



**T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KATYONİZE PAMUĞUN ÇEŞİTLİ BOYARMADDELERLE  
BOYANMASI VE HASLIKLARININ İNCELENMESİ**

**HÜSEYİN ÖZDEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAHRAMANMARAŞ**

**Haziran-2008**



**T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KATYONİZE PAMUĞUN ÇEŞİTLİ BOYARMADDELERLE  
BOYANMASI VE HASLIKLARININ İNCELENMESİ**

**HÜSEYİN ÖZDEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KAHRAMANMARAŞ**

**Haziran-2008**

**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KATYONİZE PAMUĞUN ÇEŞİTLİ BOYARMADELERLE**  
**BOYANMASI VE HASLIKLARININ İNCELENMESİ**

**HÜSEYİN ÖZDEMİR**

**YÜKSEK LİSANS**

**Kod No :**

**Bu Tez 18 / 07 / 2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından**  
**Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.**

**Yrd. Doç. Dr.**  
**Nurcan KURTOĞLU**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr.**  
**Gülfeza KARDAŞ**

**ÜYE**

**Doç. Dr.**  
**Özer ÇINAR**

**ÜYE**

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**Prof. Dr. Süleyman Tolun**  
**Enstitü Müdürü**

**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 tabidir.**

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	V
ABSTRACT .....	VI
ÖNSÖZ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1. Giriş.....	1
1.1. Tekstilde Kullanılan Lif ve Boyarmadde Yüklerinin Önemi .....	3
1.2. Pamuğun Türkiye İçin Önemi .....	4
1.3. Normal Pamuğun Boyama Öncesi Gördüğü Ön Terbiye İşlemleri .....	6
1.3.1. Normal Pamuğun Boyamaya Hazırlık İşlemleri .....	7
1.3.1.1. Pişirme işlemi .....	7
1.3.1.2. Ağartma İşlemleri .....	8
1.3.1.2.1. Sodyum Hipokolit Ağartması .....	8
1.3.1.2.2. Sodyum Klorit Ağartması.....	9
1.3.1.2.3. Hidrojen Peroksit Ağartması.....	10
1.4. Normal Pamuklu Mamüllerin Genel Boyama Özellikleri .....	10
1.4.1. Normal Pamuğu Boyayan Boyarmaddeler .....	10
1.4.1.1. Direkt (Substantif) Boyarmaddelerin Genel Özellikleri .....	12
1.4.1.2. Reaktif Boyarmaddelerin Genel Özellikleri .....	16
1.4.1.2.1. Reaktif Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı .....	24
1.4.1.2.2. Yüksek Reaktifliğe Sahip Soğukta Boyayan Boyarmaddeler .....	26
1.4.1.2.3. Orta Derecede Reaktifliğe Sahip Ilıkta Boyayan Boyarmaddeler.....	26
1.4.1.2.4. Az Reaktifliğe Sahip Sıcakta Boyayan Boyarmaddeler.....	26
1.4.1.2.5. Reaktif Boyarmadde ile Selüloz Elyafı Arasındaki Reaksiyon .....	27
1.4.1.2.6. Reaktif Boyarmaddelerde Boya Tüketimi ve Sabitlemesi Sorunları .....	28
1.5. Asit Boyarmaddelerin Genel Özellikleri .....	28
1.5.1. Kuvvetli Asidik Ortamda Boyayan (Egalizasyon Tipi) Asit Boyarmaddeler .....	28
1.5.2. Orta Kuvvetli Asidik Ortamda Boyayan Asit Boyarmaddeleri.....	29
1.5.3. Zayıf Asidik—Nötr Ortamda Boyayan (Dinkleme Tipi) Boyarmaddeler .....	30
1.6. Krom Boyarmaddelerinin Genel Özellikleri.....	31
1.7. Metal Kompleks Boyarmaddelerinin Genel Özellikleri .....	33
1.7.1. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddeler .....	33
1.7.2. 1:2 Metal Kompleks Boyarmaddeler .....	34
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	36
3. MATERYAL VE METOT .....	42
3.1. Materyal .....	42
3.1.1. Çalışmaların Yapıldığı Makineler .....	42
3.1.2. Boyamada Kullanılan Pamuk Özellikleri.....	47
3.1.3. Boyamada Kullanılan Boyarmaddeler .....	48
3.1.4. Yıkama Hashğında Kullanılan Standart Sabun.....	49
3.1.5. Çalışmalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	50
3.2. Metot.....	51

3.2.1. Elyaf Halinde Normal Pamuğun Boyanması.....	51
3.2.1.1. Ön İşlem .....	51
3.2.1.2 . Elyaf Halinde Normal Pamuğun Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması .....	51
3.2.1.3. Yıkama .....	51
3.2.2. Elyaf Halinde Katyonize Pamuğun Boyanması.....	53
3.2.2.1. Ön İşlem .....	53
3.2.2.2. Reaktif Boyarmaddelerle Katyonik Pamuğun Boyanması .....	54
3.2.2.3. Yıkama .....	54
3.2.3. Reaktif Boyalarla İplik Formundaki Katyonik Pamuğun Farklı pH'larda Boyanması .....	60
3.2.3.1. Boya Şartları .....	60
3.3. Direkt Boyarmaddelerle Normal ve Katyonik Pamuğun Boyanması .....	61
3.3.1. Normal Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	61
3.3.2. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	62
3.3.3. Direkt Boyarmaddelerle Katyonik Pamuğun Tuzlu-Tuzsuz Boyanması ...	64
3.3.4. Direkt Boyalarla Elyaf Formundaki Katyonik Pamuğun Farklı pH'larda Boyanması .....	65
3.4. Asit Boyarmaddeler İle Normal ve Katyonik Pamuğun Boyanması.....	67
3.4.1. Normal Pamuğun Asit Boyarmaddelerle Boyama Şartları .....	67
3.4.2. Katyonik Pamuğun Asit Boyarmaddelerle Boyama Şartları.....	68
3.5. Metal Kompleks Boyarmaddelerle Normal ve Katyonik Pamuk Boyanma ....	74
3.5.1. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Normal Pamuk Boyama.....	74
3.5.2. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Katyonik Pamuk Boyama.....	75
3.5.3. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Boyama Şartları.....	76
3.5.4. 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Kumaş Formundaki Katyonik Pamuğun Farklı pH'larda Boyanması .....	82
3.5.4.1. Boya Şartları .....	82
3.6 . Yıkama Hashğı Testi (ISO 105-CO6) .....	84
3.7. Katyonik Pamuğun Teintolab Boyama Makinesinde Boyanması .....	86
3.7.1. Teintolab Makinesinde 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Katyonik Pamuk Boyama .....	86
3.7.2. Teintolab Makinesinde Asit Boyalarla Katyonik Pamuk Boyama.....	87
3.7.3. Teintolab Makinesinde Direkt Boyalarla Katyonik Pamuk Boyama.....	88
3.7.4. Teintolab Makinesinde Reaktif Boyalarla Katyonik Pamuk Boyama .....	89
3.8. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Boyanmasının Grafıksel Gösterimi .....	90
3.9. Katyonik Pamuk – Yün Karışımının Aynı Banyoda Boyanması .....	103
3.9.1. Katyonik Pamuk – Yün Karışımının Reaktif Boyarmaddelerle pH 3 ve pH 6'da Boyanması .....	103
3.9.2. Katyonik Pamuk – Yün Karışımının Direkt Boyarmaddelerle pH 3 ve pH 6'da Boyanması .....	104
3.9.3. Katyonik Pamuk – Yün Karışımının Asit Boyarmaddelerle pH 3 ve pH 6'da Boyanması .....	105
3.10. Normal Pamuk ve Katyonik Pamuğun Boyama Maliyeti.....	107
3.10.1. Normal Pamuk Terbiye Maliyeti .....	107
3.10.2 Katyonik Pamuk Terbiye Maliyeti .....	114

3.10.3. Normal Pamuk ve Katyonik Pamuğun Boyama Maliyetlerinin .....	116
Karşılaştırılması .....	116
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	117
4.1. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Davranışları .....	117
4.2. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Davranışları.....	118
4.3. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Davranışları.....	119
4.4. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Boyama Davranışları ....	119
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	121
KAYNAKLAR .....	124
EKLER.....	127
Ek 1. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Boyama Şartları.....	127
Ek 1.1. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasındaki Boyama Şartları.....	127
Ek 1.2. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddeler ile pH:6'da Boyanmasında Boyama Şartları .....	128
Ek 1.3. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasında Boyama Şartları .....	129
Ek 1.4. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddeler ile pH:6'da Boyanmasında Boyama Şartları .....	130
Ek 1.5. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddeler ile pH:9'da Boyanmasında Boyama Şartları .....	131
Ek 1.6. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasında Boyama Şartları .....	132
Ek 1.7. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddeler ile pH:9'da Boyanmasında Boyama Şartları .....	133
Ek 1.8. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasında Boyama Şartları .....	134
Ek 1.9. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddeler ile pH:6'da Boyanmasında Boyama Şartları .....	135
Ek 1.10. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasında Boyama Şartları .....	136
Ek 1.11. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddeler ile pH:3'te Boyanmasında Boyama Şartları .....	137
Ek 1.12. Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddeler ile pH:6'da Boyanması Boyama Şartları.....	138
EK 2. Spektral Ölçümler .....	139
Ek 2.1. Reaktif boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH3-pH6) .....	139
Ek 2.2. Reaktif boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH9) .....	140
Ek 2.3. Metal Kompleks -Reaktif boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH3) .....	141
Ek 2.4. Metal Kompleks -Direkt boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH3) .....	142
Ek 2.5. Metal Kompleks -Reaktif boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH6) .....	143
Ek 2.6. Metal Kompleks -Direkt boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH6) .....	144
Ek 2.7. Metal Kompleks -Reaktif boyar maddeler için spektral ölçüm sonucu(pH9) .....	145

**ÖZGEÇMİŞ .....146**

T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

**KATYONİZE PAMUĞUN ÇEŞİTLİ BOYARMADDELERLE  
BOYANMASI VE HASLIKLARININ İNCELENMESİ**

Hüseyin ÖZDEMİR

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nurcan KURTOĞLU

Yıl:2008, Sayfa: 146

Jüri : Yrd. Doç. Dr. Nurcan KURTOĞLU

: Doç. Dr. Gülfeza KARDAŞ

: Doç. Dr. Özer ÇINAR

Bu çalışmada asidik, bazik ve nötr ortamda tuzlu-tuzsuz, soda kullanılmadan katyonize pamuğun ve normal pamuğun direkt, reaktif, metal kompleks ve asit boyarmaddeler ile boyanması yapılmıştır. Normal pamuk ile katyonik reaktiflerle katyonize edilmiş pamuğun terbiye işlemlerindeki davranışları, yıkama haslıkları, katyonik pamuğun normal pamuğa göre boya tüketimi-boya sabitlemesi ve normal pamuk ile katyonize pamuğun terbiye maliyetleri incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, katyonik pamukla, normal pamuk karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Katyonizasyon işlemi ile berrak boyama atık sularının eldesi ve kimyasal maddelerden tasarruf sağlanması gerçeği deneysel olarak incelenmiştir.

Tekstil endüstrisinde katyonize pamuğun boyama davranışları ve boyamaya kattığı olumlu gelişmeleri değerlendirilmiştir. Matlab 7.0 yazılımı grafiksel sonuçların elde edilmesinde kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler: Katyonize Pamuk, Boya Tüketimi, Tuzsuz Boyama**

**T.R.  
UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING**

**MSc THESIS**

**ABSTRACT**

**DYEING THE CATIONIZED COTTON WITH THE VARIOUS DYE-STUFFS  
AND INVESTIGATION OF ITS FASTNESSES**

**Hüseyin ÖZDEMİR**

**Advisor: Assist. Prof. Dr. Nurcan KURTOĞLU**

**Year:2008, Pages: 146**

**Jury : Assist. Prof. Dr. Nurcan KURTOĞLU  
: Assoc. Prof. Dr. Gülfeza KARDAŞ  
: Assoc. Prof. Dr. Özer ÇINAR**

**In this study, it was performed the dyeing process of cationized cotton and normal cotton with the direct, reactive, metal complex and acid dyestuffs at the acidic, basic and neutral environment, salt-no salt, without using soda. The behaviours in the treatment process of normal cotton and cationized cotton with the cationic reactives and their wash fastness, treatment costs, the dye exhaustion and fixation of cationic cotton compare to normal cotton were investigated. Obtaining the waste water of the clear dyeing and saving the chemical matters were also investigated experimentally. In the result of these studies normal cotton and the cationic cotton were compared with each other hand their advantages and disadvantages were shown.**

**In textile industry, the dyeing behaviours of the cationized cotton and positive contribution to dyeing process were assessed. MATLAB 7.0 for Windows is used in getting graphical results.**

**Keywords: Cationized cotton, dye exhaustion, no-salt dyeing**

## ÖNSÖZ

Dünyada en çok üretimi yapılan ve doğal lifler içerisinde en çok tüketilen pamuğun tekstil endüstrisindeki önemi tartışılmaz bir gerçektir. Günümüzde direkt ve reaktif boyarmaddeler ile normal pamuğun bazik ortamda boyandığı bilinmektedir. Normal pamuk-yün, normal pamuk-ipek ve normal pamuk-sentetik lif karışımlarının aynı ortamda (asidik ve nötr) ve tek banyoda boyama işlemi bilinen nedenlerden dolayı yapılamamaktadır. Son dönemlerde pamuklu kumaşların boyanabilirliğini ve formaldehidsiz buruşmazlık işlemlerini geliştirmek için katyonizasyon ön işleminin uygulanması çalışmaları yapılmaktadır. Pamuklu kumaşların sulu ortamda, hafif anyonik olan yüzeyi katyonizasyon işlemi ile katyonik hale dönüştürülmekte ve böylece anyonik boyarmaddelere affinitesi ve subsantivitesi artırılmaktadır. Bu ön işlem sayesinde tuzsuz, nötr ortamda boyamaların gerçekleştirilmesi ile kimyasal maddeden tasarruf sağlanabilmektedir. Bunun sonucunda da berrak boyama atık sularının eldesi mümkün olmakta çevreye verilen zarar azaltılabilmektedir. Bu çalışmada, asidik, bazik ve nötr ortamda tuzlu-tuzsuz, soda kullanılmadan katyonize pamuğun direkt, reaktif, metal kompleks ve asit boyarmaddeler ile boyanması yapıldı. Normal pamuk ile katyonik reaktiflerle katyonize edilmiş pamuğun terbiye işlemlerindeki davranışları, yıkama hashıkları, katyonik pamuğun normal pamuğa göre boya tüketimi ve boya sabitlemesi incelendi. Bu çalışmalar sonucunda, katyonik pamukla, normal pamuk karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajları ortaya konmuştur.

Üniversitedeki yüksek lisans eğitimim boyunca benden bilgi ve yakın ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen ve her türlü konuda yardımcı olan Danışman Hocam Yrd.Doç.Dr. Nurcan KURTOĞLU'na en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca güler yüzünü ve desteğini esirgemeyen Yrd. Doç.Dr.Yasemin KORKMAZ Hocam'a, yardımcıları için Ali Suat GERÇEK'e ve Yunus TORUN'a teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Anneme, Eşim Gökçe'ye ve biricğim kızım Nuriye Azra'ya sonsuz teşekkür ederim.

Haziran-2008

Hüseyin ÖZDEMİR

KAHRAMANMARAŞ

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. Tekstil Lifleri ve İyonik Yükleri ( Yurdakul, 2006 ).....	3
Çizelge 1. 2. Tekstil Boyamacılığında Kullanılan Boyarmaddeler ve İyonik Yükleri ( Yurdakul, 2006 ).....	3
Çizelge 3. 1. Bu çalışmalarda kullanılan boyarmaddeler .....	49
Çizelge 3. 2. Normal Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları.....	52
Çizelge 3. 3. Normal Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları.....	53
Çizelge 3. 4. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	55
Çizelge 3. 5. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	56
Çizelge 3. 6. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	56
Çizelge 3. 7. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	57
Çizelge 3. 8. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	58
Çizelge 3. 9. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	59
Çizelge 3. 10. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	60
Çizelge 3. 11. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....	61
Çizelge 3. 12. Normal Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları .....	62
Çizelge 3. 13. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	63
Çizelge 3. 14. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	64
Çizelge 3. 15. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	65
Çizelge 3. 16. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	66
Çizelge 3. 17. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları.....	66
Çizelge 3. 18. Normal Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	68
Çizelge 3. 19. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	69
Çizelge 3. 20. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	70
Çizelge 3. 21. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	71
Çizelge 3. 22. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	72
Çizelge 3. 23. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları.....	74
Çizelge 3. 24. Normal Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Boyama Şartları.....	75
Çizelge 3. 25. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	76
Çizelge 3. 26. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	77
Çizelge 3. 27. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	78
Çizelge 3. 28. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	79
Çizelge 3. 29. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	80
Çizelge 3. 30. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	81
Çizelge 3. 31. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	83
Çizelge 3. 32. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları.....	83
Çizelge 3. 33. Direkt Boyalarla Boyanmış Normal ve Katyonik Pamuğun Hashık Özellikleri .....	84

<b>Çizelge 3. 34. Reaktif Boyalarla Boyanmış Normal ve Katyonik Pamuğun Haslık Özellikleri .....</b>	<b>84</b>
<b>Çizelge 3. 35. Asit Boyalarla Boyanmış Normal ve Katyonik Pamuğun Haslık Özellikleri .....</b>	<b>85</b>
<b>Çizelge 3. 36. 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Boyanmış Normal ve Katyonik Pamuğun Haslık Özellikleri.....</b>	<b>85</b>
<b>Çizelge 3. 37. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....</b>	<b>103</b>
<b>Çizelge 3. 38. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Reaktif Boyalarla Boyama Şartları .....</b>	<b>104</b>
<b>Çizelge 3. 39. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Direkt Boyalarla Boyama Şartları .....</b>	<b>105</b>
<b>Çizelge 3. 40. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Direkt Boyalarla Boyama Şartları .....</b>	<b>105</b>
<b>Çizelge 3. 41. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Asit Boyalarla Boyama Şartları..</b>	<b>106</b>
<b>Çizelge 3. 42. Katyonik Pamuk-Yün Karışımının Asit Boyalarla Boyama Şartları..</b>	<b>106</b>
<b>Çizelge 3. 43. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>108</b>
<b>Çizelge 3. 44. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>109</b>
<b>Çizelge 3. 45. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>110</b>
<b>Çizelge 3. 46. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>111</b>
<b>Çizelge 3. 47. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>112</b>
<b>Çizelge 3. 48. Elyaf Halinde Normal Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>113</b>
<b>Çizelge 3. 49. Elyaf Halinde Katyonik Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>114</b>
<b>Çizelge 3. 50. Elyaf Halinde Katyonik Pamuk Boyama Maliyeti.....</b>	<b>115</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Katyonik Reaktif.....	2
Şekil 1. 2. Katyonik Reaktif.....	2
Şekil 1. 3. Katyonik Reaktif-Selüloz Etkileşimi .....	2
Şekil 1. 4. Türkiye’de pamuk üretimin durumu ( Pamuk Yatırım Forumu, 2007 ).....	5
Şekil 1. 5 . Türkiye’de pamuk tüketim miktarı ( Pamuk Yatırım Forumu, 2007 ) .....	6
Şekil 1. 6. Selüloz Liflerini Boyamada Kullanılan Boyarmaddeler ve Kullanım %’leri ( Yurdakul, 2006 ) .....	11
Şekil 1. 7. Reaktif Boyarmadde Yapısı ( Başer, İnancı, 1990 ).....	25
Şekil 1. 8. 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde Yapısı.....	33
Şekil 1. 9. 1:2 Metal Kompleks Boyarmadde Yapısı.....	34
Şekil 3. 1. Gyrowash Boyama Makinesi: James H.Heal Co.Ltd. Halifax England ..	43
Şekil 3.2 . Roaches Boyama Makinesi: Engineering Ltd. ....	43
Şekil 3.3. Etüv: Lindberg/Blue .....	44
Şekil 3.4. Işık Haslık Cihazı: Light Fastness James H.Heal Co.Ltd. Halifax England .....	44
Şekil 3.5. Işık Kutusu: Verivide CAC 60.....	45
Şekil 3.6. Micronaire: GIDDING & LEWIS.....	45
Şekil 3.7. Gri Skala.....	46
Şekil 3.8. Comeureg Teintolab.....	46
Şekil 3. 9. GAP Bölgesinde Yetiştirilen Pamuğun Micronaire İncelik Değerleri .....	47
Şekil 3. 10 . Normal Pamuğun Micronaire İncelik Değerleri .....	47
Şekil 3. 11. Katyonize Pamuk Micronaire Değerleri .....	48
Şekil 3. 12. Katı Halde Standart Sabun.....	49
Şekil 3. 13. Yıkama Haslığı İçin Hazırlanan Sabun Çözeltisi.....	50
Şekil 3. 14 .Kasarlı normal pamuğun reaktif boyalarla boyanmasında banyo atık yükü .....	52
Şekil 3. 15.Normal Pamuk İçin Boyama Öncesi Boya Banyosu .....	52
Şekil 3. 16.Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü.....	53
Şekil 3. 17. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	54
Şekil 3. 18. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	55
Şekil 3. 19. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	55
Şekil 3. 20. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	55
Şekil 3. 21. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	56
Şekil 3. 22. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	56
Şekil 3. 23. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	57
Şekil 3. 24. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	57
Şekil 3. 25. Reaktif Bm Red C-RL’nin Yıkama Haslığı Sonucu .....	58
Şekil 3. 26. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	58
Şekil 3. 27. Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü.....	58
Şekil 3. 28. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	59
Şekil 3. 29. Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü.....	59
Şekil 3. 30. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	60
Şekil 3. 31. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	60
Şekil 3. 32. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	61
Şekil 3. 33. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	61

Şekil 3. 34. Direkt boylarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında banyo atık yükü	62
.....	
Şekil 3. 35. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	63
Şekil 3. 36. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	63
Şekil 3. 37. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	64
Şekil 3. 38. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	64
Şekil 3. 39. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	64
Şekil 3. 40. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	65
Şekil 3. 41. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	65
Şekil 3. 42. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	66
Şekil 3. 43. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	66
Şekil 3. 44. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	66
Şekil 3. 45. Asit boylarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında banyo atık yükü	68
Şekil 3. 46. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	68
Şekil 3. 47. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	69
Şekil 3. 48. Asit Bm Blue FBL'nin Yıkama Haslığı Sonucu .....	69
Şekil 3. 49. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	70
Şekil 3. 50. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	70
Şekil 3. 51. Asit Bm Red 2 GFL'nin Yıkama Haslığı Sonucu.....	70
Şekil 3. 52. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	71
Şekil 3. 53. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	71
Şekil 3. 54. Asit Bm Red 2 GFL'nin Yıkama Haslığı Sonucu.....	72
Şekil 3. 55. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	72
Şekil 3. 56. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	72
Şekil 3. 57. Asit Bm Yellow BR-S-2RL Yıkama Haslığı Sonucu .....	73
Şekil 3. 58. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	73
Şekil 3. 59. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	73
Şekil 3. 60. Asit Bm Yellow BR-S-2RL Yıkama Haslığı Sonucu .....	74
Şekil 3. 61. 1:1 Metal Kompleks boylarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında	
banyo atık yükü.....	75
Şekil 3. 62. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	76
Şekil 3. 63. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	76
Şekil 3. 64. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	77
Şekil 3. 65. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	77
Şekil 3. 66. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	78
Şekil 3. 67. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	78
Şekil 3. 68. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	78
Şekil 3. 69. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	79
Şekil 3. 70. 1:1 Metal Kompleks Bm Sup Rod SWP'nin Yıkama Haslığı Sonucu.....	79
Şekil 3. 71. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	80
Şekil 3. 72. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	80
Şekil 3. 73. 1:1 Metal Kompleks Bm Sup Rod SWP'nin Yıkama Haslığı Sonucu.....	80
Şekil 3. 74. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	81
Şekil 3. 75. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	81
Şekil 3. 76. 1:1 Metal Kompleks Bm Gold Gelb SWP'nin Yıkama Haslığı Sonucu ....	82
Şekil 3. 77. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	82
Şekil 3. 78. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	82
Şekil 3. 79. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu.....	83

Şekil 3. 80. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	83
Şekil 3. 81. Elyaf Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması.....	91
Şekil 3. 82. İplik Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle pH:6'da Boyanması.....	92
Şekil 3. 83. Elyaf Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması .....	93
Şekil 3. 84. İplik Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddelerle pH:6 da Boyanması.....	94
Şekil 3. 85. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Asit Boyarmaddelerle pH:9 da Boyanması.....	95
Şekil 3. 86. Elyaf Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması .....	96
Şekil 3. 87. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması .....	97
Şekil 3. 88. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddelerle pH:6 da Boyanması.....	98
Şekil 3. 89. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Direkt Boyarmaddelerle pH:9 da Boyanması.....	99
Şekil 3. 90. Elyaf Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması .....	100
Şekil 3. 91. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddelerle pH:3'te Boyanması .....	101
Şekil 3. 92. Kumaş Halindeki Katyonik Pamuğun Teintolab Makinesinde Reaktif Boyarmaddelerle pH:6 da Boyanması.....	102
Şekil 3. 93. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	103
Şekil 3. 94. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	103
Şekil 3. 95. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	104
Şekil 3. 96. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	105
Şekil 3. 97. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	106
Şekil 3. 98. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü.....	106

**1. Giriş**

Günümüzde direkt ve reaktif boyalarla normal pamuk kumaşların boyanması işlemi çok enerji, çok su kullanımı ve kirlilik üreten bir prosestir. Bunun nedeni daha çok ticari olarak üretilen mevcut reaktif ve direkt boyarmaddelerin pamuk için sadece orta affiniteye sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Normal pamuk lifleri sudaki negatif yüzey yüklerinden oluşur ve bu yükler yavaş boyarmadde tüketimi ve anyonik boyaları iterek hareket ederler. Affinitenin yetersizliği boya banyosundaki elektrolitleri yüksek konsantrasyonlarda kullanarak (örneğin sodyum klorür, sodyum sülfat) boyama süresini ve boyama sıcaklığını yükselterek giderilmektedir. Boyamada elektrolitlerin yüksek konsantrasyonlarının kullanılması sonucu, pamuk liflerde oluşan negatif yüklerin etkisinin azaltılması ve boyarmaddenin çözünürlüğünü azaltarak durulama ve yıkama sonrası sabitlenmemiş boyaların giderilmesini sağlarlar. Çoğunlukla kullanılan fiksatorler boyanmış liflerin yıkama haslıklarını geliştirirler. Sonuç olarak, normal pamuk boyamasında atık suların büyük çevresel yükleri, fazla kimyasal madde kullanımını ve haslıklarda oluşan düşük değerleri de beraberinde getirmektedir. Tüm bu olumsuzluklar katyonize edilmiş pamuk ile giderilmiş aynı zamanda farklı boyama proseslerinin gelişmesini ve karışım liflerinin tek banyoda boyanmasına da imkan sağlamıştır.

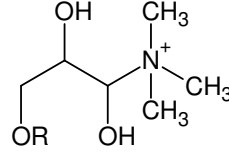
Katyonize işlemi, katyonik reaktiflerle, pamuklu kumaşların sulu ortamda, hafif anyonik olan yüzeyi katyonik hale dönüştürülmekte böylece anyonik boyarmaddelere affinitesi ve subsantivitesi artırılmaktadır (Peter ve Adham, 2001).

Normal pamuk boyamada meydana gelen çevresel negatif etkileri azaltmak için boya banyolarının tekrar kullanımı, arıtma tesisleri, boyama işleminin optimizasyonu, üretimde kullanılan cihazların değiştirilmesi, uygun kimyasal madde seçimi ve yeni nesil uygun boyarmadde seçimi gibi uygulamalar önerilmiştir. Ancak bu öneriler çok yüksek bir parasal gideri de beraberinde getirmektedir (Schlaepfi, 1998).

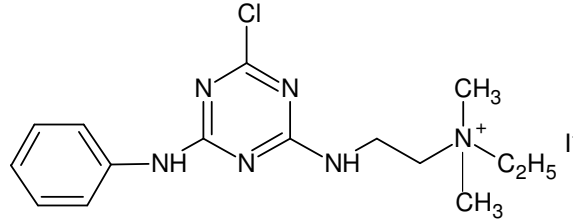
Daha az maliyetle boya-lif etkileşimini artırmak mevcut ticari boyaların pamuğa olan affinite azlığının üstesinden gelmek için bazı araştırmacılar pamuk lifindeki katyonik yükleri desteklemek için kullanılabilecek birçok kimyasal madde kullanmışlardır. Bu katyonik reaktifler ve selüloz etkileşimi Şekil 1.1, Şekil 1.2 ve Şekil 1.3'de verilmiştir.

Direkt ve reaktif boyalar anyonik yükler taşıdıklarından katyonize pamuk bünyesindeki kation gruplarından dolayı boyalar için yüksek affiniteye sahip özellik taşımasını sağlar.

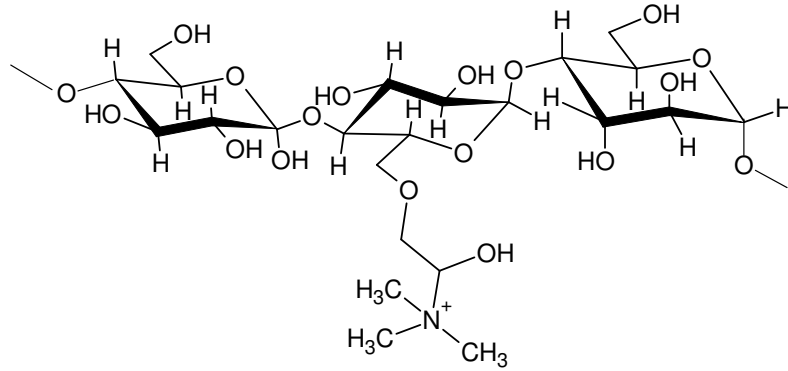
Ayrıca lif-boya arasındaki bağlara elektrostatik çekim de eklenerek boya tüketiminde ve sabitlemesinde olumlu gelişmeler meydana getirir (Lewis ve Lei, 1989).



Şekil 1. 1. Katyonik Reaktif



Şekil 1. 2. Katyonik Reaktif



Şekil 1. 3. Katyonik Reaktif-Selüloz Etkileşimi

Bu işlemin avantajları çevresel etkilerin, enerji tüketiminin azaltılmasını ve boyahanelerin üretimlerinin artmasını sağlamaktadır. Bu mevcut çalışma direkt, reaktif, metal kompleks ve asit boyarmaddelerle katyonik pamuğun boyanma potansiyelini, ayrıca direkt, reaktif, metal kompleks ve asit boyaların renk haslığı özelliklerini ve boya ürünlerini geliştirmesi üzerinde durulmuş katyonik pamuk ve normal pamuğun boyama prosesleri karşılaştırılmış, haslıkları üzerinde çalışılmıştır.

**1.1. Tekstilde Kullanılan Lif ve Boyarmadde Yüklerinin Önemi**

Tekstil liflerinin iyonik yükleri, bu liflerin terbiyesinde kullanılacak ana ve yardımcı kimyasallarında uyumlu kullanımını ve aralarında oluşacak bağları da öncelikli etkiler. Anyonik yüklü bir tekstil maddesinin boyanmasında ve yumuşatılmasında katyonik boyarmadde ve katyonik yumuşatıcı kullanılması bu uyum için gereklidir. Bu durumda diğer etkin bağların yanında elektrostatik çekim kuvvetleri de devreye girmektedir. Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2’de tekstil liflerinin ve bu tekstil liflerinde kullanılan boyarmaddelerin iyonik yükleri görülmektedir.

Çizelge 1. 1. Tekstil Lifleri ve İyonik Yükleri ( Yurdakul, 2006 )

<b>İYONİK YÜKÜ</b>	<b>LİF CİNSİ</b>
<b>Non-iyonik</b>	Poliester, Asetat
<b>Katyonik</b>	Yün, İpek ve Poliamid
<b>Anyonik</b>	Poliakrilnitril (Akrilik)
<b>Hafif Anyonik</b>	Pamuk

Çizelge 1. 2. Tekstil Boyamacılığında Kullanılan Boyarmaddeler ve İyonik Yükleri ( Yurdakul, 2006 )

<b>İYONİK YÜKÜ</b>	<b>BOYARMADDE CİNSİ</b>
<b>Non-iyonik</b>	Pigment, Dispersiyon
<b>Katyonik</b>	Bazik
<b>Anyonik</b>	Direkt, Reaktif, Asit, Metal Kompleks

## 1.2. Pamuğun Türkiye İçin Önemi

Pamuk bitkisi, yaygın ve zorunlu kullanım alanıyla insanlık açısından, yarattığı katma değer ve istihdam olanaklarıyla da üretici ülkeler açısından büyük ekonomik öneme sahiptir. Artan nüfus, doğal elyafa olan ilginin giderek artması ve yaşam standardının yükselmesi, pamuk bitkisine olan talebi de artırmaktadır. Buna karşın, sınırlı sayıda ülkenin ekolojisi pamuk tarımına el verdiği için, Dünya üretiminin yaklaşık % 80'i, Türkiye'nin de içinde olduğu sekiz ülke tarafından gerçekleştirilmektedir.

Günümüzde Türkiye, pamuk ekim alanı yönünden Dünya'da yedinci; birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden dördüncü; pamuk üretim miktarı yönünden altıncı; pamuk tüketimi yönünden beşinci; pamuk ithalat yönünden ikinci ülke konumundadır.

Türkiye, organik pamuk üretimi yönünden de Dünya'nın en önde gelen ülkelerinden birisidir. Türkiye'de pamuk üretimi, genelde, Ege, Antalya, Çukurova ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerimizde yoğunlaşmıştır.

Pamuk ekim alanlarının, özellikle 1960'lı yıllardan sonra, Çukurova bölgesinde sürekli bir düşüş gösterdiği (400.000 hektardan 130.000 hektara); GAP bölgesinde, özellikle 80'li yıllardan, 2000'li yıllara kadar hızlı bir artış trendi (80.000 hektardan 330.000 hektara) içinde olduğu; Ege bölgesinde, yıllara göre 200.000-260.000 hektar arasında değişim gösterdiği; Antalya bölgesinde ise, yine, özellikle 90'lı yıllardan sonra sürekli bir azalış (30.000 hektardan 8.000 hektara) eğilimi içinde olduğu dikkati çekmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, yaklaşık 300.000 hektardan fazla ekim alanı ve 400.000 tondan fazla lif üretimi ile son yıllarda, Türkiye'nin en önemli pamuk üretim bölgesi konumuna gelmiştir. Ülke üretiminin yaklaşık % 50'si bu bölgeden karşılanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki pamuk ekim alanlarının, özellikle GAP projesinin tamamlanmasından sonra, daha da artacağı tahmin edilmektedir.

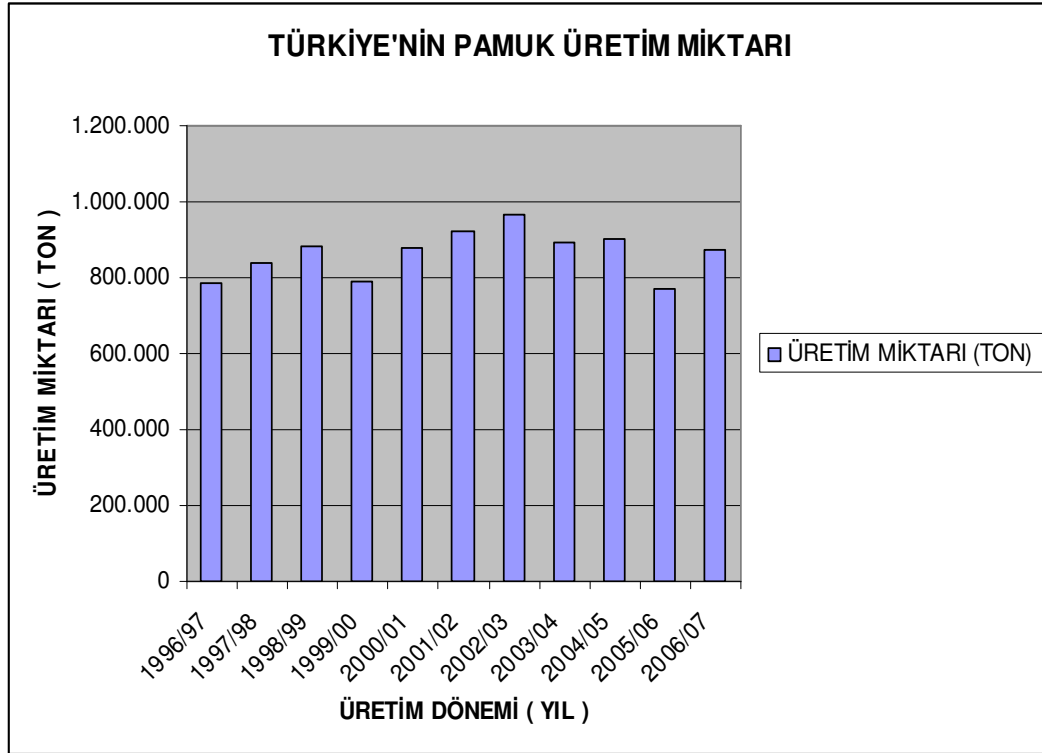
Türkiye'de pamuğun, gelişmiş tekstil sektörünün temel hammaddesi olarak, özel bir önemi bulunmaktadır. Pamuk sektörü, iç pazarda, üretimden tüketime kadar olan süreçte

ciddi bir katma değer oluşturmaktadır. Türkiye, aynı zamanda dünyada da pamuk alanında kayda değer potansiyeli bulunan bir ülkedir; üretim, tüketim ve ithalat yönüyle dünya pamuk ticaretinde önemli bir yere sahiptir (Aksoy ve Dölekoğlu, 2003).

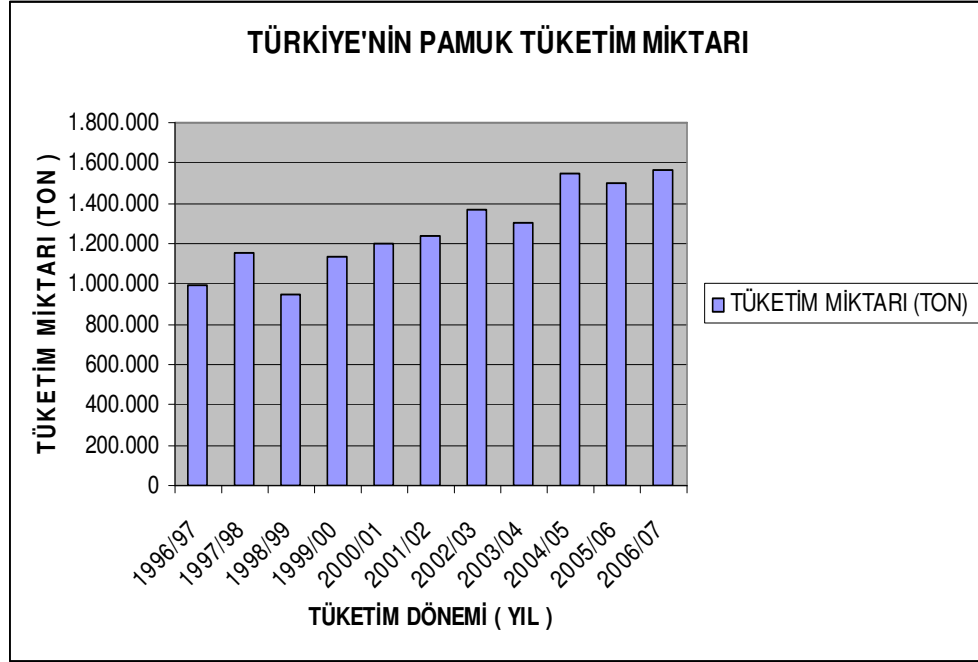
2006/2007 dönemi tahmini verilerine göre dünyada;

- Toplam pamuk üretiminin % 4'ünü, ( Şekil 1.4 )
- Toplam pamuk tüketiminin % 6'sını, ( Şekil 1.5 )
- Uluslararası toplam pamuk ticaretinin de %9'unu Türkiye gerçekleştirmektedir ( Pamuk Yatırım Forumu, 2007 ).

Türkiye, Çin'den sonra en çok pamuk ithal eden ülkedir ve ithalat hacmi giderek artmaktadır. Türkiye, dünyada önemli bir pamuk üreticisi ülkedir. Türkiye pamuk üretimi, son otuz yılda 500 bin ton/lif'ten, 900 bin ton/life kadar yükselmiştir (Şekil 1. 4).



Şekil 1. 4. Türkiye’de pamuk üretimin durumu ( Pamuk Yatırım Forumu, 2007 )



Şekil 1. 5 . Türkiye’de pamuk tüketim miktarı ( Pamuk Yatırım Forumu, 2007 )

### 1.3. Normal Pamuğun Boyama Öncesi Gördüğü Ön Terbiye İşlemleri

Dokumadan ya da örmeden gelen ham pamuklu kumaşlar ya da pamuk ipliklerinin ham halde boyanmaları zordur. Bu nedenle, bazı ön işlemlerden geçirilmeleri gerekir.

Bu işlemler; Yakma → Haşıl sökme → Hidrofilleştirme → Merserize → Ağartma işlemleri'dir

- Yakma işlemi görmüş kumaşlarda boyamadan sonraki renk canlılığı daha fazladır.
- Mamuldeki haşıl artıkları, bazı yerlerin boyanmamış kalmasına neden olur.
- Pamuk, boyama için üzerindeki yağ, mum gibi hidrofob özellik veren maddelerden arındırılır ve hidrofilleştirilir. İyi ıslanmayan bir mamulde, elde edilen boyamada düzgünsüz ve iyi nüfuz etmemiş bir şekilde olacaktır.
- Merserize işlemi görmüş pamuklar, merserize olmamış pamuklardan daha koyu renklerde boyanırlar. Bu; boyamada verimin daha yüksek olması anlamına gelir.

- Parlak ve açık renkte boyamalar eldesi için pamuk iyi bir şekilde ağartılır. Buna göre yapılan kasar, ılıman ağartmalar ise şeker kasar olarak nitelendirilir. Koyu ton boyamalarda ağartma gereksizdir. Ancak bazı durumlarda renk canlılığı ve parlaklık açısından ılıman bir ağartma yapılır.

İyi bir boyama eldesi için ön terbiyenin üniform bir şekilde ve yeterli düzeyde yapılması şarttır. Bu koşul kontinü boyamalarda kendini çok daha belirgin bir şekilde hissettirir. Çünkü kontinü boyamalarda tekstil malzemesi, daha kısa sürede ıslanmak ve boyarmadde alımı yapmak zorundadır.

### **1.3.1. Normal Pamuğun Boyamaya Hazırlık İşlemleri**

Boyamaya geçmeden önce, hazırlık işlemlerinin bazılarını değinmek gerekir. Hazırlık işlemlerinin temel amaçlarından biri lifin bünyesinde bulunan veya sonradan gelen yabancı maddeleri liflerden uzaklaştırmak, böylece temiz hidrofilye özellikte lif elde etmektir. Bu özellikler iyi bir boyama ve bitim işlemi için öncelikle yerine getirilmelidir.

#### **1.3.1.1. Pişirme işlemi**

Bünyesinde doğal olarak bulunan yağlar ve mumlar nedeni ile pamuklu mallar diğer elyaflara nazaran daha fazla hazırlık işlemi gerektirirler. Alkali işlem sırasında pamuk içindeki yağlar, mumlar ile iplik büküm ve örgüsü sırasındaki makinelerden gelen yağlar temizlenir. Bu işlem ile pamuk çekirdeklerinin şişirilmesi ve patlatılması da gerçekleştirilir ki, bunların müteakip yıkama ve beyazlatma işlemlerinde tamamen giderilir. Örgü sanayinde kullanılan ipliklerin dokumada kullanılanlara kıyasla daha az pamuk çekirdeği ihtiva etmesi nedeniyle, örgü mallar için kombine bir pişirme-beyazlatma işlemi yeterli olacaktır.

Pişirme sırasında yağ cinsinden yabancı maddeleri uzaklaştırmak iki yolla mümkündür. Bunlardan birincisi uygun bir organik solvent ile çözerek veya emisyon

haline getirerek ki diğeri ise alkaliler ile sabunlaştırmaktır. Pratikte alkali işlem çok daha ekonomik olup, alkali olarakta en fazla kostik soda kullanılır. Sabunlaşma neticesinde çözünmez durumda bulunan yağlar çözünür duruma getirilirler ki, bunlarda yıkanarak kolayca uzaklaştırılabilir. Modern uygulamalarda pişirme işlemine yardımcı olması amacıyla kompleks oluşturucu maddeler ve sentetik deterjanlarda kullanılır. En çok kullanılan yüzey aktif maddeler anyonik sülfat, sülfonat ve fosfatlardır. Alkali pişirme işlemlerinde, muamele süreleri alkali konsantrasyonuna ve işlem sıcaklığına bağlı olup, bunlarda kullanılan makine tipine göre değişir. Uzun muamele süreleri çektirme makineleri için gereklidir. Haspel-Jet gibi makinelerde mal 90–95°C’de %0.5–1 gibi düşük kostik konsantrasyonlarında 1–2 saat kadar muamele edilir.

### **1.3.1.2. Ağartma İşlemleri**

Pamuk elyafının bünyesinde pigment halinde renkli maddeler bulunmaktadır. Bu renkli madde ham pamuğun sarı/kahve renkteki karakteristik görünüşünün nedenidir. Pişirme ve müteakip yıkamalar ile temiz ve hidrofil mal elde edilirse de az miktarda pigment hala mal üzerinde kalmaktadır. Bu nedenle boyanacak malların önemli bir miktarı için beyazlatma işlemi gerekmektedir. Basılacak veya beyaz olarak kullanılacak mallar için beyazlatma şarttır. Pamuk üzerinden pigment boyarmaddesini uzaklaştırmanın en iyi yolu oksidasyondur. Oksidan madde olarak sodyum hipoklorit (  $\text{NaOCl}$  ), sodyum klorit (  $\text{NaClO}_2$  ) veya hidrojenperoksit (  $\text{H}_2\text{O}_2$  ) kullanılır. Daha saf olmaları nedeniyle, rejenere selüloz lifleri daha ılıman şartlarda beyazlatılabilirler.

#### **1.3.1.2.1. Sodyum Hipokolit Ağartması**

Sodyum hipoklorit çok güçlü bir beyazlatma maddesi olup, pamuklu mallara iyi bir beyazlık sağlar. Ayrıca pamuk çekirdeğinin tamamen uzaklaştırılmasını mümkün kılar. Ancak titiz işlem kontrolü gerektirmesinin yanı sıra, işlemin uzun olması bu beyazlatma işleminin dezavantajıdır. Bu işlem öncesi mal yeteri derecede pişirilmeli ve ardından asit ile nötralizasyon yapılmalıdır. Ağartma işleminin kendisinde uzun bir çektirme işlemi olup,

müteakiben klor artıklarını giderme işlemi de gerektirir. Bu işlemlerin her birinin ardından yıkama işleminin gerekliliği prosesin iyice uzamasına neden olmaktadır.

İşlemden aktif beyazlatma maddesi HOCl'dir. Malın asgari düzeyde zarar görmesini ve iyi bir beyazlatma elde edilmesini temin etmek için çok spesifik pH ve sıcaklık değerleri kullanılır. Asidik ortamda klorür gazı oluştuğundan, sodyum karbonat kullanılarak beyazlatma pH=10–11 civarında yapılır. Ağartma oda sıcaklığında gerçekleştirilir, çünkü sıcaklık arttıkça pamuğun gördüğü zararda artar.

#### **1.3.1.2.2. Sodyum Klorit Ağartması**

Kontinü sistemlerde klorit ile ağartmanın mümkün olmasından ve elyafın düşük düzeyde zarar görmesinden dolayı sodyum klorit ile ağartma hipoklorit ağartmasına tercih edilebilir. Ancak ağartma sırasında klordioksit gazı açığa çıkar. Klordioksit gazı hem sağlığa zararlı olması hem de paslanmaz çelik teçhizatına korozyon etkisi sebebiyle istenmeyen bir maddedir. Netice olarak, uygun havalandırma ve makine dizaynı ile çevrenin korunması, beyazlatma banyosuna korozyon önleyici maddeler ilave edilmesi veya kullanılan çelik teçhizatın titanyum bileşikleri ihtiva etmesi gerekmektedir.

Bu işlemden de beyazlatma spesifik şartlar altında yapılır. Bu kez 80–90 °C gibi yüksek sıcaklıklar gerekli olup, pH değeri 4 civarında olacak şekilde banyoya asetik asit /fosfat tampon maddeleri ilave edilir. Haspel veya pişirme kazanı gibi aparatlarda yapılan beyazlatmalarda 1–6 g/L klorit ( %80'lik ) konsantrasyonu gerekli olup, işlem süresi 1,5 ile 5 saat arasındadır. Kontinü halat halinde çalışan makinelerde ve ya buharlayıcılarda 10–25 g/L klorit ( %80'lik ) çözeltisi kullanarak işlem 1 saatte tamamlanabilir.

**1.3.1.2.3. Hidrojen Peroksit Ağartması**

Elde edilen beyazlık derecesi daha düşük olmasına rağmen pamuk için olduğu kadar diğer bütün elyaflar içinde en önemli ağartma maddesi hidrojen peroksittir. Kısmen de olsa birçok diğer elyafı da ağartma özelliğinden dolayı bu ağartma maddesi karışımlar için idealdir. Pamuğa uygulanması sırasında spesifik şartlar gerekmesine rağmen, elyafa zarar vermeden çalışılabilecek sınırlar oldukça geniştir. Ağartma mekanizması hakkında tartışma hala devam etmekte ise de genel olarak aktif beyazlatma maddesinin perhidroksit ( $\text{HOO}^-$ ) iyonu olduğu ve ağartmanın muhtemelen serbest radikal mekanizması aracılığı ile gerçekleştiği kabul edilmektedir. Yüksek işlem sıcaklıkları ağartma işlemini hızlandırdığından, kaynama noktasına yakın ve hatta daha yüksek sıcaklıklarda kullanılır. Düşük pH değerleri peroksitin etkinliğini yavaşlattığından, pamuğun ağartmasında banyoya pH:10,5 – 11 olacak şekilde sodyum hidroksit veya sodyum karbonat ilave edilir. Daha yüksek pH değerlerinde peroksit oksijen açığa çıkararak çabucak parçalanır ve ağartma tekrar yavaşlar. Banyoya sodyum hidroksitin yanı sıra ıslatıcı, deterjan ve emülgatör ihtiva eden modern yardımcı maddelerin ilave edilmesi suretiyle örgü malların aynı anda pişirme ve ağartılması mümkün olmaktadır. Kontinü metotlar kullanmak suretiyle çok hızlı kasar işlemleri mümkündür.

Ağartma zamanı ve banyo konsantrasyonu kullanılan sıcaklıklara ve aparatlara bağlıdır. Örneğin haspelde beyazlatma 80–90°C sıcaklıkta, 3–5 m/L hidrojen peroksit (%35'lik) kullanılarak 1–2 saatte yapılabilir. Soğukta bekletilerek yapılan bir beyazlatmada pamuğun 40–50 m/L hidrojen peroksit çözeltisi ile emdirdikten sonra en az 6 saat bekletilmesini gerektirir. Bununla birlikte kontinü metotlarda 20–50 m/L peroksit kullanılarak ağartmanın 20–30 dakikada gerçekleştirilmesi de mümkündür

**1.4. Normal Pamuklu Mamüllerin Genel Boyama Özellikleri****1.4.1. Normal Pamuğu Boyayan Boyarmaddeler**

Pamuk ve genel olarak selüloz elyafı;

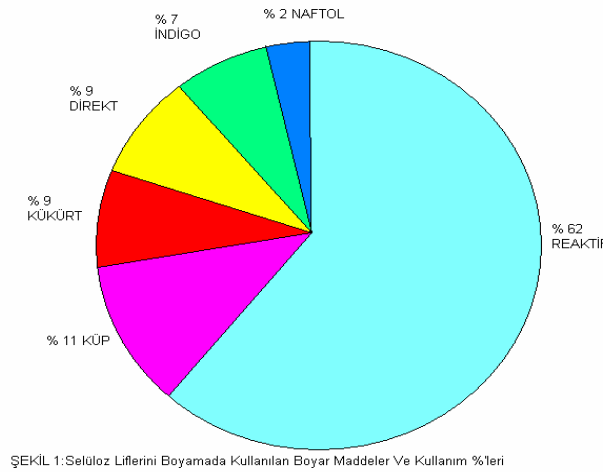
- Reaktif,

- Direkt (Substantif)
- Küp
- Kükürt
- İndigo
- Naftol boyarmaddeleri ile boyanır ( Şekil 1.6 ).

Burada en çok kullanılan boyarmadde reaktif boyarmaddelerdir ( Şekil 1.6 ).

Bu boyarmadde gruplarının yanında, bugün için önemi kalmayan;

- İndigosol
- Oksidasyon boyarmaddeleri de kullanılmaktadır.



Şekil 1. 6. Selüloz Liflerini Boyamada Kullanılan Boyarmaddeler ve Kullanım %'leri ( Yurdakul, 2006 )

Selüloz elyafı, denklem 1.'e göre büyük ölçüde anyonik boyarmaddelerle ve bazik ortamda boyanırlar.



Boyarmaddelerin selüloz elyafına bağlanması;

- Direkt, küp, kükürt, naftol boyarmaddelerinden adsorbsiyon,
- Reaktif boyarmaddelerde kovalent (kimyasal) bağlarla gerçekleşir.

Adsorbsiyon esasına göre bağlanmada; dipol kuvvetleri, H- köprüleri, Van der Waals kuvvetleri etki eder. Reaktif boyarmaddeler selüloz liflerine kimyasal bağlarla bağlanırlar. Bu da boyamanın özellikleri açısından önem taşır.

Selüloz elyafının boyanması şu adımlarla gerçekleşir:

- Amorf bölgeler, intermiseler bölgeler gibi liflerin kolay nüfuz edebilen bölgelerine suyun girmesi ve şişme
- Boyarmadde moleküllerinin ve agregatların lif yüzeyine adsorbsiyonu
- Boyarmadde moleküllerine ve küçük agregatların liflerin içerisine ( kolay nüfuz edilebilen bölgelerine) difüzyonu
- Boyarmadde şekillerinin lif içinde fiksajı

Flotte ile elyaftaki boyarmadde arasında dinamik bir denge mevcuttur. Bu denge aşağıdaki faktörlerce etkilenmektedir.

- Boyanacak elyaf türü
- Boyarmadde sınıfı
- Kimyasal maddeler ve yardımcı maddeler
- pH değerinin boyama prosesi süresince sabit tutulabilmesi
- Flotte oranı
- Boyama sıcaklığı
- Boyama süresi

Pratikte optimal bir boyama prosesi gerçekleştirebilmek ve optimal bir boyama etkisi elde edebilmek için yukarıdaki yedi faktör kesinlikle göz önüne alınmaktadır.

#### **1.4.1.1. Direkt (Substantif) Boyarmaddelerin Genel Özellikleri**

Bu sınıftaki boyarmaddeler fiyat açısından ucuz olup; genellikle dekorasyon, kadife, astarlık gibi malların boyanmasından ve siyah renklerde kullanılmaktadırlar. Bu boyarmaddeler suda kolaylıkla çözülmekte ve lifler tarafından da kolaylıkla alınmaktadır. Bu nedenle bu boyarmaddelerle direkt boyarmaddelerde denilmektedir. Sözü edilen boyarmadde sınıfı ile hem çektirme, hem de emdirme (pad-batch, pad-jig, pad-steam gibi) yöntemlerine göre çalışılabilmektedir.

Direkt Boyarmaddelerin Avantajları;

- Boyama işlemi kolaydır.
- Hatalı boyamaların düzeltilmesi mümkündür.
- Boyama sonrası uzun yıkama işlemlerine gerek yoktur.
- Işık haslıklar çoğunlukla (Licht markalarda) iyidir.
- Artık su yükü düşüktür.
- Boyama flottesı tekrar kullanılabilir. (duran banyo)

Direkt Boyarmaddelerin Sakıncaları;

- Yaş haslıkları sınırlıdır. (ard işlem görmemiş malzemelerde)

Direkt boyarmaddeler SDC (Society of Dyer's and Colorist)'ye göre üç ana sınıflara ayrılmaktadır;

- SINIF A (düzgünleştirme yeteneği yüksek boyarmaddeler); Bu boyarmaddeler küçük molekülü olup, boyama sırasında tuzun baştan verilmesi bile düzgün boyama eldesine engel olmamaktadır.
- SINIF B ( tuz kontrollü boyarmaddeler); Bu boyarmaddeler zayıf düzgünleşme ve migrasyon yeteneğine sahip olup, tuz ilavesi kaynama sıcaklığına çıkıldıktan sonra yapılmalıdır.
- SINIF C (tuz ve sıcaklık kontrollü boyarmaddeler); Bu boyarmaddelerde zayıf migrasyon ve düzgünleşme yeteneğine sahip olup, tuz ve sıcaklık kontrolü ile düzgün boyama eldesi sağlanmaktadır.

Direkt boyarmaddeler ile selülozun boyanması adsorbsiyon ile lif boyama yeteneğine substantiflik adı verilmektedir. Boyarmadde substantifliğini sağlayan ise;

- Dipol kuvvetleri
- H köprüleri
- van der Waals kuvvetleridir.

Boyama işleminin başlangıcında boyarmadde molekülleri lif etrafında toplanarak lif yüzeyine adsorbe olmaktadır. İkinci adımda ise, boyarmadde lifin kolay nüfuz edilen amorf bölgelerine diffüde olmaya başlamaktadır. Boyamada genellikle difüzyon adımı en

yavaş adım olup, diffüzyonu artırmak için banyo sıcaklığı artırılır. Fakat bu durumda da adsorbsiyon düşmektedir. Böylece life bağlanan boyarmadde kısmı azalırken flottede kalan boyarmadde kısmı artmaktadır.

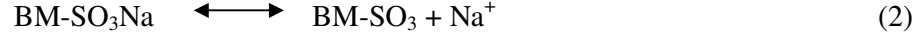
Sonuç olarak soğukta denge lif tarafına, sıcakta ise flotteye kaymaktadır. Belirli bir süre sonunda life bağlanan ve liften çözülen boyarmadde arasında bir denge oluşur ki, bundan sonra boyamayı uzatmanın bir yararı yoktur. Bu dengeyi etkileyen faktörler sıcaklık, flotte oranı, tuz ve baz ilavesidir.

- **SICAKLIK;** Çeşitli boyarmaddelerin lif tarafından alınmaları, sıcaklıkla çok farklı şekilde değiştiğinden soğuk, ılık ve sıcakta boyayan boyarmaddeler şeklinde sınıflandırılmaktadır.
- **FLOTTE ORANI;** Flotte oranı arttıkça bazı boyarmaddelerde denge flotte tarafına kaymakta, böylece boyamaya katılmayan boyarmadde kısmı artacağı için de boyama verimi düşmektedir.
- **TUZ (ELEKTROLİT) İLAVESİ:** Boyama sırasında selüloza boyarmadde anyonları değil, boyarmadde molekülleri adsorbe edilmektedir. Bu yüzden flotteye tuz ilave edilince, boyarmaddenin dissosiasyonu azalacağı için life bağlanan boyarmadde miktarı artmaktadır.

Tuzun boyarmadde alınımını artırıcı etkisi 2 şekilde açıklanabilir:

- Bilindiği gibi tuz molekülleri sulu çözeltilerde dissosiyeye olmuş vaziyette bulunurlar. Örneğin, sodyum klorür suda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları verecek şekilde iyonlarına ayrılmaktadır. Pozitif yüklü sodyum iyonu, lif/su sınır yüzeyine giderek etkili bir şekilde negatif zeta potansiyelini düşürmekte ve böylece, boyarmadde/lif etkileşimini engelleyen bariyer ortadan kalkmaktadır. Bu durum, tuzun katyonları ( $\text{Na}^+$ ) tarafından lifin eksi yükünün nötralize edilmesinden ileri gelmektedir. Lif yüzeyindeki negatif yük azalınca, anyonik boyarmaddeyle selüloz arasındaki elektrostatik itme kuvvetleri azalacağından, boyarmadde lif yüzeyine daha kolay yaklaşacak ve boyarmadde alımı artacaktır.

- Tuzun boyarmadde alımını artırıcı 2. etkisi ise boyarmaddenin agrehasyonunu artırmasından ileri gelmektedir. Bu durumda Le Chatelier prensibine göre şu şekilde açıklanabilir.



2 nolu denklemde görüldüğü gibi boyarmadde sulu ortamda iyonlarına ayrılmakta (dissosiyasyon olmakta), ortamda tuz ilave edildiğinde ise, flottedeki sodyum katyonu derişimi artacağından etkisi-zıt tepki prensibi (Le Chatelier) gereği 3 nolu denklemdeki denge sol tarafa kayacak, yani boyarmaddenin agresyonu artacaktır. Agregasyon artınca boyarmadde alımı artacak ve ayrıca boyarmaddenin agrega olmuş formu dissosiyasyon olmuş formundan daha kolay life yaklaşabilecektir.

- BAZ İLAVESİ: flotteye genellikle soda ilave edilir. Soda boyarmaddenin çözülmesine ve düzgün boyanma eldesine yardımcı olmaktadır. Bu nedenle çözünürlük sorunu yaşandığı durumlarda ve açık tonlardaki boyamalarda soda kullanımı tercih edilmektedir. Flotteye soda ilavesi ile selülozdaki karboksil gruplarının dissosiasyonu artmaktadır.



Böylece 4 nolu denklemdeki reaksiyonda görüldüğü gibi (-) yüklü lif tarafından (-) yüklü (BM-SO<sub>3</sub><sup>-</sup> boyarmadde anyonu) boyarmadde itilir. Selülozun (-) yükünün artması anyonik boyarmaddeyi daha fazla itmesine yol açacağından, boyarmaddede alımı frenlenerek düzgünlük sağlanmış olur. Bu nedenle açık tonlarda çok, koyu tonlarda az (veya hiç) soda kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra viskon boyanacağı zaman nötr ortamda yapılan boyamalar tercih edilmektedir.

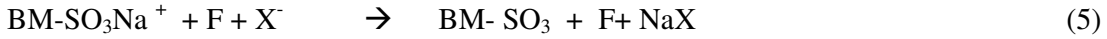
Kullanılan boyarmadde cinsi ve boyama koşullarına bağlı olarak denge, bazen tümüyle lif tarafından kaydırılabiliyorsa da birçok durumda boyarmaddenin ¼ 'ü ve hatta 1/3'ü flottede kalabilmektedir. Bu nedenle özellikle koyu ton boyamalarda flotte atılmadan

eksilen boyarmadde ile diğer ilave edilerek tekrar kullanılabilir. Bu şekilde çalışmaya “duran banyoda boyama” adı verilmektedir.

Direkt boyarmaddeler ucuz boyarmaddeler olup, özellikle koyu renklerde yaş haslıkları düşmekte ve bu nedenle boyama sonrası haslıklarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla yapılan ard işlemlerde;

- katyonik fiksatorler,
- metal tuzları (bakırsülfat , potasyumbikromat)
- Formaldehit kondenzasyon ürünleri kullanılmaktadır. Ancak metal tuzları ve formaldehit kondenzasyon ürünleri çevresel sorunlar orta çıkardığı için, genellikle katyonik fiksatorler tercih edilmektedir. Boyarmadde yapısındaki çözünürlük sağlayan gruplar bloke edilerek hem boyarmaddenin sudaki çözünürlüğü azaltılmakta hem de molekül büyümesi sağlamış olmaktadır.

Ayrıca bu ürünler anyonik boyarmadde molekülünün çözünürlük sağlayan sülfato grubunu bloke ederek yaş haslıkları da artırmaktadırlar.



Katyonik fiksaj maddeleri 5 nolu denkleme göre boyanan mamulün yaş haslıklarını (yıkama ve su haslığı) artırırken, genelde ışık haslıklarını düşürmektedir. Ayrıca haslık geliştirme amacıyla kullanılan kimyasallar boyalı kumaşta renk değişimine yol açabilmektedir. Bu nedenle ard işlem kimyasallarının kullanımında bu husus da göz önünde bulundurulmalıdır. ( Yurdakul, 2006 )

#### **1.4.1.2. Reaktif Boyarmaddelerin Genel Özellikleri**

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ özelliğine sahip tek boyarmadde sınıfıdır. Karakteristikleri küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmalarıdır. Molekül ağırlıkları genellikle 69–221 g/mol'dür. Küçük partikül özelliği life hızlı bir şekilde nüfuz etmelerini sağlar. Çok parlak renklere sahip reaktif boyarmaddeler basit yapılarının sonucu olarak spektrumlarında çok dar ve

yüksek pikler gösterirler. En çok mavi, kırmızı, oranj ve sarı renklerin eldesi için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler önce selüloz esaslı lifler için geliştirilmişlerdir. Ancak şimdi yaygın olmasa da yün, ipek, orlon, akrilik ve karışımları içinde kullanılmaktadır. Daha az olarak reaktif boyarmaddeler naylon, ipek ve asetatlarda da kullanılabilir. Naylon ve yün için asit reaktif gruplar kullanılır. Boyarmadde grubu olarak azo grubu içeren reaktif boyarmaddeler aşındırma baskılarda uygundur. Özellikle pamuk baskısında yüksek ışık ve yaş haslıklarına sahip parlak renkler elde edilir.

Reaktif boyarmadde ile boyanacak ya da basılacak malzemenin iyi bir ön terbiye işlemi görmeleri gerekmektedir. Özellikle nişasta haşılının uzaklaştırılması zorunludur. Aksi halde boyarmadde materyal yerine nişasta haşılı ile reaksiyona girer. Tüm ağartma maddelerinin iyi bir durulama ile materyalden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Reaktif boyarmaddeler boyamada emdirme ve çektirme yöntemlerine uygundur. Düşük flotte oranlarında; pad-batch , pad-jig, ped-steam yöntemleriyle çalışılabilir. Özellikle pad-patch yönteminde enerji tasarrufu sağlandığı için oldukça avantajlıdır. Çektirme yöntemine göre çalışıldığında pH ve tuz kontrolü yapılmalıdır. Migrasyon ve egaliz özelliğine sahip oldukları için düzgün ve hızlı bir boyama sağlarlar.

Reaktif boyarmaddelerin ışık, yaş ve ter haslıkları yüksektir. Boya-lif bağları çok düşük ve yüksek pH'larda hidrolize uğradığı için asit ve alkali haslıkları orta seviyededir. Özellikle reaktifliği diklor ve triklorprimidin boyarmaddeleri hidrolize çok eğilimlidirler. Klor haslıkları düşük olduğu için klor içermeyen ağartma maddeleri kullanılarak bu dezavantaj indirgenmeye çalışılmaktadır.

Boyamanın bitiminde hidrolize uğrayan boyarmadde kısmını uzaklaştırmak için sabunlama ve durulama ile iyi bir ard işlem yapmak gerekmektedir. Tuz ya da alkali fiksesi

yapılabilir. Reaktif boyarmaddeler sökülebilirler. Bazı boyarmaddeler beyaza dek sökülebilmektedir.

Yüksek yaş haslıkları, geniş renk paleti ve çok sayıdaki boyama yöntemine uygunluk gibi avantajları nedeniyle reaktif boyarmaddeler, selüloz esaslı liflerin ve karışımların boyanmasında kullanılan en önemli boyarmadde sınıfını oluşturmaktadır. Selüloz liflerinin yarısından çoğu reaktif boyarmaddeler ile boyanmakta olup, gelecekte bu boyarmadde sınıfının diğer boyarmaddelerden daha hızlı bir büyüme trendi göstereceği tahmin edilmektedir

Reaktif boyarmaddelerinin avantajları

- Çok iyi yaş haslıkları
- Parlak renk tonları
- Basit boyama yöntemi
- Küp boyamaya göre uygun fiyat
- Fiksajdan önce boyamanın düzgünleşmesi mümkün
- Dozajlama yöntemine çok uygun

Reaktif boyarmaddelerinin sakıncaları;

- Düşük boyarmadde verimi (%60–80)
- Çok sayıda yıkama işlemi gerekliliği
- Yüksek atık su yükü
- Kısmen düşük klor ve peroksit haslıkları
- Kırmızı renklere sınırlı ışık haslığı
- Genelde düşük yaş (ter, ışık) ışık haslıkları

Selüloz boyamacılığında bu kadar önemli olan reaktif boyarmaddeleri diğer boyarmadde sınıfında ayıran en belirgin husus, bunlarda lif makro molekülleri ile tepkimeye giren grupların bulunmasıdır. Bu grupların reaktiflik derecesine bağlı olarak, reaktif boyarmaddelerin boyama koşulları (sıcaklık, zaman ve alkali) arasında önemli farklılıklar göstermesidir. Boyarmadde molekülündeki reaktif gruplar, selüloz lifindeki

hidroksil gruplarla kovalent bağ oluşturmaktadır. Reaktif boyarmaddeleri life bağlanma mekanizmasına göre 2 gruba ayrılmak mümkündür.

- Heteroçiklik halka esaslı reaktif boyarmaddeler
- Vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddeler

Reaktif boyarmaddelerin yaklaşık 2/3'ü Heteroçiklik halka 1/3'ü korunmuş vinilsülfon esaslı reaktif grup içermektedir. Heteroçiklik halka esaslı reaktif grupların, selüloz makro moleküllerindeki –OH grupları ile reaksiyonu bir nükleofil (yer değiştirme) reaksiyonu olarak tanımlanabilir.

Vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddelerin selüloz makro moleküllerindeki –OH grupları ile reaksiyonu ise 2 adımda meydana gelir. Önce alkalinin etkisi ile vinilsülfon grubu oluşmakta, ikinci adımda da nükleofil adisyon (katılma) reaksiyonu ile selüloz makro moleküllerindeki –OH gruplarından biri bu vinil gruplarına bağlanmaktadır.

Reaktif grupların reaktifliğine göre boyarmaddeler;

- Soğukta boyayanlar (yüksek reaktifliğe sahip boyarmaddeler)
- Sıcakta boyayanlar (düşük reaktifliğe sahip boyarmaddeler) olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır.

Reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyamalar, ister soğukta ister sıcakta boyayan boyarmadde tipleri ile yapılınsın, prensip olarak boyama işlemi 3 adımda oluşmaktadır:

- Boyarmaddenin lifler tarafından alınması (migrasyon adımı)
- Boyarmaddenin lifle reaksiyona girmesi (fiksaj adımı)
- Hidrolize uğramış, life fikse olmamış boyarmadde kısmının mamulden uzaklaştırılması (yıkama adımı)

Şimdi bu adımları biraz daha yakından incelemeye çalışalım;

- Bu adımdan birincisi, kullanılan boyarmaddenin liflere olan substantifliği ve liflerin içine difüzyon yeteneği ile ilgilidir. Çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda, reaktif boyarmaddelerin substantiflikleri genelde düşük olduğu için, flotteye fazla miktarda (50–100 g/L) tuz ilavesi yapılmaktadır. Son yıllarda çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda az tuzlu boyamaya yeni geliştirilen;
- Levafix OS (Dystar)
- Procion XL+ (Dystar)
- Cibacron LS (Ciba)
- Sumifix HF (Sumitomo)

Boyarmaddeleri kullanılarak tuz miktarı yaklaşık 1/3 oranında azaltılabilmektedir.

Boyamada gerekli tuz ihtiyacı;

- Kullanılan boyarmadde cinsine,
- Boyama koyuluğuna ve
- Boyama koşullarına (flotte oranı, sıcaklık vb.)

Bağlı olarak sodyum sülfat veya sodyum klorür ile karşılanmaktadır. Boyamanın sonucu kullanılan tuz miktarı ve tuz cinsi ile yakından ilgilidir.

Reaktif boyarmaddelerle yapılan boyama işleminde yaygın olarak kullanılan 3 tip tuz bulunmaktadır. Bunlar;

- Sodyum klorür (NaCl)
- Kalsine sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) ve
- Kristal sodyum sülfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )'dır.

Hangi tuz cinsinin tercih edileceği konusunda sistematik bir veri bulunmayıp firmalar hem NaCl hem de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 'ı kullanmaktadır. Tuz cinsi firmadan firmaya farklı olmakla beraber, seçim kriterleri olarak tuzun;

- Fiyatı
- Düzgün boyama eldesi üzerine etkisi
- Boya verimi ve alınma hızı üzerine etkisi
- Boyarmaddenin çözünürlüğü üzerine etkisi
- Korozyon tehlikesi (özellikle sıcakta boyayan boyalarda) gibi özellikleri dikkate alınmalıdır.

Tuz ilavesinin yanında substantifliği etkileyen diğer 2 faktör ise sıcaklık ve flotte oranıdır. Boyama sıcaklığının artırılması substantifliği düşürürken, difüzyonu hızlandırmaktadır. Flotte oranının azalması ise hem substantifliği hem de fiksaj verimini artırmaktadır. Bu kısa bilgiden anlaşılacağı gibi reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyama yapılırken; boyarmaddenin substantifliği arttıkça, boyama koyuluğu açıldıkça, flotte oranı kısaldıkça ve boyama sıcaklığı düştükçe flotteye konulması gerekli tuz miktarıda düşürülebilmektedir.

Boyama sıcaklığı, soğukta boyayan boyarmaddelerde 40–50°C, sıcakta boyayanlarda ise yaklaşık 80-85°C arasında değişmektedir. Bazı yeşil, mavi ve turkuaz renklerde sıcaklık daha da yüksek olabilmektedir. Boyama sıcaklığının yükselmesiyle boyarmaddenin reaksiyon hızının artmasının yanında, boyarmadde hidrolizinde de artış meydana gelmektedir. Reaksiyonun oluşabilmesi ve reaksiyon süresinin ayarlanması sıcaklığa göre değişmekte olup, her 10°C'lık sıcaklık artışında boyarmaddenin kimyasal yapısına ve boyama koşullarına bağlı olarak reaksiyon hızı 2–3 kat artmaktadır.

Flotte oranı arttıkça boyarmaddenin substantifliği ve verimi düşerken migrasyonda artış gözlenmektedir. Diğer yandan, flotte oranının artması boyarmaddenin su ile reaksiyona girmesini desteklemekte ve böylece hidrolize olan boyarmadde kısmı yükselmektedir. Flotte oranı değiştiğinde daha önce belirtildiği gibi boyama işleminde kullanılacak tuz ve alkali miktarının da boyama kataloglarına bakılarak düzeltilmesi gerekmektedir. Özet olarak düzgün ve tekrarlanabilir boyama yapılabilmesi için, partiler arasında flotte oranı farklılıkları olmamasına ve partiler arasındaki tur sürelerinin aynı olmasına özen gösterilmelidir.

- Reaktif boyarmaddelerin liflerle reaksiyona girme hızları (boyamanın ikinci adımı) ise reaktif grubun cinsi, pH ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Kaba bir kural olarak “pH-değeri 1 basamak” veya “sıcaklık 20 °C” artırıldığında, reaksiyon hızında yaklaşık 10 katlık bir artış söz konusu olmaktadır. Tabiki sıcaklık ve pH değerleri artması ile yalnızca fiksaj (selüloz makro moleküllerindeki –OH grupları ile reaksiyona girmesi) hızı değil, aynı zamanda hidroliz (sudaki – OH grupları ile reaksiyona girmesi) hızı da artmaktadır.

Reaktifliği düşük olan boyarmaddelerde daha çok ve kuvvetli alkali kullanılmakla beraber, uygulanan boyama yöntemine göre alkali olarak kostik, soda, sodyum bikarbonat, trisodyumfosfat veya soda/bikarbonat veya soda/kostik gibi karışımlar kullanılmaktadır.

Seçilen boyama yöntemine göre alkali ilavesi;

- Boyamanın başında,
- Boyarmadde alımı bir dengeye ulaştıktan sonra,
- Dozajlama şeklinde veya
- Zayıf alkaliyle boyamaya başlayıp, daha sonra kuvvetli alkali ilavesi gibi değişik şekillerde uygulanabilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, pH değerindeki 1 basamaklık artış, reaksiyon hızından yaklaşık 10 katlık bir hızlanmaya yol açmaktadır. Dolayısıyla boyama sırasında pH-değerinde meydana gelebilecek bu tür sapmalar, boyamanın düzgünlüğünü ve tekrarlanabilirliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

Boyamada tekrarlanabilirliğin sağlanmasında sadece alkali cinsi ve miktarının doğru saptanması yeterli olmayıp, kullanılan suyun özellikleri ve bikarbonat içeriği de kontrol edilmelidir. Proses suyun pH 7, sertliği<4–5 Alman sertliği olmalı ve sudaki diğer yabancı maddeler ise limit değerini aşmamalıdır. Sert suların boyama işleminde oluşturduğu en önemli sorun boyarmaddenin yapı değişikliğine uğramasıdır. Bu durumda renkler tamamen sapabilmekte, boyarmaddenin çözünürlüğü veya difüzyon özellikleri zayıflayabilmektedir. Bunun sonucu olarak da düzensüz boyama oluşmakta ve haslık

değerleri düşmekte ve metal iyonlarına hassas boyarmaddelerde renk tonu değişimi sorunuyla karşılaşılabilir. Kullanılan suda aşırı bikarbonat bulunması durumunda ise 2 temel sakınca ortaya çıkmaktadır. Reaktif boyamada başlangıç pH'nin 6,5–7 civarında olması istenirken, sudaki bikarbonat varlığı pH'ın yükselmesine yol açmaktadır. Bu durumda reaktif boyarmadde yeterli migrasyon zamanı bulamadan, erken fiksaja başlayacaktır. Bu da boyama düzgünlüğünü ve tekrarlanabilirliğini olumsuz yönde etkileyecektir. Bikarbonatın yol açtığı bir diğer sakınca ise düşük pH'larda tampon çözelti oluşturmak, boyarmaddenin life fikse olması için gerekli olan optimum pH (10,5–11) seviyesine erişmeyi engellemesidir. Bu durum fiksajı olumsuz etkilemekte ve renk verimini düşürmektedir.

- Boyamanın 3.adımı olan yıkama işlemleri, çoğu kez esas boyama işlemine yakın bir zaman alabilmektedir. Reaktif boyamaların klasik ard işlemleri genellikle soğuk durulama ile başlamakta ve sırasıyla ılık→sıcak→ılık→soğuk gibi yaklaşık 5–6 adımdan oluşmaktadır. Vinilsülfon (VS) esaslı boyarmaddelerde sıcak alkali ortamda boyarmadde-lif bağının kopmasını önlemek için, sıcak yıkamaya geçilmeden önce soğuk-ılık ön durulama ve 40–50°C 'de asitleme işlemi yapılması gerekmektedir.

Yıkamanın başarısı büyük ölçüde hidrolizatın life olan affinitesine bağlıdır. Düşük affiniteli hidrolizat soğuk su ile büyük ölçüde giderilirken, yüksek affiniteli hidrolizat ancak sıcak su ile giderilebilmektedir. Son yıllarda yıkama işleminde direkt sıcak su ile başlamasıyla, yıkama banyosunda hidrolizatın substantifliğini arttıran elektrolitler (tuz ve alkali) daha efektif bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir. Ancak vinilsülfon esaslı reaktif boyarmaddelerin selülozla oluşturduğu bağlar bazik hidrolize karşı hassas olduğundan, bu boyarmaddelerle yıkamaya direk sıcak suyla başlanması önerilmemektedir. Durulama adımının sonu kesin olarak tanımlanmamış olmakla beraber, pratikte 1 g/L elektrolit konsantrasyonu, bu fazın sonu olarak kabul edilmektedir. Reaktif boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerinde;

- Uzaklaştırılacak fikse olmamış boyarmadde miktarı ne kadar az (yani fiksaj verimi ne kadar yüksek)

- Boyarmaddenin liflere substantifliği ne kadar düşük,
- Boyarmaddenin difüzyonu ve çözünürlüğü ne kadar yüksek olursa,

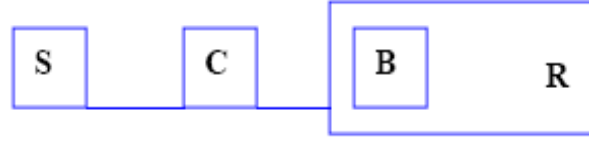
Yıkamanın da o kadar kolay olacağı söylenebilir. Yıkama sırasında boyarmaddenin substantifliğini azaltmak ve difüzyonunu hızlandırmak için başvurulacak en önemli yol ise yıkama sıcaklığının artırılmasıdır.

Reaktif boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda haslıklar, kullanılan boyarmaddenin yapısı ve özellikleri ile yakından ilgilidir. Özellikle boyarmaddenin kromofor ve reaktif grubu haslıklar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Reaktif boyarmaddelerde ışık haslıkları kromofora bağlı olup, özellikle metal kompleks olmayan azo boyalarının bazı tonlarında (oranj, kırmızı, lacivert vb.) problem teşkil edebilmekte, Cu ve Ni metal kompleks kromoforlar ise yüksek ışık haslığı sağlamaktadır. Yıkama haslıkları, elyaf ve boyama arasında kovalent bağ olduğu için iyi olmakla beraber,

- İyi uzaklaştırılmayan hidrolizat (yetersiz yıkama, yüksek substantiflikteki boyarmadde vb.)
- Kromoforu parçalayan etkenler (ağartama maddeleri ve bu maddeleri içeren deterjanlar vb.)
- Boya ile elyaf arasındaki bağı koparan etkenler (asit, alkali ve sıcaklık vb.) gibi nedenlerle sorunlarla karşılaşılabilir.

#### **1.4.1.2.1. Reaktif Boyarmaddelerin Kimyasal Yapısı**

Reaktif boyarmaddeler, yüksek ölçüde suda çözünebilir boyarmaddelerdir. Ancak direkt boyarmaddelerin tersine düşük substantiviteye sahip olacak şekilde geliştirilmişlerdir.



Şekil 1. 7. Reaktif Boyarmadde Yapısı ( Başer, İnanıcı, 1990 )

**S:** Suda çözülebilen çözünürlük sağlayıcı grup ( genellikle  $-\text{SO}_3\text{Na}$ ,  $\text{SO}_3\text{H}$ )

**C:** Moleküle renk veren grup

**B:** Köprü bağları.  $-\text{NH}-$ ,  $-\text{CO}-$ ,  $-\text{SO}_2-$  gibi gruplardır

**R:** Reaktif grup

Reaktif boyarmadde ile lif arasında kovalent bağın oluşumu alkali ortamda olur ve bazen tersinir olabilir. Kovalent bağın kuvveti, metal koordinasyon bağlarından kuvvetlidir. Bunun sonucu olarak reaktif boyarmaddeler çok iyi yıkama, sürtme ve ışık haslıkları verir. Buharlamada boyarmaddenin fiksajına yardım eder.

Reaktif boyarmaddeler genel olarak reaktif grubun kimyasal yapısına göre veya bu grubun kimyasal reaktivitesinin derecesine göre sınıflandırılırlar (Şekil 1. 7).

En yaygın olarak kullanılan reaktif boyarmadde tipleri azalan aktiviteye göre şu şekilde sıralanır ;

- Diklortriazin ( Procion M-zeneca )
- Diflorkloroprimidin ( Levafix E-Dystar )
- Vinilsülfon ( Remazol-Dystar )
- Monoklortriazin ( Cibacron-Ciba )
- Kloroprimidin ( Drimarene- Clariant )
- Akrirolamino ( Primazine- BASF )
- Monoflortriazin

**1.4.1.2.2. Yüksek Reaktifliğe Sahip Soğukta Boyayan Boyarmaddeler**

Soğukta boyayan reaktif boyarmaddeler için temperatur 20–40°C arasındadır. Reaktiflik yüksek olduğu için tempatatürü yükseltmeden ve alkali ilavesini arttırmadan elyaf ile çok kolay reaksiyona girerler.

Bunların avantajları;

- Daha hızlı boyama yapmak
- Daha az kimyasal madde tüketimi
- Daha az enerji tüketimi
- Yüksek boyarmadde verimi
- Tekrarlanabilme olanağının daha iyi olması
- Aynı zamanda düşük substantiviteyi yüzünden yıkanmalarının çok kolay olmasıdır. Yüksek sıcaklıkta durulama yeterlidir.

**1.4.1.2.3. Orta Derecede Reaktifliğe Sahip Ilıkta Boyayan Boyarmaddeler**

Esas olarak, bu grup sınıflandırma pek yaygın değildir. Genel olarak soğuk grupta değerlendirilirler.

**1.4.1.2.4. Az Reaktifliğe Sahip Sıcakta Boyayan Boyarmaddeler**

Bu tip monoklortriazin ( M.C.T. ) veya triklorprimidin (T.C.P) grubu içeren boyarmaddelerdir. Bunlara örnek markalar, procion II EXL, Cibakron E , Drimaren X/XN, Basilen E/P dir.

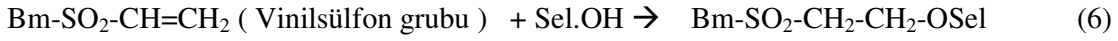
Boyama sıcaklıkları 60–80°C arasındadır. Reaksiyon kabiliyetleri zayıf oldukları için sıcaklığı yükseltmek ve alkali ilavesini arttırmakla aktivite sağlanır. Sıcak boyamada sıcaklığın yüksekliği nedeni ile çok düzgün boyamalar elde edilir ve boyarmadde nüfuzu mükemmeldir.

Bunların en büyük avantajları;

- Hidroliz tehlikesinin az olması
- Daha iyi nüfuz etmeleridir.

#### **1.4.1.2.5. Reaktif Boyarmadde ile Selüloz Elyafı Arasındaki Reaksiyon**

Reaktif boyarmaddeler selüloz elyafı ile 6 nolu denkleme göre kovalent bağ oluştururlar.



Boyarmadde ile selüloz liflerinin bağ yapmasını sağlamak üzere çok çeşitli yöntemler vardır. Boyarmadde bir alkali çözeltisinden tek adımlı emdirme, kurutma yöntemi ile aktarılabilir ya da nötral bir çözeltilerden aktarılarak daha sonra ayrıca alkali muamele uygulanabilir. Rengin inkişafı için aynı zamanda ısıda kullanılabilir. Her durumda, kumaş boyamadan sonra fikse olmamış ( boyarmadde banyosundaki su ile bağ yapmış olduğu için boyamada bir değeri olmayan ), elyafa fiziksel bağlarla bağlanmış boyarmaddelerin uzaklaştırılması amacı ile iyice sabunlanır.

Boyarmadde bünyesinde iki veya daha fazla reaktif grup bulunabilir, bu tip boyarmaddeler elyafı bifonksiyonel reaksiyona girerler. Sonuçta; boyarmaddenin elyafı yaptığı bağın çok sağlam olması nedeni ile fikse edilmeleri de çok iyidir. Buda boyamanın haslığı ve boyarmadde verimi üzerine etki eden önemli faktörlerden biridir.

Reaktif boyamada istenmeyen yan reaksiyon, boyarmaddelerin %15-40'a kadar hidrolize olmasıdır. Ancak son gelişmeler suya daha stabil boyarmadde üretimini sağlamıştır. Bifonksiyonel ve polifonksiyonel tipler bu açıdan avantajlıdır. Örneğin Ciba firmasının Cibacron C markaları bifonksiyonel etki gösterirler. Hem vinilsülfon hem de monoflortriazin grubu içeren reaktif boyarmaddelerdir. Bu da boyarmadde veriminin yüksek olmasına neden olur.

Reaktif boyarmaddelerde yeni bir gelişme %97–98 verim ile boyamanın mümkün olduğu Cibacron LS (Ciba) boyarmaddeleridir.

#### **1.4.1.2.6. Reaktif Boyarmaddelerde Boya Tüketimi ve Sabitlemesi Sorunları**

Merserizesiz normal pamuğun reaktif boyarmaddelerle çektirme yöntemine göre boyanmasında alım ve fikse verimi açık tonlarda yaklaşık %80–90, orta tonlarda ise %60–70'tir. Yani %30–40 boyarmadde kanala akıtılmaktadır. Oysa kaynakların kullanımı ve çevre kirliliği açısından daha yüksek alım ve fiksaj ile efektif boyarmaddelerin kullanımı istenmektedir.

Çalışılan boyama koşullarında boyarmadde fiksajının artması için araştırmalar pratik kullanımı olmayan fiksaj hızlandırıcılar üzerinde yoğunlaşmıştır. Enerji tüketimine önem olarakta kısa flotte oranı ve düşük sıcaklıkta boyamaya önem verilmektedir.

#### **1.5. Asit Boyarmaddelerin Genel Özellikleri**

Bu boyarmaddelere asit boyarmaddeleri denilmesinin sebebi boyama işleminin kuvvetli asidik ortamdan nötr ortama kadar değişen pH=3–7 aralığında yapılıyor olmasıdır. Asit boyarmaddeleri kimyasal yapılarından ziyade boyama davranışları ve yaş haslık özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre asit boyarmaddelerini 3 ana sınıfa ayırabiliriz;

1. Kuvvetli asidik ortamda boyayan asit boyarmaddeleri (Egalizasyon tipi)
2. Orta kuvvetli asidik ortamda boyayan asit boyarmaddeleri
3. Zayıf asidik veya nötr ortamda asit boyarmaddeleri (Dinkleme tipi)

##### **1.5.1. Kuvvetli Asidik Ortamda Boyayan (Egalizasyon Tipi) Asit Boyarmaddeler**

Bu gruptaki boyarmaddeler yapıları bakımından genelde mono azo esaslıdırlar. Bunların yün lifine bağlanmasında vander waals çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri önemli rol oynamamaktadır. Çoğunlukla elektrostatik çekim kuvvetleri ile liflere

bağlandıklarından affiniteleri çok fazla değildir. Bu nedenle bu boyarmaddelerle düzgün boyama elde etmek kolay olup, sonradan düzgünleşme özellikleri iyidir. Küçük molekülü olan bu boyarmaddelerin yaş haslıkları genelde düşük olduğu için, kullanımları açık-orta tonlarla sınırlı kalmaktadır.

Egaliz tipi asit boyarmaddeleri ile boyama sırasında, flotteye pH yaklaşık 2–3 olacak şekilde asit (sülfürik asit) ve boyama koyuluğuna bağlı olarak değişen miktarda tuz ilave edilmektedir.

Flotteye konulan tuz (selüloz liflerinin tersine) boyarmaddenin lif tarafından düzgünlük ve hızlı olarak alınmasını önlemektir. Kuvvetli asidik ortamda boyayan asit boyar maddeleri ile boyama yapılırken tuzun etkisi şu şekilde olmaktadır;

- Tuz ilavesi ortamdaki  $\text{Na}^+$  miktarını arttırarak dengeyi sola kaydırmakta ve bu durumda life affinitesi olan boyarmadde miktarı azalmaktadır.
- Flotteye tuz ilavesi ile ortamdaki anyon miktarı artmaktadır. Böylece flottede boyarmadde anyonu ve asit anyonunun yanında, bir de boyarmadde anyonuyla rekabet halinde tuz anyonu bulunmaktadır. Bütün bu anyonlar yündeki (+) amonyum gruplarına bağlanmak isteyeceklerdir ve tuz anyonları boyarmaddeden daha küçük olduğundan life daha önce bağlanarak, boyarmaddenin life bağlanmasını geciktirmiş olacaktır.
- Ayrıca flotteye tuz ilavesi boyarmaddenin agregasyonunu arttırmaktadır.

İlk iki etki boyarmadde alımını frenlerken, üçüncüsü arttırmaktadır. Kuvvetli asidik ortamda yapılan boyamalarda, ilk iki etki daha ağır bastığından, tuz boyarmadde alımını yavaşlatıcı etki göstermektedir. Bu nedenle, egaliz tipi asit boyarmaddeleri ile boyama yapılırken koyu ton boyamalarda az, açık ton boyamalarda ise çok tuz kullanılmaktadır.

### **1.5.2. Orta Kuvvetli Asidik Ortamda Boyayan Asit Boyarmaddeleri**

Orta kuvvetteki asidik ortamda boyayan asit boyarmaddeleri, yün liflerine sadece elektrostatik çekim kuvvetlerle değil, aynı zamanda van der Waals, H- köprüleri gibi

ikincil kuvvetlerle de bağlanabilmektedir. Bu gruptaki boyalar molekül büyüklükleri, yaş haslıkları ve düzgün boyama eldesi bakımından egaliz ve dinkleme tipi asit boyarmaddeleri arasında yer almaktadır.

Bu gruptaki boyarmaddeler egalizasyon tipi boyarmaddelere göre daha iyi haslık özellikleri göstermektedir. Liflere affiniteleri egalizasyon tipine göre daha fazla olduğundan, düzgün boyama eldesi de kısmen daha zor olmaktadır. Bu nedenle pH=4–5 (asetik asit ile) civarında yapılmakta ve ısıtma hızı daha yavaş artırılmaktadır.

Orta kuvvetli asidik ortamda boyayan boyarmaddelerde, tuzun boyarmadde alımını yavaşlatıcı veya hızlandırıcı etkisi olmamasına rağmen, boyanacak materyaldeki affinite farklılıklarından kaynaklanabilecek düzensizlikleri azaltmak amacıyla kullanılmaktadır.

### **1.5.3. Zayıf Asidik—Nötr Ortamda Boyayan (Dinkleme Tipi) Boyarmaddeler**

Bu boyarmaddelerin dinkleme haslıkları da iyi olduğu için bunlara dinkleme tipi asit boyarmaddeleri adı verilmektedir. Yün liflerine sadece elektrostatik çekim kuvvetleri değil, aynı zamanda van der waals , H- köprüleri gibi başka kuvvetlerle de bağlandıkları için affiniteleri yüksektir. Bu boyarmaddelerin migrasyonu düşük olduğundan, düzgün boyama eldesi için boyarmaddenin alınma hızını mümkün derece yavaşlatılması gerekmektedir. Bu gruptaki boyarmaddeler yapıları bakımından di azo boyarmadde sınıfına girmektedir. Bu nedenle bu boyarmaddelerle boyama işlemi pH=5,5–6,5 (amonyum sülfat veya asetik asit) civarında; yani, zayıf asidik veya nötr ortamda yapılmakta ayrıca flotteye düzgünlüğü artırıcı yardımcı madde konulmaktadır.

Zayıf asidik veya nötr ortamda yapılan boyamalarda flotteye ilave edilecek tuz, boyarmaddenin agregasyonunu artırdığından kuvvetli asidik ortamdaki etkinin tersine, boyarmaddenin lif tarafından alınmasını desteklemektedir. Daha büyük molekülü olduğundan genelde yaş haslıkları iyidir. Bu boyarmaddeler daha ziyade yaş haslıkların yüksek olması istenen durumlarda kullanılmaktadır.

### **1.6. Krom Boyarmaddelerinin Genel Özellikleri**

Krom boyarmaddeler yün liflerini boyanmasında en iyi yaş haslık değerlerinin elde edilebildiği boyarmaddelerdir. Bunlar, yüksek haslık özellikleri ve ucuz olmaları nedeniyle, genellikle lacivert ve siyah gibi koyu tonların boyanmasında kullanılmaktadır. Ancak, bu boyarmaddelerin uzun boyama süresi gerektirmesi, yüksek düzeyde lif zararı oluşması ve özellikle ekolojik açıdan gerek kumaş üzerinde, gerekse atık suda krom artıklarına yol açması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Son yıllarda ekolojik üretime ağırlık verilmesi nedeniyle bu boyarmaddelerin önemi iyice azalmıştır.

Kromlama boyarmaddeleri orta kuvvetteki asidik ortamda boyayan asit boyarmaddeleri gibidir. O nedenle, bu boyarmaddeler elektrostatik çekim kuvvetlerinin yanı sıra, van der waals çekim kuvvetleri ve hidrojen köprüleri ile de yün liflerine bağlanırlar.

Krom boyarmaddeleri ile çalışırken kromlama işlemi; boyama öncesi, boyama ile aynı anda veya boyama sonrası olmak üzere 3 farklı şekilde yapılabilmektedir.

1. Ön kromlama yöntemi; Bu çalışma şeklinde, yün önce krom bileşiği ile mordanlanmakta, ardından uygun boyarmadde ile boyanmaktadır. Ön mordanlamada fazla miktarda krom bileşiği kullanılması, boyanan malzemenin tutumunun gevrekleşmesi, uzun boyama süresi gibi sakıncalar söz konusu olduğu için bu yöntem önemini kaybetmiştir.

2. Tek adımlı kromlama yöntemi; Bu yöntemde boyama ve kromlama tek adımda, yani aynı banyoda yapılmaktadır. Bazı seçilmiş krom boyarmaddeleri ile bu yöntemde göre daha kısa sürede boyama yapılabilmektedir. Boyama ve kromlama şartlarına uyulduğunda (pH=6 civarında olmalıdır) krom iyonları boyarmadde ile, flottede değil boyarmadde lif tarafından alındıktan sonra lif içinde kompleks oluşturmaktadır. Tek kromlamada, mordanlama maddesi olarak potasyumkromat ( $K_2CrO_4$ ) amonyum sülfat  $[(NH_4)_2SO_4]$  karışımı kullanılmaktadır.

3. Sonradan kromlama yöntemi; Bu yöntemin esası, yünün önce kromlanabilecek asit boyarmaddesiyle boyaması ve flottedeki boyarmadde lifler tarafından alındıktan sonra aynı flottede kromlanmasıdır. Boyama işlemi 2 adımdan oluştuğu için boyama süresi uzun olmaktadır.

Mordanlama işlemi potasyumbikromat ile yapılmaktadır. Bikromat anyonundaki krom iyonları +6 değerlikli olup, yün bunları +3'e indirgeyerek kromlama boyarmaddesi ile krom iyonunun kompleks meydana getirmesi sağlanmakta ve oluşan bu kompleks krom +3 iyonları üzerinden yün lifine koordinatif olarak bağlanmaktadır.

Gereğinden çok bikromat kullanıldığında, hem yüne zarar vermekte hem de atık su yüküne yol açılarak çevreye olumsuz etki yapılmaktadır. Bu nedenle, kromlamada kullanılacak mordan miktarının optimum düzeyde tutulmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak mordan miktarına ilişkin çeşitli firmaların farklı önerileri bulunmaktadır. BAYER firması krom boyarmaddeleri için 0,25–0,5 arasında değişen krom faktörleri vermektedir. Boyarmadde %'si ile krom faktörü çarpılarak kullanılması gereken potasyumbikromat miktarı bulunmaktadır. Benzer şekilde SANDOZ ve ACNA/IWS yöntemlerinde de her boyarmadde için krom faktörü verilmektedir. GIBA—GEİGY firması ise bikromat miktarını belirlerken her boyarmadde için (7) nolu denkleme göre ayrı bir faktör yerine bir hesaplama şekli önermektedir.

$$\text{Bikromat miktarı}(\%) = \%0,2 * \text{kumaş ağırlığı} + \%15 * \text{BM konsantrasyonu}(\%) \quad (7)$$

Kromlama işleminin sonucu pH ile yakından ilgili olup, pH-Kontrollü çalışarak (mordanlama adımı flote pH'nın 3,5–3,8'e ayarlanması ile) atık flottedeki krom miktarının minimum düzeye indirilmesi sağlanabilmektedir.

Atık sudaki krom yükünün minimum olması için alınabilecek bir diğer önlem de, boyama adımının bitiminde flottenin boşaltılarak, mordanlamanın temiz flotteye yapılmasıdır. Mordanlama işlemi temiz su ile yapıldığında, krom iyonları flottede kompleks oluşturacak boyarmadde molekülü bulunmayacağından, sadece lif tarafından alınmış olan boyarmadde ile kompleks yapacak ve böylece atık sudaki krom yükü azalmış olacaktır.

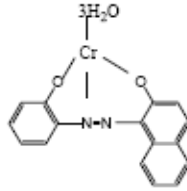
Ayrıca, boyama adımı tuzun başlangıçta verilmemesi, flotteye  $Cr^{+6}$ 'nın  $Cr^{+3}$ 'e dönüşümünü sağlayan sodyumtiosülfat, süt asidi, glikoz gibi indirgen maddelerin ilave edildiği özel yöntemler sayesinde flottede kalan atık krom miktarının azalması sağlanabilmektedir ( Yurdakul, 2006 ).

### 1.7. Metal Kompleks Boyarmaddelerinin Genel Özellikleri

Krom boyarmaddeleri ile çalışırken boyama ve kromlama olmak üzere 2 işlem söz konusu olduğundan; uzun süreli boyama, lifin zarar görmesi, krom iyonlarından ötürü çevreye zarar verilmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Kromlama boyarmaddelerinde boyacı tarafından yapılan kromlama işlemi, metal kompleks boyarmaddelerinde boyacı tarafından yapılan kromlama işlemi, metal kompleks boyarmaddelerinde boya üretimi sırasında yapılmaktadır. Bu nedenle metal kompleks boyalarında krom boyarmaddelerinde görülen sakıncalar ve boyama süresi iyice azalmıştır. Bu hazır haldeki metal kompleks boyaları 1:1 ve 1:2 olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadır ( Yurdakul, 2006 ).

#### 1.7.1. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddeler

Metal iyonlarıyla kompleks meydana getirmeye elverişli asit boyarmaddeleri olup, 1 metal iyonun ( $Cr^{+3}$ ) 1 boyarmadde anyonuyla kompleks meydana getirmesi sonucunda oluşmaktadır (Şekil 1. 8). Özellikle iplik ve karbonize edilmiş yünlü kumaşlara boyaması için uygun olan bu boyarmaddeler, metal iyonları ile kompleks oluşturmuş hazır boyarmaddelerdir.



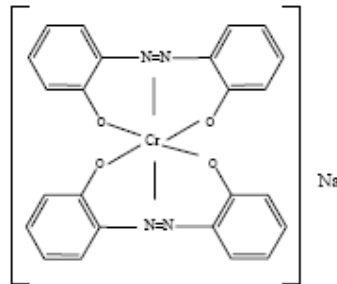
Şekil 1. 8. 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde Yapısı

1:1 metal kompleks boyarmaddeleri ile yün lifinin boyanmasında, krom boyarmaddelerinde olduğu gibi elektrostatik çekim kuvvetleri hem de koordinatif bağlar olduğundan yüksek haslıklar elde edilmektedir. Boyama işleminin başlangıcında söz konusu bağlar oluşursa düzgün boyama yapmak zorlaşacaktır. Bu nedenle, boyamaya çok kuvvetli asidik ortamda (1,9–2,4) başlanarak boyarmaddenin yüne koordinatif olarak bağlanması engellenmektedir. Kuvvetli asidik ortamda yapılan boyama ile sadece elektrostatik çekim kuvvetlerinin oluşması sağlanmaktadır. Boyamadan sonra yapılan durulama işlemi ile ortamdaki asit fazlası uzaklaştırılarak (+) yüklü amonyum gruplarının yeniden serbest amino gruplarına dönüşmesine imkân verilmektedir. Bu arada boyarmadde kompleksi amino grupları üzerinden yün liflerine koordinatif bağlarla bağlanmaktadır.

Düzgün bir boyama yapılması için flotteye konulacak optimal sülfürik asit miktarı; boyama koyuluğuna, flotte oranına ve boyamada egaliz maddesi kullanılıp, kullanılmamasına bağlı olarak değişmektedir. Firma kataloglarında verilen grafik ve tablolar yardımıyla gerekli asit miktarı bulunmaktadır. Boyama kuvvetli asidik ortamda yapıldığından bu boyarmaddeler karbonizasyon veya asidik dinkleme işlemi görmüş ve nötralize edilmemiş yün liflerinin boyaması için uygundur ( Yurdakul, 2006 ).

### 1.7.2. 1:2 Metal Kompleks Boyarmaddeler

1 metal iyonu 2 boyarmadde molekülü ile kompleks oluşturmuştur ( Şekil 1.9. ). Yün boyamacılığında bu boyarmaddelerin sınırlı çözünürlüğe sahip olanlarla sülfö grubu içerenler kullanılmaktadır.



Şekil 1. 9. 1:2 Metal Kompleks Boyarmadde Yapısı

1:2 metal kompleks boyarmaddelerinde boyarmadde kompleksi liflere (kromlama ve 1:1 krom-kompleks boyarmaddelerinden farklı olarak) koordinatif bağlanmamaktadır. Moleküllü büyük ve sudaki çözünürlüğü kısıtlı olan boyarmaddeler H-köprüsü, van der waals çekim kuvvetleriyle ve birde boyarmadde kompleksi (-) yüklü olduğundan iyonojen bağlarla liflere bağlanmaktadır.

Gerek molekülün büyük olması nedeniyle migrasyon yeteneklerin düşük olması ve gerekse sudaki çözünürlüklerin az olması nedeniyle, bu boyarmaddelerle çalışırken, boyarmaddenin liflere baştan itibaren düzgün aldırılması sağlanmaktadır. Yün lifleri 1:2 metal kompleks boyarmaddeleriyle hafif asidik veya nötr ortamda kolay ve oldukça seri bir şekilde boyanabilmektedir. Bu boyarmaddelerin sonradan düzgünleşme yeteneklerini pekiyi olmaması ve 70 °C'den itibaren boyarmaddenin lifler tarafından hızlı alınması nedeniyle boyama esnasında flote sıcaklığının çok yavaş bir şekilde yükseltilmesi gerekmektedir. Ayrıca, düzgün boyama eldesi için uygun egaliz maddelerinin de kullanılmasında yarar vardır. Bu tip boyarmaddeler için egaliz maddesi olarak anyon aktif ve non-iyonik egaliz maddelerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Boyama flottesinin pH-değeri küçüldükçe (asidik kuvveti artıkça) boyarmaddenin alınma hızı artmakta ve boyamanın sonradan düzgünleşmesi yeteneği azalmaktadır. Bu nedenle ki, bu tip boyarmaddelerle boyamaların pH=6 civarında (pH=5,5-6,5'da) yapılması tavsiye edilmektedir ( Yurdakul, 2006 ).

**2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Direkt boyaların kullanımının en cazip özelliği boyama işleminin gerekli basitliğidir. Bu boyaların kullanımı, yüksek elektrolit konsantrasyonlarının varlığında boya ihtiyacını ve boyanmış materyallerin düşük yıkama haslık özelliklerini göstermesi belli başlı problemlerde artış gösterir. Katyonik reaktiflerle selülozik liflerin ön işlemi, ihtiyaç olan elektrolit miktarını elimine ya da azalttığı ve direkt boyaların yıkama haslığının iyileştirdiği rapor edilmiştir (Lewis ve McIlroy, 1997; Rupin ve ark. , 1970).

Katyonizasyon maddesi olarak kolin klorürü (choline chloride) kullanarak bir çalışma yapılmıştır. Bu katyonizasyon maddesini pamuğa bağlamak için köprü bağı oluşturucu madde gerekmektedir. Bu çalışmada köprü bağı oluşturucu madde olarak trimetilol asetilen diürein kullanılmıştır. Ayrıca katyonizasyon işleminden sonra reaktif ve direkt boyarmaddelerle boyamalar gerçekleştirilmiştir. Kolin klorür, metilpolioksietilen kokoamonyum klorür ve suda çözülebilen bir polimer, katyonizasyon maddesi olarak kullanılmıştır (Harper ve Stone, 1986).

Renksiz katyonik ve anyonik selüloz-reaktif bileşim hazırlanmış ve pamuk ipliklerine uygulanmıştır. Katyonik ajanlarla ön terbiyeli iplik kolaylıkla kontrol edilebilen terbiyelenmemiş ipliğe nazaran direkt boyalar ve asitlere daha iyi boya alımı olduğunu gösterir (Clipson ve Roberts, 1989).

Çeşitli amin bileşikleri de katyonizasyon işlemi için kullanılmıştır. Amin içerikli aditif madde olarak; monoetanol amin, dietanol amin ve trietanol amini kullanılmıştır (Blanchard ve Reinhardt, 1989).

Katyonizasyon işlemi için çalışmalarında trietanol aminin hidroklorür türevleri kullanılmış, işlem banyosuna bir glikol ilave edilmiştir (Blanchard ve Reinhardt, 1992).

Pamuk lifindeki katyonik yükleri desteklemek için kullanılabilen birçok kimyasallar derlediler. Çünkü direkt ve reaktif boyalar anyonik yükleri taşırlar. Pamuk bu boyalar için yüksek affiniteye sahip olması beklenir (Lewis ve McIlroy, 1997).

Selüloz yapısına amino gruplarının girişi ile katyonizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla amino polimerler, N-metilol akrilamid ve sülfonyum türevleri kullanılmıştır. Bu çalışmada selülozun dispers boyarmaddelerle boyanabilirliğini artırmak için çeşitli kimyasal modifikasyon yöntemlerinden bahsedilmiştir ( Lewis ve McIlroy, 1997).

Tekstilde yıkama işleminin çevresel etkilerini azaltmanın metotları olarak boya banyolarının tekrar kullanımı, işlem optimizasyonu, prosüdüal ekipman değişikliği, kimyasal ve boya seçimi önerilebilir (Schlaepfi, 1998).

Mono ve bis reaktif katyonik ajanlarla pamuklu kumaşların ön işlem, tuzsuz ortamda nötral şartlar altında direkt boyalarla boyanabilen bir lif üretilir. Az çok tüketim ve sabitlemesinin yüksek dereceleri ve iyileştirilmiş yıkama haslığı, işlenmemiş örneklerle kıyaslanan katyonize edilmiş pamuk kumaşların tüm durumları için elde edildi. Sonuçlar şunu da gösteriyor ki, bis reaktif katyonik ajanla ön işlenmiş pamuk mono reaktif ajanla ön işlenmiş pamuğa nazaran yüksek derecede boya tüketimini ve sabitlemesini göstermektedir ( Youssef, 2000).

Pamuk, çeşitli direkt ve reaktif boyalarla mükemmel renk ürünleri vermesi için elektrolitsiz boyanabilen katyonik boya alanlarını destekleyen reaktanlarla terbiyelendi. Bu boyamaların renk haslığı, terbiyelenmemiş pamuktaki aynı boyaların renk haslığına eşittir ya da yüksektir. Katyonik pamuk için boyama prosedürleri daha kısadır, daha az su ve kimyasal yardımcıları kullanılır ve terbiyelenmemiş pamuk için kullanılan prosedürden daha az enerjiye ihtiyaç duyar. Asit boyalarla katyonik pamuk boyama, terbiyelenmemiş pamuktaki asit boyamalardan yeteri kadar koyu boyanmış kumaşlar üretir. Asit boyalı naylonlarla yıkama haslığı kıyaslanamadı. Daha az olumsuz çevresel etki ve daha az enerjili, daha az zamanda kabul edilebilir renk haslıklı, iyi renk ürünlü pamuğu boyayabilmenin pratikteki anlamı tekstil endüstrisi için yeterlidir. Pamuk için anyonik boyaların affinitesini geliştirmek için bir yaklaşımda liflere katyonik boya alanları eklemektir. 2,3 epoksipropiltrimetilamonyum klorid reaksiyonu ile katyonikleştirilmiş pamuğun boyama davranışı incelendi. Boya ürünleri ve haslık özellikleri modifiye edilmiş lif ile direkt, reaktif ve asit boyaların numaraları rapor edildi. Mükemmel boya ürünleri ve renk haslık özellikleri; elektrolitler, çok durulama ya da fiksator (normal olarak pamuk boyama da kullanılır ) kullanmaksızın elde edildi ( Hauser ve Tappa, 2001).

Günümüzde direkt ve reaktif boyalarla pamuk kumaşların boyanması işlemi çok enerji, su kullanımı ve kirlilik üreten bir prosestir. Daha çok ticari olarak mevcut olan reaktif ve direkt boyalar pamuk için sadece orta affiniteye sahiptir. Pamuk lifleri sudaki negatif yüzey yüklerinden oluşur ve bu yükler yavaş tüketimi ve anyonik boyaları iterek hareket ederler. Affinitenin bu azlığı boya banyosundaki elektrolitlerinin yüksek konsantrasyonlarının kullanımı ile ( örneğin sodyum klorür ve sodyum sülfat ) ve artırılan ısıdaki boyama zamanlarının uzatılmasıyla giderilir. Elektrolitlerin yüksek konsantrasyonları iki rol üstlenir. Pamuk liflerdeki oluşan negatif yüklerin üstesinden gelme ve boyanın çözünürlüğünü azaltma çoklu sıkma ve yıkama sonrası sabitlenmemiş boyaların giderilmesini üstlenirler. Sıklıkla polimerik fiksator ajanı boyanmış liflerin yıkama haslık özelliklerini geliştirmek için kolaylık sağlar. Sonuç olarak, atık suların büyük hacimleri, kimyasal ve boyaların yeterli miktarda içermesi tipik pamuk boyahanelerinde boşaltılır ( Hauser ve Tabba, 2001 ).

Atık su problemlerini azaltmak için Schlaeppi'nin(1998) yukarıdaki fikirleri geçerliiyken, mevcut kimyasallar, boyalar, ekipman ve prosedürlerin değişiminin tümünü içerir. Bu yaklaşım yeterli parasal gücü ve gelişim maliyeti gerektirir. Boya-lif etkileşimini artırmak için boya-lif değişimi ticari boyaların pamuk için affinite azlığının üstesinden gelmek için bir başka yöntemdir (Hauser ve Tabba, 2001).

Son çalışmalar minimum maliyetle anyonik boyalar için büyük oranda yükselen affiniteyle pamuk kumaşı destekleyen tasarlanmış bir işlem tanıtmıştır. Bu işlemin avantajları çevresel etkilerin azaltılmasını, enerji tüketiminin azaltılmasını ve boyahanelerin üretimlerinin artmasını sağlar. Bu mevcut çalışma asit boyalarla bu katyonik pamuğun boyanma potansiyeli ve katyoniksel modifiye pamuklu spesifik direkt ve reaktif boyaların renk haslığı özellikleri ve boya ürünleri konusundaki çalışmaya odaklanmıştır (Hauser ve Tabba, 2001).

Katyonik monomerler ile pamuklu kumaşın foto aşılmasını (photografting) ultraviole (UV) ışınması kullanarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen katyonik pamuğun

direkt, reaktif ve kükürt boyarmaddeleri ile tuzsuz boyanabildiği bildirilmiştir. Modifiye edilen pamuklu kumaşın işlem görmeyen kumaş ile aynı renk haslıklarına sahip olduğu bulunmuştur ( Jang ve ark., 2001).

Doğal boyarmaddelerle (Redwood, Gromwell, Cochineal, Goldthread ve Amur cork tree) boyamadan önce birkaç katyonizasyon maddesi ile pamuklu kumaşın katyonizasyonunu gerçekleştirilmiştir. İşlem görmeyen pamuklu kumaşa göre katyonik pamuklu kumaş; Redwood, Cochineal ve Gromwell boyarmaddeleriyle boyama sonucunda daha yüksek boyarmadde verimi vermiştir. Pamuklu kumaşın Goldthread ve Amur cork tree boyarmaddeleriyle boyanabilirliği ise katyonizasyon işlemi ile değişmemiştir. Katyonizasyon işleminde kullanılan NaOH konsantrasyonu belirli düzeyi aştığında NaOH'ın katyonizasyon maddesini hidrolizasyonu tespit edilmiş ve boyanan pamuklu örneklerin K/S değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada katyonizasyon işlemi için gerekli optimum NaOH konsantrasyonu belirlenmiştir (Eom ve ark., 2001).

Katyonik pamuk eldesi için kullanılan kimyasal maddelerin çoğunun çevresel açıdan güvenilirliğinin olmadığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla çevre dostu kimyasal maddelerin pamuğun katyonizasyon işlemi için kullanılmasının araştırılması gerektiği belirtilmiştir. Kitinden üretilen bir polimer olan chitosanın bu amaçla kullanımı bu yönde atılan bir adım olarak bildirilmiştir (Chattopadhyay, 2001).

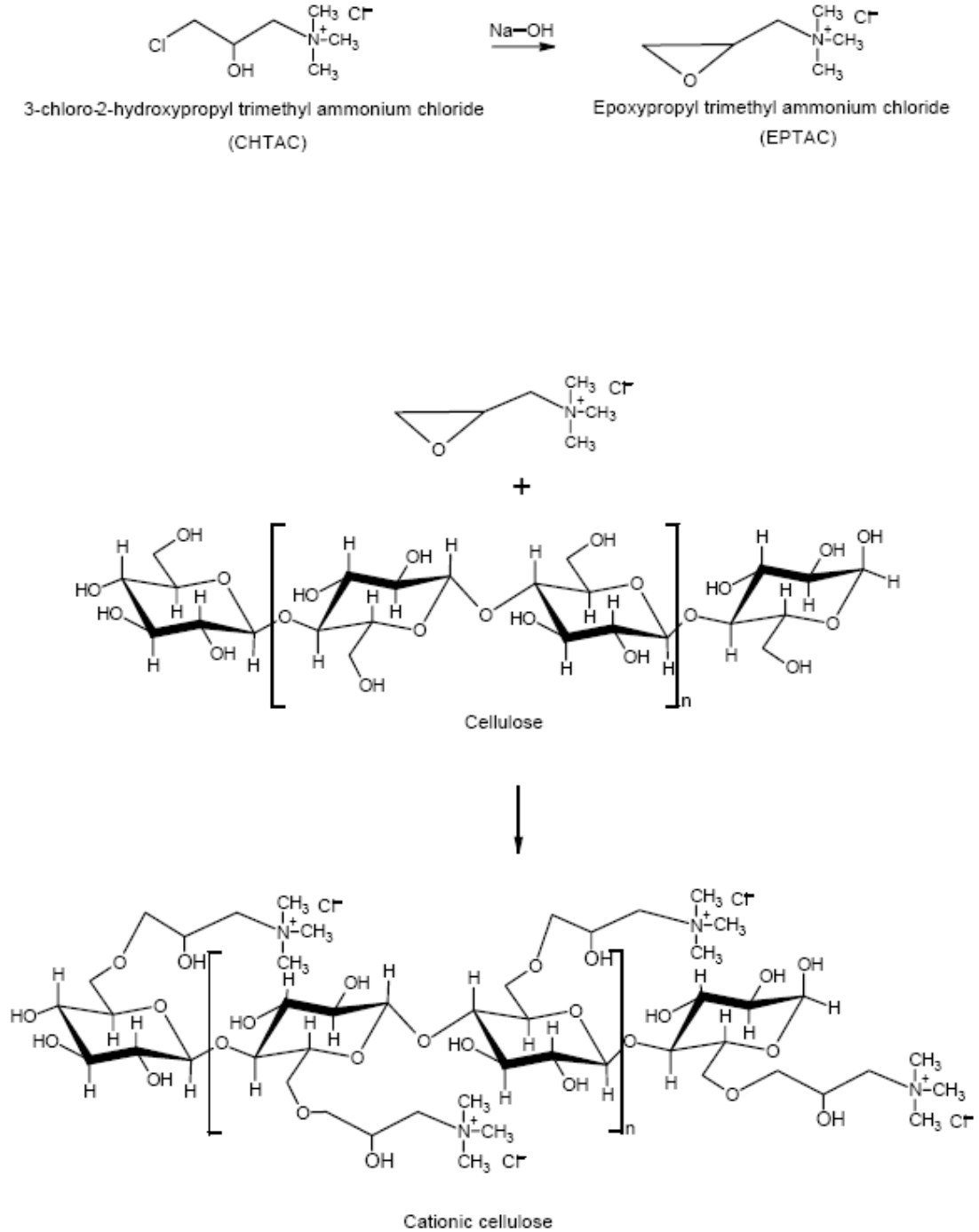
Pamuklu kumaşın tek banyoda ağartmasının ve boyanabilirliğinin modifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, tek banyoda ağartma işlemi sırasında katyonik bir monomerin (metakrilolaminometilamonyum klorür, MAPTAC) aşısı (graft) polimerizasyonu ile pamuklu kumaşın katyonizasyonu gerçekleştirilmiştir. Selüloza MAPTAC'ın fiksaj yüzdesi belirlenmiştir. MAPTAC varlığında hidrojen peroksitin ağartma performansının az miktarda azaldığı bulunmuştur. Bu yöntemle elde edilen katyonik pamuklu kumaşın tuz kullanmadan reaktif boyarmadde ile boyanabildiği ve renk kuvveti ve boyarmadde veriminin MAPTAC konsantrasyonunun artışı ile belirgin şekilde arttığı bulunmuştur (Srikulkit ve Larpsuriyakul, 2002).

Bir halohidrin (Williamson intermoleküler sentezi) maddesi kullanarak pamuk lifinin

yüzeyinin kimyasal modifikasyonunu gerçekleştirilmiştir. Ardından modifiye edilen pamuklu kumaşı direkt ve reaktif boyarmaddelerle emdirme-bekletme yöntemine göre boyanmıştır. Katyonik pamuk, boyama banyosundan boyarmaddeyi tamamıyla çekmiş ve durulama flotteleri berrak olarak gözlenmiştir ( Ponsa ve Savla, 2003).

Katyonizasyonu gerçekleştirilen viskoz çözeltisinden viskoz liflerinin çekimi araştırılmıştır. Viskoz çözeltisine ilave edilen farklı miktarlarda katyonizasyon maddesi ile bu çözeltinin teknolojik parametrelerindeki değişimler araştırılmıştır. Bu çözeltilerden lifin çekilebilirliği incelenmiştir. Üretilen poliamfolitik lifler mukavemet, uzama ve boyanabilirlik özellikleri bakımından incelenmiştir( Simeonov ve Petkova, 2005).

Selülozun katyonizasyonu için reaksiyon verimi CHTAC'ın hidroliz reaksiyonundan dolayı düşüktür. Hidrolize olmuş CHTAC artık reaktif değildir. Bunun sonucu olarak verim mükemmelden azdır. Reaksiyonun gerçekleşmesi için iki yol vardır. Emdirme-piştirme, emdirme-buharlama, tüketim ve emdirme-kurutma-terbiyeleme. Bu prosedürlerin tümünün verimlilik değerleri farklıdır. Emdirme-piştirme işlemi oda sıcaklığında CHTAC solisyonu ve NaOH karışımı ile kumaşı emdirmeden oluşur ve 24 saatliğine oda sıcaklığında bekletilmesi şeklinde devam eder. Katyonik selülozun eldesi kimyasal etkileşim şeklinde Şekil 2. 1'de gösterilmiştir. (Bilgen,2005).



Şekil 2. 1 . Katyonik karakter veren CHTAC'lı selüloz reaksiyonları ( Bilgen, 2005 )

**3. MATERYAL VE METOT****3.1. Materyal****3.1.1. Çalışmaların Yapıldığı Makineler**

**1.** Gyrowash Boyama Makinesi: James H.Heal Co.Ltd. Halifax England ( GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep)

**2.** Roaches Boyama Makinesi: Engineering Ltd. (GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep)

**3.** Etüv: Lindberg/Blue (GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep )

**4.** Işık Haslık Cihazı: Light Fastness James H.Heal Co.Ltd. Halifax England ( GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep )

**5.** Işık Kutusu: Verivide CAC 60 ( GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep )

**6.** Micronaire: GIDDING & LEWIS ( GAZÜ Meslek Yüksek Okulu Kimyasal ve Fiziksel Tekstil Laboratuvarı, Gaziantep )

**7.** Gri skala ISO 105-AO3

**8.** COMEUREG TENTOLAB Dr. J. CARBONELL—CARBOTEX  
( AKTEKS A.Ş. Kimyasal Tekstil Laboratuvarı )



Şekil 3. 1. Gyrowash Boyama Makinesi: James H.Heal Co.Ltd. Halifax England



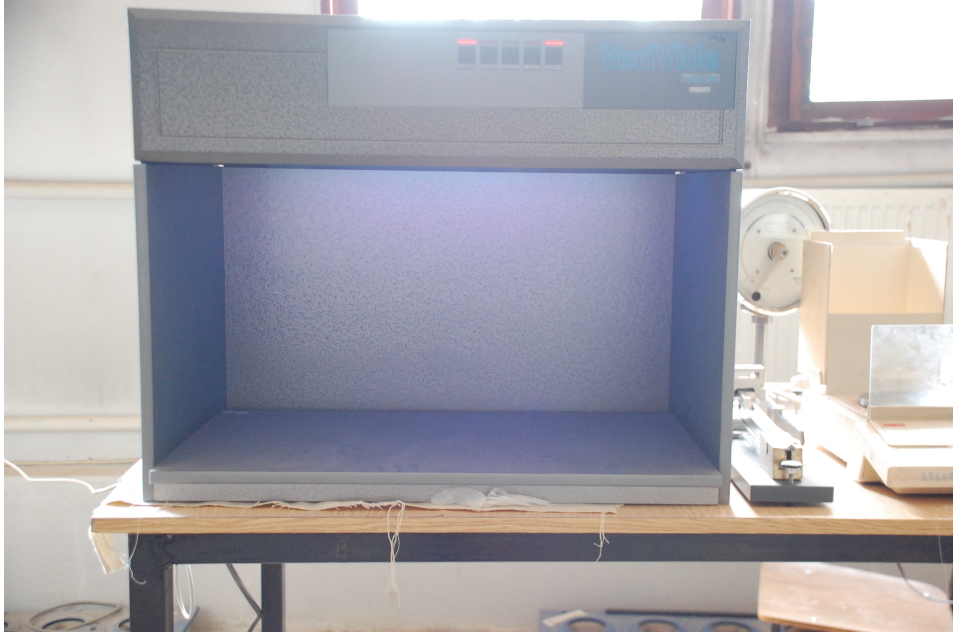
Şekil 3.2 . Roaches Boyama Makinesi: Engineering Ltd.



Şekil 3.3. Etüv: Lindberg/Blue



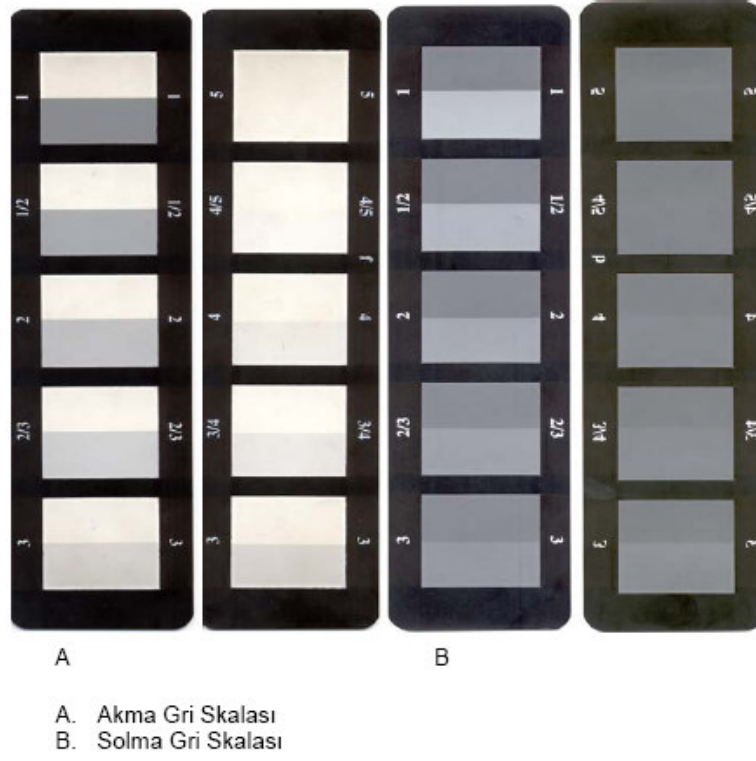
Şekil 3.4. Işık Haslık Cihazı: Light Fastness James H.Heal Co.Ltd. Halifax England



Şekil 3.5. Işık Kutusu: Verivide CAC 60



Şekil 3.6. Micronaire: GIDDING & LEWIS



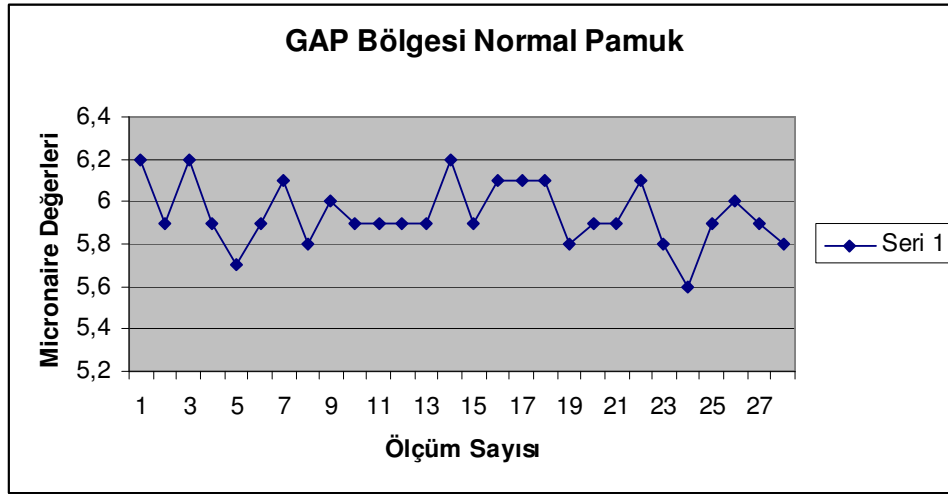
Şekil 3.7. Gri Skala



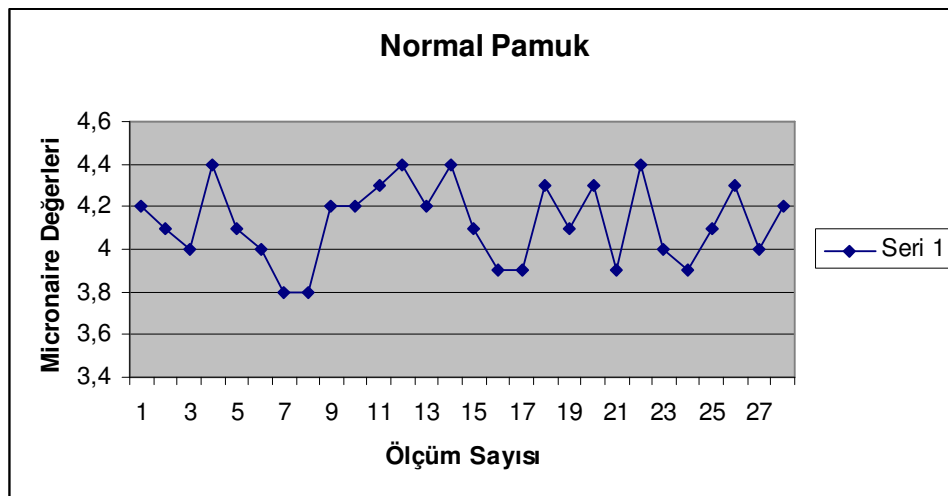
Şekil 3.8. Comeureg Teintolab

### 3.1.2. Boyamada Kullanılan Pamuk Özellikleri

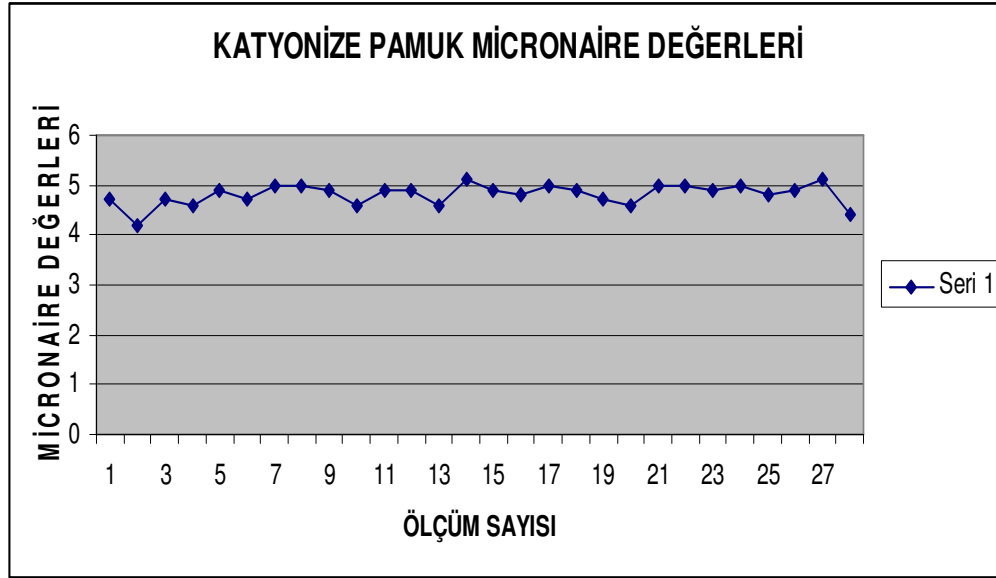
Bu çalışmada boyama işlemlerinde ithal olarak getirtilen katyonik pamuk, Çukurova ve GAP bölgesinden sağladığımız normal pamuk kullanılmıştır. İşlem için kullanılan pamuğun micronaire olarak incelikleri kıyaslanmış ve grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 3.9., Şekil 3.10. ve Şekil 3.11.).



Şekil 3. 9. GAP Bölgesinde Yetiştirilen Pamuğun Micronaire İncelik Değerleri



Şekil 3. 10 . Normal Pamuğun Micronaire İncelik Değerleri



Şekil 3. 11. Katyonize Pamuk Micronaire Değerleri

Deneylerde kullanılan katyonik pamuk İtalyan De Martini firmasının üretmiş olduğu pamuktur.

### 3.1.3. Boyamada Kullanılan Boyarmaddeler

Ticari olarak kullanılan çeşitli reaktif, direkt, asit ve 1.1 metal kompleks boyarmaddeler kullanılmıştır. Kullanılan boyarmaddeler Gaziantep'te faaliyet gösteren Akteks A.Ş. ve Zerteks A.Ş. tekstil işletmelerinden temin edilmiştir.

Çizelge 3. 1. Bu çalışmalarda kullanılan boyarmaddeler

Boyarmadde Sınıfı	Ticari Adları
Direkt Boyalar	Procion RED F4BL (Dystar) Procion ROYAL BLUE-S (Dystar ) Procion Yellow K-GRL (Dystar )
Reaktif Boyalar	Blue C-2R (SEN-ER ) Red C-RL (SEN-ER ) Blue RSP ( Dystar) Yellow C-BR (SEN-ER ) Remazol Red 3BS-A (Dystar ) Remazol YELLOW 3RS-A (Dystar)
Asit Boyalar	Blue FBL ( SETAŞ ) Red 2 GFL ( SETAŞ ) Yellow BR-S-2RL ( SETAŞ ) Bemacid RED CMB (CHT) Bemacid BLUE CM2B (CHT) Bemacid GELB C-4G (CHT)
1.1 Metal Kompleks Boyalar	Ret SGR ( SETAŞ ) Sup Gold Gelp SWP ( SETAŞ ) Sup Blue SWP ( SETAŞ ) Sup Rod SWP ( SETAŞ ) Gold Gelb SWP ( SETAŞ )

### 3.1.4 Yıkama Hashğında Kullanılan Standart Sabun



Şekil 3. 12. Katı Halde Standart Sabun

Kullanılan standart sabun katı halde olup suda kolayca çözünebilmektedir. Sabunun özelliği floransan parlatma ajansız bir yapıda olmasıdır. Yıkamada boyalı mamülün renk verip vermediği için kullanılmaktadır. Bu standart sabunun üretildiği yer İngiltere'dir.



Şekil 3. 13. Yıkama Haslığı İçin Hazırlanan Sabun özeltisi

Sabun özeltisi 1-2 g/L katı sabun ve 100 mL su ile hazırlanmıştır. Katı haldeki sabunun iyice çözünmesi için baget yardımıyla bir süre karıştırılarak homojen hale gelmesi sağlanmıştır.

### **3.1.5. Çalışmalarda Kullanılan Kimyasal Maddeler**

Normal pamukta boyama öncesi yapılan ön işlemlerde ıslatıcı, kostik, hidrojen peroksit, stabilizatör, iyon tutucu, kırık önleyici ve yağ sökücü gibi kimyasal maddelerin yanında boyama öncesi antiperoksit enzim, nötralizasyon için asetik asit kullanılmıştır. Boyamada tuz, soda; boyama sonrası ard işlemlerde ise asetik asit ile nötralizasyon ve sabunla yıkama için sabun kullanılmıştır. Ayrıca direkt boyarmaddeler ile boyamada fiksator kullanılmıştır. Yıkama haslığı için standart sabun kullanılmıştır. Katyonik pamukta ise asetik asit, sodyum hidroksit, yıkama haslığı için standart sabun kullanılmıştır. Kullanılan kimyasallar; Zerteks A.Ş. , Belice Tekstil Kimyasalları Ltd.Şti., Akteks A.Ş. ve CHT firmalarından sağlanmıştır.

**3.2. Metot****3.2.1. Elyaf Halinde Normal Pamuğun Boyanması****3.2.1.1. Ön İşlem**

Normal pamuk boyama öncesi istenen miktarda ıslatıcı verilerek pres yapılmıştır. Ön işlem öncesi suyun sertliği kontrol edilerek en fazla 2 Alman Sertliği (2 °AS) olacak şekilde ayarlanmıştır. Ön işlemden önce iyon tutucu, ıslatıcı ve kostik verilmiştir. Ağartmada (kasar) ise yine iyon tutucu, ıslatıcı, kostik ve hidrojen peroksit ile ağartma yapılmış, ağartma sonrası hidrojen peroksiti gidermek için tiyosülfat verilmiştir. Bu işlem 85°C'de 15 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. Banyo boşaltılarak, tekrar su alınıp ve asetik asit ile pH 6,5-7'ye düşürülmüştür. Bu işlem 50°C'de 10 dakika süreyle çalışılmıştır. Banyo dökülerek, peroksit kontrolü yapılmıştır.

**3.2.1.2 . Elyaf Halinde Normal Pamuğun Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması**

Boyama için sodyum sülfat tuzu tamamen çözülüp kazana çektirilmiştir. Banyoya iyon tutucu ilave edilmiştir. pH kontrolü yapılmıştır (6,5–7). Boya cebine su alınarak 80°C'de boyarmadde çözülmüştür. Bu işleme mikserde 25–30 dakika devam edilmiştir. 30°C kazan suyunda 10 dakika çalışıldıktan sonra sodanın 1/3 ilave edilerek 10 dakika çalışılıp ve 30 dakika içinde 60°C'ye çıkılmıştır. 10 dakika bu sıcaklıkta çalıştıktan sonra sodanın kalanı ilave edilip 60 dakika bu sıcaklıkta çalışılmıştır. pH kontrolü yapılarak (pH=10–11) bu sırada renk kontrolü yapılmıştır. İstenen boya tüketim sağlandığında boşaltma yapılarak ardından yıkamaya geçilmiştir.

**3.2.1.3. Yıkama**

Yıkama işlemine su alınarak 10 dakika taşarlı yıkama yaparak başlanmıştır. Bu işlemden sonra yıkama banyosu dökülmüştür. Tekrar su alınarak 70°C'de sıcak yıkama yapıp banyodaki su dökülmüştür. Sıcak yıkama sonrası su alınıp, durulama yapılmıştır.

Tekrar su alınarak, asetik asit verilip pH 6,5–7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Sabun banyosuyla 95°C’de 15 dakika çalışılıp banyo dökülmüştür. Tekrar su alınıp durulama yapılarak, dökülmüştür. 80°C’de tekrar yıkama yapıp atık su yükünün berraklaşması sağlanıncaya kadar yıkama işlemine devam edilmiştir. 60 dakika santrifüj ile ön kurutma ardından 50–60°C’de frekans kurutucuda kurutma yapılarak işlem bitirilmiştir.

Yapılan bu uygulama normal pamuğun ticari boyahanelerde reaktif boyalarla yapılan elyaf halinde pamuk boyamayı anlatan bir prosestir.



Şekil 3. 14 .Kasarlı normal pamuğun reaktif boyalarla boyanmasında banyo atık yükü

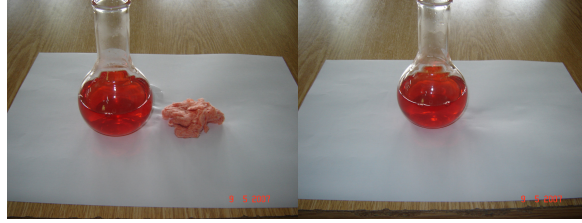
Çizelge 3. 2. Normal Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Blue RSP)	10,5	80	240

Normal kasarlı pamuk flotte oranı 1:50’de, 60 g/L NaCl tuzu ve 12 g/L soda kullanarak bazik ortamda (pH=10,5) reaktif boyarmadde ile boyanmıştır. Yapılan boyama sonucu boya banyo atık yükünün oldukça fazla olduğu not edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3. 15.Normal Pamuk İçin Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 16.Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 3.Normal Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Red C-RL)	3	80	180

Katyonik pamuk boyama çalışmalarında oldukça iyi sonuçlar aldığımız asidik ortamda boyama uygulaması normal pamuğa da yapılmıştır (Çizelge 3.3). Boyama sonrası normal pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin iyi olmadığı, atık boya yükünün oldukça yüksek olduğu not edilmiştir (Şekil 3.16).

### 3.2.2. Elyaf Halinde Katyonize Pamuğun Boyanması

#### 3.2.2.1. Ön İşlem

Katyonize pamuğa yumuşak su ile H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ağartması yapılmıştır. Ağartma banyosuna ıslatıcı ve kostik ilavesi yapılmıştır. pH 10–10,5’da çalışılmıştır. Ağartma sıcaklığı 90°C ve işlem süresi 90 dakikadır. Ağartma sonrası hidrojen peroksiti gidermek için tiyosülfat verilmiştir. Bu işlem 85°C’de 15 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. Banyo boşaltılır, tekrar su alınır ve asetik asit ile pH 6,5–7’ye düşürülür. Bu işlem 50°C’de 10 dakika süreyle çalışılır. Banyo dökülür ve peroksit kontrolü yapılır. Katyonize pamuğunda normal pamuk gibi peroksit ile bazik ortamda yapılan ağartma işleminin iyi sonuçlar verdiği not edilmiştir. Çalışmalarımızda katyonize pamuğu ağartma yapmadan da boyama yaptığımızı belirtelim. Bunun nedeni ön terbiyelenmiş katyonize pamuk normal pamuğa nazaran daha

beyaz olmasıdır. Özellikle koyu ton boyamalarda katyonize işlemi bir nevi yarı kasar işlemi yapılmış pamuk beyazlığındadır.

### **3.2.2.2. Reaktif Boyarmaddelerle Katyonik Pamuğun Boyanması**

Katyonize pamuğun reaktif boyalarla boyanmasında ticari boyarmaddeler kullanılmıştır. Deneylerde sıcak tip ve ılıman tip reaktif boyalarla çalışılmıştır. Boyama için 100 mL'lik bir boyama banyosu hazırlanmıştır. Asidik ortamdaki çalışmalarda asetik asit (%80'lik) ile pH 3-4'e, nötr ortam için ise herhangi bir kimyasal madde kullanılmadan pH=6 olarak ayarlanmıştır. Boya ilavesi yapıldıktan sonra katyonize pamuk boya banyosuna yerleştirilmiştir. Boyama işlemine 30°C'de başlanmıştır. Sıcaklık 1°C/dakika ile 80 °C'ye çıkılarak boyama gerçekleştirilmiştir. Flotte oranı 1:50'dir.

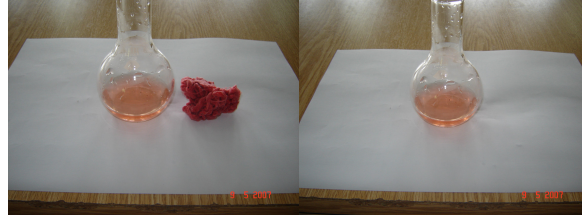
Boyama prosesinde; elektrolit ve yardımcı kimyasallar kullanmadan sıcaklık, zaman ve pH gibi terbiyenin önemli parametrelerinde değişiklikler yapılarak boyamalar yapılmıştır.

### **3.2.2.3. Yıkama**

Su alınarak 10 dakika taşarlı yıkama yapılmış, dökülmüştür. Tekrar su alınarak, asetik asit ile pH 6,5-7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tekrar su alınarak durulama yapıp, dökülmüştür. Etüvde kurutma yapılarak işlem bitirilmiştir.



Şekil 3. 17. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 18. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

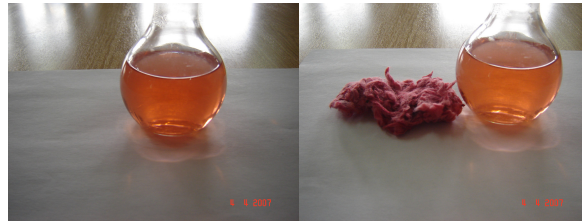
Çizelge 3. 4. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Red C-RL)	3	80	180

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.4’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir.



Şekil 3. 19. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 20. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 5. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Red C-RL)	3	70	180

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.5’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama şartlarında sıcaklık 10°C düşürülmüştür. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin Şekil 3.18’deki kadar iyi olmadığı görülmüştür.



Şekil 3. 21. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 22. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

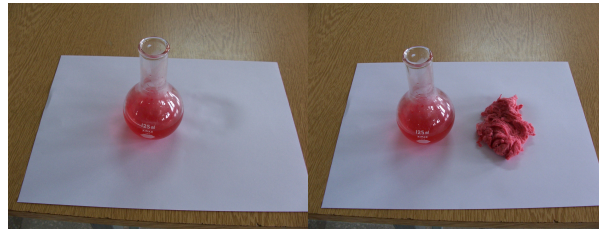
Çizelge 3. 6. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Red C-RL)	3	70	240

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.6’daki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama şartlarında zaman 60 dakika uzatıldığında boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin zamanla artmadığı görülmüştür (Şekil 3.22).



Şekil 3. 23. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 24. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 7. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Red C-RL)	6	80	180

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.7’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun nötr ortamda boya tüketimi ve sabitlemesinin orta düzeyde olduğu not edilmiştir ( Şekil 3.24).



Şekil 3. 25. Reaktif Bm Red C-RL'nin Yıkama Haslığı Sonucu

Boyama sonrası reaktif boyarmadde red C-RL'ye yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada çok az boyarmadde verdiği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 40<sup>0</sup>C 'de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3. 26. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 27. Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü

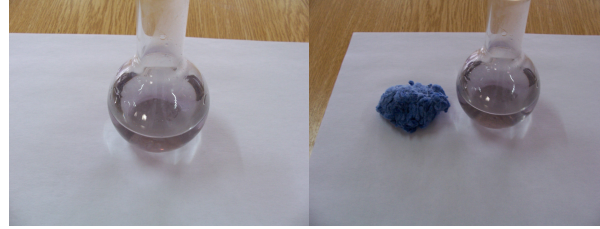
Çizelge 3. 8. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Blue RSP)	3	80	240

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.8’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyamada farklı renkte bir reaktif boyarmadde için süre uzatılarak yapılan boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin mükemmel olduğu not edilmiştir (Şekil 3.27.).



Şekil 3. 28. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 29. Boyama Sonrası Mamul Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 9. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Blue RSP)	4	80	180

Boyama işlemi için 3.2.2.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.9’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyamada aynı renk için farklı pH’ta yapılan boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin mükemmel olduğu not edilmiştir (Şekil 3.29.).

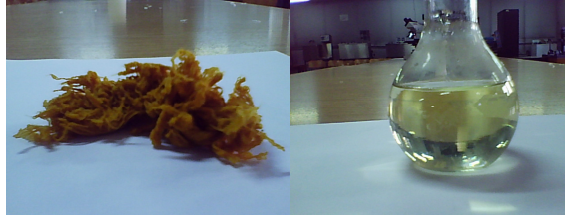
### 3.2.3. Reaktif Boyalarla İplik Formundaki Katyonik Pamuğun Farklı pH'larda Boyanması

#### 3.2.3.1. Boya Şartları

Katyonize pamuğun reaktif boyalarla pH:3 ve pH:10'da boyamaları yapılmıştır. Katyonik pamuğun aynı şartlarda normal pamuğa kıyasla boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir.



Şekil 3. 30. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 31. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 10. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Yellow C-BR)	3	80	240



Şekil 3. 32. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 33. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 11. Katyonik Pamuğun Reaktif Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Reaktif Boyarmadde (Yellow C-BR)	10	80	240

Katyonize pamuğun pH=3 ve pH=10'da ( asidik ve bazik ortamda ) aynı boya konsantrasyonu, aynı süre, aynı sıcaklık ve aynı şartlarda yapılan çalışmalar sonucunda katyonize pamuğun boya tüketim ve sabitlemesinin asidik ortamda çok daha iyi olduğu not edilmiştir. Ayrıca atık boya yükündeki farklılıkta açıkça görülmüştür (Şekil 3.31 ve Şekil 3.33).

### 3.3. Direkt Boyarmaddelerle Normal ve Katyonik Pamuğun Boyanması

#### 3.3.1. Normal Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyama için ticari olarak üretilen direkt boyalar kullanılmıştır. Direkt boyarmaddelerin substantifliği iyi olduğu için boyama kolaydır. Boyama bazik ortamda tuz ve soda eşliğinde yapılmıştır. Boyamaya 30–40°C'de başlanmış ve 100°C'de bekleme

süresi ile bitirilmiştir. Atık boya yükü oldukça fazla olup, yıkama haslıkları da kötü çıkmıştır. Bunun yanında tekrarlanabilirliklerinin de düşük olduğu görülmüştür. Boyamada flotte oranı 1:50 çalışılmıştır. Boyamada 60 g/L NaCl tuzu, 12 g/L soda kullanılmıştır. Uygulanan bu proses işletmelerin normal pamuk için yapmış olduğu boyama işlemidir. Yapılan ön işlemler ve ard işlemler reaktif boyalarda olduğu gibi direkt boyalar için de uygulanmıştır.

Çizelge 3. 12. Normal Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	10,5	100	240



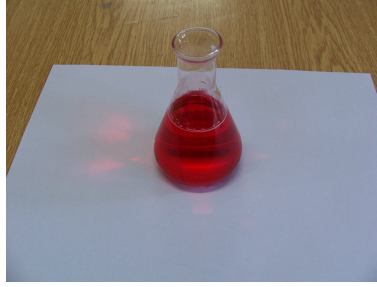
Şekil 3. 34. Direkt boyalarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında banyo atık yükü

Direkt boyalarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında tuz-soda kullanımında boya atık yükünün fazla olduğu not edilmiştir (Şekil 3. 34). Ayrıca boyahanelerde de normal pamuğun boyanın sadece %70'ini çektiği, %30'nun banyoda kaldığı bildirilmektedir (Selçuk Boya A.Ş., 2008).

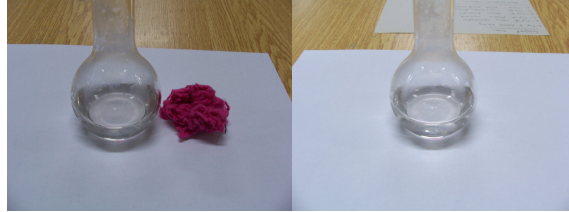
### 3.3.2. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyama için ticari olarak üretilen direkt boyalar kullanılmıştır. Boyamada pH 3 için asetik asit ( %80'lik ) kullanılmıştır. pH 6 için ilave bir kimyasal madde kullanılmamıştır. Boyamalara 40°C'de sıcaklıkta başlanmıştır. 100°C'ye kadar çıkılarak bekleme süresi sonunda boyama işlemi bitirilmiştir. Flotte oranı 1:50 çalışılmıştır. Tüm boyamalarda yumuşak su kullanılmıştır.

Boyama sonrası gerekli ard işlemler yapılmıştır. Su alınarak 10 dakika taşarlı yıkama yapılmış, dökülmüştür. Tekrar su alınarak, asetik asit ile pH, 6,5–7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tekrar su alınarak durulama yapıp, dökülmüştür. Etüvde kurutma yapılarak işlem bitirilmiştir.



Şekil 3. 35. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu

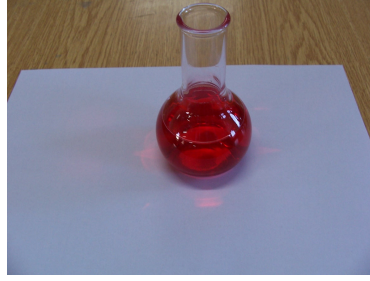


Şekil 3. 36. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 13. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	3	100	180

Boyama işlemi için 3.3.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.13’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu kationize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin asidik ortamda mükemmel olduğu not edilmiştir (Şekil 3.36.).



Şekil 3. 37. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 38. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 14. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

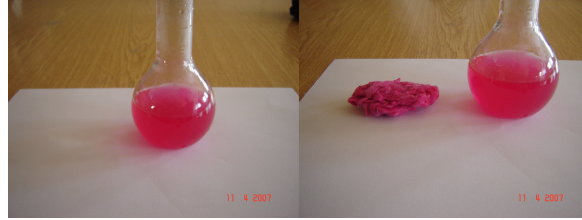
Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	6	100	180

Boyama işlemi için 3.3.2.'de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.14'deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun nötr ortamda da boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.38.).

### 3.3.3. Direkt Boyarmaddelerle Katyonik Pamuğun Tuzlu-Tuzsuz Boyanması



Şekil 3. 39. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 40. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 15. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	PH	T (°C)	t ( dk )	Tuz(gr/lt)
%2 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	3	100	180	20

Boyama işlemi için 3.3.2.'de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.15'deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesine tuzun hiçbir etkisi olmadığı aksine boya tüketimini azalttığı görülmüştür (Şekil 3.40.).

### 3.3.4. Direkt Boyalarla Elyaf Formundaki Katyonik Pamuğun Farklı pH'larda Boyanması

Katyonize pamuğun direkt boyalarla pH=3 ve pH=9'da yapılan boyama sonuçları, atık banyo yükleri ve uygulanan boyama reçetesi gösterilmiştir.



Şekil 3. 41. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 42. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 16. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	3	100	240



Şekil 3. 43. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 44. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 17. Katyonik Pamuğun Direkt Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Direkt Boyarmadde (Red F4BL)	9	100	240

Katyonize pamuğun pH=3 ve pH=9'da ( asidik ve bazik ortamda ) aynı boya konsantrasyonu, aynı süre, aynı sıcaklık ve aynı şartlarda yapılan çalışmalar sonucunda katyonize pamuğun boya tüketim ve sabitlemesinin asidik ortamda çok daha iyi olduğu not edildi. Ayrıca atık boya yükündeki farklılıkta açıkça görüldü ( Şekil 3.42 ve Şekil 3.44 ).

### **3.4. Asit Boyarmaddeler İle Normal ve Katyonik Pamuğun Boyanması**

Asit boyarmaddelerle normal pamuğun boyanması boyahanelerde uygulanan bir proses değildir. Bunun başlıca nedeni normal pamuğun asitlere yeterince dayanıklı olmaması ve asit boyarmaddelerin anyonik yapılarından dolayı hafif anyonik yüzeye sahip normal pamuğun bu boyalara düşük affinite göstermesinden kaynaklanmaktadır. Aslında normal pamuğun asidik ortamda terbiye edilebileceği sodyum klorit ağartmasında uygulanan bir durum olduğu için asidik ortamda boyanması da mümkündür. Bu boyaların katyonik yüklü yün, ipek ve poliamidin boyanmasında kullanılması, katyonize edilmiş pamuğun da boyanmasında kullanılabileceği fikrini oluşturmuştur.

#### **3.4.1. Normal Pamuğun Asit Boyarmaddelerle Boyama Şartları**

Boyama için ticari olarak üretilen asit boyalar kullanılmıştır. Boyama bazik ortamda tuz ve soda eşliğinde yapılmıştır. Boyamaya 30–40°C'de başlanarak 100°C'de bekleme süresi ile boyama bitirilmiştir. Atık boya yükü oldukça fazla olup, yıkama haslıkları kötü çıkmıştır (Şekil 3.45.). Boyamada flotte oranı 1:50 çalışılmıştır. Boyamada 60 g/L NaCl tuzu, 12 g/L soda kullanılmıştır. Asit boyalarla normal pamuk boyama günümüzde boyahanelerin tercih etmediği bir uygulamadır. Ancak katyonik pamuk boyamada asit boyaların kullanılması karşılaştırma yapmak için normal pamuk boyama için de bu boyaların kullanılmasının gerekliliğini göstermiştir.



Şekil 3. 45. Asit boyalarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında banyo atık yükü

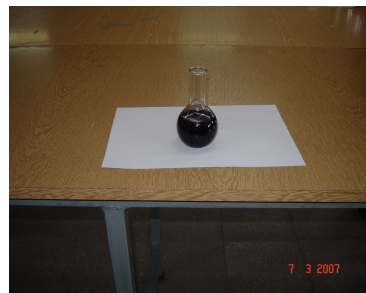
Çizelge 3. 18. Normal Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Yellow BRS)	10,5	100	240

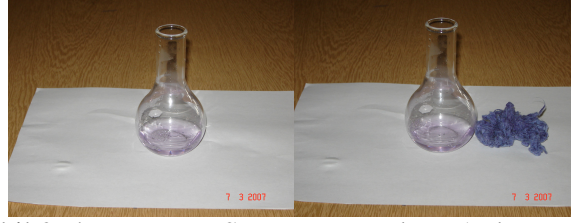
### 3.4.2. Katyonik Pamuğun Asit Boyarmaddelerle Boyama Şartları

Boyama için ticari olarak üretilen asit boyalar kullanılmıştır. Boyamada pH 3 için asetik asit ( %80'lik ) kullanılmıştır. Boyamalara 40°C'de sıcaklıkta başlanmış ve 90°C'ye kadar çıkılarak bekleme süresi sonunda boyama işlemi bitirilmiştir. Flotte oranı 1:50'de çalışılmıştır. Boyamalar için yumuşak su kullanılmıştır.

Boyama sonrası gerekli ard işlemler yapılmıştır. Su alınarak 10 dakika taşarlı yıkama yapılmış, dökülmüştür. Tekrar su alınarak, asetik asit ile pH 6,5-7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tekrar su alınarak durulama yapıp, dökülmüştür. Etüvde kurutma yapılarak işlem bitirilmiştir.



Şekil 3. 46. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 47. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 19. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Blue FBL)	3	90	240

Boyama işlemi 3.4.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.19’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.47.).

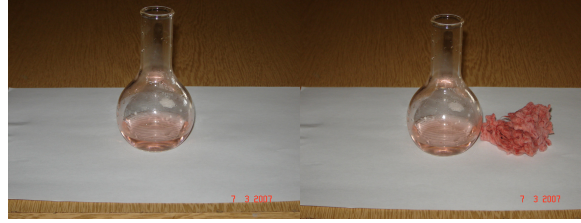


Şekil 3. 48. Asit Bm Blue FBL'nin Yıkama Haslığı Sonucu

Asit boyarmadde blue FBL ‘ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada çok az boyarmadde verdiği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45 °C’de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3. 49. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 50. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 20. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C)	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Red 2 GFL)	3	90	180

Boyama işlemi için 3.4.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.20’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir ( Şekil 3.50. ).

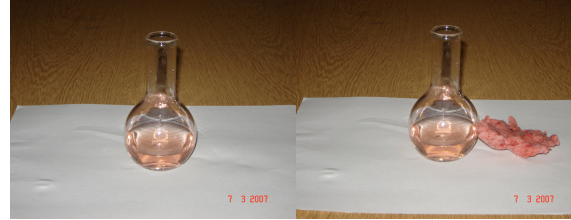


Şekil 3. 51. Asit Bm Red 2 GFL'nin Yıkama Haslığı Sonucu

Asit boyarmadde red 2 GFL 'ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada çok az boyarmadde verdiği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45 °C'de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3. 52. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 53. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 21. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

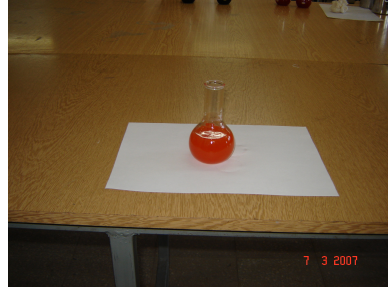
Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Red 2 GFL)	3	90	240

Boyama işlemi için 3.4.2 de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.21'deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama süresi 60 dakika arttırıldığında boyama sonucunda pek değişiklik olmadığı görülmüştür. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.53.).



Şekil 3. 54. Asit Bm Red 2 GFL'nin Yıkama Haslığı Sonucu

Asit boyarmadde red 2 GFL 'ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada çok az boyarmadde verdiği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45 °C'de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3. 55. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 56. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 22. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Yellow BR-S-2RL)	3	90	180

Boyama işlemi için 3.4.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.22’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Asit boyalarla farklı renklerde yapılan boyamalar ile katyonik pamuğun boyama davranışları ve yıkama haslık özellikleri gözlemlenmiştir. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.56.).

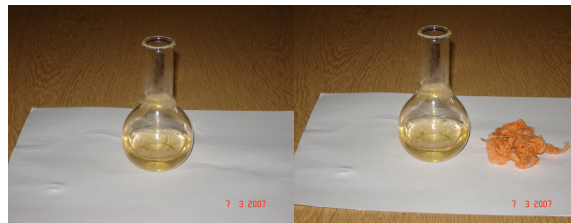


Şekil 3. 57. Asit Bm Yellow BR-S-2RL Yıkama Haslığı Sonucu

Asit boyarmadde yellow BR-S-2RL’ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada ve sonraki yıkamalarda hemen hemen hiç boyarmadde vermediği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45 °C’de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.



Şekil 3. 58. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu

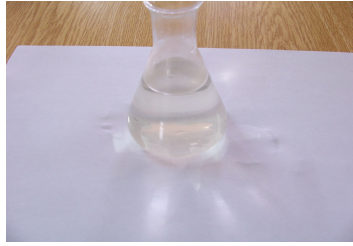


Şekil 3. 59. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 23. Katyonik Pamuğun Asit Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 Asit Boyarmadde (Yellow BR-S-2RL)	3	90	240

Boyama işlemi için 3.4.2’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.23’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama süresi 60 dakika uzatıldığında boyamaya boya tüketimi ve sabitlemesi açısından katkı sağlamadığı gözlemlenmiştir. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin oldukça iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.59.).



Şekil 3. 60. Asit Bm Yellow BR-S-2RL Yıkama Haslığı Sonucu

Asit boyarmadde yellow BR-S-2RL’ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada ve sonraki yıkamalarda hemen hemen hiç boyarmadde vermediği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45<sup>0</sup>C’de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.

### 3.5. Metal Kompleks Boyarmaddelerle Normal ve Katyonik Pamuk Boyanma

Normal ve katyonik pamuk metal kompleks boyalarla boyanmasında farklı boyama davranışları göstermiştir. Her iki pamuk içinde boyama prosesleri uygulanarak sonuçlar not edilmiştir.

#### 3.5.1. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Normal Pamuk Boyama

Boyama için ticari olarak üretilen 1:1 metal kompleks boyalar kullanılmıştır. Boyama bazik ortamda tuz ve soda eşliğinde yapılmıştır. Boyamaya 30–40<sup>0</sup>C’de

başlanarak, 98°C’de bekleme süresi ile boyama bitirilmiştir. Atık boya yükü oldukça fazla olup, yıkama haslıklarının kötü olduğu görülmüştür. Bunun yanında tekrarlanabilirlikleri de düşük çıkmıştır. Boyamada flote oranı 1:50 çalışılmıştır. Boyamada 60 g/L NaCl tuzu, 12 g/L soda kullanılmıştır. Normal pamuğun metal kompleks boyalarla boyanması pratikte uygulanan bir yöntem değildir. Ancak çalışmamızda kullandığımız bu boyaların normal ve katyonize pamuktaki davranışlarını görmek için yapılan bir uygulamadır.



Şekil 3. 61. 1:1 Metal Kompleks boyalarla kasarlı normal pamuğun boyanmasında banyo atık yükü

Çizelge 3. 24. Normal Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyalarla Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde (Sup Blue SWP)	10,5	98	240

### 3.5.2. 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Katyonik Pamuk Boyama

1:1 metal kompleks boyarmaddelerle normal pamuğun boyanması boyahanelerde uygulanan bir proses değildir. Bunun başlıca nedeni normal pamuğun asitlere yeterince dayanıklı olmaması ve 1.1 metal kompleks boyarmaddelerin anyonik yapılarından dolayı hafif anyonik yüzeye sahip normal pamuğun bu boyalara düşük affinite göstermesinden kaynaklanmaktadır. Aslında normal pamuğun asidik ortamda terbiye edilebileceği sodyum klorit ağartmasında uygulanan bir durum olduğu için asidik ortamda boyanması da mümkündür. Bu boyaların katyonik yüklü yün, ipek ve poliamidin boyanmasında kullanılması, katyonize edilmiş pamuğunda boyanmasında kullanılabilceği fikrini oluşturmuştur.

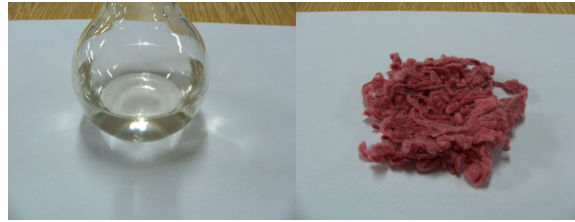
**3.5.3. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Boyama Şartları**

Flotte oranı 1:50 çektirme yöntemi çalışılmıştır. Boyama öncesi herhangi bir ön işlem yapmadan 1:1 metal kompleks boyarmadde ile hazırlanmış boyama banyosunda boyama yapılmıştır. Banyo pH'ı asidik ortam pH:3 için asetik asit (% 80'lik ) kullanılmıştır. pH:6 için herhangi bir kimyasal madde kullanılmamıştır. Boyamaya 30°C'de başlanarak, 98°C'de gerekli bekleme süresinden sonra bitirilmiştir.

Boyama sonrası gerekli ard işlemler yapılmıştır. Su alınarak 10 dakika taşarlı yıkama yapılmış, dökülmüştür. Tekrar su alınarak, asetik asit ile pH, 6,5-7 olacak şekilde ayarlanmıştır. Tekrar su alınarak durulama yapıp, dökülmüştür. Etüvde kurutma yapılarak işlem bitirilmiştir.



Şekil 3. 62. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu

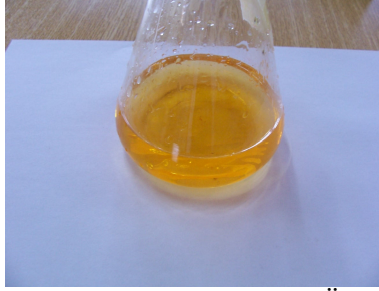


Şekil 3. 63. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

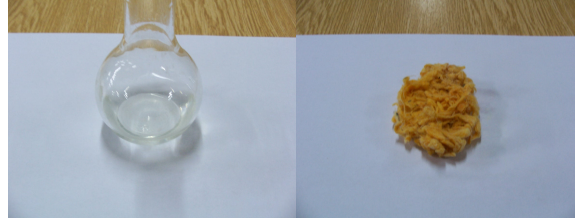
Çizelge 3. 25. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%0,5 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde (Ret SGR )	6	98	240

Boyama işlemi için 3.5.3’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.25.’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Nötr ortamda yapılan boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin çok iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.63.).



Şekil 3. 64. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 65. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

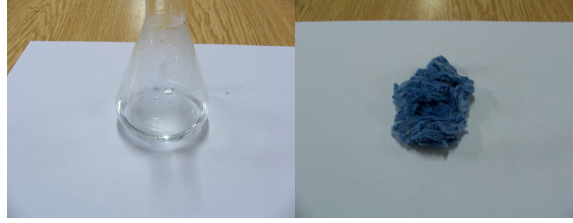
Çizelge 3. 26. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde (Sup Gold Gelp SWP )	6	98	240

Boyama işlemi için 3.5.3’deki anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.26’daki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin çok iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.65.).



Şekil 3. 66. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu

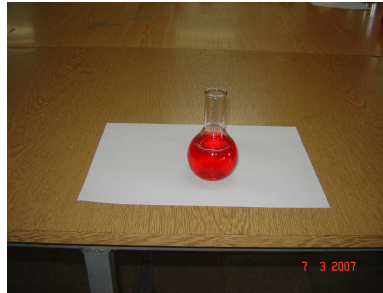


Şekil 3. 67. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 27. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T( °C )	t ( dk )
%1 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde (Sup Blue SWP)	6	98	240

Boyama işlemi için 3.5.3'de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.27.'deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin çok iyi olduğu not edilmiştir. Nötr ortamda farklı boylarla yapılan boyamalar sonucu aynı sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 3.67.).



Şekil 3. 68. Katyonik Pamuk için Boyama Öncesi Boya Banyosu



Şekil 3. 69. Boyama Sonrası Mamül Ve Atık Banyo Yüğü

Çizelge 3. 28. Katyonik Pamuğun 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde ile Boyama Şartları

Boyarmadde Cinsi ve Miktarı	pH	T (°C)	t ( dk )
%1 1:1 Metal Kompleks Boyarmadde (Sup Rod SWP)	3	98	180

Boyama işlemi için 3.5.3’de anlatılan boyama prosesi uygulanmıştır. Boyama şartları için Çizelge 3.28.’deki boyama reçetesine göre boyama yapılmıştır. Asidik ortamda yapılan boyama sonucu katyonize pamuğun boya tüketimi ve sabitlemesinin çok iyi olduğu not edilmiştir (Şekil 3.69.).



Şekil 3. 70. 1:1 Metal Kompleks Bm Sup Rod SWP'nin Yıkama Haslığı Sonucu

1:1 metal kompleks boyarmadde sup rod SWP ‘ye boyama sonrası yapılan yıkama haslık testinde ilk yıkamada ve sonraki yıkamalarda hemen hemen hiç boyarmadde vermediği görülmüştür. Yıkama 5 defa tekrar edilmiş olup 45 °C’de 20 dakikalık süreler şeklinde tekrar edilmiştir.