığı sonuçları uygulanan 4 yöntem için ayrı ayrı gruplara ayrılıp incelenmiştir. 4 farklı yöntemle göre boyanan kumaş numunelerine yaş sürtünme haslığı uygulanmıştır.

#### **7.2.2.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.21'de pad-batch yöntemiyle boyanmış kumaşların yaş sürtünme haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.21. Pad-Batch Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	3/4
	A2	3/4
	A3	3/4
	A4	3/4
	A5	3/4
	A6	3/4
	A7	3/4
	A8	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>3/4</b>
60	A1	2/3
	A2	3
	A3	3
	A4	3
	A5	2/3
	A6	3
	A7	3
	A8	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>3</b>
120	A1	2
	A2	2
	A3	2
	A4	2
	A5	2
	A6	2
	A7	2
	A8	2
	<b>Ortalama</b>	<b>2</b>

Pad-batch yöntemine göre yapılan boyama sonucunda ölçülen yaş sürtünme haslığı sonuçlarının, renk tonuyla ters orantılı olduğu açıkça görülmektedir. Uygulanan renk tonunun artmasıyla elde edilen yaş sürtünme haslığı değerleri azalmaktadır. 20g/L'lik boyamada elde edilen haslık sonucu kabul edilebilir düzeydeyken, diğer iki ton için bu durum söz konusu değildir. Bu da seçilen boyarmadde için uygulanan koyu tonlarda pad-batch yönteminin dezavantajlı olduğunu göstermektedir. Yaş haslıkların büyük ölçüde elyafı bağ yapmamış, elyafa tutunan hidroliz olmuş boyarmaddelerden etkilendiği göz önüne alınırsa, pad-batch yönteminde yapılan koyu ton boyamalarda daha kuvvetli ard yıkamaların yapılmasının gerektiği ortaya çıkmaktadır.

### 7.2.2.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.22'de pad-termofiksaj yöntemiyle boyanmış kumaşların yaş sürtünme haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.22. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	3/4
	A2	3/4
	A3	3/4
	A4	3/4
	A5	3
	A6	3/4
	A7	3
	A8	3
	<b>Ortalama</b>	<b>3/4</b>
60	A1	2/3
	A2	2/3
	A3	3
	A4	3
	A5	2/3
	A6	2/3
	A7	2/3
	A8	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>2/3</b>
120	A1	3
	A2	3
	A3	3
	A4	3
	A5	2/3
	A6	3
	A7	3
	A8	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>3</b>

Pad-termofiksaj yöntemine göre yapılan boyamalarda yaş sürtünme haslığı renk tonundan genel olarak olumsuz etkilenmiştir. En yüksek haslık sonucuna 20g/L'lik boyamada ulaşılmıştır. Bu boyamada dikkat çeken husus 120g/L'lik renk tonunda elde edilen yaş sürtünme haslığının yüksek çıkmasıdır. Bunun nedeni olarak, Pad-termofiksaj yönteminde fiksaj sırasında bir miktar hidroliz olmuş boyarmaddenin

sıcaklığın etkisiyle fiksajının gerçekleşmesi düşünülebilir. Elyaf üzerine tutunan, bağ yapmamış boyarmadde miktarı ne kadar az olursa yaş haslıklar o kadar yüksek çıkmaktadır.

### 7.2.2.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.23'te pad-steam yöntemiyle boyanmış kumaşların yaş sürtünme haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.23. Pad-Steam Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Sonuç
20	A1	3/4
	A2	3/4
	A3	3/4
	A4	3/4
	A5	3/4
	A6	3/4
	A7	3/4
	A8	3
	<b>Ortalama</b>	<b>3/4</b>
60	A1	2/3
	A2	2/3
	A3	3
	A4	3
	A5	3
	A6	3
	A7	2
	A8	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>3</b>
120	A1	2
	A2	2
	A3	2
	A4	2
	A5	2
	A6	2
	A7	2/3
	A8	2
	<b>Ortalama</b>	<b>2</b>

Pad-steam yöntemiyle elde edilen haslık değerleri pad-batch yöntemiyle elde edilen sonuçlarla aynı çıkmıştır. Uygulanan renk tonunun artmasıyla elde edilen yaş sürtünme haslığı değerleri azalmaktadır. 20g/L'lik boyamada elde edilen haslık sonucu kabul edilebilir düzeydeyken, diğer iki ton için bu durum söz konusu değildir. Bu da seçilen boyarmadde için uygulanan koyu tonlarda pad-steam yönteminin dezavantajlı olduğunu göstermektedir. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için yapılan ard yıkama kuvvetinin artırılması gerekmektedir.

#### **7.2.2.4. Çektirme Yöntemine Ait Sürtünme Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.24'te çektirme yöntemiyle boyanmış kumaşların yaş sürtünme haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelgeye dikkatli bakıldığında çektirme yöntemine göre elde edilen yaş sürtünme haslıklarının, uygulanan renk tonundan etkilendiği görülecektir. Renk tonunun artmasıyla, diğer yöntemlerde olduğu gibi, yaş haslıkların düştüğü gözlenmektedir. Yine uygulanan en açık renk tonu için elde edilen haslık değeri 3/4 düzeyindeyken, diğer iki ton için bu durum söz konusu değildir.



Çizelge 7.24. Çektirme Yöntemine Ait Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (%)	Kumaş Cinsi	Sonuç
1	A1	3/4
	A2	3/4
	A3	3/4
	A4	3/4
	A5	3/4
	A6	3/4
	A7	3/4
	A8	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>3/4</b>
3	A1	3
	A2	3
	A3	3
	A4	3/4
	A5	3
	A6	3
	A7	3
	A8	3
	<b>Ortalama</b>	<b>3</b>
6	A1	2/3
	A2	2/3
	A3	2/3
	A4	2/3
	A5	2/3
	A6	2/3
	A7	2/3
	A8	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>2/3</b>

#### 7.2.2.5. Uygulanan Yöntemlerin Sürtünme Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çizelge 7.25’de numunelere uygulanan 4 farklı boyama yönteminin üç farklı renk tonu için ortalama yaş sürtünme haslığı sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 7.25. Uygulanan Dört Yöntemin Ortalama Yaş Sürtünme Haslığı Sonuçları

Ton/Yöntem	Pad-Batch	Pad-Termofiksaj	Pad-Steam	Çektirme
20g/L	3/4	3/4	3/4	3/4
60g/L	3	2/3	3	3
120g/L	2	3	2	2/3

Genel olarak uygulanan 4 yöntemin yaş sürtünme haslıklarına bakıldığında, 20g/L'lik renk tonu için aynı sonuçların alındığı görülecektir. 60g/L'lik renk tonunda ise pad-termofiksaj yönteminde yarım puan daha düşük yaş sürtünme haslığı elde edilmiştir. 120g/L'lik boyamada ise en yüksek yaş sürtünme haslığı pad-termofiksaj yöntemiyle elde edilmiştir. Pad-steam ve pad-batch yöntemlerinde ise en düşük sonuç görülmektedir. Pad-steam yönteminde en koyu renk tonu için görülen en düşük renk haslığı sonucunun bir nedeni, ard yıkamanın makinede kontinü olarak uygulanmasından kaynaklanan daha düşük etkili ard yıkama işlemleri olabilir.

Tüm yaş sürtünme haslığı sonuçlarına bakıldığında, uygulanan yöntemlerin birbirlerine göre çok açık bir farkı olmadığı görülmektedir.

### 7.2.3. Yıkama Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Yıkama haslığı sonuçları uygulanan 4 yöntem için ayrı ayrı gruplara ayrılıp incelenmiştir.

#### 7.2.3.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.26'da pad-batch yöntemiyle boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.26. Pad-Batch Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4	5	5	5	5	5	5
	A7	4	5	5	5	5	5	5
	A8	4	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
60	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
120	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4	5	5	5	5	5	5
	A3	4	5	5	5	5	5	5
	A4	4	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4	5	5	5	5	5	5
	A8	4	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Pad-batch yöntemiyle boyanan kumaş numunelerine uygulanan yıkama haslığı testlerinden elde edilen sonuçların çok yüksek olduğu gürölmektedir. Renk tonunun artmasının akma sonuçlarını etkilemediği, solma sonuçlarında ise sadece en koyu tonda yarım puan düşüşe neden olduğu gürölmektedir. Sonuçların hepsi yüksek düzeyde olup, pad-batch yöntemine göre boyama yöntemi yıkama haslığları yönünden uygundur.

### 7.2.3.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.27'de pad-termofiksaj yöntemiyle boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.27. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
60	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
120	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yn

Pad-termofiksaj yntemiyle elde edilen yıkama sonuçları olduğa yüksek çıkmıştır. Renk tonunun bu yöntemde etkisinin olmadığı görülmektedir. Pamuklu

kumaşlara uygulanan bu standart yıkama işlemi, boyanmış pamuklu kumaşları haslık yönünden pek zorlamamaktadır.

### 7.2.3.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.28’de pad-steam yöntemiyle boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.28. Pad-Steam Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
60	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4	5	5	5	5	5	5
	A6	4	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
120	A1	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	4/5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	4	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Pad-steam yöntemine göre yapılan boyamalar sonucunda elde edilen yıkama haslığı değerlerine bakıldığında ilk göze çarpan 120g/L'lik boyamada pamuk üzerinde görülen akmada yarım puanlık haslık düşmesidir. Bunun nedeni olarak, boyama sonrası yapılan ard yıkama işleminin bir miktar yetersiz kaldığı söylenebilir. Genel olarak yıkama haslığı sonuçları oldukça yüksek çıkmıştır.

#### **7.2.3.4. Çektirme Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.29'da Çektirme yöntemiyle boyanmış kumaşların yıkama haslığı sonuçları verilmiştir.

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamaların akma sonuçlarının hepsi en yüksek değerdedir. Renk tonunun artması akma sonuçlarını etkilememiştir. Solma değerleri ise %1 ve %3'lük renk tonunda 4 çıkmıştır. Bu değer diğer yöntemlere göre yarım puan daha düşüktür. Ama genel olarak bakıldığında elde edilen yıkama haslığı sonuçları bu yöntem için kabul edilebilir düzeydedir.

Çizelge 7.29. Çektirme Yöntemine Ait Yıkama Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (%)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
1	A1	4	5	5	5	5	5	5
	A2	4	5	5	5	5	5	5
	A3	4	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
3	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4	5	5	5	5	5	5
	A3	4	5	5	5	5	5	5
	A4	4	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
6	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	5	5	5	5	5	5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

### 7.2.3.5. Uygulanan Yöntemlerin Yıkama Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması

Uygulanan 4 yöntemin genel olarak yıkama haslığı sonuçları benzer çıkmıştır. Akma değerleri göz önüne alındığında elde edilen haslık sonuçları tüm yöntemlerde çok yüksektir. Solma sonuçları ise, çektirme yönteminin ilk iki tonu hariç, tüm yöntemlerde aynı çıkmıştır. Bu sonuçlar ışığında uygulanan bu 4 yöntemin, yıkama haslığı konusunda, birbirlerine göre farklılık teşkil etmediği görülmektedir.

## 7.2.4. Ter Haslığı Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Ter haslığı sonuçları uygulanan 4 yöntem için ayrı ayrı incelenmiştir.

### 7.2.4.1. Pad-Batch Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları

Çizelge 7.30'da pad-batch yöntemiyle boyanmış kumaşların asidik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.30. Pad-Batch Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	3/4	3/4	5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	4	4	5	5	5
	A3	4/5	4/5	4	3/4	5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4	5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5
	A6	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	3/4	3/4	5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4	4	2/3	2/3	4	3/4	3/4
	A2	4	4/5	2/3	2/3	4	3/4	3/4
	A3	4/5	4/5	2/3	2/3	4	3/4	3/4
	A4	4	4/5	2/3	2/3	4	4	4
	A5	4/5	4/5	3	3	4	4	4
	A6	4/5	4/5	2/3	2	3/4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	2	2	3/4	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	2	2	3/4	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>2/3</b>	<b>2/3</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	3	2	2/3	4	3/4	3
	A2	4/5	3	2	2/3	4	3/4	3
	A3	4/5	3	2	2/3	4	3/4	3
	A4	4/5	3	2	2/3	3/4	3/4	3
	A5	4/5	3	2	2/3	3/4	3/4	3
	A6	4/5	3	2	2/3	4	3/4	2/3
	A7	4/5	3	2	2/3	4	3/4	2/3
	A8	4/5	3	2	2/3	4	3/4	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2/3</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yn



Asidik solma sonuçları pad-batch yöntemi için tüm tonlarda 4/5 çıkmıştır. Bu değer, oldukça yüksek olup renk tonunun artmasından etkilenmemiştir. Bu yöntemde elde edilen asidik akma değerleri ise farklılık göstermektedir.

Öncelikle asidik akma sonuçlarının, renk tonunun artmasıyla düştüğü gözlenmektedir. Multifiberdeki pamuk üzerindeki akma sonuçları incelendiğinde, renk tonunun 20g/L'den 60g/L'ye çıkması asidik akma sonucunu önemli ölçüde düşürmüştür. Bu durum polyamid için de geçerlidir. Yün ve akrilikte ise bu ton artışından dolayı 1 derecelik düşüş görülmüştür. Asetat için 60g/L'den 120g/L'ye geçişte önemli bir haslık kötüleşmesi görülmektedir. Polyester üzerindeki akma sonuçları ise en yüksek çıkmıştır.

Reaktif boyarmaddelerin özellikle pamuğun yanında, polyamid ve yün üzerinde de etkili olduğu düşünülürse, bu liflerdeki asidik akma sonuçlarının özellikle en koyu tonda oldukça düşük çıkması normal karşılanabilir. Pamuk üzerindeki asidik akma sonuçları baz alındığında pad-batch yönteminde, özellikle 60 ve 120g/L'lik boyamalarda düşük asidik akma sonuçları görülmektedir.

Çizelge 7.31'de pad-batch yöntemiyle boyanmış kumaşların bazik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.31. Pad-Batch Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5
	A2	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5
	A3	4/5	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4/5	5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	A6	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4/5	4/5	2	3/4	4	3/4	3/4
	A2	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A3	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A4	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4/5	3	3/4	4	4	4
	A6	4/5	4/5	2	3	3/4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	2	3	3/4	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	2	3	3/4	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>2/3</b>	<b>3/4</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	3
	A2	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	3
	A3	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	3
	A4	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	3
	A5	4/5	4	2	2/3	3/4	3	3
	A6	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	2/3
	A7	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	2/3
	A8	4/5	4	1/2	2/3	3/4	3	2/3
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>1/2</b>	<b>2/3</b>	<b>3/4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Bazik solma sonuçları, asidik akma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Renk tonundan etkilenmeyen bazik ter haslığı solma sonuçları, oldukça yüksek çıkmıştır.

Bazik ter haslığı akma sonuçları için aynı durum söz konusu değildir. Genel olarak bazik akma sonuçlarına bakıldığında, renk tonunun artmasıyla haslık değerlerinde bir düşüş gözlenmektedir. Bu durum; artan boyarmadde miktarıyla, hidrolize uğrayan boyarmadde miktarının artması ile açıklanabilir.

Pamuk üzerindeki akma sonuçlarının diğer liflerden kötü olması, boyadığımız numunelerin pamuk olduğu düşünüldüğünde, dikkat çekmektedir. Pamuk üzerindeki akma sonuçları, özellikle 60 ve 120g/L'lik boyamalarda oldukça düşük çıkmıştır.

60 g/L'lik renk tonunda polyamid, yün ve akrilikte görülen bazik akma sonuçları orta düzeydedir. Polyester ve asetat üzerindeki bazik akma sonuçları bu renk tonunda daha yüksek çıkmıştır. Ancak 120g/L'lik boyama sonucu elde edilen bazik ter haslığı akma sonuçları asetat hariç düşük çıkmıştır.

Bu yöntem için asidik ve bazik ter haslığı akma sonuçları karşılaştırıldığında, asidik akma sonuçlarının bazik akma sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi, seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile pamuk elyafı arasında kurulan bağın eter bağı olmasıdır. Nükleofilik adisyonla elyafa bağlanan vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile elyaf arasındaki kovalent bağ asidik ortamlara karşı dayanıklı olup, bazik ortamlara karşı dayanıksızdır.

Genel olarak pad-batch yöntemine göre yapılan boyamalar sonucunda elde edilen pamuk üzerindeki akma sonuçları baz alındığında, özellikle koyu tonlarda bu yöntemin düşük ter haslığı akma sonuçlarına neden olduğu görülmektedir.

#### **7.2.4.2. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.32'de pad- termofiksaj yöntemiyle boyanmış kumaşların asidik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.32. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	4
	A6	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4	4/5	3	3	4/5	3/4	3/4
	A2	4	4/5	3/4	3	4/5	4	4
	A3	4	4/5	3/4	3	4	3/4	3/4
	A4	4	4/5	3/4	3	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4	4
	A6	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	3	2/3	4/5	3/4	3/4
	A8	4	4/5	3	2/3	4/5	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>3/4</b>	<b>3</b>	<b>4/5</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	4/5	3	3	4/5	4	4
	A2	4/5	4/5	3	3	4/5	4	4
	A3	4/5	4/5	3	3	4/5	4	4
	A4	4/5	4/5	3	3	4/5	4	3/4
	A5	4/5	4/5	3	3/4	4	3/4	4
	A6	4/5	4/5	3	3	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	3	3	4/5	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	3	3	4/5	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Pad-termofiksaj yöntemine göre yapılan boyama sonucunda elde edilen asidik ter haslığı solma sonuçları 4'ün üzerindedir. Akma sonuçlarına bakıldığında genel olarak pad-batch yönteminden yüksek haslıklar çıktığı görülmektedir. Asetat ve polyester üzerinde görülen asidik akma sonuçları oldukça yüksek olup, renk tonundan etkilenmemiştir. Akrilik ve yün için elde edilen akma sonuçları ise üç tonda da 3/4'ün üzerinde çıkmıştır. Pamuk ve polyamidde ise en düşük akma sonuçları görülmüştür. Çizelge 7.33'te pad-termofiksaj yöntemiyle boyanmış kumaşların bazik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.33. Pad-Termofiksaj Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4	4/5
	A6	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4	4/5
	A8	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4/5	4/5	2/3	3/4	4/5	3/4	3/4
	A2	4/5	4/5	2/3	3	4/5	3/4	4
	A3	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A4	4/5	4/5	3	3/4	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4	4
	A6	4/5	4/5	2/3	3	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	2/3	3/4	4/5	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	2/3	3/4	4/5	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>2/3</b>	<b>3/4</b>	<b>4/5</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	4/5	3	4	4/5	4	4
	A2	4/5	4/5	3	4	4/5	4	4
	A3	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4	4
	A4	4/5	4/5	3	4	4/5	4	3/4
	A5	4/5	4/5	3/4	4	4/5	3/4	4
	A6	4/5	4/5	3	4	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	3	4	4/5	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	3	4	4/5	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Bu yöntem için elde edilen bazik ter haslığı solma sonuçları 4/5 çıkmıştır ve renk tonunun artmasından etkilenmemiştir.

Bazik akma sonuçları ise asidik akma sonuçlarına yakın değerlerde çıkmıştır. Polyester ve asetat için 4/5 çıkan haslık değeri tüm renk tonlarında değişmemiştir. Bunun sebebi kullanılan kumaş ve boyarmadde yapısının bu liflerden farklı olmasıdır. Polyamid, akrilik ve yündeki akma sonuçları birbirinin aynıdır. Bu lifler için, özellikle 60g/L'lik boyama tonunda en düşük haslık sonuçları gözlenmiştir.

Pamuk elyafı göz önüne alındığında, en düşük akma sonuçlarının çıktığı gözlenmektedir. Boyanan kumaşların da pamuk elyafından yapılmış olması, bu düşüklüğün temel sebebidir. Özellikle dikkat edilmesi gereken sonuç pamuk üzerindeki akma sonucudur. 60 ve 120g/L'lik renk tonlarında oldukça düşük akma sonuçları görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta pamuk için, bazik akma sonuçlarının, asidik akma sonuçlarından genel olarak daha düşük çıkmasıdır. Bunun temel sebebi de seçilen reaktif boyarmadde ile elyaf arasında kurulan eter bağıdır.

#### **7.2.4.3. Pad-Steam Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.34'te pad-steam yöntemiyle boyanmış kumaşların asidik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelgeden görüleceği üzere pad-steam yöntemi için elde edilen asidik ter haslığı solma sonuçları, 4/5 çıkmıştır. Solma sonuçları, renk tonunun artmasından etkilenmemiştir.

Asidik akma sonuçları ise, diğer yöntemlere göre oldukça düşük çıkmıştır. Akma sonuçları renk tonunun artmasından önemli ölçüde etkilenmiştir. Renk tonunun artması haslık sonuçlarının düşmesine neden olmuştur. Özellikle 60g/L'lik tondan 120g/L'lik tona geçişte önemli haslık kayıpları gözlenmiştir. Polyester ve asetat üzerinde görülen haslık sonuçları da özellikle en koyu tonda diğer yöntemlerden düşük çıkmıştır. Akrilik ve yünde görülen akma değerleri polyester ve asetatın daha düşük çıkmıştır. Özellikle en koyu tonda görülen sonuç oldukça düşüktür. Bu durum, yıkamanın yetersiz kalması ve yünün asidik ortamda reaktif boyarmaddelerle etkileşime geçmesine bağlanabilir.

Polyamid ve pamukta ise en düşük sonuçlar gözlenmiştir. Polyamidin zayıf asidik ortamda reaktif boyarmaddelerle etkileşime geçtiği göz önüne alınırsa, bu düşük sonucun polyamidde çıkması açıklanabilir. Pamuk elyafı üzerindeki akma sonucu önemlidir. Özellikle koyu ve en koyu tondaki boyamalarda oldukça düşük akma değerlerine sahiptir. Yıkamanın şiddeti bu yöntemde yetersiz kalmıştır.

Çizelge 7.34. Pad-Steam Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A6	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4/5	3/4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A2	4/5	3/4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A3	4/5	3/4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A4	4/5	4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A5	4/5	4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A6	4/5	4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A7	4/5	4	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	A8	4/5	4/5	2/3	2/3	4/5	4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>2/3</b>	<b>2/3</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A2	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A3	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A4	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A5	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A6	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	2
	A7	4/5	2/3	1/2	2	3/4	3	1/2
	A8	4/5	2/3	1/2	2	3/4	2/3	1/2
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>2/3</b>	<b>1/2</b>	<b>2</b>	<b>3/4</b>	<b>3</b>	<b>1/2</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Çizelge 7.35’de pad-steam yöntemiyle boyanmış kumaşların bazik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.35. Pad-Steam Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (g/L)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
20	A1	4/5	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A6	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
60	A1	4/5	4/5	1/2	3	4	3/4	3/4
	A2	4/5	4/5	1/2	3	4	3/4	3/4
	A3	4/5	4/5	1/2	3	4	3/4	3/4
	A4	4/5	4/5	1/2	3	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4	2	3	4	3/4	3/4
	A6	4/5	4/5	2	3	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	2	3	4	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	2	3	4	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>
120	A1	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A2	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A3	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A4	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A5	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A6	4/5	4	1/2	2	3/4	2/3	2
	A7	4/5	4	1/2	2	3	2/3	1/2
	A8	4/5	2/3	1/2	2	3	2	2
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>1/2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2/3</b>	<b>1/2</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Bu yöntemle elde edilen bazik ter haslığı solma sonuçları, asidik ter haslığı solma sonuçlarıyla benzerlik göstermekte olup, oldukça yüksek çıkmıştır. Ayrıca renk tonunun artması bu sonuçları etkilememiştir.

En açık tondaki boyamalarda görülen akma sonuçları genel olarak oldukça yüksek çıkmıştır. Sadece pamukta yarım puan düşük bir haslık sonucu görülmektedir. Bu yapılan boyamalarda pamuklu kumaş kullanılmasından kaynaklanmıştır.



60g/L'lik boyamalarda ise sadece asetat haslık değerini korumuştur. Özellikle pamuk ve polyamid üzerindeki haslık değerleri önemli ölçüde düşmüştür. Polyamid elyafının da reaktif boyarmaddelerle zayıf asidik ortamlarda boyandığı göz önüne alınırsa, yıkama şiddetinin yetersiz kalması bu iki elyaf üzerinde düşük sonuçların çıkmasına neden olmuştur.

En koyu tonda yapılan boyamalarda ise, asetat hariç tüm liflerde düşük haslık sonuçları görölmüştür. Özellikle pamuk, yün ve polyamidde en düşük haslık sonuçları gözlenmektedir. Bilindiği üzere bu üç elyaf da reaktif boyarmaddelerle boyanabilmektedir. Bu yöntemde fiksaj süresi kısadır. Renk tonunun artmasıyla mamule uygulanan boyarmadde miktarı artmaktadır ve bu artan boyarmadde miktarının fiksajı yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, elyaf üzerinden daha çok boyarmadde uzaklaştırılması gerekmektedir. Yıkama şiddetinin bu yöntemde yetersiz kalması, bu düşük haslık sonuçlarının çıkmasına neden olabilir.

Pad-steam yöntemine göre yapılan boyamalar, ter haslığı açısından açık tonlara elverişli olup, renk tonunun artması ile yıkama şartlarının önemli ölçüde arttırılması gerekmektedir.

#### **7.2.4.4. Çektirme Yöntemine Ait Ter Haslığı Sonuçları**

Çizelge 7.36'da çektirme yöntemiyle boyanmış kumaşların asidik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çektirme yöntemine göre yapılan boyama işlemi sonucunda elde edilen asidik ter haslığı solma sonuçları diğer yöntemlerle aynı çıkmıştır ve renk tonunun artmasından etkilenmemiştir. Akma sonuçları ise renk tonunun artmasından genel olarak olumsuz etkilenmiştir.

En açık tonda yapılan boyama sonucunda elde edilen asidik akma değerleri, çok yüksek çıkmıştır. Diğer yöntemlere nazaran yüksek haslık değerleri görölmüştür.

%3'lük renk tonunda yapılan boyama için elde edilen haslık değerleri de genel olarak daha yüksektir. Pamuk ve polyamidde diğer yöntemlerde de görölen daha düşük sonuçlar, bu yöntemde de görölmüştür. Fakat pamuk ve polyamid için görölen bu değerler, diğer yöntemlerinkinden daha yüksek çıkmıştır.

En koyu tonda gerçekleştirilen boyama sonucunda elde edilen en düşük akma değerleri pamuk ve polyamidde görülmektedir. Bu tondaki boyamalar için de çektirme yöntemi daha yüksek haslık sonuçlarına ulaşmıştır.

Çizelge 7.36. Çektirme Yöntemine Ait Asidik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (%)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
1	A1	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5
	A6	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	4/5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
3	A1	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5
	A4	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	A6	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
6	A1	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	4
	A2	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	4
	A3	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	4
	A4	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4	2	2	3/4	3	3
	A6	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	A8	4/5	4/5	3	2/3	4	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>3</b>	<b>2/3</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Çizelge 7.37’de çektirme yöntemiyle boyanmış kumaşların bazik ter haslığı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 7.37. Çektirme Yöntemine Ait Bazik Ter Haslığı Sonuçları

Renk Tonu (%)	Kumaş Cinsi	Solma	Akma					
			As	Pa	PA	PE	Ak	Y
1	A1	4/5	5	5	5	5	5	5
	A2	4/5	5	5	5	5	5	5
	A3	4/5	5	5	5	5	5	5
	A4	4/5	5	5	5	5	5	5
	A5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	A6	4/5	5	5	5	5	5	5
	A7	4/5	5	5	5	5	5	5
	A8	4/5	5	5	5	5	5	5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
3	A1	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
	A2	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
	A3	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	4/5
	A4	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A5	4/5	4/5	3	3/4	4	3/4	3/4
	A6	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	A7	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	A8	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>3/4</b>	<b>4</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>
6	A1	4/5	4/5	3	3/4	4	3/4	4
	A2	4/5	4	3/4	4	3/4	3	4/5
	A3	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A4	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A5	4/5	4	2	2/3	3/4	3	3
	A6	4/5	4/5	2/3	3/4	4	3/4	3/4
	A7	4/5	4	3	3/4	4	3/4	3/4
	A8	4/5	4	3/4	3/4	4	3/4	3/4
	<b>Ortalama</b>	<b>4/5</b>	<b>4/5</b>	<b>3</b>	<b>3/4</b>	<b>4</b>	<b>3/4</b>	<b>3/4</b>

As:Asetat, Pa: Pamuk, PA: Polyamid, PE: Polyester, Ak: Akrilik, Y: Yün

Bu yöntem için elde edilen bazik solma sonuçları diğer yöntemlerle elde edilen sonuçlarla aynı çıkmıştır ve renk tonunun artmasının solma haslıklarına bir etkisi olmamıştır. Akma sonuçlarına bakıldığında, renk tonunun artmasının haslık sonuçları üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olduğu görülecektir.

%1'lik tonda yapılan boyamalarda bazik akma sonuçları çok yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar diğer yöntemler içinde en yüksek değerlerdir.

Renk tonunun %3'e çıkarılması ile pamuk ve polyamidin akma değerlerinde önemli bir düşüş görülmektedir. Boyanan kumaşın pamuklu ve kullanılan boyarmaddenin reaktif olması bu iki elyafda görülen düşmenin temel sebebidir.

En koyu boyama tonunda elde edilen bazik akma sonuçları ilk iki tondan daha düşük olmasına rağmen, bu yüksek miktardaki boyarmadde kullanımı göz önüne alındığında diğer yöntemler de düşünüldüğünde daha yüksek sonuçlardır. Pamuk elyafında görülen 3 değeri bu tondaki en düşük değerdir.

Çektirme yöntemine göre yapılan boyamanın ter haslığı sonuçları genel olarak diğer yöntemlerden yüksek çıkmıştır. Bunun sebeplerinin başında, uzun fiksaj süresinin kullanılmasından kaynaklı boyarmaddenin kumaşla sürekli temas halinde olması ile iyi bir nüfuziyetin sağlanması gelmektedir.

#### **7.2.4.5. Uygulanan Yöntemlerin Ter Haslığı Sonuçlarının Karşılaştırılması**

Pamuklu kumaşlara uygulanan dört yöntemle elde edilen ter haslığı sonuçlarına genel olarak bakıldığında, asidik ve bazik tüm solma sonuçlarının aynı olduğu görülmektedir. Akma sonuçları ise yöntemler arasında farklılık göstermektedir.

Özellikle multifiberdeki pamuk esas alındığında asidik akma sonuçlarının bazik akma sonuçlarından bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi, seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile pamuk elyafı arasında gerçekleşen reaksiyonun tipidir. Nükleofilik adisyonla elyafa bağlanan vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile elyaf arasında eter bağı oluşmaktadır. Kurulan bu bağ yapısı, asidik ortamlara karşı dayanıklı olup, bazik ortamlara karşı hassastır.

Yöntemlerin birbirine göre asidik ve bazik akma sonuçları karşılaştırıldığında en yüksek sonuçlara çektirme yönteminde ulaşılmıştır. Çektirme yöntemindeki ter haslığının diğer yöntemlerden yüksek olmasının başlıca sebebi, belli sıcaklıkta uzun fiksaj süresinin kullanılmasıdır. Diğer yöntemlerde ya yüksek sıcaklıkta kısa süreli fiksaj (pad-steam ve pad-termofiksaj) ya da soğukta çok uzun süreli fiksaj (pad-batch) uygulanmaktadır.

En açık tonda yapılan boyamada çektirme yöntemi dışındaki yöntemlerle elde edilen asidik ve bazik ter haslığı akma sonuçları hemen hemen aynı çıkmıştır. Fakat

diğer tonlar göz önüne alındığında pad-termofiksaj yönteminin, pad-batch ve pad-steam yöntemlerinden daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Pad-batch ve pad-steam yöntemleri genel olarak birbirine yakın haslık değerleri göstermektedir. Fakat en koyu tonda yapılan boyama göz önüne alındığında, pad-batch yönteminin biraz daha yüksek haslık sonuçlarına sahip olduğu görülmektedir.

Boyama işlemlerinden sonra uygulanan ard yıkama işlemlerinin şiddetlerinin ve sayılarının arttırılmasıyla elde edilen bu yaş haslık değerlerinin bir miktar yükseltilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca boyamadaki renk tonunun yaş haslıklara önemli derecede etkisi olduğu da dikkatten kaçmamıştır.

## 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile, üç farklı renk tonunda ve dört ayrı yönetime göre uygulanan boyama yöntemleriyle elde edilen pamuklu boyanmış numunelerin renk ölçümleri ve haslık testlerinin sonuçları göz önüne alındığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Çektirme yönteminin %1'lik tonu ile pad-batch yönteminin 20g/L'lik boyama uygulamalarında genel olarak renk eşleşmesi gözlenmiştir. Bu da boyarmaddenin fiksaj oranlarının bu renk tonu için her iki yöntemde de aynı olduğunu göstermektedir. Çektirme yöntemi için ton arttıkça aradaki renk farklılığı da azalan fiksaj derecesinden dolayı gittikçe kırmızı-mavi renk doğrultusunda artmıştır.
2. Pad-termofiksaj yöntemiyle, pad-batch yöntemi arasında hiçbir tonda renk eşleşmesi görülmemiştir. Bu da bu iki yöntemle, aynı miktarda boyarmaddeyle farklı renk şiddetleri elde edildiğini göstermektedir.
3. Pad-steam yöntemiyle elde edilen renk şiddetleri her ne kadar pad-batch yöntemiyle elde edilen renk şiddetlerine yakın olsa da kullanılan standardın tolerans değerleri dışında kalmıştır. Bu da, bu iki yöntemin birbirlerin farklı oranda boyarmadde fiksajını gerçekleştirdiklerini göstermektedir.
4. Yapılan karşılaştırmalarda (Çizelge 7.13) çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda örgü yapısının, renk şiddeti üzerinde bir etkisi olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni, uzun süreli belli sıcaklıkta fiksaj işleminin yapılmasıdır. Diğer üç yöntemde örgü yapısının renk şiddeti üzerinde bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.
5. Sıklık ve gramajın değişmesi tüm yöntemlerde belli oranlarda renk eşleşmelerini etkilemiştir.
6. Yapılan çalışmada uygulanan 4 yöntemin ortalama ışık haslığı sonuçlarına bakıldığında, pad-termofiksaj yönteminin en düşük ışık haslığı sonuçlarına sahip olduğu açıkça görülmektedir. Bu yöntemle elde edilen sonuçlar oldukça düşük (2-3) çıkmıştır. Bu yöntemde düşük ışık haslığının elde

edilmesinin nedeni olarak; uygulanan yüksek sıcaklıktaki fiksaj işleminin, boyarmadde-elyaf yapısına zarar vermesi düşünülebilir. Kurulan elyaf boyarmadde bağı yüksek sıcaklıkta gerçekleştiğinden, bu fikse işlemi sırasında boyarmaddenin yapısı da zarar görmektedir. Zayıflamış bu boyarmadde yapısının ışığa maruz kaldığında bozunması ve rengin solması daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

7. Çektirme yöntemine göre boyamayla en yüksek ışık haslığı sonuçları elde edilmiştir. Bunun sebeplerinden biri, fiksaj süresinin uzun tutularak elyaf-boyarmadde bağının güçlü şekilde kurulmasının sağlanmasıdır. Yüksek sıcaklıklara çıkılmaması elyafa ve boyarmaddeye zarar vermemektedir. Uygulanan uzun süreli boyama işleminde; kumaş ve boyarmadde bir arada olup, sürekli birbirleriyle temas halindedirler.
8. Pad-steam ve pad-batch yöntemi ile yapılan boyamalar sonucu elde edilen ışık haslığı değerleri, açık tonda pad steam yönteminde daha yüksekken, en koyu tonda pad-batch yönteminde daha yüksek çıkmıştır. Bu olay da şu şekilde açıklanabilir: Pad-batch yönteminde fiksaj süresi uzun olduğu için, yüksek konsantrasyondaki boyarmaddenin elyafa bağlanması da rahatlıkla gerçekleşmektedir. Fakat pad-steam yönteminde fiksaj süresinin kısa olmasından dolayı fiksaj yetersiz kalmıştır denilebilir.
9. Yaş sürtünme haslığı açısından uygulanan dört yöntemin açık tonlarda birbirleriyle aynı değerlere sahip olduğu görülmüştür. 120g/l'lik boyamada pad-steam yöntemi en düşük haslık değerine sahipken, pad-termofiksaj yöntemi en yüksek haslık değerine sahiptir.
10. Uygulanan 4 yöntemin genel olarak yıkama haslığı sonuçları benzer çıkmıştır. Akma değerleri göz önüne alındığında elde edilen haslık sonuçları tüm yöntemlerde çok yüksektir. Solma sonuçları ise, çektirme yönteminin ilk iki tonu hariç, tüm yöntemlerde aynı ve yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni olarak, yıkama şartlarının yapıyı fazla zorlayacak şiddette olmaması olabilir. Bu sonuçlar ışığında uygulanan bu 4 yöntemin, yıkama haslığı konusunda, birbirlerine göre farklılık teşkil etmediği görülmektedir.

11. Asidik ve bazik ter haslığı solma sonuçları dört yöntemde de 4/5 olarak çıkmıştır. Bu da solma üzerinde, yöntemlerin birbirlerine göre aynı etkiye sahip olduğunu göstermektedir.
12. Özellikle multifiberdeki pamuk esas alındığında asidik akma sonuçlarının bazik akma sonuçlarından bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi, seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile pamuk elyafı arasında gerçekleşen reaksiyonun tipidir. Nükleofilik adisyonla elyafa bağlanan vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile elyaf arasında eter bağı oluşmaktadır. Kurulan bu bağ yapısı, asidik ortamlara karşı dayanıklı olup, bazik ortamlara karşı hassastır.
13. Yöntemlerin birbirine göre asidik ve bazik akma sonuçları karşılaştırıldığında en yüksek sonuçlara çektirme yönteminde ulaşılmıştır. Bunun nedeni, belli sıcaklıkta uygulanan fiksajın süresinin uzun olup, boyarmadde ve kumaş arasında iyi bir nüfuziyetin sağlanmasıdır. En açık tonda yapılan boyamada çektirme yöntemi dışındaki yöntemlerle elde edilen asidik ve bazik ter haslığı akma sonuçları hemen hemen aynı çıkmıştır. Fakat diğer tonlar göz önüne alındığında pad-termofiksaj yönteminin, pad-batch ve pad-steam yöntemlerinden daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. En koyu tonda yapılan boyama göz önüne alındığında, pad-batch yönteminin pad-steam'den biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

Yukarıdaki sonuçlar dikkate alındığında uygulanan boyama yönteminin haslıklar üzerinde ne derecede etkili olduğu, açıkça görülmektedir. Çektirme yöntemine göre boyamalar genel olarak haslıklar açısından oldukça iyi çıkmıştır. Fakat bilindiği üzere çektirme yöntemi diğer yöntemlerden daha pahalı bir sistemdir. Haslıkları ve maliyeti optimum yapmak boyamanın kalitesi açısından temel hedeftir. Yapılan bu çalışma ile, seçilen vinilsülfon esaslı reaktif boyarmadde ile uygulanan boyama yöntemlerinin haslık ve renk şiddeti açısından birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları ortaya koyulmaya çalışılmıştır. İleriki çalışmalarda, farklı reaktif gruba sahip ve farklı kromofor yapılarında reaktif boyarmaddelerle bu şekilde çalışılması düşünülebilir.



## KAYNAKLAR

- AHMED, N. S. E., 2005, The Use of Sodium Edate in the Dyeing of Cotton with Reactive Dyes, Dyes and Pigments, 65 : 221-225.
- ANIŞ, P., EREN H. A., 2003, Improving the Fastness Properties of One-Step Dyed Polyester/Cotton Fabrics, AATCC Review, 3(4): 20-24.
- \_\_\_\_\_, 2004, Dye Selection for Alkaline One-Step Disperse-Reactive Dyeing of Polyester/Cotton Blends, AATCC Review, 4 (7) : 23-27.
- BAŞER, İ., İNANICI, Y., 1990, Boyarmadde Kimyası, Marmara Üniversitesi Matbaası, İstanbul, 216s.
- BEBEKLİ, M., 2000, Boyarmadde Kimyası Ders Notları, Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana (yayınlanmamış).
- CID, M. V. F., KRAAN, M., VEUGELERS, W. J. T., WOERLEE, G. F., WITKAMP, G. J., 2004, Kinetics Study of a Dichlorotriazine Reactive Dye in Supercritical Carbon Dioxide, the Journal of Supercritical Fluids, 32: 147-152.
- Datacolor International, 2003, Colorimetric Fundamentals, Teknik Bülten.
- HAUSER, P. J., 2000, Reducing Pollution and Energy Requirements in Cotton Dyeing, Textile Chemist and Colorist, 32(6) : 44-48.
- HOLME, I., 2004, Recent Advances in the Dyeing and Finishing of Cotton Fabrics, Çeviren : GÖKTEPE, F., Tekstil Maraton, Ocak-Şubat (1) : 59-75.
- HUNGER, K., 2003, Industrial Dyes, Wiley-VCH, Weinheim, 660s.
- IMADA, K., HARADA, N., YOSHIDA, T., 1992, Recent Development in Optimizing Reactive Dyeing of Cotton, Textile Chemist and Colorist, 24(9) : 83-87.
- ISİYEL, H., 1997, Bazı Reaktif Boyarmaddelerin Farklı Koşullardaki Boyama Özelliklerinin İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- KANIK, M., 1988, Pamuklu Mamullerin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmasında Kullanılan Yarı Kontinü Boyama Yöntemlerinin Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

- KEQIANG, C., HUBEI, W., PERKINS, W. S., REED, I. E., 1994, Dyeing of Cotton Fabric with Rective Dyes Using Ozonated Spent Dyebath Water, *Textile Chemist and Colorist*, 26(4): 25-28.
- LEBLANC, M. A., 1987, The Impact of Vacuum Extraction on the Continuous Dyeing of Cotton with Reactive Dyes, *Textile Chemist and Colorist*, 20 (1): 39-44.
- LEWIN, M., PEARCE, E. M., 1998, *Handbook Of Fiber Chemistry*, New York, 1083s.
- LEWIS, M. D., TAPLEY, K. N., 1999, Peroxide Oxidized Cellulose for Dyeing with Alkylamino Dyes, *Textile Chemist and Colorist*, 31(5) : 20-26.
- LEWIS, M. D., LEI, X., 1989, Improved Cellulose Dyeability by Chemical Modification of the Fiber, *Textile Chemist and Colorist*, 21(10): 23-29.
- MACDONALD, S., VOLLRATH, T., 2005, The Forces Shaping World Cotton Consumption After the Multifiber Arrangement, USDA, *Teknik Bülten*.
- MAEDA, S., KUNITOU, K., HIHARA, T., MISHIMA, K., 2004, One-Bath Dyeing of Polyester/Cotton Blends with Reactive Disperse Dyes in Supercritical Carbon Dioxide, *Textile Research Journal*, 74(11): 989-994.
- SHAMEY, M. R., NOBBS, J. H., 1999, Computer Control of Batchwise Dyeing of Reactive Dyes on Cotton, *Textile Chemist and Colorist*, 31(2): 35-39.
- SAYAL, V., 1998, Dyeing of Cotton Fabric with Reactive Dyes Using Hydrogen Peroxide Renovated Spent Dyebath Water, *Textile Chemist and Colorist*, 30(1) : 17-19.
- SCHMIDT, A., BACH, E., SCHOLLMAYER, E., 2003, The Dyeing of Natural Fibres with Reactive Disperse Dyes in Supercritical Carbon Dioxide, *Dyes and Pigments*, 56: 27-35.
- SMITH, C. B., THAKORE, K. A., 1991, The Effect of Ultrasound on Fiber Reactive Dye Hydrolysis, *Textile Chemist and Colorist*, 23(10): 23-25.
- TARAKÇIOĞLU, I., 1996, *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Ege Üniversitesi Yayını İzmir, 110s.
- TOWNSEND, T., 2005, *The World Cotton Outlook*, ICAC, *Teknik Bülten*.

- WARWICKER, J. O., JEFRIES, R., COLBRAN, R. L., ROBINSON, R. N., 1966, A Review of the Literature on the Effect of Caustic Soda and Other Swelling Agents of the Fine Structure of Cotton, Pamphlet No:93, Manchester.
- WERCH, K., 1992, Ranges for Dyeing by Pad-Batch Method, Melliand, 5(73): E198.
- X-RITE, 2005, Color Basis, Teknik Bülten.
- YAKARTEPE, M., YAKARTEPE, Z., 1993, T.K.A.M. Tekstil Ansiklopedisi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, cilt 5-6, 2158s.
- \_\_\_\_\_, 1998, T.K.A.M. Genel Tekstil Terbiyesi, Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi Yayını, İstanbul, cilt 16, s1627-1691.
- YANG, Y., LI, S., 2000, One-step Dyeing of Polyester/Cotton with Disperse/Reactive Dyes, Textile Chemist and Colorist, 32(3) : 38-45.
- YUMUŞAK, N., 2001, Reaktif ve Dispers Boyalarla Boyalı Malzemelerin Renk Haslıklarının İyileştirilmesi İçin Yapılabilecek İşlemlerin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- ZOLLINGER, H., 2003, Color Chemistry, Wiley-VCH, Zürich, 637s.

## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Adana'da doğan Halil İbrahim İÇOĞLU, ilk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladıktan sonra 1998-1999 eğitim öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başlamıştır. Lisans eğitimi boyunca VAKSA'dan burs almıştır. 2003 yılında Mühendislik-Mimarlık Fakültesini birincilikle bitirdi. 2003-2004 eğitim-öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Yüksek Lisans öğrenimi sırasında bir yıl TÜBİTAK'tan burs alan Halil İbrahim İçoğlu, halen yüksek lisans öğrencisi olarak öğrenimine devam etmektedir.

EK-1. A1 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	46.13	58.30	2.45	58.36	2.41	26.31	15.37	15.39
	msTL84	49.67	53.73	6.63	54.20	7.03	31.76	18.14	9.93
	CWF	46.33	43.80	0.38	43.80	0.50	25.21	15.52	10.60
Çektirme %3	D65	38.55	57.43	10.24	58.33	10.11	18.99	10.40	7.90
	msTL84	42.15	51.56	14.61	53.59	15.82	22.94	12.60	5.15
	CWF	37.75	42.88	6.56	43.38	8.69	17.10	9.95	5.51
Çektirme %6	D65	35.54	55.07	13.45	56.69	13.72	16.16	8.77	5.76
	msTL84	38.30	48.83	17.62	51.82	13.84	13.33	10.60	3.75
	CWF	34.29	40.79	9.26	41.83	12.73	14.12	8.15	4.01
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	43.44	56.96	6.61	57.34	6.62	23.29	13.45	11.82
	msTL84	47.09	52.47	11.12	53.63	11.97	28.37	16.09	7.64
	CWF	43.59	42.70	4.63	42.95	6.20	22.21	13.55	8.15
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	38.90	53.63	8.59	54.31	9.11	18.55	10.60	8.55
	msTL84	42.16	48.46	12.57	50.06	14.54	22.25	12.60	5.53
	CWF	38.54	39.68	5.93	40.12	8.50	17.14	10.39	5.90
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	36.75	53.61	11.46	54.82	12.06	16.83	9.41	6.74
	msTL84	39.99	47.97	15.48	50.41	17.89	20.12	11.24	4.36
	CWF	35.98	39.55	8.22	40.39	11.74	15.14	9.00	4.66
Pad-Steam 20g/L	D65	44.47	58.36	5.62	58.63	5.50	24.62	14.17	12.87
	msTL84	48.31	53.98	10.25	54.95	10.76	30.18	17.04	8.35
	CWF	44.73	44.01	3.58	44.16	4.65	23.62	14.35	8.92
Pad-Steam 60g/L	D65	35.13	53.30	14.89	55.34	15.61	15.55	8.57	5.28
	msTL84	38.49	47.48	19.14	51.19	21.95	18.70	10.36	3.43
	CWF	34.06	39.35	11.15	40.90	15.82	13.72	8.04	3.66
Pad-Steam 120g/L	D65	33.22	50.88	16.98	53.64	18.46	13.80	7.64	4.20
	msTL84	36.14	44.52	20.72	49.10	24.96	16.22	9.08	2.71
	CWF	31.75	36.92	12.85	39.09	19.19	11.82	6.97	2.89
Pad-Batch 20g/L	D65	46.40	56.90	2.98	56.98	3.00	26.25	15.57	15.36
	msTL84	49.80	52.50	7.02	52.96	7.62	31.56	18.26	9.83
	CWF	46.70	42.53	1.21	42.55	1.62	25.28	15.79	10.54
Pad-Batch 60g/L	D65	35.76	54.50	13.40	56.13	13.81	16.23	8.88	5.85
	msTL84	39.03	48.42	17.51	51.49	19.88	19.36	10.68	3.80
	CWF	34.70	40.24	9.68	41.39	13.53	14.32	8.35	4.05
Pad-Batch 120g/L	D65	31.21	48.77	17.77	51.91	20.02	12.18	6.74	3.46
	msTL84	33.70	41.98	21.06	46.97	26.63	13.97	7.86	2.21
	CWF	29.41	34.90	13.44	37.40	21.07	10.13	6.00	2.35

EK-2. A2 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	46.54	58.37	1.92	58.40	1.89	26.75	15.67	15.94
	msTL84	50.09	53.95	6.11	54.30	6.47	32.32	18.49	10.28
	CWF	46.77	43.90	-0.11	43.90	359.86	25.69	15.85	10.97
Çektirme %3	D65	38.28	57.29	10.25	58.20	10.15	18.74	10.25	7.76
	msTL84	41.87	51.45	14.63	53.49	15.88	22.64	12.42	5.06
	CWF	37.50	42.78	6.63	43.29	8.80	16.88	9.81	5.41
Çektirme %6	D65	34.38	54.08	14.14	55.90	14.66	15.13	8.19	5.16
	msTL84	37.58	47.68	18.11	51.00	20.80	17.97	9.85	3.36
	CWF	33.00	39.88	9.85	41.08	13.87	13.08	7.54	3.59
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	43.43	56.58	7.19	57.04	7.24	23.20	13.45	11.60
	msTL84	47.08	52.17	11.73	53.47	12.67	28.28	16.08	7.43
	CWF	43.60	42.37	5.31	42.71	7.15	22.15	13.56	7.98
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	37.30	52.99	9.86	53.90	10.54	17.14	9.70	7.41
	msTL84	40.46	47.58	13.74	49.52	16.11	20.46	11.53	4.79
	CWF	36.73	39.08	6.94	39.69	10.06	15.61	9.39	5.11
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	36.90	53.28	11.24	54.45	11.91	16.88	9.48	6.86
	msTL84	40.08	47.67	15.21	50.04	17.69	20.14	11.30	4.43
	CWF	36.14	39.24	8.06	40.06	11.61	15.20	9.08	4.73
Pad-Steam 20g/L	D65	43.70	58.15	6.56	58.52	6.44	23.82	13.63	12.01
	msTL84	47.54	53.66	11.24	54.82	11.83	29.20	16.43	7.79
	CWF	43.85	43.80	4.38	44.02	5.72	22.70	13.73	8.32
Pad-Steam 60g/L	D65	35.84	54.07	14.16	55.89	14.68	16.21	8.93	5.71
	msTL84	39.28	48.38	18.53	51.80	20.96	19.58	10.82	3.71
	CWF	34.89	40.06	10.57	41.43	14.79	14.42	8.44	3.96
Pad-Steam 120g/L	D65	32.66	50.70	17.14	53.52	18.68	13.40	7.38	3.99
	msTL84	35.49	44.20	20.76	48.83	25.16	15.67	8.75	2.58
	CWF	31.12	36.72	12.83	38.83	18.38	11.40	6.70	2.75
Pad-Batch 20g/L	D65	46.02	56.66	2.88	56.73	2.91	25.80	15.29	15.12
	msTL84	49.42	52.36	6.93	52.82	7.54	31.05	17.93	9.73
	CWF	46.29	42.42	1.07	42.43	1.45	24.83	15.48	10.37
Pad-Batch 60g/L	D65	35.78	54.43	12.89	55.94	13.32	16.23	8.89	5.98
	msTL84	39.02	48.35	16.92	51.23	19.28	19.34	10.67	3.88
	CWF	34.74	40.18	9.16	41.21	12.85	14.34	8.37	4.15
Pad-Batch 120g/L	D65	30.82	48.58	17.36	51.53	18.66	11.87	6.62	3.44
	msTL84	33.38	41.84	20.58	46.63	26.19	13.73	7.71	2.21
	CWF	29.16	34.80	13.07	37.17	20.59	9.98	5.90	2.35

EK-3. A3 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	45.06	58.03	3.15	58.12	3.11	25.14	14.59	14.29
	msTL84	48.57	53.37	7.31	53.86	7.80	30.33	17.25	5.23
	CWF	45.16	43.52	0.94	43.53	1.23	23.94	14.65	9.85
Çektirme %3	D65	37.57	56.53	10.59	57.51	10.61	18.01	9.85	7.33
	msTL84	41.03	50.54	14.79	52.66	16.31	21.63	11.89	4.78
	CWF	36.67	42.07	6.82	42.62	9.21	16.10	9.36	5.11
Çektirme %6	D65	34.43	53.87	13.93	55.64	14.50	15.13	8.22	5.22
	msTL84	37.58	47.46	17.82	50.70	20.58	17.94	9.86	3.40
	CWF	33.05	39.68	9.62	40.83	13.63	13.08	7.56	3.63
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	45.47	56.37	4.89	56.59	4.95	25.17	14.88	13.86
	msTL84	49.04	52.33	9.26	53.15	10.03	30.60	17.63	8.93
	CWF	45.88	42.31	3.36	42.44	4.55	24.38	15.18	9.52
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	37.04	53.30	10.31	54.29	10.95	17.00	9.56	7.17
	msTL84	40.28	47.85	14.29	48.94	16.63	20.35	11.42	4.64
	CWF	36.40	39.39	7.22	40.04	10.38	15.42	9.22	4.96
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	36.84	53.85	11.72	55.11	12.28	16.94	9.45	6.71
	msTL84	40.14	48.27	15.87	50.82	18.20	20.32	11.34	4.34
	CWF	36.09	39.80	8.53	40.70	12.09	15.26	9.05	4.63
Pad-Steam 20g/L	D65	44.52	58.14	5.73	58.42	5.63	24.62	14.20	12.86
	msTL84	48.35	53.79	10.38	54.78	10.92	30.17	17.07	8.34
	CWF	44.75	43.82	3.69	43.98	4.81	23.60	14.37	8.91
Pad-Steam 60g/L	D65	36.04	54.17	14.05	55.96	14.54	16.38	9.03	5.81
	msTL84	39.50	48.48	18.42	51.86	20.80	19.78	10.95	3.78
	CWF	35.10	40.14	10.45	41.48	14.59	14.59	8.55	4.04
Pad-Steam 120g/L	D65	33.25	51.43	16.58	54.04	17.87	13.91	7.65	4.28
	msTL84	36.20	45.07	20.34	49.45	24.29	16.37	9.11	2.77
	CWF	31.79	37.46	12.43	39.47	18.36	11.92	6.99	2.95
Pad-Batch 20g/L	D65	45.88	56.64	3.22	56.73	3.26	25.65	15.18	14.86
	msTL84	49.28	52.23	7.27	52.73	7.93	30.85	17.82	9.57
	CWF	46.14	42.32	1.41	42.35	1.90	24.66	15.38	10.20
Pad-Batch 60g/L	D65	35.82	54.30	12.26	55.67	12.72	16.24	8.91	6.14
	msTL84	39.02	48.19	16.22	50.84	18.60	19.30	10.67	3.99
	CWF	34.76	40.06	8.52	40.96	12.00	14.33	8.38	4.26
Pad-Batch 120g/L	D65	31.63	49.03	17.10	51.92	19.23	12.48	6.92	3.69
	msTL84	34.17	42.35	20.40	47.01	25.73	14.37	8.09	2.37
	CWF	28.92	35.18	12.82	37.44	20.03	10.47	6.20	2.52

EK-4. A4 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	45.40	58.00	3.00	58.08	2.96	25.48	14.83	14.60
	msTL84	48.90	53.38	7.14	53.86	7.62	30.72	17.52	9.43
	CWF	45.52	43.50	0.81	43.51	1.07	24.30	14.92	10.06
Çektirme %3	D65	37.76	56.66	11.03	57.72	11.01	18.19	9.95	7.30
	msTL84	41.25	50.71	15.27	52.96	16.76	21.87	12.02	4.76
	CWF	36.88	42.17	7.30	42.80	9.82	16.28	9.47	5.09
Çektirme %6	D65	34.20	53.61	14.22	55.46	14.85	14.93	8.10	5.08
	msTL84	37.32	47.17	18.09	50.52	20.98	17.66	9.71	3.30
	CWF	32.78	39.44	9.87	40.66	14.06	12.86	7.44	3.53
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	44.04	56.85	6.29	57.20	6.32	23.85	13.86	12.33
	msTL84	47.68	52.47	10.79	53.57	11.62	29.04	16.54	7.86
	CWF	44.25	42.62	4.44	42.85	5.95	22.83	14.01	8.48
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	39.01	54.02	9.10	54.78	9.56	18.71	10.66	8.45
	msTL84	42.32	48.83	13.18	50.58	15.11	22.48	12.71	5.47
	CWF	38.60	40.00	6.37	40.50	9.05	17.24	10.43	5.83
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	35.98	53.03	12.19	54.42	12.94	16.14	9.00	6.23
	msTL84	39.14	47.31	16.17	50.00	18.87	19.23	10.74	4.03
	CWF	35.10	39.04	8.85	40.03	12.78	14.40	8.55	4.29
Pad-Steam 20g/L	D65	45.01	57.45	4.49	57.62	4.47	24.95	14.55	13.70
	msTL84	48.68	53.25	8.90	53.99	9.49	30.42	17.34	8.86
	CWF	45.34	43.27	2.64	43.35	3.50	24.06	14.73	9.46
Pad-Steam 60g/L	D65	35.74	53.87	14.44	55.87	14.38	16.12	8.87	5.61
	msTL84	39.17	48.23	18.80	51.76	21.29	19.45	10.76	3.65
	CWF	34.74	39.95	10.78	41.38	15.09	14.30	8.37	3.89
Pad-Steam 120g/L	D65	32.91	50.73	17.13	53.55	18.66	13.57	7.49	4.07
	msTL84	35.75	44.26	20.77	48.89	25.14	15.87	8.88	2.63
	CWF	31.36	36.75	12.90	38.95	13.34	11.55	6.81	2.80
Pad-Batch 20g/L	D65	45.48	56.78	3.27	56.88	3.30	25.27	14.89	14.54
	msTL84	48.91	52.35	7.37	52.87	8.01	30.45	17.52	9.37
	CWF	45.71	42.48	1.38	42.50	1.87	24.25	15.06	9.99
Pad-Batch 60g/L	D65	35.53	54.13	13.11	55.69	13.62	15.99	8.77	5.83
	msTL84	38.72	47.97	17.08	50.92	19.60	19.00	10.50	3.78
	CWF	34.43	39.89	9.32	40.96	13.15	14.07	8.22	4.04
Pad-Batch 120g/L	D65	31.07	48.27	17.38	51.31	18.81	12.02	6.68	3.48
	msTL84	33.48	41.50	20.57	46.32	26.37	13.74	7.76	2.23
	CWF	29.28	34.47	13.12	36.88	20.85	10.01	5.95	2.36



EK-5. A5 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	49.02	57.24	0.53	57.24	0.53	29.16	17.61	18.63
	msTL84	52.38	53.22	4.43	53.41	4.76	35.01	20.49	11.98
	CWF	49.45	42.99	-1.13	43.01	358.50	28.39	17.96	12.77
Çektirme %3	D65	39.37	58.31	10.02	59.17	9.75	19.86	10.87	8.37
	msTL84	42.99	52.39	14.40	54.33	15.37	23.97	13.15	5.46
	CWF	38.62	43.53	6.39	44.00	8.35	17.94	10.44	5.84
Çektirme %6	D65	35.35	55.75	14.92	57.72	14.98	16.14	8.67	5.35
	msTL84	38.64	49.10	18.99	52.65	21.14	19.16	10.45	3.49
	CWF	33.89	41.15	10.41	42.44	14.19	13.89	7.95	3.73
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	44.24	57.10	6.11	57.43	6.11	24.11	14.01	12.53
	msTL84	47.90	52.71	10.63	53.77	11.40	29.36	16.71	8.09
	CWF	44.43	42.87	4.21	43.07	5.60	23.06	14.14	8.62
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	36.80	53.50	11.88	54.80	12.52	16.84	9.43	6.65
	msTL84	40.04	47.83	15.98	50.43	18.48	20.14	11.28	4.30
	CWF	35.90	39.46	8.49	40.36	12.14	15.06	8.96	4.58
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	37.44	52.60	9.12	53.38	9.84	17.18	9.78	7.67
	msTL84	40.53	47.15	12.90	48.88	15.30	20.44	11.57	4.96
	CWF	36.76	38.76	6.04	39.22	8.85	15.58	9.41	5.29
Pad-Steam 20g/L	D65	44.67	59.04	6.05	59.35	5.85	24.98	14.31	12.84
	msTL84	48.57	54.55	10.80	55.61	11.20	30.65	17.25	8.33
	CWF	44.85	44.54	3.88	44.71	4.98	23.87	14.44	8.90
Pad-Steam 60g/L	D65	37.96	56.31	12.43	57.67	12.45	18.29	10.06	7.02
	msTL84	41.62	50.78	17.03	53.56	18.54	22.25	12.26	4.57
	CWF	37.23	42.02	9.04	42.98	12.14	16.53	9.66	4.89
Pad-Steam 120g/L	D65	34.02	53.37	17.23	56.08	17.89	14.76	8.02	4.41
	msTL84	37.14	46.85	21.24	51.44	24.39	17.45	9.62	2.86
	CWF	32.47	39.07	12.85	41.12	18.20	12.60	7.29	3.05
Pad-Batch 20g/L	D65	46.51	59.96	4.17	60.11	3.98	27.11	15.65	14.92
	msTL84	50.39	55.49	8.87	56.19	9.08	33.14	18.74	9.65
	CWF	46.74	45.26	2.08	45.31	2.63	26.00	15.82	10.30
Pad-Batch 60g/L	D65	37.07	56.92	15.15	58.90	14.90	17.68	9.58	5.97
	msTL84	40.72	50.79	19.81	54.52	21.31	21.39	11.69	3.89
	CWF	35.91	42.29	11.15	43.74	14.77	15.56	8.96	4.15
Pad-Batch 120g/L	D65	32.40	51.02	17.90	54.06	19.33	13.27	7.26	3.78
	msTL84	35.11	44.17	21.45	49.11	25.90	15.38	8.56	2.43
	CWF	30.55	36.81	13.34	39.15	19.92	11.06	6.46	2.58

EK-6. A6 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	47.14	58.47	2.02	58.50	1.98	27.41	16.13	16.36
	msTL84	50.70	54.16	6.23	54.52	6.57	33.14	19.01	10.55
	CWF	47.42	43.99	0.08	43.99	0.10	26.40	16.34	11.25
Çektirme %3	D65	39.31	57.43	9.43	58.20	9.32	19.64	10.84	8.51
	msTL84	42.90	51.72	13.79	53.53	14.93	23.71	13.09	5.54
	CWF	38.60	42.89	5.92	43.30	7.86	17.80	10.43	5.92
Çektirme %6	D65	34.11	53.78	14.92	55.81	15.50	14.89	8.06	4.90
	msTL84	37.20	47.19	18.79	50.79	21.71	17.57	9.65	3.18
	CWF	32.58	39.49	10.45	40.85	14.82	12.74	7.35	3.40
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	46.86	56.00	4.25	56.16	4.34	26.51	15.91	15.15
	msTL84	50.31	52.07	8.44	52.75	9.21	32.06	18.68	9.73
	CWF	47.33	41.95	2.84	42.04	3.87	25.80	16.27	10.38
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	38.42	52.94	9.11	53.72	9.76	18.02	10.32	8.15
	msTL84	41.54	47.63	12.92	49.35	15.18	21.47	12.20	5.27
	CWF	37.89	39.01	6.23	39.50	9.08	16.50	10.03	5.62
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	36.53	53.26	12.53	54.71	13.24	16.59	9.29	6.38
	msTL84	39.70	47.55	16.55	50.35	19.19	19.78	11.07	4.12
	CWF	35.65	39.18	9.20	40.25	13.21	14.83	8.83	4.39
Pad-Steam 20g/L	D65	44.35	58.68	5.71	58.36	5.56	25.18	14.51	13.17
	msTL84	48.77	54.23	10.31	55.20	10.77	30.80	17.41	8.54
	CWF	45.20	44.20	3.64	44.35	4.71	24.14	14.68	9.12
Pad-Steam 60g/L	D65	37.16	55.16	13.07	56.69	13.33	17.43	9.62	6.51
	msTL84	40.68	49.55	17.49	52.55	19.44	21.09	11.67	4.23
	CWF	36.33	41.00	9.60	42.10	13.18	15.65	9.18	4.52
Pad-Steam 120g/L	D65	33.68	52.03	16.64	54.63	17.73	14.31	7.86	4.41
	msTL84	36.67	45.61	20.46	49.99	24.16	16.84	9.36	2.85
	CWF	32.18	37.94	12.42	39.92	18.13	12.24	7.17	3.04
Pad-Batch 20g/L	D65	47.14	55.94	2.32	55.99	2.38	26.79	16.13	16.23
	msTL84	50.38	51.68	6.12	52.05	6.75	32.03	18.74	10.42
	CWF	47.45	41.73	0.60	41.74	0.83	25.88	16.36	11.11
Pad-Batch 60g/L	D65	35.90	53.96	13.06	55.52	13.61	16.23	8.95	5.99
	msTL84	39.06	47.83	16.97	50.75	19.53	19.27	10.69	3.89
	CWF	34.81	39.70	9.28	40.77	13.16	14.31	8.40	4.15
Pad-Batch 120g/L	D65	31.47	47.91	16.49	50.67	19.00	12.21	6.85	3.75
	msTL84	33.87	41.26	19.56	45.66	25.37	13.97	7.94	2.40
	CWF	29.76	34.18	12.25	36.31	19.71	10.24	6.14	2.55

EK-7. A7 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	47.32	57.27	1.34	57.29	1.34	27.30	16.26	16.82
	msTL84	50.74	53.10	5.36	53.37	5.76	32.88	19.04	10.82
	CWF	47.63	43.03	-0.49	43.04	359.35	26.39	16.50	11.55
Çektirme %3	D65	37.88	56.35	9.71	57.19	9.78	18.23	10.02	7.72
	msTL84	41.28	50.45	13.81	52.30	15.31	21.85	12.04	5.03
	CWF	37.05	41.92	6.06	42.36	8.22	16.37	9.57	5.38
Çektirme %6	D65	34.86	53.85	12.54	55.30	13.11	15.45	8.43	5.69
	msTL84	38.01	47.60	16.42	50.35	19.03	18.32	10.09	3.70
	CWF	33.60	39.72	8.41	40.60	11.95	13.46	7.82	3.95
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	45.74	55.30	4.62	55.49	4.78	25.19	15.08	14.16
	msTL84	49.14	51.31	8.76	52.05	9.69	30.43	17.71	9.10
	CWF	46.15	41.37	3.17	41.50	4.38	24.44	15.38	9.70
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	38.49	51.91	8.71	52.63	9.53	17.89	10.36	8.31
	msTL84	41.52	46.76	12.44	48.38	14.89	21.26	12.19	5.35
	CWF	38.01	38.17	6.02	38.64	8.96	16.44	10.09	5.70
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	36.97	52.16	11.23	53.35	12.15	16.73	9.52	6.89
	msTL84	40.05	46.72	15.11	49.10	17.92	19.91	11.28	4.44
	CWF	36.20	38.32	8.11	39.17	11.95	15.08	9.11	4.74
Pad-Steam 20g/L	D65	45.06	57.69	5.05	57.91	5.00	25.06	14.59	13.51
	msTL84	48.76	53.40	9.53	54.25	10.11	30.55	17.40	8.73
	CWF	45.33	43.40	3.13	43.52	4.12	24.09	14.78	9.32
Pad-Steam 60g/L	D65	37.42	54.93	12.01	56.23	12.33	17.58	8.76	6.88
	msTL84	40.88	49.43	16.37	52.07	18.33	21.25	11.79	4.47
	CWF	36.66	40.82	8.67	41.73	11.99	15.87	9.35	4.78
Pad-Steam 120g/L	D65	33.56	51.52	16.74	54.17	18.00	14.14	7.80	4.35
	msTL84	36.46	45.04	20.48	49.48	24.45	16.57	9.25	2.81
	CWF	31.98	37.43	12.47	38.45	18.42	12.05	7.08	3.00
Pad-Batch 20g/L	D65	46.52	54.42	1.83	54.45	1.92	25.78	15.66	15.96
	msTL84	49.60	50.22	5.42	50.51	6.16	30.68	18.09	10.24
	CWF	46.78	40.50	0.13	40.50	0.18	24.88	15.85	10.90
Pad-Batch 60g/L	D65	36.78	53.07	10.41	54.08	11.10	16.75	9.42	7.02
	msTL84	38.82	47.27	14.10	49.33	16.61	19.82	11.14	4.54
	CWF	35.93	39.02	7.03	39.64	10.22	15.01	8.97	4.85
Pad-Batch 120g/L	D65	31.65	47.41	14.81	48.67	17.35	12.25	6.93	4.10
	msTL84	34.00	40.98	17.78	44.67	23.45	14.02	8.01	2.63
	CWF	30.07	33.89	10.76	35.56	17.62	10.38	6.26	2.79

EK-8. A8 No'lu Kumaşın Renk Koordinatları

Boyama Metodu	Işık Türü	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
Çektirme %1	D65	45.58	58.06	2.80	58.12	2.76	25.67	14.96	14.82
	msTL84	49.12	53.54	7.01	54.00	7.46	31.02	17.69	9.56
	CWF	45.70	43.62	0.62	43.62	0.82	24.51	15.05	10.20
Çektirme %3	D65	37.85	56.65	10.73	57.65	10.72	18.26	10.00	7.43
	msTL84	41.37	50.76	15.04	52.94	16.50	22.00	12.09	4.84
	CWF	36.99	42.20	7.05	42.78	9.48	16.37	9.53	5.17
Çektirme %6	D65	33.94	52.96	13.75	54.72	14.55	14.64	7.98	5.08
	msTL84	36.99	46.60	17.53	49.79	20.62	17.28	5.53	3.30
	CWF	32.53	38.91	9.45	40.04	13.66	12.62	7.32	3.53
Pad-Termofiksaj 20g/L	D65	42.97	55.45	7.16	55.91	7.36	22.52	13.14	11.33
	msTL84	46.46	50.99	11.47	52.26	12.68	27.28	15.61	7.30
	CWF	43.05	41.39	5.17	41.71	7.12	21.41	13.19	7.79
Pad-Termofiksaj 60g/L	D65	37.19	51.34	8.88	52.10	9.82	16.76	9.64	7.62
	msTL84	40.14	46.03	12.46	47.68	15.14	19.85	11.33	4.92
	CWF	36.66	37.67	6.08	38.16	9.16	15.32	9.36	5.25
Pad-Termofiksaj 120g/L	D65	35.02	50.97	12.61	52.51	13.90	15.07	8.51	5.74
	msTL84	37.91	45.21	16.27	48.05	19.79	17.78	10.04	3.70
	CWF	34.02	37.21	9.20	38.33	13.89	13.35	8.02	3.94
Pad-Steam 20g/L	D65	42.88	58.45	7.83	58.99	7.72	23.09	13.08	11.00
	msTL84	46.78	53.72	12.74	55.21	13.35	28.34	15.85	7.14
	CWF	42.83	44.00	5.46	44.34	7.07	21.78	13.05	7.63
Pad-Steam 60g/L	D65	35.72	54.12	14.54	56.04	15.04	16.13	8.87	5.58
	msTL84	39.08	48.19	18.85	51.75	21.36	19.36	10.70	3.62
	CWF	34.60	38.98	10.75	41.40	15.05	14.20	8.30	3.86
Pad-Steam 120g/L	D65	32.06	50.34	17.99	53.45	19.66	12.95	7.11	3.66
	msTL84	34.62	43.27	21.29	48.22	26.20	14.85	8.31	2.36
	CWF	30.22	36.07	13.43	38.49	20.42	10.76	6.33	2.51
Pad-Batch 20g/L	D65	45.92	55.32	2.49	55.37	2.58	25.37	15.21	15.21
	msTL84	49.10	50.99	6.22	51.37	6.96	30.30	17.68	9.77
	CWF	46.17	41.23	0.72	41.24	0.99	24.43	15.39	10.41
Pad-Batch 60g/L	D65	35.41	52.53	12.09	53.90	12.96	15.62	8.71	6.02
	msTL84	38.40	46.49	15.76	49.09	18.73	18.44	10.32	3.90
	CWF	34.34	38.50	8.39	39.41	12.30	13.78	8.17	4.16
Pad-Batch 120g/L	D65	30.80	46.64	16.11	49.35	19.05	11.62	6.57	3.61
	msTL84	33.03	40.01	18.99	44.29	25.39	13.20	7.55	2.31
	CWF	28.10	33.08	11.99	35.18	19.92	9.72	5.88	2.45

EK-9. A2 Numaralı Kumaşa Ait Birim Rapor

	X		X		X	X	X		X	X	
X	X	X					X	X		X	X
	X		X		X	X		X	X		X
X		X		X		X	X		X	X	
			X	X	X		X	X		X	X
X		X		X		X		X	X		X

EK-10. A4 Numaralı Kumaşa Ait Birim Rapor

	X		X	X			X			X	X
X				X		X		X	X		
	X	X	X		X		X		X		X
X		X		X		X	X			X	
	X		X		X			X	X		X
X		X	X			X		X		X	
	X			X	X				X		X
	X	X		X			X	X		X	
X			X		X		X		X		X
X		X			X	X		X		X	