

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

BAMBU ELYAFIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI

**DOKTORA TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Nihal SÖKMEN**

İstanbul 2009

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

BAMBU ELYAFIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI
(No: 141202820050007)

DOKTORA TEZİ
TEKSTİL EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nihal SÖKMEN

İstanbul 2009

ÖNSÖZ

Hızla yayılmakta olan sağlıklı yaşam trendinin tekstile de yansımasıyla, dünyada ve Türkiye’de bambu elyaf kullanımı giderek önem kazanmıştır.

Yapılan tez çalışmasında; %100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numunelerine ön terbiye işlemleri uygulandıktan sonra çeşitli performans testleri yapılmış, elde edilen veriler incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Bambu elyaf hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olunması amacıyla, kristal boyutu, % kristalinite değeri ve polimerizasyon derecesi hesaplanmış, bulunan değerler pamuk lifi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışmaya ait bulgular tezin tartışma ve değerlendirme kısmında toplu halde verilmiştir.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında sonsuz destek ve yardımını gördüğüm değerli tez danışmanım, Sayın Prof. Dr. Nihal Sökmen’e, fikirlerini ve bilgilerini paylaştığım hocam Sayın Prof.Dr. Erhan Öner’e ve Sayın Prof.Dr. Hale Bayram’a, SEM çalışmalarında yardımcı olan SayınYüksek Mühendis Mustafa İlhan’a, XRD ile yaptığım çalışmalar ve hesaplamalar konusunda görüşlerine başvurduğum Sayın Yrd.Doç.Dr. Sinan Keskin, Sayın Doç.Dr. Ayhan Mergen ve Sayın Funda Özkök’e, Kosgeb Laboratuvarındaki çalışmalarında yardımcı olan Şule Alkış’a, görüşlerine başvurduğum hocalarım Prof.Dr. Yusuf İnanıcı, Sayın Doç.Dr. Suat Canoğlu, Sayın Yrd.Doç.Dr.İsmail Usta, Sayın Yrd.Doç.Dr. Erkan İşgören, Sayın Yrd.Doç.Dr. Müge Yükseloğlu, Sayın Öğr.Gör.Cenkut Gültekin’e, laboratuvar çalışmalarında bana destek olan Sayın Arş.Gör. Burcu Şahinbaşkan, İlker Mısıtık ve Muammer Uzun’a ve bu süreç zarfında manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2009

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	x
YENİLİK BEYANI.....	xii
SEMBOLLER.....	xiii
KISALTMALAR.....	xiv
ŞEKİLLER.....	xv
TABLolar.....	xxi
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
I.1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II. GENEL BİLGİLER.....	3
II.1. GENEL BİLGİLER VE TEORİK YAKLAŞIMLAR.....	3
II.1.1. Rejenere Selülozik Lifler	3
II.1.2. Rejenere Selülozik Liflere Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri.....	3
II.1.3. Rejenere Selülozik Liflere Uygulanan Bitim İşlemleri.....	4
II.2. BAMBU.....	4
II.2.1. Tekstil Materyali Olarak Üretilen Bambunun Kullanım Alanları.....	5
II.2.2. Bambunun Temel Özellikleri.....	6
II.2.3. Bambu Materyaline Uygulanan Terbiye İşlemleri.....	8
II.2.4. Bambu Elyaf ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	10
II.2.5. Bambunun Tekstil Materyali olarak Kullanılması.....	11
II.2.5.1. Bambu Elyaf.....	11
II.2.5.2. Bambu İplik.....	13
II.2.5.3. Bambu Kumaş.....	13
II.3. BAMBU MATERYELİNİN BOYANMASI.....	14
II.3.1. Reaktif Boyarmaddeler	14

II.3.1.1. Reaktif Boyarmaddelerin Tarihçesi	15
II.3.1.2. Reaktif Boyarmaddelerin sınıflandırılması	18
II.3.1.3. Reaktif Boyarmaddelerinin Kimyasal Yapısı	18
II.3.1.4. Reaktif Boyarmaddelerin Boyama Prosesi.....	23
II.3.1.5. Reaktif Boyarmaddenin Liflere Olan Substantifliği.....	24
II.3.2. Atmosferik Ortamda Boyama Yöntemleri.....	25
II.3.3. Yıkama.....	26
II.4. BİTİM İŞLEMLERİ	27
II.4.1. Örme Kumaşlara Uygulanan Bitim İşlemleri.....	27
II.4.1.1. Boncuklanma.....	28
II.4.1.2. Boncuklanmayı Önleyici Bitim İşlemleri.....	29
II.5. TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM).....	34
II.6. VİSKOZİTE TAYİNİ VE POLİMERİZASYON DERECEŚİ.....	36
II.7. KRİSTALİNİTE TAYİNİ	39
II.7.1. Kristal Sistemleri.....	39
II.7.2. Miller İndisleri.....	42
II.7.3. X- Işınları.....	42
II.7.4. Toz Kırınımı ve Bragg	44
II.7.5. Toz Difraktometresi.....	49
II.7.6. Debye-Scherrer Kamerası ve Tanecik Büyüklüğü Hesabı.....	49
II.7.7. Selülozun Kristal Yapısı.....	51
BÖLÜM III. ÇALIŞMALAR.....	52
III.1. AMAÇ.....	52
III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI, TEST METODLARI VE STANDARTLARI	52
III.3. UYGULAMALAR	56
III.3.1. Boyanacak Materyal.....	56
III.3.2. Kullanılan Boyarmaddeler	56
III.3.2.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	57
III.3.2.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	57
III.3.2.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	57

III.3.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve İşlevleri.....	57
III.3.4. Deneysel Çalışma Yöntemleri	59
III.3.4.1. Pişirme (Enzimatik) Prosesi	59
III.3.4.2. Ağartma Prosesi.....	60
III.3.4.3. Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Boyama Prosesi.....	60
III.3.4.4. Durulama Adımı	61
III.3.5. %100 Bambu Malzemelere Uygulanan Bitim İşlemleri Prosesi...62	
III.3.5.1. Enzim Kullanılarak Gerçekleştirilen Apre İşlemi	62
III.3.5.2. Reçine Kullanılarak Gerçekleştirilen Apre İşlemi	63
III.4. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ.....	63
III.5. VİSKOZİTE TAYİNİ, MOL KÜTLESİ VE	
POLİMERİZASYON DERECESESİ HESAPLANMASI.....	64
III.6. % KRİSTALİNİTE TAYİNİ	66
BÖLÜM IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	67
IV.1. REMAZOL BOYARMADDELERLE	
GERÇEKLEŞTİRİLEN BOYAMALAR.....	68
IV.1.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde	
Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar.....	68
IV.1.1.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Elyaf Numunelerinin Boyanması.....	69
IV.1.1.2. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile %100 Bambu İplik	
Numunelerinin Boyanması.....	73
IV.1.1.3. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile %100 Bambu Örme	
Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	76
IV.1.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile %1 Renk	
Şiddetinde Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar.....	80
IV.1.2.1. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Elyaf Numunelerinin Boyanması	81
IV.1.2.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile %100 Bambu İplik	
Numunelerinin Boyanması.....	84
IV.1.2.3. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	88
IV.1.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile %1 Renk	
Şiddetinde Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar	92

IV.1.3.1. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile %100	
Bambu Elyaf Numunelerinin Boyanması.....	93
IV.1.3.2. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile %100	
Bambu İplik Numunelerinin Boyanması.....	97
IV.1.3.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile %100	
Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	100
IV.1.4. Remazol Boyarmaddeleriyle Yapılan Boyamaların Düzgünlük	
Testleri.....	104
IV.2. LEVAFIX BOYARMADDELERİYLE	
GERÇEKLEŞTİRİLEN BOYAMALAR.....	106
IV.2.1. C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	106
IV.2.2. C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	109
IV.2.3. C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	111
IV.2.4. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile %100 Bambu	
Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması.....	113
IV.3. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİNE AİT	
SONUÇLAR.....	116
IV.3.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	116
IV.3.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	118
IV.3.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	120
IV.3.4. C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	122
IV.3.5. C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	124
IV.3.6. C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesinin	
Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi.....	126
IV.3.7. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik	
Çözeltilerinin İncelenmesi.....	128

IV.3.8. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	130
IV.3.9. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	132
IV.3.10. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	134
IV.3.11. C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	135
IV.3.12. C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	137
IV.3.13. C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	138
IV.3.14. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen	
Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar.....	139
IV.3.15. Reaktif Boyarmaddelerin Reaktif Gruplarının Bambunun	
Boyanmasına Etkisi.....	141
IV.4. %100 BAMBU MATERYALLERE UYGULANAN	
BEYAZLIK İNDEKSİ ÖLÇÜMÜ.....	142
IV.5. BOYANMIŞ %100 BAMBU MATERYALLERE	
UYGULANAN YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI.....	142
IV.6. EMİCİLİK TESTİ.....	145
IV.7. SEM GÖRÜNTÜLER.....	145
IV.7.1. %100 Bambu Elyaf Numunelerinin Boyuna Görüntülerinin	
İncelenmesi	145
IV.7.2. %100 Bambu Elyaf Numunelerinin Enine Kesitlerinin	
İncelenmesi.....	148
IV.8. %100 BAMBU İPLİKLERE UYGULANAN MUKAVEMET	
TESTİ SONUÇLARI.....	150
IV.9. %100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN	
PATLAMA TESTİ SONUÇLARI.....	154
IV.10. %100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN	
SÜRTÜNME DAYANIMI TEST SONUÇLARI	155
IV.11. %100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN	
BONCUKLANMA TESTİ SONUÇLARI.....	156

IV.12. BONCUKLANMAYI AZALTMAK İÇİN YAPILAN BİTİM İŞLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	157
IV.13. İLERİ ANALİZ.....	158
IV.13.1. %100 Ham Bambu ve Ham Pamuk Örme Kumaş Numunelerinin Karşılaştırılması.....	159
IV.13.2. Viskozite – Polimerizasyon Derecesi ve Mol Kütlesi Hesaplanması.....	160
IV.13.2.1 Bambunun Polimerizasyon Derecesinin Hesaplanması	160
IV.13.2.2 Pamuğun Polimerizasyon Derecesinin Hesaplanması	162
IV.13.2.3. Bambu ve Pamuğun Mol Kütlesinin Hesaplanması.....	163
IV.13.3. Tanecik Büyüklüğü ve % Kristalinite Hesaplanması.....	164
IV.13.3.1. Tanecik Büyüklüğünün Hesaplanması.....	166
IV.13.3.2. % Kristalinitenin Hesaplanması.....	167
BÖLÜM V. SON DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER	174
V.1. SON DEĞERLENDİRMELER.....	174
V.2. ÖNERİLER.....	180
KAYNAKLAR.....	181
ÖZGEÇMİŞ.....	187

ÖZET

BAMBU ELYAFIN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hareketli ve sürekli gelişen tekstil sektöründeki son buluşlardan birisi olan ve 21. yüzyılın elyafı olarak nitelendirilen bambu, rejenere selülozik bir elyaf olup, anti bakteriyel, kolay boyanabilirlik, yumuşak tutum gibi birçok özellikleri nedeniyle tekstilde kullanım alanı gittikçe artmaktadır. Literatürde bambu elyaf ile ilgili çalışmaların az sayıda olması nedeniyle bu konunun araştırılması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında tekstilde kullanımı yeni olan bambunun performans özelliklerini incelemek amacıyla, %100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri kullanılmış, bu numuneler ön işlem uygulanarak ya da uygulanmadan reaktif boyarmaddelerle atmosferik ortamda boyanmıştır.

Boyama işlemi yapıldıktan sonra %100 bambu elyaf, iplik ve bambu kumaş numuneleri çeşitli yönlerden incelenmiş ve performansları değerlendirilmiştir.

Ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış tüm bambu elyaf numunelerinin enine kesit ve boyuna görüntüleri taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Kullanılan üç farklı koşul (ön işlem yapılmadan – pişirme yapıldıktan sonra – ağartma yapıldıktan sonra) için üç farklı reaktif boyarmadde ile boyanan %100 bambu kumaş numunelerine emicilik testi uygulanmıştır. SEM görüntüleri ve emicilik testi sonuçlarından, ön işlem uygulanarak ya da uygulanmadan boyanan numuneler arasında belirgin bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

%100 bambu örme kumaş numunelerinin düşük olan boncuklanma özelliğinin iyileştirilmesi için reçine ve enzim kullanılarak apre işlemleri yapılmıştır. Reçine ile gerçekleştirilen apre işleminde boncuklanmanın enzim ile yapılane oranla daha azaldığı tespit edilmiştir.

Bambu hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olunması amacıyla, liflerinin iç yapıları incelenmiş, elde edilen sonuçlar % 100 pamuk lifleri ile karşılaştırılmıştır.

Viskozite bulguları kullanılarak polimerizasyon dereceleri, XRD cihazı ile çizilen X-ışını kırınım desenleri yardımıyla da kristal boyutu ve % kristalinite oranları hesaplanmıştır.

Yapılan incelemelerde bambu lifinin polimerizasyon derecesi ve % kristalinite değerinin pamuğunkinden daha düşük, kristal boyutunun ise pamuk lifinden daha

büyük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıklar selülozik yapıya sahip bambu ve pamuk elyafın farklı mekanik özellikler göstermelerine neden olmaktadır.

Ocak 2009

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF BAMBOO FIBERS

One of the recent discoveries in the active and ever developing textile sector, designated as the fabric of 21st century, bamboo is a regenerated cellulosic fiber and owing to its antibacterial properties, easy dyeability and soft feeling, its use is increasing in the textile industry. Considering the paucity of studies on bamboo fabric in literature we aimed to conduct a research on this subject.

Use of bamboo in textile is novel, and in this thesis study, 100% bamboo fiber, yarn and fabric samples were used to analyze the performance properties of bamboo, the samples were dyed with reactive dyes under atmospheric conditions.

Following the dyeing process, various aspects of the 100% bamboo fiber, yarn and fabric samples were examined and their performances were analyzed.

The cross-sectional and longitudinal images of all pretreated and untreated fiber samples were examined with scanning electron microscope. The hydrophilicity of 100 % bamboo fabric materials dyed with three different reactive dyestuffs for the three different conditions (untreated, enzymatically scoured and bleached) used was measured by absorbency test method. The SEM images and the absorbency test results demonstrated that there were no significant differences between groups dyed after pretreatment or untreated.

In order to improve low pilling resistance of %100 bamboo knitted fabric samples, finishing process was performed with resin and enzyme. In the finishing process performed with resin, the pilling resistance was found to be higher than that performed with enzyme.

The internal structure of the bamboo fiber was examined; crystal size, % crystallinity value using the drawn x-ray diffraction pattern and the polymerization degree using the calculated viscosity of bamboo was determined. The same tests and calculations were performed for cotton fiber and the results were compared.

The analyses performed demonstrated that the polymerization degree and % crystallinity value of bamboo fiber were lower than that of cotton and crystal size of

bamboo fiber was higher than that of cotton; thus bamboo and cotton fiber exhibit different mechanical properties.

January 2009

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI

YENİLİK BEYANI

%100 BAMBU ELYAFIN BOYANMASI VE BİTİM İŞLEMLERİ

Bambu elyaf ile ilgili çalışmaların literatürde az sayıda olması nedeniyle bu konunun araştırılması amaçlanmıştır.

Yapılan tez çalışmasında; %100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri reaktif boyarmaddeler kullanılarak atmosferik ortamda boyanmış, boyanmış materyalin renk haslık özellikleri, boyanmış ve boyanmamış materyalin mekanik özellikleri incelenmiş, bambu numunelerine uygulanan pişirme ve ağartma işlemlerinin boyamaya etkisi araştırılmıştır. % 100 bambu örme kumaş numunelerine boyama sonrası uygulanan boncuklanma apresinin kumaş yüzeyine etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleriyle pekiştirilmiştir. Bambu örme kumaş numunelerine pişirme ve ağartma işlemleri uygulanmış olmasının boyanma için önemli bir farklılık oluşturmadığının tespit edilmesi bu çalışmadaki yeniliklerden biridir. Bambu materyalin ön terbiye işlemleri yapılmaksızın boyanması sonucunda, kimyasal madde, zaman ve maliyet açısından önemli ölçüde tasarruf edileceği düşünülmektedir.

%100 bambu örme kumaş numunelerinin kötü olan boncuklanma özelliklerinin iyileştirilmesi için reçine ve enzim kullanılarak apre işlemleri uygulanmıştır. Reçine kullanılmasının enzim kullanılmasına oranla çok daha az mukavemet kaybına neden olduğu ve kumaş yüzeyindeki düzgünleşmenin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın önemli yeniliklerinden biri de tekstil malzemesi olarak kullanılan bambu hakkında daha derinlemesine bilgi edinilmesi amacıyla ileri analizler yapılmış olmasıdır. Bu amaçla bambu lifinin polimerizasyon derecesi, kristal büyüklüğü, % kristalinite oranı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlardan yararlanılarak bambu elyafın performans özellikleri değerlendirilmiştir.

Ocak 2009

Prof.Dr. Nihal SÖKMEN

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI

SEMBOLLER

$^{\circ}\text{C}$	:Santigrad - Sıcaklık birimi
L	:Litre - Hacim birimi
m	:Metre – Uzunluk birimi
dk	:Dakika – zaman birimi
s	:Saniye – zaman birimi
dtex	:Desiteks - Bir lifin 10.000 metresinin gram cinsinden ağırlığı
cN/tex	:Mukavemet birimi
kg/m³	:Yoğunluk birimi
pH	:Hidrojen iyonu molar konsantrasyonunun(mol/litre) on tabanına göre logaritmasının eksi işaretli değeri
H₂O	:Su
-OH⁻	:Hidroksit iyonu
-HSO₄⁻	:Bisülfat iyonu
NaHCO₃	:Sodyumbikarbonat
Na₃PO₄	:Sodyumfosfat
NaOH	:Sodyumhidroksit
Na₂CO₃	:Sodyumkarbonat
Na₂SO₄	:Sodyumsülfat
H₂O₂	:Hidrojenperoksit
CH₃COOH	:Asetikasit
Cu	:Bakır
Mo	:Molibden
Fe	:Demir
Cr	:Krom
Au	:Altın
kPa	:Kilo Paskal (basınç birimi)
[η]	:İntrinsik viskozite
C	:Konsantrasyon
Å	:Angstron (uzunluk birimi)

KISALTMALAR

SEM	:Taramalı Elektron Mikroskobu
CRT	:Katot ışınları tüpü
Atm	:Atmosferik Ortam
Bm	:Boyarmadde
UV	:Ultraviyole
CI	:Colour Index
IR	:Infrared - Kızıl ötesi
HT	:Yüksek Sıcaklık Ortamı
ISO	:Uluslararası Standartlar Organizasyonu
TS	:Türk Standartları
BS	:British Standards
CIE	:Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
WAXD	:Geniş açılı X-ışın kırınımı
TCP	:Triklorprimidin
VS	:Vinilsülfon
FCP	:Diflorklorprimidin
MFT	:Monoflortriazin
DCC	:Diklorokinoksalin
MCT	:Monoklortriazin
GKT	:Genel Kareler Toplamı
GAKT	:Gruplar Arası Kareler Toplamı
GİKT	:Gruplar İçi Kareler Toplamı
GAKO	:Gruplar Arası Kareler Ortalaması
GİKO	:Gruplar içi Kareler Ortalaması
UPF	:Ultraviyole koruma faktörü
DP	:Polimerizasyon derecesi
XRD	:X-ışını kırınımı

ŞEKİLLER

Şekil II.1 Pamuk, viskon ve bambu lifine ait SEM görüntüleri	12
Şekil II.2 Bambu Kumaş Üretim Akışı	14
Şekil II.3 Reaktif Boyarmaddelerin Yapısı	19
Şekil II.4 Reaktif Boyarmaddenin Elyafın Bulunduğu Flotteye İlave Edildikten Sonraki Hareketi.....	24
Şekil II.5 Boncuklanma Mekanizması	28
Şekil II.6 Boncuklanma Eğrisi.....	29
Şekil II.7 Enzim Yapısı.....	30
Şekil II.8 Selülozun Hidrolizi	31
Şekil II.9 Endoglukonaz yapısı.....	31
Şekil II.10 Sellobiohidralaz yapısı.....	31
Şekil II.11 Martindale cihazı	33
Şekil II.12 Taramalı Elektron Mikroskobu.....	34
Şekil II.13 SEM'in Şematik Olarak Çizimi.....	36
Şekil II.14 Ostwald ve Ubbelohde viskozimetreleri	37
Şekil II.15 X-ışınları Kaynağı	43
Şekil II.16 Bragg yansıması	44
Şekil II.17 Bragg Yasasına Göre Bir Düzleme Gelen ve Yansıyan X-ışınları	45
Şekil II.18 hkl Kümesine ait ABC Düzlemi.....	45
Şekil II.19 Toz kristalin x-ışını demeti içine yeleştirilmesi.....	49
Şekil II.20 a. Debye-Scherrer Kamerası b. Film.....	50
Şekil II.21 Selülozun Kristal Yapısı	51
Şekil III.1 Püskürtmeli Su İticilik Test Cihazı.....	55
Şekil III.2 Reaktif Bm Boyama Diyagramı.....	61
Şekil IV.1 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	69

Şekil IV.2 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu İpliğin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	74
Şekil IV.3 C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler	78
Şekil IV.4 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	82
Şekil IV.5 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu İpliğin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler	86
Şekil IV.6 C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	90
Şekil IV.7 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler	94
Şekil IV.8 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu İpliğin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler	98
Şekil IV.9 C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	101
Şekil IV.10 Tüm Materyallerin Renklere ve Yapılan İşlemlere Göre Maksimum K/S Değerlerini Gösteren Grafik	106
Şekil IV.11 C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	108
Şekil IV.12 C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	109

Şekil IV.13 C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini GösterenEğriler.....	112
Şekil IV.14 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler.....	115
Şekil IV.15 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	117
Şekil IV.16 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi	118
Şekil IV.17 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	119
Şekil IV.18 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	120
Şekil IV.19 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	121
Şekil IV.20 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	122
Şekil IV.21 C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	123
Şekil IV.22 C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	124
Şekil IV.23 C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	125
Şekil IV.24 C.I.Reactive Yellow 27Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	126
Şekil IV.25 C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi	127
Şekil IV.26. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	128
Şekil IV.27 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği.....	129
Şekil IV.28 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesine ait Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi.....	130

Şekil IV.29 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	131
Şekil IV.30 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	132
Şekil IV.31 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	133
Şekil IV.32 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	133
Şekil IV.33 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği	134
Şekil IV.34 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği	135
Şekil IV.35 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	136
Şekil IV.36 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	136
Şekil IV.37 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	137
Şekil IV.38 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	138
Şekil IV.39 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	139
Şekil IV.40 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	139
Şekil IV.41 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği.....	140

Şekil IV.42 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158	
Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-%Çekim Grafiği.....	141
Şekil IV.43 Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve	
10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri.....	146
Şekil IV.44 Pişirme Uygulanmış Boyanmamış Bambu Elyaf Numunelerinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri.....	146
Şekil IV.45 Ağartma Uygulanmış Boyanmamış Bambu Elyaf Numunelerinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri.....	146
Şekil IV.46 Ön İşlem Uygulanmadan Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri.....	147
Şekil IV.47 Pişirme İşleminde Sonra Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüsü.....	147
Şekil IV.48 Ağartma İşleminde Sonra Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri.....	148
Şekil IV.49a Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunesinin	
5000 ve 1000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri.....	148
Şekil IV.49b. Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunesinin 15000	
ve 20000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri	149
Şekil IV.50a. Ön İşlem Uygulanmadan Boyanan Bambu Elyaf Numunesinin	
5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri.....	149
Şekil IV.50b. Ön Terbiye İşlemi Uygulanmadan Boyanan Elyaf Numunesinin	
15000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri.....	149
Şekil IV.51 Reaktif Bm ile Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş	
Yüzeyinin Görüntüsü.....	157
Şekil IV.52 Boncuklanmayı gidermek amacıyla yapılan apre işlemi sonrası	
kumaş yüzeyi görüntüleri.....	158
Şekil IV.53 c - η_{sp}/c ilişkisi.....	161
Şekil IV.54 %100 Ham Pamuk Numunesinin X-ışını Kırınım Deseni (1).....	164
Şekil IV.55 %100 Ham Bambu Numunesinin X-ışını Kırınım Deseni (1).....	165
Şekil IV.56 a) %100 Ham Bambu ve b) %100 Ham Pamuk Numunelerinin	
X-ışını Kırınım Desenlerinin Karşılaştırılması.....	166
Şekil IV. 57 %100 Ham Bambu Numunesine ait Kristalin Alan.....	167
Şekil IV.58 %100 Ham Bambu Numunesine ait Toplam Alan	168
Şekil IV.59 %100 Ham Pamuk Numunesine ait 1. Kristalin Alan.....	169

Şekil IV.60	%100 Ham Pamuk Numunesine ait 2. Kristalin Alan.....	169
Şekil IV.61	%100 Ham Pamuk Numunesine ait 3. Kristalin Alan.....	170
Şekil IV.62	%100 Ham Pamuk Numunesine ait Toplam Alan	170
Şekil IV.63	%100 Ham Pamuk Numunesine ait X-Işınları Kırınım Deseni (2).....	172
Şekil IV.64	%100 Ham Bambu Numunesine ait X-Işınları Kırınım Deseni (2).....	172

TABLolar

Tablo II.1 Bambu Lifinin Bakterilere Karşı Gösterdiği Davranışı Ölçmek Amacıyla Yapılmış Test Sonuçları.....	7
Tablo II.2 Bambu, Viskon ve Pamuğun Fiziksel Özellikleri	13
Tablo II.3 Reaktif Gruplarına göre Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması	17
Tablo II.4 Kristal Sistemleri.....	41
Tablo II.5 $s = h^2 + k^2 + l^2$ nin alabileceği değerler.....	46
Tablo II.6 Basit(SC), hacim merkezli(BCC), yüzey merkezli(FCC) ve elmas kübik(DC) sistemler için s değerleri.....	47
Tablo II.7 Yedi Kristal Sistem için Düzlemler Arası Uzaklık ile Hücre Kenarı Arasındaki İlişkiler.....	48
Tablo III.1 Kullanılan Laboratuvar Malzemeleri.....	53
Tablo III.2 Boyama İşlemi için Kullanılan Boyarmaddelerin Ticari Adları ve Üretici Firmaları	56
Tablo III.3 Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Boyama İşlemi.....	61
Tablo IV.1 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	70
Tablo IV.2a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	71
Tablo IV.2b C.I. Reactive Blue 19 Bm si ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	71
Tablo IV.3a C.I. Reactive Blue 19 Bm si ile Pişirme İşleminde Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	71
Tablo IV.3b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra %1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	72

Tablo IV.4a C.I. Reactive Blue 19 Bm si ile Ağartmadan Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	72
Tablo IV.4b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra %1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	72
Tablo IV.5 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu İpliğin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	73
Tablo IV.6a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	74
Tablo IV.6b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	75
Tablo IV.7a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminde Sonra Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	75
Tablo IV.7b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra %1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	75
Tablo IV.8a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminde Sonra Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	76
Tablo IV.8b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminde Sonra Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	76
Tablo IV.9 C.I. Reactive Blue 19 Bm si ile Boyanan %100 Bambu Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	77
Tablo IV.10a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	78
Tablo IV.10b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	79

Tablo IV.11a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminde	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik	
Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	79
Tablo IV.11b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminde	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki	
Renk Farklılığı.....	79
Tablo IV.12a C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminde	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik	
Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	80
Tablo IV.12b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminde	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki	
Renk Farklılığı.....	80
Tablo IV.13 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu	
Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	81
Tablo IV.14a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan	
Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile	
Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	82
Tablo IV.14b C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan	
Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	83
Tablo IV.15a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminde	
Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm	
Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	83
Tablo IV.15b Remazol Brilliant Red 3 BS Bm si ile Pişirme İşleminde Sonra	
Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	83
Tablo IV.16a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartma	
İşleminde Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik	
Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	84
Tablo IV.16b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Ağartmadan	
Sonra Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	84
Tablo IV.17 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu	
İpliğin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	85
Tablo IV.18a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan	
İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile	
Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	86

Tablo IV.18b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Ön İşlem	
Yapılmadan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	87
Tablo IV.19a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminden Sonra	
Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu	
ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	87
Tablo IV.19b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminden	
Sonra Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	87
Tablo IV.20a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminden	
Sonra Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu	
ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	88
Tablo IV.20b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Ağartma	
İşleminden Sonra Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki	
Renk Farklılığı.....	88
Tablo IV.21 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu	
Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	89
Tablo IV.22a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan	
Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu	
ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	90
Tablo IV.22b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Ön İşlem	
Yapılmadan Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki	
Renk Farklılığı.....	91
Tablo IV.23a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminden	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik	
Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	91
Tablo IV.23b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminden	
Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki	
Renk Farklılığı.....	91
Tablo IV.24a C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartmadan Sonra	
Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm	
Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	92
Tablo IV.24b Remazol Brilliant Red 3 BS Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi	
Uygulandıktan Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri	
Arasındaki Renk Farklılığı.....	92

Tablo IV.25 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi Boyanan %100 Bambu Elyafın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	93
Tablo IV.26a C.I.Reactive Yellow 186Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	94
Tablo IV.26b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Atmosferik Ortamda Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	95
Tablo IV.27a C.I.Reactive Yellow 186Bm si ile Pişirme İşleminden Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	95
Tablo IV.27b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	95
Tablo IV.28a C.I.Reactive Yellow 186 Bm si ile Ağartma İşleminden Sonra Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	96
Tablo IV.28b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra %1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	96
Tablo IV.29 C.I.Reactive Yellow 186 Bm si ile Boyanan %100 Bambu İpliğin 360 ile 700 nm Dalga Boyu Arasındaki K/S Değerleri.....	97
Tablo IV.30a C.I.Reactive Yellow 186Boyarmaddesi ile Ön İşlemsiz Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	98
Tablo IV.30b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan %1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	99
Tablo IV.31a C.I.Reactive Yellow 186Bm si ile Pişirme İşleminden Sonra Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	99
Tablo IV.31b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	99

Tablo IV.32a C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminin Sonra Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	100
Tablo IV.32b C.I. Reactive Yellow186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	100
Tablo IV.33 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	101
Tablo IV.34a C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	102
Tablo IV.34b C.I. Reactive Yellow186Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	102
Tablo IV.35 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminin Sonra Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	103
Tablo IV.36 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşleminin Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	103
Tablo IV.37 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminin Sonra Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	104
Tablo IV.38 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşleminin Sonra Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	104
Tablo IV.39 Remazol Brilliant Boyarmaddeleri ile Boyanan Elyaf, İplik ve Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	105
Tablo IV.40 Boyama sonrası yapılan spektrofotometrik ölçümler sonucu elde edilen maksimum K/S değerleri.....	105
Tablo IV.41 C.I.Reactive Blue 224Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	107

Tablo IV.42a C.I.Reactive Blue 224 Bm si ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	108
Tablo IV.42b C.I.Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	109
Tablo IV.43 C.I.Reactive Red 242 Bm si ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	110
Tablo IV.44a C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	111
Tablo IV.44b C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	111
Tablo IV.45 C.I.Reactive Yellow 27 Bm si ile Atmosferik Ortamda %1 Renk Şiddetinde Boyanan %100 Bambu Örme kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	112
Tablo IV.46a C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	113
Tablo IV.46b C.I.Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı	113
Tablo IV.47 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanan %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri.....	114
Tablo IV.48a C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile %1 Renk Şiddetinde Boyanan Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri.....	115
Tablo IV.48b C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanan Bambu Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı.....	116
Tablo IV.49 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri	117
Tablo IV.50 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 608 nm deki Absorbans Değerleri....	118

Tablo IV.51 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	119
Tablo IV.52 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 535 nm deki Absorbans Değerleri....	120
Tablo IV.53 C.I.Reactive Yellow 186Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	121
Tablo IV.54 C.I.Reactive Yellow 186Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 445 nm deki Absorbans Değerleri....	122
Tablo IV.55 C.I.Reactive Blue 224Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	123
Tablo IV.56 C.I.Reactive Blue 224Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 630 nm deki Absorbans Değerleri....	124
Tablo IV.57 C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	125
Tablo IV.58 C.I.Reactive Red 242 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 560 nm deki Absorbans Değerleri....	126
Tablo IV.59 C.I.Reactive Yellow 27Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	127
Tablo IV.60 C.I.Reactive Yellow 27Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 455 nm deki Absorbans Değerleri....	128
Tablo IV.61 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri.....	129
Tablo IV.62 C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 530 nm deki Absorbans Değerleri....	130
Tablo IV.63 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Bm si ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	131
Tablo IV.64 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 Bm si ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	132
Tablo IV.65 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 Bm si ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	134
Tablo IV.66 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Blue 224Bm si ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	135

Tablo IV.67 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Red 242 Bm si ile	
Boyannmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	137
Tablo IV.68 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 27 Bm si ile	
Boyannmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	138
Tablo IV.69 %100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158 Bm si ile	
Boyannmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, %Çekim Değerleri.....	140
Tablo IV.70 Farklı Reaktif Gruplara Sahip Olan Reaktif Boyarmaddelerin	
Karşılaştırılması.....	141
Tablo IV.71 Her Bir İşlem Adımında Alınan %100 Bambu Numunelerinin	
Beyazlık İndeksleri.....	142
Tablo IV.72 Yıkama Haslığı İşlem Koşulları	143
Tablo IV.73a Boyanmış %100 Bambu Elyaf Numunelerine ait Yıkama	
Haslığı Değerleri.....	143
Tablo IV.73b Boyanmış %100 Bambu İplik Numunelerine ait Yıkama	
Haslığı Değerleri.....	144
Tablo IV.73c Boyanmış %100 Bambu Kumaş Numunelerine ait Yıkama	
Haslığı Değerleri.....	144
Tablo IV.74 Boyama İşlemi Uygulanmamış %100 Bambu İplik Numunelerine	
Yapılan Mukavamet ve % Uzama Testi Sonuçları.....	151
Tablo IV.75 C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesiyle Boyanan %100 Bambu	
İplik Numunelerinin Mukavamet ve % Uzama Testi Sonuçları.....	152
Tablo IV.76 C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesiyle Boyanan %100 Bambu	
İplik Numunelerinin Mukavamet ve % Uzama Testi Sonuçları.....	152
Tablo IV.77 C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesiyle Boyanan %100 Bambu	
İplik Numunelerinin Mukavamet ve % Uzama Testi Sonuçları.....	153
Tablo IV.78a Reaktif Bm lerle Boyanmış %100 Bambu İplik Numunelerine	
ait Mukavemet ve % Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması	153
Tablo IV.78b. Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmış % 100 Bambu	
İplik Numunelerine ait % Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması.....	154
Tablo IV.79 %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Patlama Mukavemeti	
ve Patlama Esnasındaki Şişme Değerlerinin Karşılaştırılması.....	154
Tablo IV.80 %100 Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Sürtünme	
Değerlerinin Karşılaştırılması.....	155

Tablo IV.81 Boyanmış ve Boyanmamış Bambu Örme Kumaş Numunelerine	
Uygulanan Boncuklanma Test Sonuçları	156
Tablo IV.82 Reaktif Bm lerle Boyanmış %100 Bambu Kumaş Numunelerinin	
Apres Uygulanmadan Önce ve Sonraki Ağırlık, Boncuklanma	
Testi ve Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması.....	157
Tablo IV.83 % 100 Ham Pamuk ve Bambu Kumaştan Alınan İplik ve Elyaf	
Numunelerinin Fiziksel Özellikleri.....	159
Tablo IV.84 %100 Pamuk ve Bambu Kumaş Numunelerine Uygulanan	
Testlerin Sonuçları	160
Tablo IV.85 Bambunun Cuendeki Çözeltilerinden 20°C de Elde Edilen	
Viskozite Ölçüm Sonuçları. Cuen akış süresi $t_0 = 142s$	161
Tablo IV.86 Pamuğun Cuen'deki Çözeltisinden 20°C de Elde Edilen Viskozite	
Ölçüm Sonucu.....	162
Tablo IV.87 Mark-Houwink Eşitliği Yardımıyla Bulunan Polimerizasyon	
Dereceleri	163
Tablo IV.88 %100 Ham Pamuk Numunesine ait $\theta-2\theta$ XRD Kırınım Deseni	
Değerleri	164
Tablo IV.89 %100 Ham Bambu Numunesine ait $\theta-2\theta$ XRD Kırınım Deseni	
Değerleri.....	165
Tablo IV.90 %100 Bambu ve Pamuk Elyaf için Hesaplanan	
Tanecik Büyüklükleri.....	166
Tablo IV.91 %100 Ham Pamuk ve Bambu Numunelerine ait X-ışını Kırınım	
Deseni Değerlerine Göre Hesaplanan % Kristalinite Değerleri	173
Tablo IV.92 %100 Ham Bambu ve Pamuk Numunelerine ait % Kristalinite	
Değerleri.....	173

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

I.1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyada ve Türkiye pazarında henüz çok yeni olan bambu elyafı son zamanlarda Türkiye'deki gerek yünlü gerekse pamuklu sektörde ilgi görmektedir [65]. Bambu, az çiftçilik girdisi gerektiren ve herhangi bir böcek zehri kullanılmadan hızlı bir şekilde yetiştirilebilen bir bitkidir. Sera gazlarını emerek daha fazla oksijen çıkaran, gübre gerektirmeyen bambunun kökleri de erozyona eğilimli toprakları dengelemeye yardımcı olur [65]. Bambu elyaf, sürekli gelişen tekstil sektöründe, çok çeşitli kullanım alanlarından dolayı tercih edilen bir elyafıdır [66]. 2006 yılının verilerine göre yalnız Bambrotex tarafından yılda 6000 tonun üzerinde bambu elyafı üretilmiştir [31]. Antibakteriyel, antistatik, kolay boyanabilirlik, yumuşak tutum, nefes alabilirlik, iyi nem çekme ve harika geçirgenlik özelliği, yumuşaklık hissi gibi birçok özelliklerinden dolayı bambu elyafının tekstilde kullanım alanı gittikçe artmaktadır [66]. Bu kumaştan yapılmış olan giysiler farklı bir yumuşaklık, serinlik ve hafiflik hissi verirler [67]. Boyandıkları zaman parıltılı ve güzel bir görünüm kazanırlar [66].

Farklı özelliklere sahip ve bir tekstil malzemesi olarak gittikçe önem kazanan bambu elyaf ile ilgili çalışmaların literatürde az sayıda olması nedeniyle bu konunun araştırılması amaçlanmıştır.

Yapılan tez çalışmasında; % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaşı reaktif boyarmaddeler kullanılarak atmosferik ortamda boyamak, boyamanın tekrarlanabilirliğini ve boyanmış materyalin renk haslık ve mekanik özelliklerini incelemek, bambu materyallerin boyanması sırasında boyarmaddelere ait % çekim oranlarını belirlemek, bambu elyafa uygulanan ön terbiye ve bitim işlemlerinin etkisini incelemek ve bunu çeşitli testler ve SEM görüntüleriyle pekiştirmek hedeflenmiştir.

Bambu hakkında daha derinliğine bilgi edinilmesi amacıyla, liflerin iç yapısı, kristal boyu, polimerizasyon derecesi ve kristalinite oranı incelenmiş, elde edilen

sonuçlar % 100 pamuk lifleriyle karşılaştırılmış, bu bilgilerin ışığında bambu elyafın performans özellikleri değerlendirilmiştir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

II.1. GENEL BİLGİLER VE TEORİK YAKLAŞIMLAR

Tez çalışmasında kullanılan bambu elyaf rejenere selüloz bir liftir. Rejenere selüloz liflerin tarihçesi, elde edilmesi, lifin mekanik özellikleri aşağıda kısaca anlatılmaktadır.

II.1.1. Rejenere Selülozik Lifler

Selüloz, bütün bitkilerin çekirdek maddesidir; saman, odun ve bambu gibi bitkilerde bulunmaktadır. Beyaz bir madde olarak çıkartılan selüloz daha sonra viskoz, modal, bakır ipeği lifi veya asetat gibi farklı lif çeşitlerini oluşturmak üzere işlenmektedir [68]. Son yıllarda doğal selülozik elyaf yanında, yapay selülozik elyaf da geniş ölçüde kullanılmaya başlanmıştır. 1920'lerde keşfedilen yapay selülozik elyaf; parlaklığı, kayganlığı, doğal elyafa oranla fiyatının uygun oluşu gibi bazı özelliklerinden dolayı son yıllarda hızla gelişmekte ve üretimi artmaktadır. Fiyatının uygunluğu nedeniyle yünlü ve pamuklu materyallerle karıştırılarak kullanılmaktadır [1].

II.1.2. Rejenere Selülozik Liflere Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri

Rejenere selüloz lifleri yapıları itibarıyla temiz, beyaz ve parlak lifler olduklarından bunların terbiyesi pamuk, keten gibi doğal selüloz liflerine nazaran daha ılıman koşullarda yapılabilir. Bunun yanında rejenere selüloz lifleri kimyasal maddelere, özellikle bazlara karşı hassas olduklarından ve yaş dayanımları düşük olduğundan ön terbiye işlemlerinin daha ılıman koşullarda yapılması zorunludur. Aksi halde lifler kimyasal ve mekanik yönden zarar görürler [83]. Rejenere selüloz liflerin ön terbiyesinde uygulanan başlıca işlemler haşıl sökme, alkali ile muamele ve ağartmadır. Bu liflere genellikle suda çözünebilen haşıl maddeleri uygulandığından haşıl sökme etkili bir sıcak yıkamadan ibarettir. Suda

Çözünmeyen haşıl maddelerinin uygulanması halinde pamuktakine benzer enzimatik haşıl sökme yöntemleri uygulanır [2].

II.1.3. Rejenere Selülozik Liflere Uygulanan Bitim İşlemleri

Bitim işlemleri, genellikle ağartma, boyama veya baskı sonrası yapılan terbiye işlemlerinin tümüdür. Bitim işlemlerinin uygulanması öncelikle o tekstil ürününün tutumunu, görünümünü (renk dışındaki), kullanım özelliklerini değiştirmek veya geliştirmek; ayrıca konfeksiyon için çalışma ve işleme kolaylıkları sağlamak amacıyla yapılmaktadır.

II.2. BAMBU

Bambu(Bambusoideae); buğdaygiller (Poaceae) familyasına ait olup; genellikle Asya'nın doğusunda, Güney Amerika'da, Avustralya'nın kuzeyinde ve Afrika'da yetişir. Soğuk dağlardan sıcak tropik bölgelere kadar çeşitli enlemler, rakımlar ve iklimlere yayılmış olan bambuların sapları (gövdeleri) yuvarlaktır ve uzunlamasına düğümlerle bir araya gelmiş olan farklı parçalardan oluşmaktadır[31]. Bilinen 1200 değişik türü vardır [70]. Bambu bitkisinin 30 cm lik bodur cinsi olduğu gibi 30 m ye kadar büyüyeabilen dev cinsleri de mevcuttur [71]. En büyük bambu türleri 80 cm kalınlığa ve 38 metre uzunluğa kadar erişebilmektedir. Bazı türleri çok seyrek de olsa (her 100 yılda bir, ya da daha seyrek olmak üzere) çiçek verebilirler [70]. Dünyanın en hızlı büyüyen bitkilerinden olan bambu, günde yaklaşık 100cm (~3.5 ft) uzayarak 2-3 senede kesim aşamasına gelebilmektedir [72].

Bambular genel olarak iki sınıfta toplanır:

Tribus Bambuseae: Ağaç gibi büyüyüp, tahtalaşan bir kabuğa ve ince yapraklara sahip, çok büyük çiçekler verebilen bambu türleri.

Tribus Olyreae: Ot gibi büyüyen, tahtalaşmayan ve boyları bir metreyi geçmeyen bambu türleri [70].

Bambunun 1200 türünden 3 tanesi Doğu Karadeniz bölgesinin ekolojik şartlarına uygundur. Bu bölgede yetiştirilen bambu hem fındık ve çaya alternatif olabilecek, hem de toprak altı kısımları ile toprağı ağ gibi sararak bölgenin en önemli sorunlarının başında gelen toprak kayması ve erozyonu da önleyebilecektir [73].

Az bir sermaye ile yetiştirilebilen bambu, alçalmış toprakların yenilenmesi ve toprak erozyonuna karşı koruma sağlaması yönünden de önemli bir bitkidir. Bambu

bitkisi kırsal kesim için önemli bir geçim kaynağıdır. Gövdesi inşaat malzemesi, yaprakları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Filizleri yenilebilme özelliğine sahiptir; dallarından ise el sanatları yapımında faydalanılmaktadır [66]

Bambu; parke, ev ve bahçe mobilyası, dekorasyon ve inşaat malzemesi, kontraplak, laminant, yonga levha, kağıt, inşaat iskelesi, sabun, içki, yiyecek, çay, odun kömürü, müzik aletleri, silah, hasır ve çeşitli el sanatları başta olmak üzere 450 değişik kullanım yeri ile çok yönlü bir bitkidir [73]. Bambu, son yıllarda tekstil endüstrisinde de hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır. 21. yüzyılın elyafı olarak nitelendirilen bambu, rejenere selülozik bir elyaf olup, bambu kamışının hamurundan elde edilir[65]. 6-8 ayda gelişen bambunun yapısında %60.8 selüloz, %32.2 lignin bulunur [31]. Uzakdoğu'nun bambu ormanlarından toplanan bambu kamışları hamur haline getirilip, daha sonra elyaflarına ayrıştırılır ve kasarlanır. Viskona benzer özellikler taşısa da viskondan daha doğal ve farklı özellikleri vardır. Kendiliğinden anti-bakteriyelliği, mersevizasyon gerektirmemesi, kumaşlara ipek ve kaşmir tuşesi vermesi, hafif olması, kolay boyanabilirliği, çok çeşitli ve parlak renklere sahip olması özelliklerinden bazılarıdır. Dünyada ve Türkiye pazarında henüz çok yeni olan bambu elyafı son zamanlarda Türkiye'deki gerek yünü gerekse pamuklu sektörde ilgi görmektedir [65]. 2006 yılının verilerine göre yalnız Bambrotex tarafından yılda 6000 tonun üzerinde bambu elyafı üretilmiştir [67]. Bambu elyafı anti bakteriyel, kolay boyanabilirlik, yumuşak tutum gibi birçok özellikleri nedeniyle tekstilde kullanım alanı gittikçe artmaktadır. Literatürde bambu elyaf ile ilgili çalışmaların az sayıda olması nedeniyle araştırmaya açık bir alandır.

II.2.1. Tekstil Materyali Olarak Üretilen Bambunun Kullanım Alanları [74]

Erkek, bayan iç ve dış giyim: UV absorblama, antibakteriyel, elastikiyet gibi özelliklere sahip olduğundan çorap, yazlık giysiler, hamile ve çocuk giysilerinde tercih edilir [66].

Tıbbi giyim: Bambu sıhhi malzemeleri maske, cerrahi kıyafetler, hemşire-doktor kıyafetleri ve benzerlerini içermektedir. Bambu elyafın doğal sterilizasyon ve bakteri önleyici özellikleri sayesinde yapay anti-mikrobiyal maddelerin eklenmesine gerek yoktur. Ciltte alerjiye ve tahrişe neden olmadığından bu konuda tıbbi pazarda üstün bir avantajı vardır. Bu nedenle sıhhi havlu, tül maske, emici pedler gibi sıhhi malzemelerde kullanımı giderek artmaktadır [66]. Ayrıca kötü koku oluşumunu engellemesi nedeniyle gıda ambalajlarında da tercih edilmektedirler [67].

Dekorasyon malzemesi: UV dayanımı ve anti bakteriyel özelliği olduğu için duvar kağıdı, koltuk döşeme malzemesi, yatak çarşafı, battaniye, nevresim, perde, halı vs. olarak kullanılabilir. Ayrıca su itici özelliği olduğundan rutubet ve küften etkilenmez. Asit yağmurlarından daha az etkilenir.

Banyo Malzemesi: Sıhhi, su itici ve yumuşak olmasından ötürü kilim, havlu gibi banyo malzemelerinde kullanılmaktadır. Doğal yapısındaki bakteri barındırmama özelliği nedeniyle uzun süre nemli ortamlarda saklanıldığında dahi kötü kokular oluşturmaz [65].

Dokusuz kumaşlar: Hijyenik hemşire-doktor kıyafetleri , ameliyat maskeleri, yara bandı ve temizlik bezi olarak kullanılır. Anti bakteriyel ve doğal koku giderici özellikleri nedeniyle, çocuk bezleri için de idealdir [66].

II.2.2. Bambunun Temel Özellikleri

Bambunun bazı özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

Bambu lifi bakteriler tarafından ayrışabilen tek doğal tekstil materyalidir. Doğal bir selüloz lifi olarak, mikroorganizma ve güneş ışığıyla toprakta % 100 ayrışabilir. Ayrışım süreci herhangi bir kirliliğe neden olmaz. Bambu lifi doğadan gelir ve sonunda tamamen doğaya döner[24]. Bambu bu özelliklerinden ötürü “21. yüzyılın doğal ve çevre dostu yeni tekstil malzemesi” olarak övülmektedir [72]. Bambu böcek zehiri kullanılmadan yetiştirilir. Çünkü zararlı böcekler tarafından nadiren yenir. Ayrıca hastalık bulaşma olasılığı düşüktür. Bilim adamları bunun nedeninin “Bambu-kun” denen bir bakteriden kaynaklandığını bulmuşlardır. Bambu-kun, anti bakteriyel ve bakteri tutucu bir maddedir. Bu madde lif oluşum aşamasında, bambu selülozuyla birleşir. Japon Tekstil Araştırma Derneği, bambunun elli yıkamadan sonra bile lifin anti-bakteriyel özelliğini kaybetmediğini belirlemiştir. Yapılan testlerde, bambu üzerinde kuluçkaya bırakılmış bakterilerin % 70’inin yok olduğu ispatlanmıştır [72]. Doğal anti bakteriyellik, bakteri ve koku gidericilik bambuya has çok önemli özelliklerdendir. Kimyasal yollarla anti bakteriyel özellik kazandırılmış kumaşlar insan cildine alerji yapabilir. Karışım ipliklerdeki bambu lifinin oranı ürünün tamamının anti bakteriyel özelliğini etkiler. Karışımındaki % 70’lik bambu oranı güvenilir bir anti bakteriyellik için önerilmektedir [72]. Çin Tekstil Endüstrisi (CTITC/11-2003) tarafından bambu lifinin bakterilere karşı gösterdiği davranışı ölçmek amacıyla yapılan testin sonuçlarına göre, bambu lifinin

üzerindeki bakteri miktarı zamanla azalırken, pamuktaki bakteri miktarı artmaktadır (Tablo II.1.).

Tablo II.1. Bambu Lifinin Bakterilere Karşı Gösterdiği Davranışı Ölçmek Amacıyla Yapılmış Test Sonuçları [72].

Test kumaşı	Başlangıç anı	24 saat sonra
	Aşılana bakteri sayısı	Mevcut bakteri sayısı
Bambu kumaş	8.6×10^4	0.6×10^2
Pamuk kumaş	2.0×10^5	1.1×10^8

Bambu lifi herhangi bir kimyasal katkı maddesi içermez.

Bambu lifi rejenere selülozik bir lif olduğundan, hem asit hem de bazlara karşı duyarlıdır.

Gerilme direnci düşüktür: Lifin gerilme dayanımı düşük olduğu için iplik üretiminde Ne8-Ne60 arası ipliklerin kullanılması; Ne50-Ne60 arasındaki ipliklerin ise çift kat yapılması tavsiye edilmiştir. Gerilme dayanımları ıslakken, kuruya göre % 60 daha azdır [72]. 20°C sıcaklıkta ve % 65 relatif nem ortamında yapılan test sonuçları aşağıda verilmiştir:

Kuru gerilme dayanımı : 23.3 cN/tex

Yaş gerilme dayanımı : 13.7 cN/tex

Sülfürik asit içinde viskoz lifine göre çözünürlüğü yüksektir [74].

Doğal antibakteriyel, koku giderici özelliği mevcuttur: Kokuyu doğal yollarla yok eder, bakteri ve mantar oluşumuna karşı etkili anti bakteriyel özellik taşır. Bambu lifinin doğal antibakteriyel özelliği, birden fazla yıkama sonrasında bile bambu giysilerin üzerinde büyüyen ve istenmeyen kokulara yol açan bakterilerin azalmasına yardımcı olur. Ayrıca, kumaşı giyenin ve giysisinin daha az kokmasını sağlayarak, cilt üzerinde yaşayan bakterilerin neden olduğu kokuları da yok eder. Bunun dışında, bambu kumaşın yalıtıcı özellikleri vardır ve giyen kişiyi yazın daha serin ve kışın daha sıcak tutar. [66]

Bambu lifinin boyanmasında reaktif boyarmaddeler tercih edilir.

Boyanmış bambu kumaşın yıkama haslığı test edilmiş ve bambunun yıkamaya karşı haslık testi sonuçlarının 4-5 değerlerinde olduğu tespit edilmiştir [72].

Bambunun enine kesiti incelendiğinde, doğal yapısında mikro boşluklara sahip olduğu görülmektedir. Bambudaki bu boşluklar materyale nem emiş kabiliyeti, serin

tutma ve havalandırma özelliği kazandırır. Bu düzensiz mikro-boşluklara sahip bambudan yapılmış kumaşlar insan terini emerek buharlaştırır, kumaşın tene yapışmasını önler. Diğer liflerden yapılmış kumaşlara göre bambudan yapılmış giysiler 1-2 °C daha düşük sıcaklık hissi verirler. Nefes alabilirlik seviyesi çok yüksek olan bambu kumaş serin tutma özelliğine sahiptir [66].

Yüksek kir iticiliği ve pamuktan iki kat fazla nem emiş kapasitesi vardır. Bambu, bitki olarak sahip olduğu özelliklerinin büyük bir kısmını kumaş formunda da korur. Oldukça su emicidir ve suda ağırlığı üç katına kadar çıkabilir. Bu özellik bambu kumaşta, nemi ciltten alan ve buharlaştırabilen mükemmel bir emme kabiliyeti anlamına gelmektedir. Bu nedenle, bambudan yapılmış olan giysilerin genellikle cildin üzerine giyilmesi önerilmektedir.

Bambu kumaş oldukça yumuşaktır ve doğrudan cildin üzerine giyilebilir. Kumaş olarak pamuktan daha yumuşak olup, dokunuş olarak kaşmir-ipek karışımı hissini verir. Yün veya kenevir gibi doğal liflere karşı alerjik reaksiyon yaşayan kişiler bambu ile herhangi bir sorun yaşamazlar. Bambu elyaf kimyasal işlem yapılmadan da düzgün bir yapıya, yumuşak bir tutuma sahiptir [66].

Bambu lifi saç telinden daha incedir. Yuvarlak ve düzgün bir yüzeyi vardır. Bu nedenle, insan cildine karşı herhangi bir uyarımı yoktur ve cildi tahriş etmez.

II.2.3. Bambu Materyaline Uygulanan Terbiye İşlemleri

Bambu elyafı rejenere selüloz elyafı olup, asitlere karşı hassastır.

Ön işlem esnasında, banyo içindeki alkali miktarına dikkat edilmelidir. Bambu elyafı, düşük bir ıslak mukavemete sahiptir. Bundan dolayı ön işlem ve boyama esnasında, düşük gerilim olmalıdır. Boyama esnasında reaktif boyarmaddelerin kullanılması tavsiye edilir. Reaktif boyarmaddeler, bambu elyafı ile zayıf alkali şartlarında reaksiyona girerler.

Hafif yakma, enzimle haşıl sökme, ılımlı - orta derecede ağartma, gerektiğinde merserizasyon bambu kumaşa uygulanabilen terbiye işlemlerindendir. Ortam şartlarının yumuşak olmasına özen göstermek gerekir. Saf bambuyu yıkamaya gerek yoktur. Bazen düşük alkali ortamda yıkanabilir. Alkali oranı % 10'u geçmemelidir. Ağartma işlemi materyalin özelliklerine ve inceliğine göre uygulanır [67].

Gazeleme (yakma): Saf bambu veya pamuk-bambu karışım kumaş yüzeylerinde pamuk tohumu, minik balya topçukları bulunabilir Gaze işlemi düzgün

bir biçimde uygulanmazsa daha sonra yapılacak boyama işlemlerinde kalan artıklar düzgün olmayan boyamaya ve renk solmasına sebep olabilir.

Önerilen gaze hızı: 80-100m/dk; yakma sıcaklığı: 1100°C Yakma, kumaşın eni boyunca düzgün olmalıdır[67].

Haşıl sökme: İpliklerin dokunabilmesi için genelde nişasta haşılı kullanılır. Bu haşılı sökebilmek için, yüksek aktiviteli enzimler kullanılmalıdır. Bu enzimler, yalnız iplikteki nişastayı hedef almalı, bambu lifine zarar vermemelidir. Belli bir pH aralığında (pH: 5-9) aktif tutulmalıdır. Haşıl sökme için Tinozyum L 40 enzimi önerilmektedir. [67].

Pişirme: Normal şartlarda saf bambu pişirme gerektirmez; ender olarak yapıldığında ılıman koşullar tercih edilir. Genellikle bambu ile pamuğun birlikte dokunduğu kumaşlarda pişirme işlemi uygulanır. Pişirme sırasında yağ cinsinden yabancı maddeleri uzaklaştırmak için enzimatik pişirme, uygun bir organik solvent ile çözme veya alkaliler ile sabunlaştırma işlemleri uygulanabilir. Pratikte alkali işlem çok daha ekonomiktir. Bu işlem için de alkali madde olarak en fazla kostik soda kullanılır. Sabunlaşma neticesinde çözünmeyen yağlar çözünür duruma getirilir. Bunlar da yıkanarak kolayca uzaklaştırılabilir[67].

Ağartma: Bu proses için kumaşın kalınlığı ve özellikleri dikkate alınmalıdır. Selülozik elyafın bünyesinde pigment halinde renkli maddeler bulunmaktadır. Bambunun da doğal rengi biraz sarımsıdır. Pişirme ve ardından yapılan yıkamalar ile temiz ve hidrofil bir materyal elde edilirse de az miktarda pigment materyal üzerinde kalmaktadır. Bu nedenle özellikle açık renklere boyanacak malzeme için beyazlatma işlemi gerekmektedir. Bambu asit ve baza karşı hassas olduğundan kostik soda (NaOH) hacmini düşürmek gerekir [67].

Merserizasyon: Alkalilere karşı dayanımının zayıf olmasından dolayı bambu materyale merserizasyon uygulanmaz. Ancak bazı durumlarda boya absorblama kapasitesini arttırmak için hafif bir merserizasyon yapılabilir. Merserizasyon işlemi aynı zamanda giysilerin dökümünü ve yumuşaklığını da artırır. [67].

Boyama: Bambu kumaşlar jiggerde boyanmaya uygundur. Boyama işlemi için, iyi renk haslıklarına sahip olan reaktif boyarmaddeler tercih edilmelidir. Kimyasal yapı bakımından bambu lifi pamuk lifiyle aynı özelliğe sahip olduğundan (selülozik lifler) aynı boyama mekanizması uygulanabilir, aynı boyarmaddeler kullanılabilir. Bambu-pamuk karışımlarının boyanması sırasında bambu ve pamuğa uygun boyama

reçeteleri ve boyarmaddeler seçilmelidir. Kullanılan alkali miktarı 20g/L'yi geçmemeli ve boyama sıcaklığı 100°C'nin altında olmalıdır[67].

Kurutma: Kurutma düşük sıcaklıklarda ve küçük mekanik gerilimlerle yapılmalıdır. Sıcaklık iyi kontrol edilmezse kumaşta sararma, sert tutum, çözgü kayması,yüksek çekme eğilimi gibi bozukluklara neden olabilir. Kurutma ve en sabitleme için döner tamburlar önerilir.

Bambu ipliğin kurutulması için IR kurutma tercih edilir. Düzgün buharlaşma, dokunma hissinin kalitesi, karışmanın önlenmesi ve direnç özelliğinin korunması açısından önemlidir [67].

Yumuşatma: Bambu ve bambu karışım kumaşlara yumuşatma işlemi uygulanması kaliteyi artırır. Boyalı bambu iplik için yumuşatma işlemi sırasında silikon eklenebilir. Yumuşatma adımı, bambu lifleri arasındaki sürtünmeyi azaltırken pürüzsüzlüğü sağlar. Liflerin yüzey gerginliğini dengeleyerek, kumaşın gerilme mukavemetini ve aşınma direncini iyileştirir. Ayrıca bambu materyalin kurutulması sırasında meydana gelebilecek sararmayı engeller, kumaşın dökümünü ve elastikiyetini artırır.

II.2.4. Bambu Elyaf ile İlgili Yapılmış Bazı Çalışmalar

Bambu, odundan çok daha hızlı yenilenebilmesi nedeniyle, genellikle oduna alternatif olarak araştırılmıştır [32].

Çinde yapılan bir çalışmada bambu liflerinin yüzey özellikleri pamuk lifleriyle kıyaslanmıştır. Bu çalışmada linter pamuğu lifleriyle bambu liflerinin serbest yüzey enerjisi ve Lewis asit-baz komponentleri karşılaştırılmıştır. Her iki lifin serbest yüzey enerjilerinin benzer özellikler gösterdiği bulunmuştur. Bu iki lif arasındaki en önemli fark bambu liflerinin içerdiği Lewis asit komponentinin pamuk lifindeki iki katı olmasıdır. Sudaki Lewis asit komponentinin de fazla olduğuna dikkat çekilerek bambu lifinden yapılan giysilerin insanda serinlik hissi uyandırabileceği vurgulanmaktadır[32].

Çin'de yapılan başka bir çalışma da ise bambunun lif yoğunluğunun mukavemete etkisi araştırılmıştır. Bambunun yaşı arttıkça dış çapının kalınlaştığı, bunun sonucunda mukavemetinin arttığı tespit edilmiştir. İki ayrı cins bambu kamışındaki sclerenchyma dokusunun lif yoğunluğu taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir [33].

Japonya’da da bambu bazlı polimer ve kompozitlerin gelişimi ve özelliklerinin araştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Bambu liflerinin mukavemetlerinin jüt kadar yüksek olduğu, pamuk ve polimerlerin bambu lifleriyle modifiye edildiğinde mukavemetlerinin arttığı saptanmıştır [34].

Çin Tekstil Endüstrisi Test Merkezi tarafından bambu lifinin bakterilere karşı tutumunu ölçmek için yapılmış testler sonucunda, bambu lifinin üzerindeki bakteri miktarının zaman içinde azaldığı, pamuktakinin ise arttığı gözlenmiştir[72].

2007 yılında Marmara Üniversitesi’nde yapılan bir araştırmada farklı karışım oranlarında ve farklı numaralarda üretilmiş bambu/pamuk elyaf karışımlı ipliklerin kalite değerleri bulunarak, karışım oranlarının iplik parametrelerine etkisi araştırılmış ve bambu/pamuk elyaf karışımlı ipliklerde karışımdaki bambu oranı azaldıkça kalite değerlerinde düşüş olduğu görülmüştür. Üretilen ipliklerden oluşturulan. örme yüzeye yapılan boncuklanma ve sürtünme testleri sonuçlarına göre, en yüksek sürtünme dayanımına sahip kumaşın % 100 bambu iplikten örülen kumaş olduğu sonucuna varılmıştır. Boncuklanma testi sonuçlarına göre ise; en iyi boncuklanma değerlerine sahip kumaşın % 50 bambu % 50 penye pamuk iplikten örülen kumaş olduğu sonucuna varılmıştır [25].

2006 yılında Çin’de yapılan bir çalışmada bambu liflerinin ıslanabilme ve boyanabilme özelliklerinin geliştirilebilmesi amacıyla atmosferik ortamda argon plazma kullanılmış, yapılan araştırmalar sonucunda plazma uygulama süresi arttıkça bu özelliklerin geliştiği görülmüş ve bambu liflerinin daha iyi performans özelliklerine sahip oldukları tespit edilmiştir [35].

Bunların dışında yüksek mekanik özelliklere sahip kompozit malzemeler üretebilmek amacıyla çeşitli çalışmalarda bambu lifleri kullanılmıştır [31].

II.2.5. Bambunun Tekstil Materyali olarak Kullanılması

II.2.5.1. Bambu Elyaf

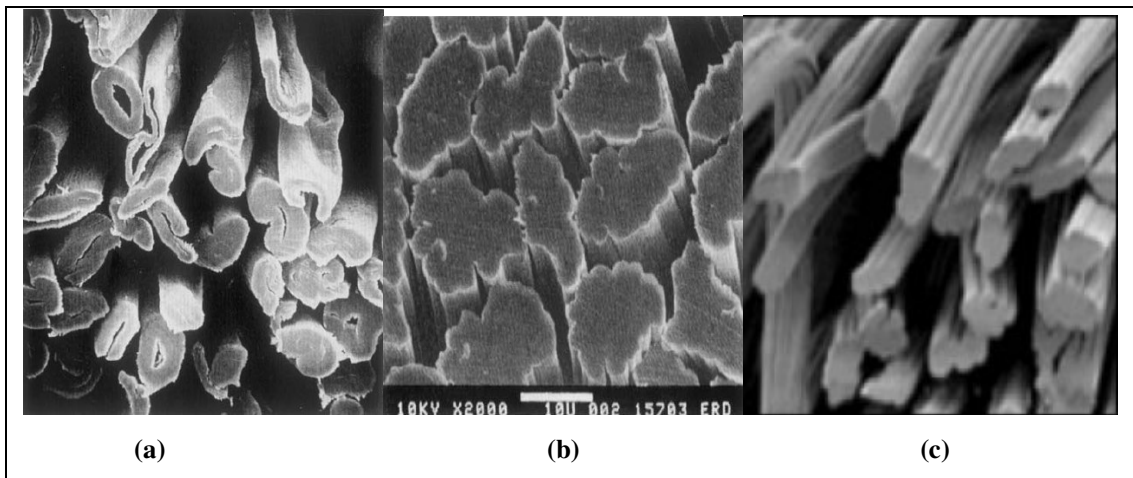
Bambu oluşumu Jain ve arkadaşları (1992) tarafından araştırılmıştır. Damarlı demetlerin ve odunsu dokunun (xylem) bambu sütunundaki iki önemli bileşen olduğu saptanmıştır. Odunsu dokular tarafından çevrelenen damarlı demetler dört lif grubundan oluşmaktadır. Ortalama lif çapı 10-20 µm’dir. Bambu, ligno-selülozik yapılı bir lif olup % 60.8 selüloz ve %32.2 lignine sahiptir [31].

Erozyon kontrolü, nehir kıyısı koruması, toprak iyileştirmesi ve çevre yeşillendirmesi gibi birçok faydası olan bambu bitkisinin hızlı büyümesi ve düşük maliyet gerektirmesi, son yılların en gözde bitkisi haline gelmesini sağlamıştır.

Gövdesi inşaat ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılırken, filizleri de hayvanlara yem olarak verilmektedir. Dalları ise çeşitli el sanatlarında kullanılmaktadır.

Tekstilde tercih edilmesinin nedeni ise; kolay işlenebilen, nefes alabilen, anti bakteriyel özelliğe sahip olan çok fonksiyonlu, yumuşak tutumlu ve parlak görümlü bir malzeme olmasındandır [72]. Yüzeyinin yuvarlak ve yumuşak olmasından dolayı insan cildine rahatsızlık vermez [66].

Bambu ağacından elde edilen bambu lifi ve nişastalı özü, bambunun gövdesinden arıtılmış bir üründür. Hidroliz, alkalizasyon ve çok fazlı ağartma işlemleriyle elde edilir. Daha sonra kimyasal işlemler ve ekstraksiyon yoluyla bambu lifine dönüştürülür. Elde edilen bambu lifi, incelik ve beyazlık açısından ağartılmış viskoz lifine benzemektedir [66]. Bambu lifinin kesitinde bulunan mikro-delikcikler ve boşluklar bambu lifine nefes alabilme ve serin tutma özelliği kazandırmaktadır[74]. Bambu lifi; pamuk, kenevir, ipek, lyocell (tencel), modal ve yün gibi diğer malzemelerle karıştırılabilir. Bambu, pamuk ve diğer selülozik elyaflarla karşılaştırıldığında, yüksek nem çekme kabiliyeti, dökümlülük, yumuşak tutum, serin tutma özelliği, iyi bir eğrilme kapasitesi gibi avantajlara sahiptir [72]. Bambu, viskon ve pamuğun SEM görüntüleri Şekil II.1 'de; fiziksel özellikleri de Tablo II.2'de [67] görülmektedir.



Şekil II.1. Pamuk, viskon ve bambu lifine ait SEM görüntüleri a-Pamuk lifi [3], b-Viskon lifi [3], c-Bambu lifi [62]

Tablo II.2. Bambu, viskon ve pamuğun fiziksel özellikleri [67]

	Bambu elyafı	Viskon elyafı	Pamuk elyafı
Linear yoğunluk (dtex)	1.67	1.67	1.5~1.7
Mukavemet – kuru (cN/tex)	22~25	25~31	25~31
Mukavemet – ıslak (cN/tex)	13~17	14~ 20	15~21
% uzama – kuru	14~18	18~22	8~10
Yoğunluk (g/cm ³) [3]	1.32	1.32	1.54
Nem çekme kapasitesi (%)	13	13	8.5
Polimerizasyon derecesi [23,75]		250-450	3000-15000
% Kristalinite [4,75]		40-60	70-80

II.2.5.2. Bambu İplik

Bambu ipliğin üretimi viskoz üretimine benzemektedir. Sadece üretimde küçük ayarlamalar yapılır.

Bambunun tarama ve çekim işlemlerinde uçuntular oluştuğundan yüksek nem (%65-70) ve düşük sıcaklıkta (25°C) çalışılması gerekir. Lif, beslenmeden önce kontrol edilir ve çok kuruyorsa, iyileştirmek için ön terbiye işleminde buhar verilir. Bambu elyafı rutubet taşımaya karşı hassas olup, rutubet miktarı çok azaldığında kırılma eğilimi gösterir. Fakat rutubet taşıma çok yükseldiği zaman da, bambu elyafının mukavemeti azalır. Tüylülüğü kontrol altına alabilmek için iyi kalitede bilezik kullanılmalıdır. Yüksek büküm katsayısı ile bükülmesi tavsiye edilir [24].

II.2.5.3. Bambu Kumaş

Bambunun kumaş haline gelene kadar geçtiği aşamalar Şekil II.2’de görülmektedir.

Dokuma kumaşın gerilme dayanımının ve verimliliğinin iyi olması için, bambu ipliğin büküm katsayısının 350-410 tur/m olması önerilmektedir. Böylece ipliğin yüzeyindeki tüyler azalmış ve ipliğin gerilme dayanımı iyileşmiş olur. Bambu ipliğin nem alma hızı ve uzaması nispeten yüksek olduğundan çözgü hazırlama ve haşıllama esnasında düşük gerginlikler kullanmak gerekmektedir.



Şekil II.2. Bambu Kumaş Üretim Akışı : bambu – kalın hamur – ince hamur – bambu lifi – bambu ipliği - kumaş

Bambu lifleri hidrofil lifler olduğundan kolayca haşılabilirler. Bu yüzden ana haşıl maddesi olarak nişasta kullanılması önerilmektedir. Tüylülüğü azaltmak için haşıl sırasında akrilik asit eklenebilir. Akrilik asit ipliğin yumuşaklığını artırarak ipliklerin birbirine dolanmasını engeller. Gereğinden fazla kullanılan akrilik asit ise nemi tutarak ipliğin mukavemetini düşürür [24].

II.3. BAMBU MATERYALİNİN BOYANMASI

II.3.1. Reaktif Boyarmaddeler

Reaktif boyarmaddeler uygun koşullar altında lif ile kimyasal reaksiyona girerek, kovalent bağ oluşturan boyarmadde sınıfıdır. Çok parlak renklere sahip olan reaktif boyarmaddeler daha çok mavi, kırmızı, oranj ve sarı renklerin eldesi için kullanılırlar.

Reaktif boyarmaddeler özellikle selüloz esaslı lifler için geliştirilmişlerdir. Ancak yaygın olmasada yün, ipek için de kullanılmaktadır. PA ve yün için asit reaktif gruplar kullanılır. Boyarmadde grubu olarak azo grubu içeren reaktif boyarmaddeler baskılar için de 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 görmesi gerekmektedir. Özellikle nişasta haşılının uzaklaştırılması zorunludur. Aksi halde boyarmadde materyal yerine nişasta haşılı ile reaksiyona

girer. Tüm ağartma maddelerinin de iyi bir durulama ile materyalden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Reaktif boyarmaddeler boyamada emdirme ve çektirme yöntemlerine uygundur. Özellikle kısa flotte oranlarında çalışılan emdirme yöntemi, 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 boyarmaddelerle boyanan kumaşların ışık , yaş ve ter haslıkları yüksektir. Boya - lif bağları yüksektir. Asit ve alkali haslıkları orta seviyededir. Özellikle reaktif grubu diklor- ve triklorprimidin olan boyarmaddeleri hidrolize çok eğimlidirler. 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 yıkama işlemi yapmak gerekmektedir.

II.3.1.1. Reaktif Boyarmaddelerin Tarihçesi [5]

Doğa bilimlerinin tarihinde gözlem ve araştırmaların öneminin hemen anlaşılmadığı sık görülen olaylardandır. Reaktif boyama bunun tipik bir örneğini gösterir. Boyarmadde moleküllerinin elyaf ile kovalent bağla bağlanması fikri çok eskiden öne sürülmüştü.

1895’de Cross ve Bevan, elyaf üzerinde bir azo boyarmadde (Sel-OCO-Ar-N=N-Ar) oluşturmak için, selülozun bir p-amino benzoil türevi olan Sel-OCO-Ar-NH_2 ’i üretmeyi önermişlerdir. Fakat bu yöndeki bütün deneyler başarısız olmuştur. 1924 yılında BASF firması tarafından üretilmiş olan azo boyarmaddelerin ester köprüleri üzerinden elyafla bağlanması gerçekleştirilmiş, ancak ester köprüleri (Sel-OCO-Bm) kolaylıkla bozulabildiği için iyi bir sonuç vermemiştir [6].

1930 yılında, boyarmaddelere kloroasetilamino ($\text{ClCH}_2\text{CONH-}$) gruplarının dahil edilmesi ile reaktif boyarmaddeler yün boyama alanına da girmiştir. Yün boyamada, sulfo- β -kloroetilenimid ($-\text{SO}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$) grupları içeren boyarmaddeler de kullanılmıştır. Hoechst’in ürettiği ilk yün-reaktif Remalan boyarmaddeleri, ayrıca CIBA’nın yün-reaktif Cibalan Brilliant boyarmaddeleri 1950’li yılların başlarında kullanılmaya başlanmış, ancak tam olarak başarılı

olamamışlardır. 1956 yılında ICI tarafından reaktif boyarmaddeler selüloz liflerinin boyanması için kullanılmaya başlanmıştır. Bundan kısa bir süre sonra CIBA ve Hoechst firması da bu alanda faaliyet göstermeye başlamışlardır.

Selüloz için reaktif boyaların ICI tarafından kullanılmaya başlanması, reaktif boyarmadde tarihindeki en önemli olaydır.

Reaktif boyarmaddelere örnek olarak Procion Orange MX-G (C.I. Reactive Orange 1) gösterilebilir. Procion boyarmaddeleri kullanılmaya başlanmasından hemen sonra büyük boyarmadde üreticileri yeni reaktif grupları ve selüloz lifleri için uygulama yöntemlerini araştırmaya başlamışlardır. 1957 yılında monoklorotriazin (MCT) boyarmaddeler, Cibacron ve Procion H (Sıcak) boyarmaddeler olarak CIBA ve ICI tarafından piyasaya sunulmuştur.

1958 yılında Hoechst β -hidroksietilsülfon'un sülfürik asit ester grupları içeren ticari adı Remazol olan pamuk-reaktif boyalarını piyasaya çıkartmıştır. Takip eden yıllarda, çeşitli boyarmadde (bm) malzemesi üreticileri tarafından farklı reaktif gruplar piyasaya sunulmuştur. Reaktif boyarmaddelerin ticari olarak en çok kullanılan ve en önemli olanları Tablo II.3'de gösterilmiştir. 1956 yılında Procion boyalarının piyasaya sunulmasından sonra, 1971 yılına kadar her yıl (1969 hariç) en az bir yeni reaktif grup ticari olarak takdim edilmiş; 1972 ve 1988 yılları arasında ise sadece daha önce kullanılmamış beş serilik reaktif grup takdim edilmiştir. Bu yıllarda yeni reaktif sistemlerin geliştirilmesi eski hızını kaybetmiştir. 1972 ve 1988 yılları arasında ise beş serilik yeni reaktif gruplar ticari olarak sanayii hizmetine sunulmuştur. Diğer tarafta, 1950li yılların sonunda ve 1960lı yıllarda piyasaya sunulmuş olan bazı reaktif bm sınıfları üretimden kaldırılmıştır.

1970li yılların ortalarında Ciba-Geigy'nin kimyagerleri tarafından monoflortriazin (MFT) boyarmaddelerin sentezlenmesi esnasında hidrolizin azaltılabilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

İki reaktif grup içeren boyarmaddelerin araştırılması ve geliştirilmesi 1950li yılların sonlarında başlamıştır. Bu boyarmaddeler ile daha yüksek fiksaj oranları elde edilmiştir. Bu türdeki ilk boyarmadde Remazol Black B'dir (C.I. Reaktif Black5). Daha sonra ICI tarafında iki monoklorotriazin grup içeren Procion Supra boya serisi geliştirilmiştir.

İki farklı reaktif grup içeren Sumifix Supra boyarmaddeler de 1980 yılında Sumitomo tarafından geliştirilmiştir. Bunlar temel olarak, 3-aminofenil- β -hidroksietilsülfon'un sülfürik asit esteri içeren monoklorotriazin boyarmaddelerdir.

1980li yıllarda, benzer veya farklı iki reaktif gurubu içeren ticari boyarmaddelerin sentezlenmesi konusundaki araştırmalar artmıştır.

Bir tekstil firması olan Burlington Industries tarafından sentezlenen Procion T en çok dikkati çeken boyarmaddelerdir. Bu boyarmaddeler, fosforik asit grupları içermektedir. Bugün Procion T boyarmaddeleri, Procilene boyarmaddeler adı altında dispers boyarmaddelerle karıştırılmış olarak pazarlanmaktadır.

Aşağıdaki Tablo II.3’de reaktif gruplarına göre sınıflandırılmış reaktif boyarmaddeler ve üretici firmaları verilmiştir.

Tablo II.3. Reaktif Gruplarına göre Reaktif Boyarmaddelerin Sınıflandırılması [69]

Reaktif grup	Ticari ismi	Üretici firma
Monoklorotriazin (MCT)	Cibacron	Ciba-Geigy
	Cibacron E	Dystar
	Procion H, HE, SP	Dystar
	Drimaren P	Clariant
	Sumufix H	Sumitomo
Vinil sülfon (VS)	Remazol	Dystar
	Sumifix	Sumitomo
	Synozol	Kisc&Kisco
	Kimsoline	Kimsoy
Triklorprimidin (TCP)	Cibacron T-E	Ciba-Geigy
	Drimaren X	Clariant
Diklorokinoksalin (DCC)	Levafix E	Dystar
Difloroklorprimidin (FCP)	Levafix E_A	Dystar
	Drimaren K	Clariant
Monoflorotriazin (MFT)	Cibacron F	Ciba-Geigy
	Levafix PN	Dystar
MCT / VS	Sumifix Supra	Sumitomo
	Remazol SN	Dystar
	Synozol	Kisc&Kisco

II.3.1.2. Reaktif boyarmaddelerin sınıflandırılması [7]

Yüksek reaktifliğe sahip, soğukta boyayan boyarmaddeler :

Soğukta boyayan reaktif boyarmaddeler için sıcaklık 20-40° C arasındadır. Bu grup boyarmaddelerin reaktiflikleri yüksek olduğu için sıcaklığı 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
- Yüksek sıcaklıkta durulama yeterlidir.

Orta derecede reaktifliğe sahip, ılıkta boyayan boyarmaddeler :

Esas olarak, bu grup pek yaygın değildir. Genel olarak soğukta boyayan boyarmaddeler grubunda değerlendirilirler.

Reaktifliği düşük, sıcakta boyayan boyarmaddeler :

Bu tip boyarmaddeler, monoklortriazin (MCT) veya triklorprimidin (TCP) grubu içeren boyarmaddelerdir. Procion, II EXL, Cibacron E , Drimaren X/XN, Basilen E/P bu gruba örnek olarak verilmektedir

Boyama sıcaklıkları 60-80° C arasındadır. Reaksiyon kabiliyetleri zayıf oldukları için sıcaklığı yükseltmek, tuz ve alkali ilavesini arttırmakla aktivite sağlanır. Sıcak boyamada sıcaklığın yüksekliği nedeni ile çok düzgün boyamalar elde edilir ve migrasyon yeteneği mükemmeldir. Bunların en büyük avantajları, hidroliz tehlikesinin az olması ve daha iyi nüfuz etmeleridir.

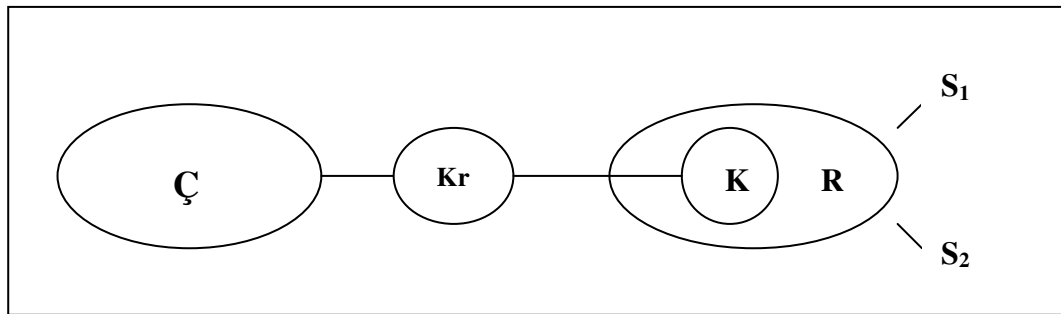
II.3.1.3. Reaktif Boyarmaddenin Kimyasal Yapısı

Tipik reaktif boyarmadde molekülünün dört karakteristik özelliği bulunmaktadır, bunlar:

- Boyarmaddeye renk veren kromofor gruplar;
- Boyarmaddenin selüloz içerisinde hidroksil grupları ile etkileşimde bulunmasına olanak sağlayan reaktif grup;

- Reaktif grubu kromofora bağlayan ve substantifliği etkileyen köprü grubu ($-NH$, $-NHCO$, $-SO_2NH$ – ve $-NHCO(CH_2)_2$);
- Genellikle kromofor gruplara bağlı olan bir veya daha fazla çözündürücü sülfonik asit grupları [8].

Reaktif gruplar nadiren direkt olarak kromofora bağlanmaktadır ve reaktif grupların pek çoğu içerisinde heterosiklik halka bulunmaktadır. Köprü grubunun ve heterosiklik halkanın türü, boyarmaddelerin reaktifliğini ve boyama karakteristiklerini etkilemektedir. Sülfatetilsülfon grubu, vinilsülfon türündeki reaktif boyarmaddelerin sudaki çözünürlüğünü belirgin şekilde arttırmaktadır. Gerçek kovalent bağlar nedeniyle elyaf üzerinde kuvvetle tutunurlar. Bütün reaktif boyarmaddelerde ortak olan özellik hepsinin kromofor taşıyan renkli bir grup yanında, bir reaktif bir de moleküle çözünürlük sağlayan grubun bulunmasıdır (Şekil II.3.). Selülozun hidroksil grupları ile reaktif boyarmadde arasında kovalent bağın oluşmasında reaktif grup etkindir.



Şekil II.3. Reaktif Boyarmaddelerin Yapısı

Ç : Çözünürlük sağlayan grup,

Kr : Kromofor grup (Bm),

K : Köprü grup,

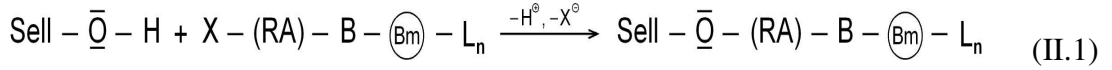
R : Reaktif grup ,

S₁ : Substitüsyon reaksiyonu sırasında yer değiştiren substitüent,

S₂ : Diğer substitüentlerdir.

İki grup arasında oluşan kimyasal reaksiyon, ya selüloz esteri vermek üzere oluşan nükleofilik yer değiştirme (substitusyon) veya selüloz eteri vermek üzere oluşan nükleofilik katılma reaksiyonudur.

1) Substitüsyon:

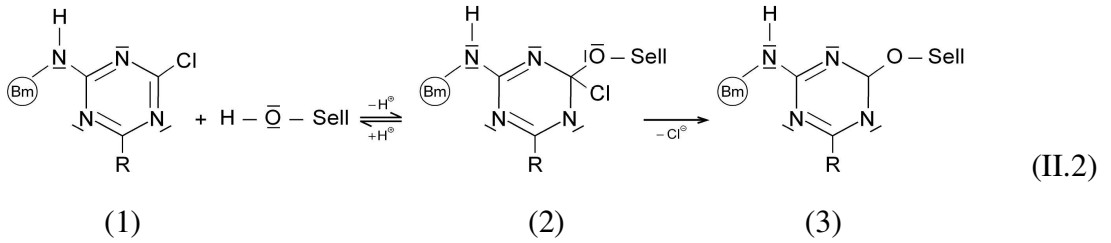


X-RA = Reaktif grup

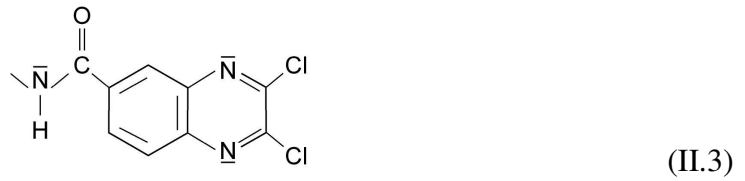
L =çözünürlüğü sağlayan grup

B=köprü grubu

En önemli reaktif grup $\text{X} - (\text{RA})$ - siyanür klorürden türetilmektedir. Bu anahtar görevi yapan madde 2,4,6 triklor-1,3,5 triazindir. Bu reaktif grubun çok yönlülüğü her şeyden önce üç klor atomunun seçilen şartlara göre farklı nükleofillerle arka arkaya substitüe edilebilmesine dayanmaktadır. Sulu ortamda birinci klor atomu 0 - 5°C'de, ikincisi 20 - 30°C'de reaksiyon verirken üçüncüsü için 80 - 100°C gerekmektedir. Dolayısıyla nükleofil gruplu olan herhangi bir molekül kolayca bağlanabilmektedir. Bunlar soğuk veya sıcakta boyayan boyarmaddelerdir[6].



Levafix E (2,3 Diklorkinoksalin türevi), bu şekilde reaksiyon veren reaktif boyarmaddelerdendir (II.3).



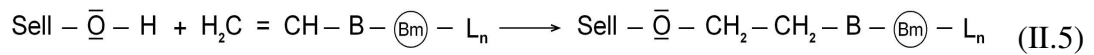
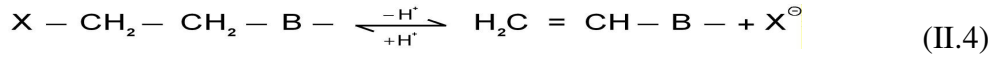
Reaktif fiksaj, genelde alkali çözelti içinde iki basamakta yürür: Birincisi katılma (1) → (2) ve ikincisi bunu takip eden eliminasyon (2) → (3) dür. Her iki basamak da reaksiyon hızını tayin edici olabilmektedir.

Nükleofilik süstitusyon reaksiyonu genellikle aktif grup olan halojen atomlarının (klor veya flor) lif üzerinde aktif bir temel grup tarafından değiştirilmesi ile gerçekleşir [7]. Aktif grupların reaksiyon bakımından selülozun $-OH^-$ gruplarını tercih etmesi sterik sebeplere dayanmaktadır. Bağlanmaların % 70'inin primer $-OH$ gruplarıyla meydana gelmesi olayı da bu varsayımı desteklemektedir.

Her reaktif boyarmadde, uygulamalar sırasında en az % 15 kayıp verir. Çünkü hem H_2O hem de HO^- ile reaksiyona girerler. Reaktivitesi fazla olan gruplara sahip boyarmaddelerin kayıpları oldukça büyüktür ve ayrıca hidrolize karşı daha hassastırlar [6].

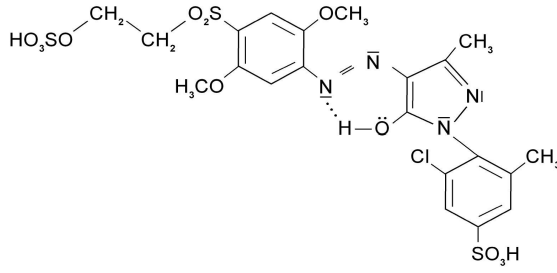
2) Katılma:

Burada ikinci derecede öneme sahip olan reaktif boyarmaddeler söz konusudur. Reaktif boyarmaddenin aktif vinil grubu bir eliminasyon reaksiyonuyla elde edilir[6].



(L =çözünürlüğü sağlayan grup; B =köprü grubu; X = reaktif grup-kuvvetli elektronegatif atom veya atom grubu)

Remazol gurubu boyarmaddeler ($HO_3SO - CH_2 - CH_2 - SO_2$), bu şekilde reaksiyon veren reaktif boyarmaddelerdendir (II.6).



Remazol Goldgelb G

(II.6)

Başlangıç grubu $X^- = \text{HSO}_4^-$ dir. Yüksek SO_4^{2-} konsantrasyonu boyama sırasında adsorbe edilmiş olan boyarmaddenin tekrar alkali fiksaj banyosuna dönüp karışmasını önler[6].

Ticari nitelikteki reaktif boyarmaddelerin üretilmesinde selüloz ile boyarmadde arasında oluşan reaksiyonların kimyasının yanı sıra bazı faktörlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Bunlardan önemli olanlarının bazıları aşağıda belirtilmiştir:

Ekonomi - Üretilen boyarmadde için seçilen reaktif grubun makul bir maliyete sahip olması gerekmektedir.

Kullanılabilirlik - Seçilen sistemin patent kısıtlamalarından, sağlık tehlikelerinden veya işletme ile ilgili sınırlamalardan bağımsız olması gerekmektedir.

Renk - Reaktif grubun boyarmadde üretimi esnasında kromofor gruplara bağlanması gerekmektedir.

Saklama dayanıklılığı - Reaktif grup içeren boyarmaddenin çevre koşulları altında saklanmaya karşı dayanıklı olması gerekmektedir.

Etkinlik - Reaktif boyanın üretimindeki verimin etkin olması ve boyarmadde fiksajının konvensiyonel uygulama koşulları altında yüksek olması gerekmektedir.

Bağ stabilitesi - Boyarmadde-lif bağının, çeşitli yıkama koşulları ve bitim işlemleri için iyi bir dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir.

Temel madde olan boyarmadde, prensip olarak her boyarmadde sınıfından olabilir. Ancak mümkün olduğu kadar stabil yani ışık haslığının iyi, söz konusu elyafın karakterine uygun olan bir affinitiyeye sahip olması ile birlikte ekonomik olması da istenir.

Sarı, turuncu ve kırmızılar için basit azo- metalkompleksler mor ve maviler için antrakinonlar ve aynı şekilde mavi veya koyu yeşil nuanslar için ftalosiyaninlerdir.

Reaktif boyarmaddelerin çözünürlüğünün iki nedenden dolayı iyi olması gerekmektedir:

a-İyi bir şekilde dağılmış olarak elyaf üzerine çekilebilmelidirler.

b-Kovalent bağla bağlanmayan bütün moleküller yeniden çalkalanmayla ortamdan uzaklaştırılabilenmelidirler.[6].

II.3.1.4. Reaktif boyarmaddelerin Boyama Prosesi

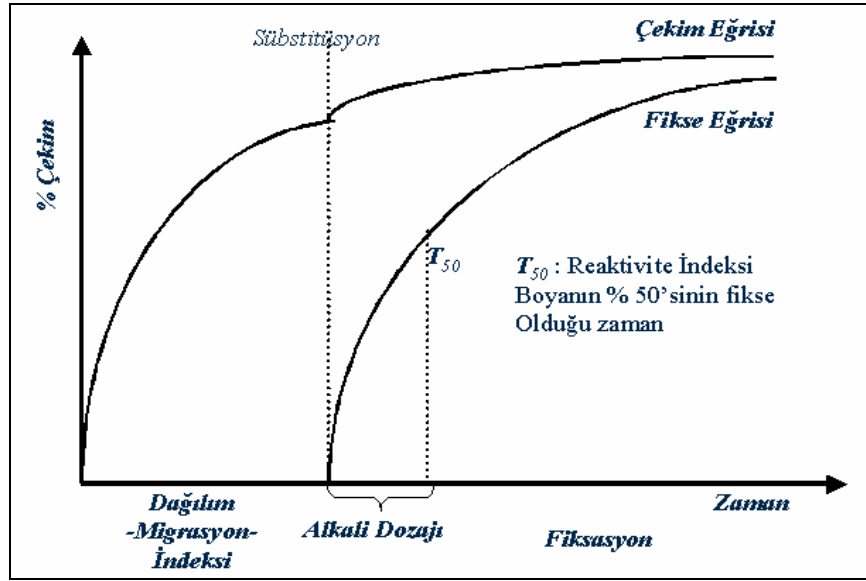
Boyama prosesi basit olarak Şekil II.4.de görüldüğü gibi üç ayrı aşamada incelenebilir. Bunlar migrasyon aşaması, alkali dozajı aşaması ve son aşama olan fiksasyondur

Migrasyon aşaması: Boyarmadde ortama verildikten sonra tuzun elektrolit etkisi ile boyarmadde kumaşın üzerine çektirilir. Sıcaklığın yükseltilmesi ile boyarmaddenin kumaş üzerindeki düzgün dağılımı sağlanır. Alkali ilavesine kadar pH 6.5 civarında bulunmalıdır. Çünkü pH yükselmesi ile boyarmaddeler düşük sıcaklıkta, düzgün dağılım sağlanmadan pamuk ile reaksiyona girerler.

Alkali dozajı aşaması: Ortama alkali ilavesi yapıldığında boyarmaddelerin fiksasyonu başlar. Alkali ortalama 30 dakika boyunca ilave edilir. pH değerinin yavaş yavaş yükselmesi için alkali porsiyonlar halinde ilave edilir. Böylelikle teorik olarak pH'nın, 6 dan 11'e lineer artarak yükselmesi beklenir. Fakat pratikte yapılan çalışmalarda bu lineerlik görülmez. İlk alkali dozajında, toplam alkali miktarının % 5 kadarı flotteye katıldığında pH değeri ani bir yükselme ile 9,0 – 9,5 değerini bulmaktadır. Bu ani yükselme sırasında boyama hızlı gerçekleştiğinden abrajlı boyama riski olabilir.

Fiksasyon aşaması: Alkali ilavesiyle ortam pH'ı 10,8 – 11,2 aralığına getirilmelidir. Reaktif boyarmadde çözeltileri tek başlarına hidrolize karşı, genellikle uzun müddet dayanıklı oldukları halde, baz ilavesinden sonra bu dayanıklılıkları ortadan kalkmaktadır. Bu yüzden alkalinin tamamı flotteye katıldıktan sonra, boyama işlemine 45 dakikadan uzun süre devam edilmemelidir. Boyamanın fazları dikkate alınarak pH kontrolü yapılmalıdır.

Boyanın çözüleceği suyun pH'ı 5,5 - 6,5; sıcaklık yükselmesi öncesi pH 5,5 - 6,5 ; sıcaklık yükselirken pH 5,5 - 6,5 ; alkali dozajı öncesi pH 5,5 - 6,5 ; alkali dozajından sonra pH 10,8 - 11,2 ve banyo boşaltılmadan önce son pH değeri 10,8 - 11,2 olmalıdır.



Şekil II.4. Reaktif Boyarmaddenin Elyafın Bulunduğu Flotteye İlave Edildikten Sonraki Hareketi

II.3.1.5. Reaktif Boyarmaddenin Liflere Olan Substantifliği:

Reaktif boyarmaddenin liflere olan substantifliği şu faktörlere bağlıdır.

Boyarmadde molekülünün yapısı: Küçük ve basit molekül yapılarına sahip olmaları (genellikle 69-221 g/mol) life hızlı bir şekilde nüfuz etmelerini sağlar.

Selüloz lifinin cinsi: Genellikle rejenere selüloz liflerinin boyarmaddeyi flotteden alabilme kabiliyeti pamuk liflerine nazaran daha fazladır. Diğer taraftan rejenere selüloz lifleri fazla şiştiklerinden boyarmaddenin liflerin içerisine difüzyon kabiliyeti artmaktadır. Özellikle sıkı dokunmuş kumaşlarda ve bobinlerde liflerin içerisine iyi nüfuz etmiş boyamaların eldesi zorlaşmaktadır. Mercerize pamuklu mamullerin, mercerize edilmemişlere nazaran boyarmadde alabilme kabiliyetleri de oldukça iyidir.

Flotte sıcaklığı ve zaman: Flotte sıcaklığı yükseldikçe boyarmadde ile lifler arasındaki reaksiyon hızı (10° C sıcaklık yükseltilmesi reaksiyon hızını 4 kata kadar arttırır) artar. Fakat diğer taraftan yükseltile sıcaklıkla boyarmaddenin suyla olan reaksiyonunun hızı da artmaktadır. Sonuç olarak sıcaklığı yükseltmenin reaksiyon hızını, dolayısıyla boyama hızını arttırırken bazı sakıncaları da beraberinde getireceği söylenebilir. Çeşitli reaktif boyarmaddelerde kullanılan reaktif grupların selüloz makro molekülleriyle reaksiyona girme sıcaklıkları çok farklıdır. Bunların bir kısmı

soğukta reaksiyona girebilirken, bir kısmı ılık ve bir kısmı da sıcakta reaksiyona girmektedirler. Boyama için en uygun sıcaklık, yalnız reaktif grubun cinsine bağlı olmayıp boyarmaddenin yapısıyla da ilgili olduğundan, aynı reaktif gruba sahip çeşitli boyarmaddeler kendi aralarında da farklılık gösterir. Bu nedenle kataloglarda genellikle her boyarmadde için en uygun boyama sıcaklığı ayrıca belirtilmektedir. Genellikle 60-90 °C arasında 45-50 dakika süreyle boyama yapılmaktadır. Sabit sıcaklıkta boyama yapılması yüksek reaktiflikteki boyarmaddelerde daha yaygın olmakla birlikte, özellikle rejenere selüloz elyafların ve sıkı yapılı mercerize pamukların boyanmasında liflerin fazla şişmesini önlemek için boyamaya doğrudan yüksek sıcaklıkta başlanması da çok rastlanan bir uygulamadır. Başka bir yöntem de, boyamaya düşük sıcaklıkta başlanıp, flotte sıcaklığının yavaş bir şekilde artırılmasıdır.

Flottenin pH'sı: Genellikle pH değerinin büyümesi reaksiyon hızının artmasına yol açmaktadır, hatta kullanılan bazların cinsi reaksiyonun meydana gelebilme sıcaklığına bile etki etmektedir. Örneğin Cibacron boyarmaddeleri orta kuvvetteki bazların varlığında ancak yüksek sıcaklıklarda tepkimeye girerken, kuvvetli bazların fazla miktarlarının varlığında oda sıcaklığında bile reaksiyona girememektedirler. Fakat diğer taraftan boyarmaddenin hidrolize uğrama hızı da pH değerine bağlıdır. Reaktif boyarmadde çözeltileri tek başlarına hidrolize karşı genellikle uzun müddet dayanıklı oldukları halde, baz ilavesinden sonra bu dayanıklılıkları ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamalarda baz ilavesi mümkün olduğu kadar geç yapılmalıdır. Reaktif boyarmaddelerin cinsine bağlı olarak alkali, flotteye porsiyonlar halinde konulabileceği gibi, baştan bir seferde de eklenebilir. Bunların dışında hem nötr hem de zayıf asitli ortamda kullanılabilen reaktif boyarmaddeler de (Procion T – ICI) vardır.

Tuz ilavesi: Selüloz liflerinin boyanmasında flotteye elektrolit (tuz) ilavesi boyarmaddenin substantifliğini artırır. Reaktif boyarmaddelerin normal substantiflikleri olduğundan, uzun flottede yapılan boyamalarda tuz ilave ederek substantifliğin artırılması gerekmektedir.

II.3.2. Atmosferik Ortamda Boyama Yöntemleri

Çektirme Metodu[1]:

Açık kazanda, haspel ve jiggerlerde yapılan boyamalara uygulanır. Reaktif

boyarmaddelerle yapılan boyama iki basamakta gerçekleşir. İlk basamakta boyarmadde, direkt boyarmaddelerdekine benzer bir mekanizma ile elyaf tarafından absorplanır. Boyarmaddenin cinsine bağlı olarak %25-90 ı çekilir. Bu basamakta boyarmadde elyafa fikse olmaz. Boyarmadde molekülleri serbestçe hareket edebildiklerinden materyal üzerinde üniform bir şekilde dağılırlar. Ayrıca boyarmaddenin hidroliz hızı, düşük pH değerlerinde daha az olduğundan çözelti nötralken; henüz alkali ilave edilmeden, elyafın bir süre boya banyosunda kalması boyama verimini arttırır. Düzgün bir şekilde adsorplanan boyarmadde, ikinci basamakta alkali ilavesiyle kovalent bağlarla elyafa bağlanarak fikse olur. (Lifler tarafından alınan boyarmadde miktarını arttırmak için flotte oranını mümkün derecede kısa tutmak ve boya çözeltisine bol miktarda tuz ilave etmek gerekir).

Çektirme metodu için uygun olan boyarmaddelerin belirli bir substantiviteye sahip olması gerekir. Boyama ve fiksaj sıcaklığı boyarmaddeye bağlı olarak 30-90°C arasında değişir. Fikse edici alkali olarak Na_2CO_3 , tersiyer Na_3PO_4 , metasilikat veya NaOH kullanılır.

Bazı boyarmadde gruplarında fiksaj boyama ile aynı zamanda, bazılarında ise boyama periyodundan sonra yapılır. En basit ve en kısa olan, fakat her zaman uygulanması mümkün olmayan bir metot da tuz, boyarmadde ve alkali başlangıçta konulması, boyamaya soğukta başlanması ve sonra fiksaj sıcaklığına kadar ısıtılmasıdır [1].

Fulard Metodu [1]

Fulardlamada boyarmadde alkali ile birlikte fulardlanır. Ancak yüksek reaktiviteli boyarmaddelerde ilave edilen boyarmaddenin çabuk hidroliz olmasından dolayı boya çözeltisine önce boyarmadde sonra alkali katılmalıdır. Bunlarla yapılan boyamada karıştırıcıların çok dikkatle kullanılması gerekir. Diğer taraftan boyama süresinin kısa olması gibi avantajları da vardır. [1]

II.3.3. Yıkama

Gerçek renk tonunun ve maksimum haslğın elde edilmesi için boyama sonunda, fikse olmamış boyarmaddenin ve alkali artıklarının yıkanarak uzaklaştırılması şarttır. Her ne kadar hidroliz ürünlerinin elyaf afinitesi az, çözünürlüğü oldukça fazla ise de bunların tam olarak uzaklaştırılabilmesi için çok iyi yıkanması gerekir. Bu yıkama farklı çözeltilerle dolu olan, bir seri tekne içeren geniş

yıkama makinalarında yapılır. Kumaş her iki tekne arasında bulunan sıkma silindirlerinden geçerken sıkılır[1].

II.4. BİTİM İŞLEMLERİ

Bitim işlemleri (apre), tekstil terbiye proseslerinin son basamağını oluşturan ve malzemenin kullanım, tutum ve görünüm özelliklerini etkileyen, ona yeni özellikler kazandıran işlemlerdir. Apre, beyaz olarak kullanılacak mamullerde ağartma, renkli olarak kullanılacak mamullerde boyama veya baskı işlemlerinin tamamlanmasından sonra yapılır. Bitim işlemlerini dört ana grupta toplamak mümkündür:

- 1.Kimyasal (yaş) Apreler; yumuşatıcı apre, kir iticilik apresi, buruşmazlık apresi, boncuklanmayı azaltıcı apre, tutuşmazlık apresi, anti mikrobiyolojik apre gibi özel bir kimyasal madde içeren apre flottesinde uygulanan işlemlerdir. Bu işlem aprenin liflere bağlanmasına, lif yapısına bağlanmadan girmesine veya lifin yüzeyinde tutulması esasına dayanmaktadır.
- 2.Mekanik (kuru) Apreler; şardonlama, zımparalama gibi mekanik etkilerle efekt kazandırılan apre işlemleridir. Mamul kuru formdadır ya da elyafın korunması veya işlem kolaylığı açısından hafif nemli durumdadır.
- 3.Sıcakta fiksaj veya termofiksaj bitim işlemleri genelde yapay liflerde uygulanır. Bu tür liflerde sıcaklıkla gelen problemleri ortadan kaldırmak amacıyla kumaşın gergin durumdayken (yaş veya kuru) yüksek sıcaklığa tabi tutulmasıyla yapılan sabitleştirme işlemidir.
- 4.Kumaş yüzeyini kaplama bitim işlemi, kumaşın yüzeyini tamamen bir başka madde ile belli bir kalınlıkta kaplayarak, su geçirmezlik gibi bazı özellikler kazandırmak amacıyla yapılır [9].

II.4.1. Örme Kumaşlara Uygulanan Bitim İşlemleri

Örme kumaşların kullanım alanları, geçmiş yıllarda yalnızca iç giyim ile sınırlı iken 80'li ve 90'lı yıllarda sürekli gelişim göstererek, dış giyim ve hatta ev tekstillerinde de dokuma mallara önemli bir rakip haline gelmiştir. Örme kumaşlar; yumuşak, eğilip bükülebilen, vücuda göre uyum sağlama yeteneği ile hoş ve rahat bir giyim oluşturabilmektedir. Ayrıca dokuma kumaşa göre yüksek elastikiyeti, hava geçirgenliği, hacimli ve az buruşur olmaları önemli üstünlükleridir. Bu nedenlerle, örgü mamullerin tekstil ürünleri içerisindeki önemi ve payı hızla artmaktadır. İsteğe bağlı olarak; selüloz içerikli dokumalara uygulanan, yumuşatıcı

apre, su iticilik, su geçirmezlik, kir iticilik, çekmezliğe katkısı açısından buruşmazlık apresi gibi apreler örme malzemelere de uygulanabilmektedir.

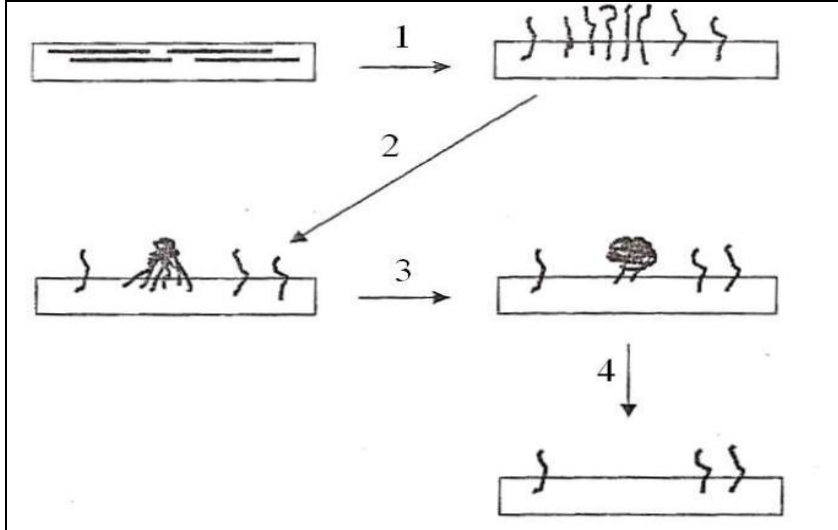
II.4.1.1. Boncuklanma

Boncuklanma; tekstil yüzeylerinin yıkama ve giyim gibi mekanik etkilerden doğan sürtünme sonucu, tekstil yüzeyine tutunan küçük, karmaşıklaşmış lif kümelerinin oluşmasıdır. Tekstil yüzeyine hoş olmayan bir görünüm veren kumaş yüzey hatasıdır [26]. Boncuklanma hazır giyim endüstrisi için oldukça ciddi bir problemdir. Kumaş yüzeyinde boncuk oluşumu, yüzeyin çirkin görünmesine ek olarak giysinin yıpranmasına da sebep olmaktadır.

Boncuklanma mekanizması: [10]

Boncuklanma ile ilgili yapılan çalışmalar boncuklanma mekanizmasının 4 ana safhadan oluştuğunu göstermektedir. Bunlar Şekil II.5’de görüldüğü gibi;

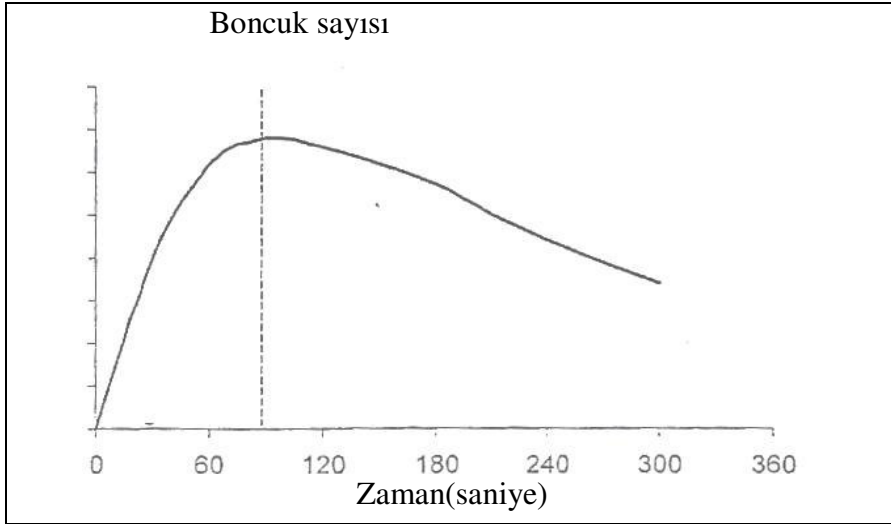
1. Hav oluşumu,
2. Havların karmaşıklaşarak boncuk oluşturmaları,
3. Boncuğun büyümesi,
4. Boncuğun koparak kumaş yüzeyinden uzaklaşmasıdır.



Şekil II.5. Boncuklanma Mekanizması

Kumaş üzerindeki boncuk sayısı iki karşı etmenin arasındaki dinamik bir dengeye sahiptir. Sürtünmeyle gevşek elyaflar kumaş yüzeyine çekilir ve bir hav

katmanı oluşur. Sürtünme devam ettikçe bu havlar karışarak boncukları oluştururlar ve giderek büyüyen boncuklar aniden koparak kumaş yüzeyinden ayrılırlar. Boncuk oluşumunun oranı ve kopan boncuğun oranı eşit olduğunda bir denge durumu gerçekleşir. Sürtünme yeteri kadar uzun sürdüğünde gevşek elyafların kaynağı tükenir, boncuk oluşumunun oranı azalır ve toplam boncuk sayısı azalır. Şekil II.6. daki eğride görüldüğü gibi, boncuk büyümesinin başlangıçta artmasından sonra, boncukların toplam sayısı maksimuma çıkar ve daha sonra boncuk kaybı arttıkça boncuklanma azalır.



Şekil II.6. Boncuklanma Eğrisi

Boncuklanma eğilimini artıran faktörler kısa stapel uzunluğu, ince iplik sayısı, oval elyaf kesiti, open-end eğrilmiş iplik, gevşek iplik ve kumaş yapısı, iplik tüylülüğü, uzun yaş işlem prosesi ve şardonlamadır. Boncuklanma eğilimini azaltan faktörler ise iplik yüksek iplik kıvrımı, ring iplik kullanımı, düzgün iplik yüzeyi, yakma, ısı ayarı, buharlama ve tıraşlamadır [10].

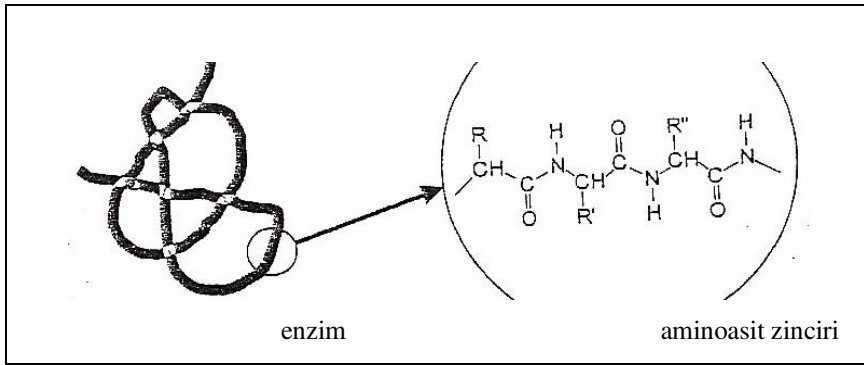
II.4.1.2. Boncuklanmayı Öneyici Bitim İşlemleri

Enzim kullanılarak yapılan bitim işlemi

Biyo-parlatma olarak da bilinen biyolojik bitim işlemi, enzimlerin kullanılmasıyla kalıcı etkiler üreten selülozik ve rejenere selülozik kumaşlara uygulanan bir bitim işlemidir. Biyo-parlatma işlemi kumaşlardan dışa sarkan elyaf

ve düğümleri uzaklaştırır, büyük ölçüde boncuklanmayı azaltarak kumaş yüzeyini yumuşatır, özellikle örme giysiler ve baskı ön işlemi olarak pürüzsüz bir kumaş yüzeyi sağlar [10].

Enzimler (Şekil II.7.), organizmanın varlığını sürdürmede gerekli olan kimyasal tepkimeleri katalize etmek için canlı organizmalar tarafından üretilen yüksek molekül ağırlığındaki proteinlerdir. Genellikle 10000 ila 150000 arasında değişen molekül ağırlığına sahip enzimlerin uzun amino asit zincirlerinden oluşmuş, karmaşık üç boyutlu yapıları vardır.

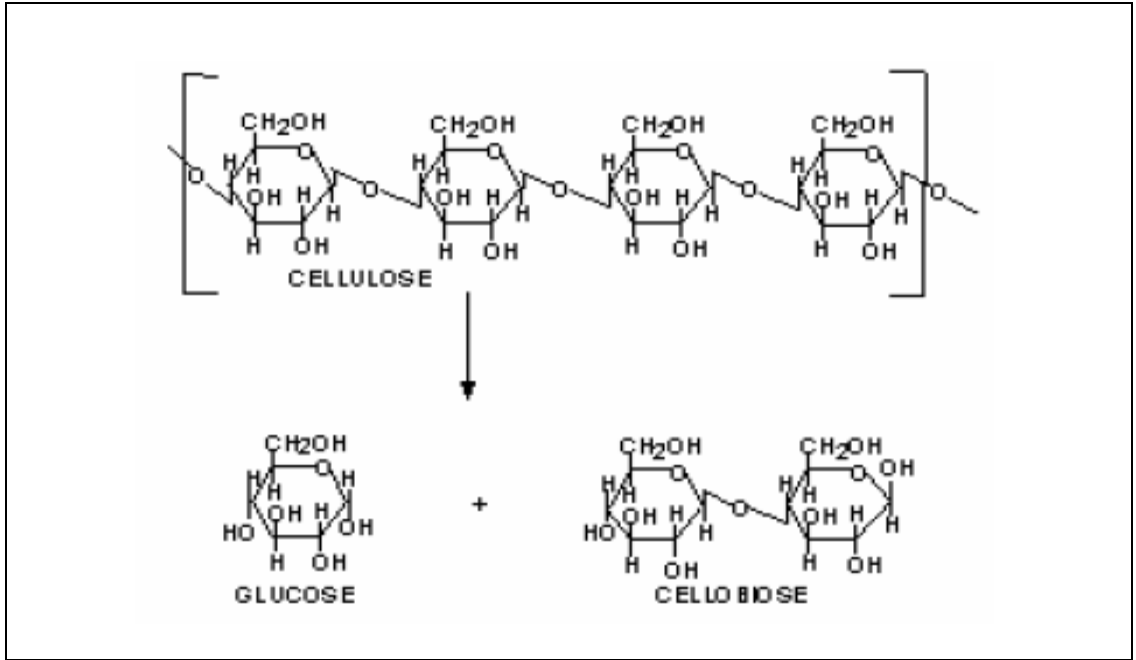


Şekil II.7. Enzim Yapısı

Bu doğal moleküller, insan yapımı katalizörlerle karşılaştırılamayacak düzeyde iyi katalitik özellik sağlarlar. Enzimler tarafından katalize edilmiş kimyasal reaksiyonlar genellikle, yüksek ısıya, yüksek pH değerlerine ve kimyasal çözücülere gerek duyulmaksızın gerçekleştirilebilir.

Selüloz enzimlerinin selüloz üzerindeki hareketi:

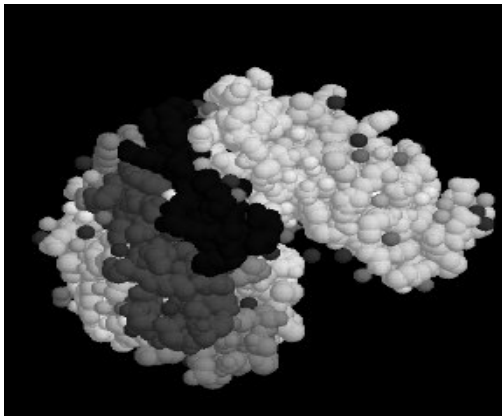
Selülozu hidrolizleyen enzimler doğada hem *Trichoderma* hem de *Humicola* mantarlarında bulunur. Selüloz polimer zincirindeki yinelenen komşu birimler arasındaki β (1–4) bağları, selüloz tarafından katalitik hidrolize maruz kalan yerlerdir (Şekil II.8.). β (1–4) bağı hidrolizinden sonra enzim ayrışır ve daha sonraki adsorpsiyon ve reaksiyonlar için hazır hale gelir [10].



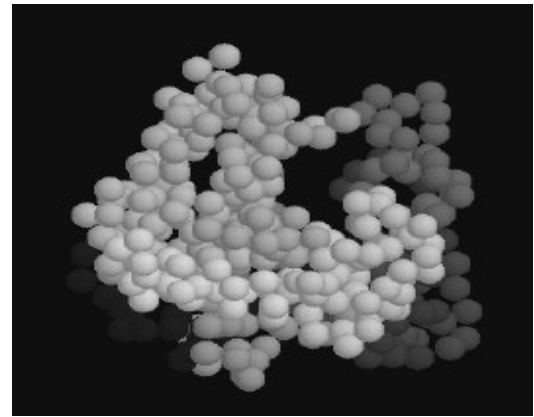
Şekil II.8. Selülozun Hidrolizi [27]

Selülazlar çok çeşitli bakteri ve mantar türleri tarafından üretilmektedir. Bunlar üç değişik tip selülaz içerir ve selülozun glikoza parçalanmasında önemli bir rol oynar.

- 1- Endoselülaz veya endoglukonaz (Şekil II.9.): Uzun zincirli selüloz polimerlerini rastgele daha kısa polimerlere parçalar ve öncelikle amorf bölgelere saldırır.
- 2- Eksoselülaz veya sellobiohidrolaz (Şekil II.10.): Selüloz polimer zincirlerini uçlardan hidroliz ederek sellobiozları oluşturur.
- 3- Beta glukosidaz: Sellobioz gibi kısa zincirli selüloz oligomerlerini glukozlara parçalar.



Şekil II.9. Endoselülaz yapısı [27]



Şekil II.10. Eksoselülaz yapısı [27]

Diğer kimyasal tepkimelerden farklı olarak, selüloz hidrolizi ile katalize edilmiş enzim pH, ısı, zaman ve uyarılma gibi faktörlerden oldukça etkilenir. Belirli bir selülaz için en uygun pH, kökenine bağlıdır. *Humicola*’ dan elde edilen selülozlar (‘nötr selülaz’ olarak adlandırılır) 6-6.5 pH değerinde etkili olmasına karşın *Trichoderma* bazlı ürünlerin (kimi zaman ‘asit selülozları’ olarak adlandırılır) 4.5-6 pH değerinde etkisi en yüksektir. Düşük sıcaklıklarda tepkime hızı arzu edilenden daha yavaştır, ancak çok yüksek sıcaklıklar da enzimin etkinliğini ve dolayısıyla enzimin katalitik yeteneğini yok ederler. Bu yüzden tepkime sıcaklığına çok dikkat edilmesi gerekir. Enzimler kimyasal tepkime esnasında tüketilmediği için hidroliz tepkimesi, tepkime koşulları değişinceye ya da selüloz, tepkime karışımından fiziksel olarak uzaklaştırılana kadar devam edecektir.

Yüksek sıcaklık (>70°C), yüksek pH (>10) değeri ve yüksek elektrolit içeriği enzimin moleküler yapısını tahrip ederek tepkimenin sona ermesini sağlar.

Biyolojik bitim işlemi uygulanan ürünlerin laboratuvar değerlendirilmesi kesin sonuçlardan çok göreceli sonuçlara bağlıdır. Laboratuvar koşulları altındaki standart pamuklu kumaşların boncuklanma sonrası ağırlık kaybı ölçülerek hidroliz derecesi, HD, şu formül yardımıyla belirlenir[10]:

$$HD = (m_0 - m)/m_0 \quad (II.7)$$

(m_0 ve m , test edilen materyalin biyoparlatma işleminden önceki ve sonraki ağırlığı)

Biyolojik bitim işleminden önce pamuk dikkatlice yıkanmazsa kalan ikincil elyaf bileşenleri, selülazların etkisini kaybettirir. İstenilmeyen etkinlik kaybı, yüksek ısı ve zamandan, nakliye ve depolamadan ve bazı yüzey aktif maddelerden, formaldehit içeren ürünler ya da ağır metal iyonları gibi enzim zehirlerinden kaynaklanabilir.

Hidroliz tepkimesi esnasında maksimum enzim etkinliği sağlamak ve uygun tepkime şartlarını sürdürmek için pH tamponları kullanımı gereklidir[10].

Boncuklanma Ölçüm ve Değerlendirme Yöntemleri

Literatürde kumaşların boncuklanma eğilimlerini ölçmek amacıyla birçok test metodunun varlığından bahsedilmektedir. Numunelerin aşındırılmasını esas alan test yöntemleri en çok tercih edilen yöntemdir.

1942’li yıllarda bulunmuş olan ve numunelerin aşındırılmasını esas alan Nu-Martindale test cihazı (Şekil II.11.) günümüzde hem aşındırma hem de boncuklanma testleri için kullanılmaktadır. Cihaz boncuklanma testi için kullanıldığında, geniş numune tutucular cihaza sabitlenir. Genellikle test üç benzer örnekle 125, 500 ve 2000 turda gerçekleşir. Boncuklanma derecesi hazır standart fotoğraflarla (EMPA Test Materials Ltd) karşılaştırılarak belirlenir. 5 en iyi ve 1 en kötü boncuklanma derecesini ifade etmektedir[10].



Şekil II.11. Martindale cihazı [26]

Enzim kullanılarak yapılan bitim işlemi

Boncuklanmayı azaltmak için kullandığımız, soğuk su ile her oranda karışabilen berrak ve renksiz bir likit olan reçine selülozik elyaf ve onun karışımlarından imal edilmiş dokuma ve örgü kumaşlar için kullanılan apre maddesidir [64]. Apre maddesi olarak kullanılan reçine, selülozik lif ihtiva eden tekstillere buruşmazlık özelliği, çekmeye karşı dayanıklılık ve hoş bir dokunuş kazandırmanın yanı sıra kumaşta çok az mukavemet kaybına neden olur [76]. Kendisi gerekli katalizörleri içerdiği için ayrıca katalizör ilavesine gerek yoktur. Renk değişimi ya hiç olmaz, ya da çok az olur. Tekstil prosesine uygulanan diğer yardımcı maddelerin büyük çoğunluğuna uyum sağlar. Kaplama proseslerinde çapraz bağlayıcı olarak kullanılabilir. [64].

Reçine, genellikle N-metilol bileşiğine ait bir veya daha fazla fonksiyonel grup içerir. N-metilol bileşiği içeren reçine ile selüloz arasındaki reaksiyonda bir fonksiyonel grup öncelikle selüloz ile kovalent bağ oluşturur; daha sonra reaksiyon, çapraz bağlanma için yeterli aktifleşme enerjisi sağlayan bir ısı aralığında devam eder.

Bu reaksiyonlar sonucunda oluşan selüloz-reaktif N-metilol bileşiği, yıkama ve sabunlama sırasında tekstil materyalinden uzaklaştırılmaz [76].

II.5. TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU (SEM)

Taramalı Elektron Mikroskobu (Şekil.II.12.), optik kolon, numune hücresi ve görüntüleme sistemi olmak üzere üç temel kısımdan oluşmaktadır.

Optik kolon kısmında; elektron demetinin kaynağı olan elektron tabancası, elektronları numuneye doğru hızlandırmak için yüksek gerilimin uygulandığı anot plakası, ince elektron demeti elde etmek için kondenser mercekleri, demeti numune üzerinde odaklamak için objektif merceği ve elektron demetinin numune yüzeyini taraması için tarama bobinleri yer almaktadır. Mercek sistemleri elektromanyetik alan ile elektron demetini inceltmekte veya numune üzerine odaklamaktadır. Tüm optik kolon ve numune 10^{-4} Pa gibi bir vakumda tutulmaktadır.

Görüntü sisteminde, elektron demeti ile numune girişimi sonucunda oluşan çeşitli elektron ve ışınları toplayan dedektörler, bunların sinyal çoğaltıcıları ve numune yüzeyinde elektron demetini görüntü ekranıyla senkronize tarayan manyetik bobinler bulunmaktadır.



Şekil II.12. Taramalı Elektron Mikroskobu

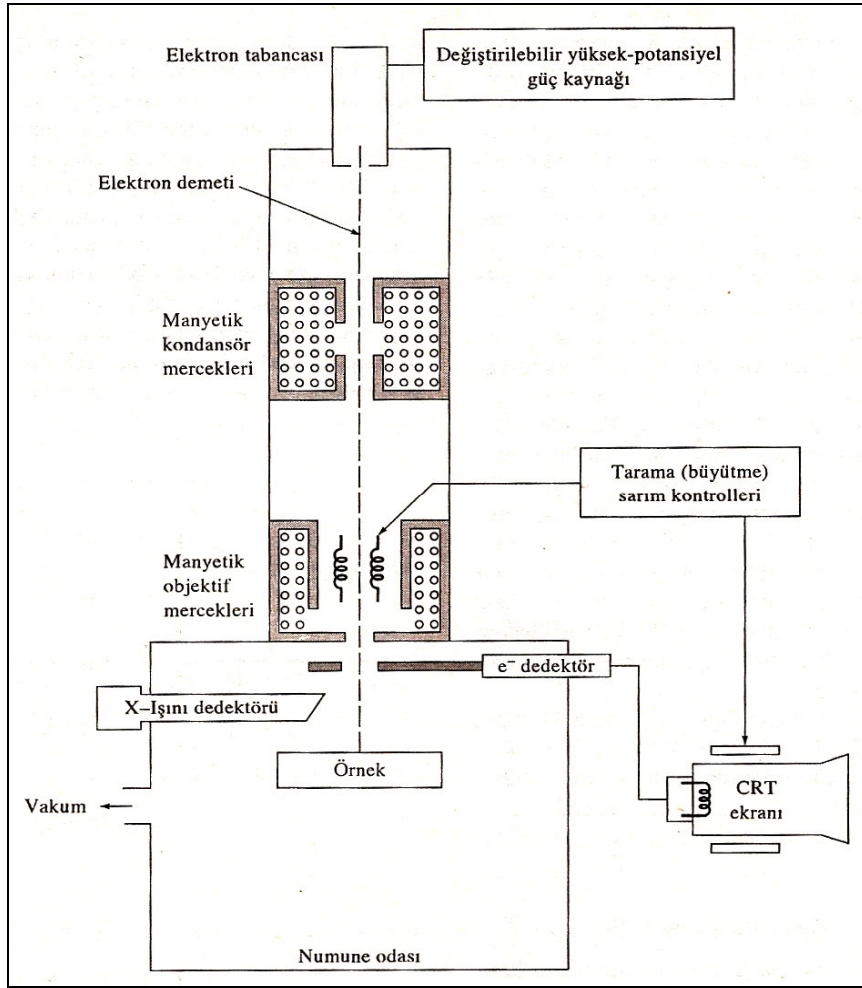
SEM tekniğiyle taramada, objektif merceği yanında bulunan iki elektomagnetik bobinden yararlanılır. Bu bobinlerden biri elektron demetini numune üzerinde x eksenini yönüne bükerek, ikincisi y eksenini yönüne bükerek. Böylece numune x ve y eksenleri boyunca taranır [11]. Elektron demetinin x ve y yönünde tarama yapmasını sağlayan sinyalleri yöneten sistem, aynı anda katot ışınları tüpünün (CRT) dikey ve yatay eksenlerinin taranmasını sağlar (Şekil II.13).

CRT üzerindeki nokta şiddetini kontrol eden bir dedektör çıkış sinyalini kullanarak numunenin görüntüsü elde edilir. Böylece bu tarama yöntemi numunenin bir haritasını oluşturur [12]. Madde hakkındaki bilgiler bu haritadan çıkartılır. Bu teknikte elde edilen büyütme (M),

$$M = W/w \quad (II.8)$$

bağıntısıyla hesaplanır. W, CRT ekranının genişliği; w ise numune boyunca tek bir tarama çizgisinin genişliğidir. “W” bir sabit olduğundan “w” yi azaltarak “M” büyütme artırılabilir (II.8). Büyütme faktörüyle numune boyunca tarama genişliği arasındaki ters orantı nedeniyle sonsuz küçük bir noktaya odaklanan elektron demetiyle sonsuz bir büyütme sağlanabilir. Ancak diğer pek çok faktör ulaşılabilecek büyütme oranını 10 kat ile 100000 kat arasında sınırlar [12].

Numune Hazırlama: SEM’de yapılacak incelemelerde numuneler genellikle inorganik ve organik olarak iki grupta toplanabilir. Ayrıca anorganik numuneler de metal ve metal-olmayanlar şeklinde iki gruba ayrılabilir. Metal olmayan yalıtkan numune yüzeylerinin en fazla 20 nm mertebesinde iletkenliği sağlayan altın metali ile kaplanması gerekmektedir. Metal numuneler ise iletken oldukları için yüzeyleri kaplama yapılmadan da incelenebilir. Ancak yüksek çözünürlüğe ve kontrasta sahip numune görüntüsü elde etmek için, incelenecek tüm numunelerin yüzeylerine altın kaplama işlemi uygulanması önerilmektedir [77].



Şekil II.13. SEM'in Şematik Olarak Çizimi [12]

II.6. VİSKOZİTE TAYİNİ VE POLİMERİZASYON DERECEŚİ

Viskozite, bir cismin akışını yavaşlatan genel bir özellik olup moleküllerin hareketleri sırasında uğradıkları dirençten ileri gelir [13]. Viskozite değerleri büyüdükçe sıvıların akmaya karşı direnci ve viskozluğu artar. Sıvıların ve çözeltilerin bir tüp içersindeki akış hızı (dV/dt) Poiseuille tarafından,

$$dV/dt = \pi R^4 \Delta P / 8 \eta l \quad (II.9)$$

ilişkisiyle sıvının viskozitesine (η) bağlı verilmiştir. Bağıntıda; V, kapillerler üzerinde işaretli iki nokta arasındaki hacmi; t, çözeltinin bu iki nokta arasındaki akış süresini; R, ölçümlerde kullanılan tüpün çapını; l, tüp boyunu; ΔP akıştaki sıvının seviyeleri arasındaki basınç farkını gösterir.

Uygulamada tüp yere dik tutularak ölçümler yapılır. Bu koşulda tüpteki sıvının iki seviyesi arasındaki basınç farkı aşağıdaki bağıntıya eşittir:

$$\Delta P = h\rho g \quad (\text{II.10})$$

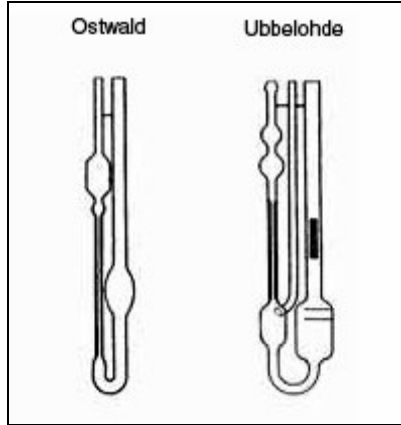
Bağıntıda; h, ölçümler boyunca sıvının tüpteki ortalama yüksekliği; ρ , sıvı yoğunluğu ve g, yerçekimi ivmesidir.

Bağıntı (II.10) ile verilen basınç farkının, (II.9) bağıntısında yerine konmasıyla sabit akış hızı varsayımında bir sıvının viskozitesi, (II.11) bağıntısına eşit olur [14].

$$\eta = \pi R^4 h \rho g t / 8 l V \quad (\text{II.11})$$

Viskozimetre [14]:

Viskozite tayininde, sıvıların bir tüpten akıtılması yöntemiyle genelde bir parçası kılcal borudan oluşmuş viskozimetre adı verilen aletler kullanılır. Viskozite sıcaklıkla değiştiği için ölçümler sabit bir sıcaklıkta yapılmalıdır. Viskozimetrenin kılcal borusundan belli hacimdeki sıvı akıtılır ve akış süresi bulunur. Ostwald ve Ubbelohde viskozimetresi bu amaçla kullanılan viskozimetrelere örnektir (Şekil II.14.)



Şekil II.14. Ostwald ve Ubbelohde viskozimetreleri [78]

Ostwald viskozimetresinin biri kılcal olan iki kolu vardır. Viskozite tayini yapılacak olan sıvı geniş olan bölmeye doldurulduktan sonra bir puar yardımıyla kılcal borunun işaretli yerinin üst kısmına kadar yükseltilir. Daha sonra serbest akışa bırakılır ve sıvının kılcal boru üzerinde işaretlenmiş iki çizgi arasından geçiş zamanı kronometre yardımıyla belirlenir. Akış sırasında h yüksekliği sürekli değişeceği için

sıvının yaptığı hidrostatik basınç da sürekli değişecektir. Ostwald viskozimetresiyle yapılacak karşılaştırmalı ölçümlerde viskozimetreye her zaman aynı miktar sıvı konularak hidrostatik basıncın birbirine yakın tutulması gerekir. Üç kollu olan Ubbelohde viskozimetresinde de prensip aynıdır, ancak burada viskozimetrenin orta kolu kapatılarak puar sol kola takılır ve sıvı, işaretli bölgenin üstüne çıkacak kadar yükseltilir. Sıvı serbest akışa bırakıldığında orta bölmedeki kılcalın ucu her zaman havaya açık kalacağından sıvının akışı Ostwald viskozimetresinde olduğu gibi geniş bölgedeki borunun yüksekliğinden etkilenmez.. Bu nedenle Ubbelohde viskozimetresi kullanıldığında aynı hacimde sıvı alma zorunluluğu yoktur [14].

Viskozite-Polimerizasyon Derecesi-Mol kütlesi İlişkisi [14, 15]:

Poiseuille bağıntısından yararlanarak çözücü ve polimer çözeltilerinin birbirlerine göre bağıl akış süreleri dolayısıyla bağıl viskoziteleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\eta = \pi R^4 \Delta P t / 8 l V \quad (\text{çözelti için}) \quad (\text{II.12})$$

$$\eta_0 = \pi R^4 \Delta P_0 t / 8 l V_0 \quad (\text{çözücü için}) \quad (\text{II.13})$$

Çok seyreltik çözeltilerde, çözelti ve çözücü yoğunlukları birbirine yakın olduğu varsayıp $\Delta P = \Delta P_0$ alınarak bağıl viskoziteye geçilir. Ölçümlerde aynı viskozimetre kullanıldığından viskozite karakteristikleri olan R, k ve l değişmez.

$$\eta_r = \eta / \eta_0 = t / t_0 \quad (\eta_r: \text{bağıl viskozite}) \quad (\text{II.14})$$

Polimer çözeltisinin viskozimetredeki akış süresi (t), aynı hacimdeki çözücüsünün akış süresinden (t_0) her zaman büyüktür. ($\eta_r > 1$)

Bağıl viskozite yerine çözeltideki polimer moleküllerinin viskozite üzerine kısmi etkisini daha iyi vurgulayan ve bağıl viskoziteden 1 sayısı çıkarılarak elde edilen spesifik viskoziteyi (η_{sp}) kullanmak daha uygundur.

$$\eta_{sp} = \eta_r - 1 = (t - t_0) / t_0 = (\eta - \eta_0) / \eta_0 \quad (\text{II.15})$$

Spesifik viskozitenin polimer derişimine bağlılığı seyreltik polimer çözeltileri için Huggins bağıntısıyla verilmiştir (II.16).

$$\eta_{sp} / c = [\eta] + k' [\eta]^2 c \quad (II.16)$$

Yukarıdaki bağıntıda, k' Huggins sabitidir ve genellikle 0.35-0.40 arasında değişir. $[\eta]$, intrinsik viskozite ya da limit viskozite sayısı olarak bilinir. c , çözücü konsantrasyonu (g/mL) olup; η_{sp} / c oranı ise indirgenmiş spesifik viskozite, indirgenmiş viskozite veya limit viskozite sayısı olarak tanımlanır. Polimer derişimi düştükçe, η_{sp} / c oranı küçülür ve yeterince seyreltik (sonsuz seyreltik) çözeltilerde $[\eta]$ değerine ulaşır.

$$[\eta] = \lim(\eta_{sp} / c)_{c \rightarrow 0} \quad (II.17)$$

İntrinsik viskozite ile polimerlerin mol kütlesi Staudinger-Mark-Houwink eşitliği olarak bilinen eşitlikle birbirine bağlanmışır [16, 79].

$$[\eta] = k_m M_v^\alpha = k_p DP_v^\alpha \quad (II.18)$$

Bu bağıntıda “ k ” ve “ α ”, Mark-Houwink sabitleri olup polimer-çözücü sistemine göre değişir [79, 80, 81].

II.7. KRİSTALİNİTE TAYİNİ

Katı cisimler yapısal olarak en genel halde doğada amorf ve kristal olmak üzere iki şekilde bulunurlar. Amorf yapıda atomlar rasgele düzenlenmişlerdir. Kristal yapıya sahip olan maddelerde ise belli bir geometrik düzen içerisinde o maddenin tekrarlanması söz konusudur.

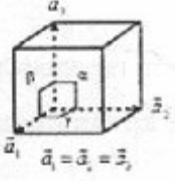
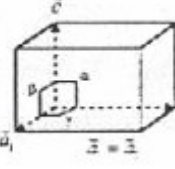
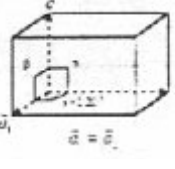
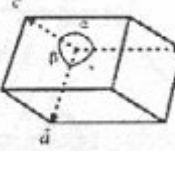
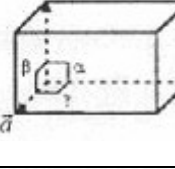
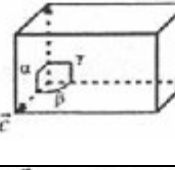
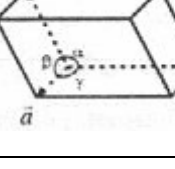
II.7.1. Kristal Sistemleri

İdeal olarak bir kristal, kendisini üç boyutta periyodik olarak tekrar eden atom veya atom gruplarının (birim yapı) düzenlenişine denir. Birim yapı gerçekte kendini

sonsuz kez yinelemez; sınırlı sayıdan sonra çeşitli fiziksel etkenlerden dolayı kristalin büyümesi, genişlemesi durur. Çok küçük deformasyonlar (x-ışınları ile kırınımı aşırı etkilemeyecek kadar) göz önüne alınmazsa ideal tanıma uyan sonlu büyüklükteki bir kristale “tek-kristal” denir. Bütün bir tek-kristal içerisinde iç simetri bozulmadan devam eder. Tek kristale örnek olarak elmas, yemek tuzu taneleri ve kuvarsı verebiliriz. Tek kristalin düzensiz yığılması ile elde edilen katı maddeye “polikristal” denir. Kaya, taş, toprak, metal parçaları gibi maddeler polikristaldir. Bir tek-kristali veya polikristali öğütürerek elde edilen kristale “toz kristal” denir. Toz kristallerin ideal büyüklüğü 10^{-3} cm’dir.

İdeal bir kristal, özdeş yapıtaşlarının uzayda sonsuza kadar dizilişi ile oluşturulur. Tüm kristallerin yapısı ise bir örgü ile tanımlanır. Bir örgünün her düğüm noktasında bulunan atomlar grubuna baz denir. Bu bazın tekrarlanması ile kristal oluşur. Kristal örgü, temel alınan bir bazın önce çizgisel örgüye, daha sonra çizgisel örgünün yüzeysel örgüye, yüzeysel örgünün de uzaysal örgüye dönüşmesi ile elde edilir. Kristallerde örgü kavramını belirleyen ilk gösterim Bravias tarafından bulunduğu için bu örgü çeşitlerine “Bravais Örgüsü” ismi verilmiştir. Aralarındaki uzaklıklar ve açılar göz önüne alındığında doğada; kübik, tetragonal, hekzagonal, trigonal, rombik, monoklinik ve triklinik olmak üzere yedi kristal eksen sistemi vardır (Tablo II.4). X-ışınları ile kristalin birim hücresinin boyutlarını ve kenarları arasındaki açılar bulabiliriz. Bu a, b, c uzunlukları ile α , β , γ açıları bir prizma oluşturur [17, 18].

Tablo II.4. Kristal Sistemleri

Sistemin adı (Tip ve örgü)	Yüz sayısı	Şekil oluşumu	Birim hücre ve parametreleri	Prizmanın şekli
Kübik	6	Kübik (izometrik)	$a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Tetragonal	6	4 dikdörtgen 2 kare	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$	
Hegzagonal	8	2 altıgen 6 dikdörtgen	$a = b \neq c$ $\alpha = \beta = 90^\circ$ $\gamma = 120^\circ$	
Trigonal (Rombohedral)	6	Her yüz rombus	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	
Rombik (Ortotrombik)	6	3 farklı dikdörtgen	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	
Monoklinik	6	4 dikdörtgen 2 paralelkenar	$a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = 90^\circ \neq \beta$	
Triklinik	6	Paralelogramlar	$a \neq b \neq c$ $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$	

II.7.2. Miller İndisleri

Kristallerde, kolaylık için, doğrultuları ve düzlemleri belirtmek üzere bazı özel gösterimler kullanılmaktadır. Başlangıçtan herhangi bir uvw noktasına uzanan doğrultu ele alındığında, $[\]$ şeklinde bir köşeli parantez ve içersindeki $[uvw]$ rakamları uvw doğrusunu gösterir. Kristaldeki simetriden dolayı kristal içindeki pek çok doğrultu birbirine özdeşdir. Böyle özdeş doğrultuların takımı da $\langle uvw \rangle$ şeklinde bir parantez ile gösterilir.

Bir kristal içerisinde yüzeyleri veya düzlemleri belirlerken Miller indisleri kullanılır. Bu indisleri belirleyen kurallar şunlardır:

- Belirtmek istenen düzlemin kristal eksenlerini kestiği noktalar örgü sabitleri a, b, c cinsinden bulunur. Bu eksenler birim hücrenin eksenleri olmayabilir.
- Bu sayıların tersleri alınır ve bu üç kesrin paydalarının en küçük ortak katı ile hepsi çarpılır. Bir parantez içinde (hkl) gösterilen bu sayı kümesi o düzlemin indisi olur.

Örnek olarak a, b, c doğrultularını $1, 2, \infty$ da kesen bir düzlem düşünüldüğünde $1, 2$ ve ∞ 'un birim boyutlara oranı $1, 1/2$ ve 0 olacaktır. Buradan Miller indisleri, her üç sayı 2 ile çarpılarak (210) şeklinde bulunur. Bütün paralel düzlemler aynı Miller indisleri ile ifade edilir. Burada da eksi $(-)$ kesişme noktaları ile ortaya çıkan indisler sayı üzerine konan çizgi ile beirlenirler. “ $()$ ” şeklindeki parantezler içinde gösterilen Miller indisleri bir tek düzlemi veya paralel düzlemler takımını gösterir. Büyük parantez $\{ \}$ içersindeki Miller indisleri de, bir forma ait düzlemler takımını belirtir. Örneğin, kübik kristalin yüzeyleri takımı Miller indisleri ile;

$$\{100\} = (100) + (010) + (001) + (1\bar{0}0) + (01\bar{0}) + (001\bar{0}) \quad (\text{II.19})$$

şeklinde gösterilir. Böyle bir forma ait düzlemlerin hepsi aynı atomik düzenlemeye sahiptir [17].

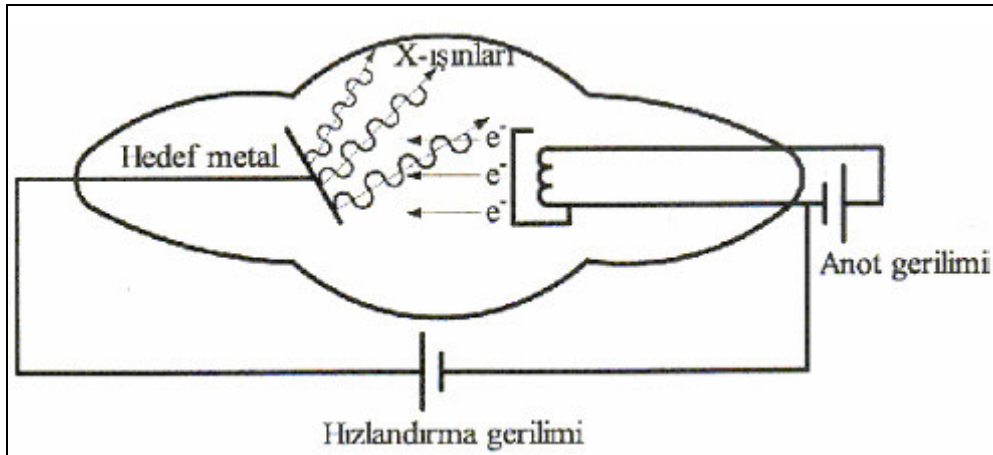
II.7.3. X- Işınları

X ışınları, 1895 yılında Alman fizikçi W.Röntgen tarafından keşfedilmiş, kısa dalga boylu elektromagnetik ışınlardır. X-ışınlarının dalgaboyu $0.1\text{\AA} < \lambda < 100\text{\AA}$ aralığındadır ve γ -ışınları ile mor ötesi (ultraviole) bölge arasında kalırlar. X-ışınları, az girici yani yumuşak (λ büyük) ve çok girici yani sert (λ küçük) olmak üzere iki

gruba ayrılır. X-ışını, hızlandırılmış elektronların, ağır atom çekirdekleri yanından geçerken yavaşlayarak enerjisinin önemli bir kısmını x-ışınına dönüştürmesi ile oluşur[81]. X-ışınlarının elde edilişleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

1. Bir metal hedefe (Cu, Mo, Fe, Cr,...) yüksek enerjili elektronların çarptırılması,
2. İkincil x-ışını floresansı için bir maddenin birincil x-ışınına maruz bırakılması,
3. X-ışınları yayınımlı oluşturan bir radyoaktif kaynağın kullanılması,
4. Bir sinkrotron radyoaktif kaynağın kullanılması.

X-ışınları sağlık alanı, kristal yapı çözümlemesi gibi bilim ve teknolojinin bir çok dalında kullanılmaktadır. X-ışını tüpleri, içinde bir tungsten tel katot ve kalın bir anodun bulunduğu havası boşaltılmış bir tüptür. Anot, genellikle ağır bir blok üzerine hedef metalin kaplanmasıyla oluşturulur. Amaca göre hedef olarak tungsten, krom, bakır, molibden, radyum, kobalt gibi metaller kullanılır. Teli yani anodu ısıtmak ısıyan telden serbest kalan elektronları hedefe doğru hızlandırmak için ayrı elektronik devreleri kullanılır. Hızlandırıcı potansiyel, ışınların enerjilerini veya dalga boylarını belirlerken, ısıtıcı devre yayınlanan x-ışınlarının şiddetini kontrol eder. Bir x-ışını üretim düzeneği Şekil II.15’de görülmektedir. X-ışınları üretiminde elektronları yeterince hızlandırabilmek için oldukça yüksek gerilim kaynağına ihtiyaç vardır.



Şekil II.15. X-ışınları Kaynağı [17]

Elektrik gücünün % 1 den daha azı kullanılabilir x-ışınına dönüştürülebildiğinden (geri kalanı ısı olarak açığa çıkar), metal hedefe elektron

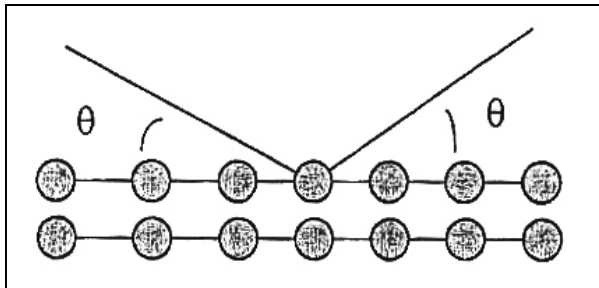
çarpıtılması ile x-ışınları oluşturulması çok verimsiz bir süreçtir. Ancak son zamanlardaki elektronik ve teknolojiye paralel olarak çok daha düşük güçte çalıştırılabilen x-ışını tüpleri üretilmiştir.

II.7.4. Toz kırınımı ve Bragg Yansıması

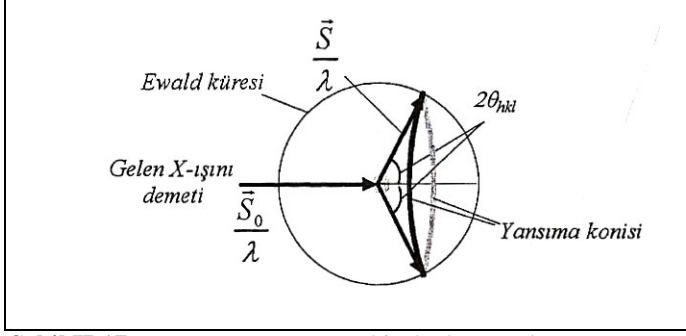
Toz kırınımı yönteminde incelenecek kristal çok küçük parçacıklar haline getirilir. Toz kristaller uygun bir tutucuya, örneğin cam üzerine, düzgün bir şekilde yayılarak yapıştırılır ve x-ışınları demeti içine yerleştirilir. Toz kristal içindeki bazı kristallerin aynı düzlemlerinden x-ışını yansımaları olacaktır. Bu yansımalar bir film üzerine düşürülecek olursa film üzerinde çizgiler ortaya çıkacaktır. Toz taneciklerinin düzlemlerinden yansıyan x-ışını demeti dedektörler yardımıyla difraktometre cihazlarıyla toplanıp ölçülebilmektedir.

Toz kristal içindeki belli bir (hkl) düzleminde x-ışınlarının yansıması dikkate alındığında; düzlemden yansıyan x-ışınları Bragg açısı yaparlar [17,36]. Bragg'a göre; gelen bir dalganın kristaldeki atomların oluşturduğu düzlemsel tabakalardan yansıması, bir düzlem aynadan ışınların yansıması gibi düşünülmüştür (Şekil II.16-II.17). Burada θ , yansıyan x-ışını demetini; θ_0 , gelen x-ışını demetini gösteren vektörlerdir. Bragg yansıması; θ_{hkl} , yansıma açısı; d_{hkl} , hkl düzlemleri arasındaki uzaklık; n ise bir tam sayı olmak üzere, aşağıdaki denklem yardımı ile gösterilmiştir[17,36]:

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta_{hkl} \quad (II.20)$$



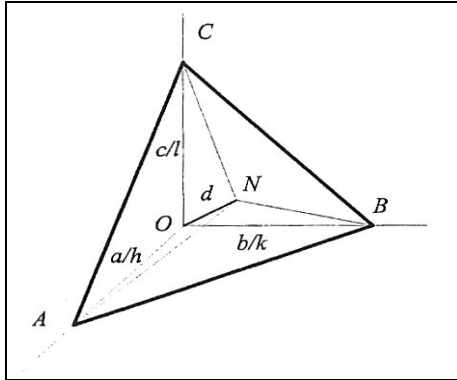
Şekil II.16. Bragg yansıması [17]



Şekil II.17. Bragg yasasına göre bir düzleme gelen ve yansıyan x-ışınları

Uzayda bir kristal düzlemi, aynı doğru üzerinde olmayan ve birbirine dik üç nokta ile belirlenir (Şekil II.18). Eğer bu noktalar farklı kristal eksenleri üzerinde yer alıyorsa düzlemi belirten noktaların koordinatları a , b , c örgü sabitleri cinsinden ifade edilir. Kristal yapı analizleri için her bir düzlem için hkl Miller indisleri tanımlanmıştır.

Bir toz kırınım deseninin yorumlanmasında öncelikle örgü düzlemlerine (şiddet piklerine) ait Miller indislerinin bulunması gerekir. Bu işlem toz kırınımının indislenmesi işlemidir. İndisleme işleminin yapılabilmesi için öncelikle düzlemler arası uzaklıkların belirlenmesi gerekmektedir. Dik eksenlere sahip kübik bir yapı için aşağıdaki formüller yardımıyla indisleme yapılabilir.



Şekil II.18. hkl kümesine ait ABC düzlemi

Şekil II.18’da bir hkl kümesine ait ABC düzlemi görülmektedir. Dik eksenleri a/h , b/k ve c/l ’de kesen bir hkl düzleminde ON doğru parçası orijinden düzleme olan dik uzaklığı yani d ’yi göstermektedir.[17, 37]

Bu ifadeler, uzunluğu “ d ” olan ON doğru parçasının doğrultu kosinüsleridir ve karelerinin toplamı birim değerini verir.

$$\cos^2(\text{AON}) + \cos^2(\text{BON}) + \cos^2(\text{CON}) = d^2 h^2 / a^2 + d^2 k^2 / b^2 + d^2 l^2 / c^2 = 1 \quad (\text{II.21})$$

$$1 / d^2 = h^2 / a^2 + k^2 / b^2 + l^2 / c^2 \quad (\text{II.22})$$

Kübik kristal sisteminde $a = b = c$ olduğundan bu ifade şu şekilde düzenlenebilir:

$$1 / d^2 = (h^2 + k^2 + l^2) / a^2 \quad (\text{II.23})$$

Bragg eşitliğini burada yeniden yazıp denklem birlikte kullanılırsa; (II.24) bağıntısı şeklinde olacaktır.

$$\sin \theta_{hkl} = \lambda / 2d \quad (\text{II.24})$$

Bu ifadenin karesi, (II.25) deki gibi olur.

$$\sin^2 \theta_{hkl} = \lambda^2 / 4d^2 = \lambda^2 (h^2 + k^2 + l^2) / 4a^2 \quad (\text{II.25})$$

$$h^2 + k^2 + l^2 = s \quad [19] \text{ ise; } \quad (\text{II.26})$$

s 'nin alabileceği değerler Tablo II.5'de gösterilmiştir.

Tablo II.5. $s = h^2 + k^2 + l^2$ nin alabileceği değerler

$h \ k \ l$	$s = h^2 + k^2 + l^2$
100	1
110	2
111	3
200	4
210	5
...	...

Basit kübik (SC: simple cubic) sistem için indisleme işlemi şu şekilde yapılır: Yansıma açıları(θ) belirlendikten sonra $\sin^2 \theta$ hesaplanır. Ardışık yansımalar için bu işlemler sırası ile yansıma açısının en küçük değerinden en büyük değerine kadar yapılır. Öncelikli olarak ardışık yansımalar arasındaki farkın en küçük olduğu yansımalar dikkate alınır. Buradan $\lambda^2 / 4a^2$ için olası bir değer elde edilir. Ardışık

yansımalar arasındaki fark değişmiyorsa, bu fark değerlerinden yararlanılır. Daha sonra ilk beş yansımanın $\sin^2\theta$ değerleri $\lambda^2/4a^2$ değerine bölünerek “s” için yaklaşık değerler elde edilir. “s” lerin yaklaşık değerleri tam sayıya dönüştürülür. Bu tam sayı değerleri ile hkl Miller indislerinden bulunan s değerleri karşılaştırılır. Birbirine eşitlik durumunda yansıma düzlemi için indisleme işlemi yapılmış olur. Miller indisleri belli olmuş kırınım deseninden örgü parametresi a’yı hesaplayabilmek için (II.27) deki denklem kullanılabilir:

$$a^2 = \lambda^2 (h^2 + k^2 + l^2) / 4 \sin^2\theta_{hkl} = \lambda^2 s / 4 \sin^2\theta_{hkl} \quad (\text{II.27})$$

Yüksek θ_{hkl} dereceli yansımaların seçilmesi daha doğru örgü parametresinin bulunmasını sağlar. Sonuçların doğruluğunun kontrol edilebilmesi için, hesaplanan örgü parametreleri $(\cos^2\theta_{hkl} / \sin\theta_{hkl}) + (\cos^2\theta_{hkl} / \theta_{hkl})$ fonksiyonuna göre çizilir ve bulunan değerler 90° ye ekstrapole edilir.

Tablo II.6’da kübik kristal sisteme ait dört farklı Bravais örgüsü için “s” nin alabileceği değerler $s = 20$ ’a kadar listelenmiştir.

Tablo II.6. Basit(SC), hacim merkezli(BCC), yüzey merkezli(FCC) ve elmas kübik(DC) sistemler için s değerleri * [19]

SC	1 2 3 4 5 6 8 9 10 11 12 13 14 16 17 18 19 20 ...
BCC	2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 ...
FCC	3 4 8 11 12 16 19 20 ...
DC	3 8 11 16 19 ...

*SC : simple cubic – basit kübik yapı; BCC: body-centered cubic – hacim merkezli kübik yapı; FCC: face-centered cubic – yüzey merkezli kübik yapı; DC : diamond cubic - elmas şekilli kübik yapı

Her bir kristal sistemi için d düzlemler arası uzaklığı ile hkl Miller indisleri arasındaki bağıntılar birbirinden farklıdır. Bu bağıntılar Bragg Kanunu’nda yerine yazıldığında her bir kristal sistemi için $\sin\theta$ değerleri ile hkl Miller indislerini birbirine bağlayan karakteristik bağıntılar elde edilir. Bu bağıntılar kırınım desenine uygulanarak numunenin kristal sistemi tayin edilebilir. Her bir kristal sistem için düzlemler arası uzaklık (d) ile hücre kenarı arasındaki ilişkiler (a,b,c) Tablo II.7’de verilmiştir.

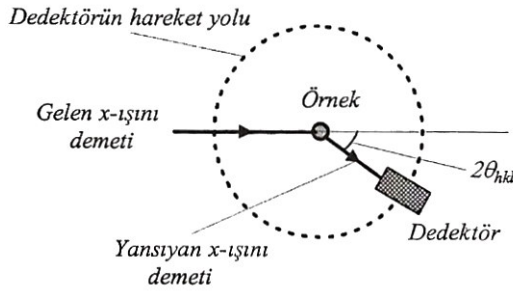
Tablo II.7. Yedi Kristal Sistem İçin Düzlemler Arası Uzaklık ile Hücre Kenarı Arasındaki İlişkiler [20, 38]

Kristal sistem	Düzlemler arası uzaklık
Kübik kristal sistem	$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$
Tetragonal kristal sistem	$d_{hkl}^2 = \frac{1}{\frac{h^2 + k^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2}}$
Hegzagonal kristal sistem	$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{4}{3} \left(\frac{h^2 + hk + k^2}{a^2} \right) + \frac{l^2}{c^2}$
Trigonal kristal sistem	$\frac{1}{d^2} = \frac{(h^2 + k^2 + l^2) \sin^2 \alpha + 2(hk + kl + hl)(\cos^2 \alpha - \cos \alpha)}{a^2(1 - 3 \cos^2 \alpha + 2 \cos^3 \alpha)}$
Ortotrombik kristal sistem	$\frac{1}{d_{hkl}} = \sqrt{\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2}}$
Monoklinik kristal sistem	$d_{hkl} = \frac{1}{\sqrt{\frac{h^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} + \frac{2hl}{ac} \cos \beta + \frac{k^2}{b^2}}}$
Triklinik kristal sistem	$\frac{1}{d^2} = \frac{1}{V^2} (S_{11}h^2 + S_{22}k^2 + S_{33}l^2 + 2S_{12}hk + 2S_{23}kl + 2S_{13}hl)$ $S_{11} = b^2c^2\sin^2 \alpha,$ $S_{22} = a^2c^2\sin^2 \beta,$ $S_{33} = a^2b^2\sin^2 \gamma,$ $S_{12} = abc^2(\cos \alpha \cos \beta - \cos \gamma),$ $S_{23} = a^2bc(\cos \beta \cos \gamma - \cos \alpha),$ $S_{13} = ab^2c(\cos \gamma \cos \alpha - \cos \beta).$ (V: birim hücre hacmi)

II.7.5. Toz difraktometresi:

Toz kristal bir örneğin yerleştirildiği gonyometre başlığı, dedektör ve difraktometre geometrisi Şekil II.19 da gösterilmiştir. Burada fotoğraf filmi yerine X-ışınları dedektörü vardır. Toz halindeki örnek kristal ve dedektör aynı düzlem içindedir. Dedektör bir çember üzerinde hareket eder. Kaynaktan çıkan x-ışını demeti toz kristaldeki hkl düzlemlerinden yansımaya uğradığında yani örnekten geçtiğinde, yansıyan x-ışını kristal ile aynı düzlem üzerinde olan dedektör tarafından algılanır.

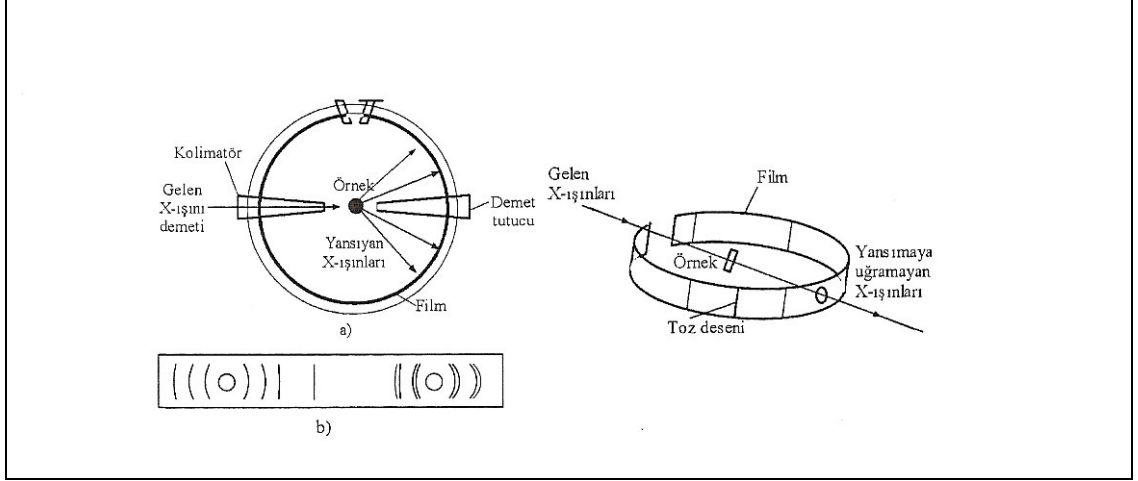
Yansımaya uğrayan x-ışınlarının toz taneciklerinin bir pik genişliği vardır. Dedektör bu pikin merkezine gelerek yansıyan x-ışını şiddetinin değerini hesaplar. Dedektörle kırınım verilerinin toplama işlemi $0 \leq 2\theta \leq 90^\circ$ açıları arasında yapılır.



Şekil II.19. Toz kristalin x-ışını demeti içine yerleştirilmesi[17]

II.7.6. Debye-Scherrer kamerası ve Tanecik Büyüklüğü Hesabı:

Debye-Scherrer yönteminde, demet haline getirilmiş x-ışınları yaklaşık 0.5 mm çaplı metal bir tüp içinden geçirilerek örnek üzerine düşürülür. Örnekten yansıyan x-ışınları yarıklardan geçirilerek kamera içine yerleştirilmiş şerit halka şeklindeki dar bir film üzerinde ince çizgilerin oluşturulması sağlanır. Örnek, kamera halkasının tam merkezindedir. Fotoğraf filmi dar şerit ve silindir halindedir (Şekil II.20a). Kırınım uğramış x-ışını demetleri yansıma konilerinin yüzeyini doğrular halinde geçer ve şerit fotoğraf filmi düz bir şekilde açıldığında kırınım deseni Şekil II.20b'deki gibi olur.



Şekil II.20. a. Debye-Scherrer Kamerası b. film

x-ışınları toz kırınımı ile veri toplama işlemi genel olarak aşağıdaki aşamalardan oluşur:

- X-ışınları tüp içinde vakum altında üretilir.
- Tüp içindeki filamandan akım geçirilerek elektronlar oluşturulur.

Tüp içinde oluşan elektronlar üzerine 15-60 kVolt arasında bir gerilim uygulanır.

Elektriksel gerilim altında hızlanan elektronlar hedef metale (Cu, Fe vs) çarptırılır.

Hedef metale çarptırılan elektronlar x-ışınları üretir.

Üretilen x-ışınlarının dalgaboyu, kullanılan hedefin karakteristik özelliğidir.

Karakteristik x-ışınları demet haline getirilerek iyice toz haline getirilmiş örnek malzeme üzerine odaklanır.

Toz kristallerden yansıyan x-ışınları fotoğraf filmi üzerine iz bırakırlar veya dedektör tarafından toplanırlar. Yansıyan x-ışınları bir mikroişlemci tarafından veya elektronik olarak sayılabilir sinyale dönüştürülür.

Dedektör belirlenen açı aralığında düzlemsel bir yay üzerinde hareket ederek diğer sinyalleri toplar.

Son olarak toplanan veriler değerlendirilir.

X-ışınlarının kırınım deseninden yararlanarak Scherrer formülü kullanılarak tanecik büyüklüğü hesaplanabilir. Tanecik büyüklüğü arttıkça, elde edilen kırınım deseninde yansıyan ışınların şiddetini gösteren piklerin de daraldığı görülür, çünkü Scherrer forülündeki B değeri (FWHM), kırınım deseninde gözlenen maksimum piklerin yarı maksimumdaki genişliklerinin radyan cinsinden değeridir [19]. Aşağıda

Scherrer formülü (II.28) ile tanecik büyüklüğünün nasıl hesaplandığı görülmektedir [39]:

$$t = k \lambda / B \cos \theta \quad (\text{II.28})$$

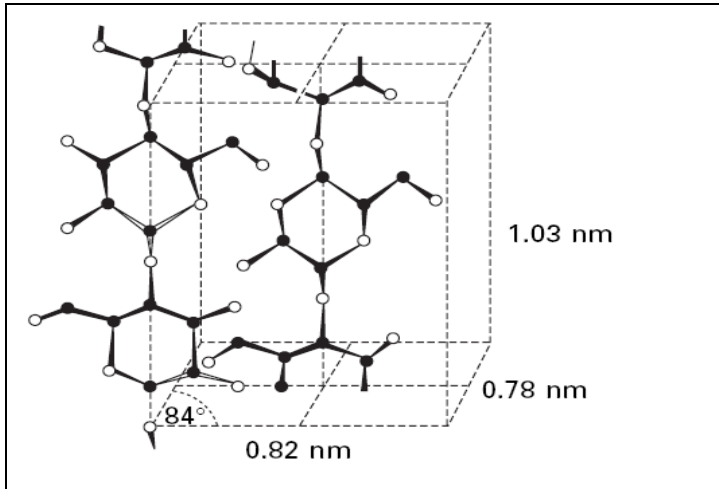
Formülde, t = kristal genişliğini; $k = 0.9$ 'u (selüloz için kabul edilen sabit); λ = kırınımında kullanılan x-ışınının dalgaboyunu, " θ " ise dikkate alınan pikin Bragg yansıma açısını ifade eder.

II.7.7. Selülozun kristal yapısı

Selüloz monoklinik kristal yapıya sahip olup (Şekil II.21), kristalin birim hücresinin boyutları ve kenarları arasındaki açıları şöyledir [23]:

$$a = 0.82 \text{ nm} \quad b = 1.03 \text{ nm} \quad c = 0.78 \text{ nm} \quad \alpha = \gamma = 90^\circ \quad \beta = 84^\circ$$

Selülozik ve rejenere selülozik yapılar için hkl Miller indisleri ise $101 \ 101^- \ 002$ olarak verilmiştir.[40]



Şekil II.21. Selülozun kristal yapısı [22]

BÖLÜM III

ÇALIŞMALAR

III.1. AMAÇ

Yapılan tez çalışmasında; ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaşın reaktif boyarmaddeler kullanılarak atmosferik ortamda boyanması, boyamanın tekrarlanabilirliğinin saptanması, boyanmış materyalin renk haslık ve mekanik özelliklerinin incelenmesi, bambu materyallerin boyanması sırasında boyarmaddelere ait % çekim oranlarının belirlenmesi, bambu elyafa uygulanan ön terbiye ve bitim işlemlerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Ayrıca, tekstilde kullanımı yeni olan bambu elyafın iç yapısını (SEM ile görüntülemek, kristal boyutu - % kristalinite oranı ve polimerizasyon derecesini hesaplamak suretiyle) incelemek, bu sonuçlar ışığında boyama sonrası % 100 bambu numunelere uygulanan performans test sonuçlarını değerlendirmek hedeflenmiştir.

III.2. ARAŞTIRMA ARAÇLARI, TEST METODLARI VE STANDARTLARI

Deneyisel çalışmalarda kullanılan iplik ve örme kumaşın yapısı ve cinsi öncelikli olarak tespit edilmiştir.

Uygulamaları gerçekleştirmek, renk verimini karşılaştırmak ve haslık özelliklerini incelemek için laboratuvar boyama ünitesinde Tablo III.1’de gösterilen genel laboratuvar malzemeleri, reflektans spektrofotometresi, yıkama haslığı ve çeşitli performans test ölçüm cihazları, bambu lifinin iç yapısını incelemek amacıyla da SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ve XRD (X-ışınları kırınımı cihazı) kullanılmıştır.

Tablo III.1. Kullanılan Laboratuvar Malzemeleri

Kullanılan Cihazlar	Üretici Firma – Model
Yıkama Haslığı Test Cihazı	James Heal (Gyrowash)
Sürtünme Dayanımı Test Cihazı	NU-Martindale Model 103
Boncuklanma Test Cihazı	NU-Martindale Model 103
Reflektans Spektrofotometresi	Datacolor SF600+
UV Görünür Alan Spektrofotometresi	Shimadzu UV-VIS 1200
1 cm lik Cam Küvetler	Hellma – Model 100-OS
Hassas Terazı (10^{-4} g)	Sartorius
Kopma Mukavemeti Test Cihazı	Instron 4411
Patlama Test Cihazı	SDL ATLAS – M229
SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)	JEOL JSM-5910 LV
Viskozimetre	Ubbelohde (Cannon Instrument Co.)
Gergefli kurutucu	E.Benz Textilmaschinen Zürich-Seebach
Fulard	Padder BVP Roaches Eng Ltd.
UV Geçirgenlik Test Cihazı	Camspec M 350 UV/ Visible Spectrophotometer
Hava Geçirgenlik Test Cihazı	SDL International – M012A
Püskürtmeli Su İticilik Test Cihazı	SDL ATLAS – M232
XRD (X ışınları difraktometresi)	Rigaku DMAX/2200 (Cu-K α)
Laboratuvar tipi elektrikli ısıtıcı	Kermanlar RCA
Genel Laboratuvar Malzemeleri (Balonjoje ve beher, mezur, baget, termometre, etüv vb)	

Reflektans Spektrofotometresinde(Datacolour SF-600+) yapılan renk ölçümleri elyaf ve iplik numuneleri USAV 6.6 mm, kumaş numuneleri ise USAV 9 mm levhası kullanılarak D65 lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

CIE Beyazlık İndeksi, Reflektans Spektrofotometresinde, AATCC 110 -2005 standardına göre ölçülmüştür [46].

UV geçirgenlik ve koruma faktörü “Camspec M350 UV/Visible Spectrophotometer” ile $\% 65 \pm 4$ bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklıkta, AATCC Test Method 183 - 2004 standardına göre hesaplanmıştır [54].

Kumaş numunelerine, ISO 105-CO6 yıkama haslığı standardının A1S koşuluna göre yıkama haslığı işlemi uygulanmıştır. Solma ve lekeleme değerleri gri skala kullanılarak ISO 105 AO2 / A03 standartına göre belirlenmiştir [51].

Sırasıyla ön işlem yapılmamış, ve pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış $\% 100$ bambu elyaf numunelerinin enine kesitleri ve boyuna görüntüleri

JEOL JSM-5910 LV marka model SEM cihazında 20000 kata kadar büyütülerek incelenmiştir. SEM ile görüntüleri alınmak istenen numuneler püskürtme (Sputtering) cihazı kullanılarak Au ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi 10 dakika boyunca vakum altında gerçekleştirilmiştir.

İplikler için yapılan kopma mukavemeti testi kondüsyonlanmış ortamda gerçekleştirilmiştir (20 ± 2 °C ve % 65 ± 2 nem). Numunelerin mukavemet testleri ve % uzama miktarları ‘Instron 4411’ marka ve modelde mukavemet ölçme cihazı ile, TS 245 EN ISO 2062 standartına göre incelenmiştir [47]. Kullanılan çene kuvveti ± 50 kgf, iplik çekim hızı 500 mm/dk dır.

Patlama mukavemeti, bir kumaşın ani bir kuvvetle yırtılması için gerekli olan dikey basıncın miktarıdır. Patlama dayanımı kumaşta bir patlak oluşturmak için gerekli delici kuvveti ve kumaşın belirli koşullar altında patlamaya karşı koyma kabiliyetini ifade eder. Bunun için kumaşın esnek bir diyaframa sıkıca tutturulup bir bölgede şişirilerek, kumaşın patlatılması için gerekli basınç dikkate alınır[23]. Bambu örme kumaşların patlama mukavemetleri ve patlama esnasındaki şişmeleri belirli bir alana sahip kauçuk diyafram altında hidrolik bir yük uygulanarak 20 ± 2 saniye içerisinde SDL ATLAS M 229 Patlama Test Cihazı yardımıyla ölçülmüştür. Cihaz bilgisayara bağlı olup bilgisayarla yönlendirilmektedir. Numunenin yerleştirilmesi için gerekli olan test kiti 35.6 mm olup 10 cm² lik bir alana sahiptir. Diyaframın şişmesini sağlamak için gliserol kullanılmaktadır. Hava yardımıyla basınç artırılarak diyaframın şişmesi sağlanmaktadır. Test başladıktan sonra test kiti test numunesinin üstüne iner ve belli sürede patlatana kadar aşağıdan diyafram yardımıyla hidrolik basınç uygulanır. Test numunesi patladığı andaki basınç (kPa), şişme oranı (cm³/dk), şişme (mm) ve zaman (saniye) bilgisayar ekranında okunur. Hidrolik basınç düşer ve ikinci test için otomatik konuma geçer. “TS 393 EN ISO 13938-1 standartında belirtildiği gibi test beş kez tekrarlanır ve bilgisayar tarafından ortalaması alınır [48].

Örme kumaş numunelerine uygulanan hava geçirgenlik testi, SDL International M021A cihazı ile TS 391 EN ISO 9237 standartına göre yapılmıştır [49]. Bu test 100 Pa basınçta, 20 cm² lik kumaş numuneleri kullanılarak yapılmış ve işlem onar kez tekrarlanmıştır.

Sürtünme dayanımı, tekstil materyalinin bir başka materyale sürtünmesi ile kumaştaki iplik ve liflerin kumaş yüzeyinden dışarı çıkması sonucunda kumaş yüzeyinde meydana gelen aşınma veya eskimeye karşı direnme yeteneğidir.

Numunelerin aşındırılmasını esas alan NU-Martindale test cihazı (bkz. Şekil II.11), hem aşındırma hem de boncuklanma testleri için kullanılmaktadır.

Boncuklanma örme kumaş yüzeyindeki liflerin birbirine dolaşarak boncuk olarak adlandırılan küçük, top şeklinde elyafları oluşturmaktadır. Boncuklar genellikle aşınma ve yıpranmadan dolayı elyaf uçlarının kumaş yüzeyine çıkması nedeniyle oluşur. Özellikle materyalin sürtünmeye maruz kaldığı yerlerde gevşek lif uçları materyal yüzeyinde toplanarak boncuklanmaya neden olur [30]. Boncuklanma testi, TS EN ISO 12945-2 Nisan 2002 [55], sürtünme dayanımı testi ise TS EN ISO 12947-2 /Nisan 2001 standartına [56] göre yapılmıştır. İşlem sonunda numunelerin boncuklanma değerleri skaladan (James H.Heal & Co.Ltd./ Empa Pilling Photographic Standarts/ Empa SN 198525) karşılaştırılmak suretiyle değerlendirilmiştir.

Kumaşların yüzey ıslatma dirençlerini belirlemek için kullanılan püskürtmeli su iticilik test cihazıyla (SDL Atlas M 232) (Şekil III.1.), 45 derecelik açıda bulunan test numunesinin üzerine 150 mm. yukarıda bulunan standart konik huniden saf su püskürtülür. Numunenin görünüşü opsiyonel fotoğraf skalasıyla karşılaştırılır. Test TS 259 EN 24920 standartına göre uygulanır [50].



Şekil III.1. Püskürtmeli su iticilik test cihazı

Damla testi ile hidrofilite derecesinin tespit edilebilmesi için AATCC 79-2007 standartına uygun olarak 1mL suyu 15-25 damlada damlatabilen büret, kumaşın gergin tutulabilmesi için kasnak ve bir kronometre kullanılmış ve işlem beşer kez tekrarlanmıştır [57].

Test edilecek kumaş numuneler kasnağa gergin şekilde sıkıştırıldıktan sonra damlalıkla kumaş yüzeyine 1cm den daha az bir mesafeden bir damla su damlatılarak kronometre tutulur. Damladan yansıyan ışığın açıkça görülebileceği bir konumda damlaya bakılır. Damla yavaş yavaş emildikçe su damlasının oluşturduğu ayna yüzeyi yavaş yavaş ve sonunda ıslak bir nokta bırakarak kaybolur. Damlanın

kaybolduğu anda kronometre dudurulur. Elde edilen süre su damlasının pamuklu tekstil materyali tarafından emilme süresidir. 5 saniyenin üstü kötü emiciliği ifade etmektedir.

III.3. UYGULAMALAR

III.3.1. Boyanacak Materyal

Laboratuvar boyama çalışmalarında % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş kullanılmıştır. 5'er gram ağırlığındaki numunelere pişirme ve ağartma işlemi uygulanmıştır. Reaktif boyarmadde ile yapılan boyama işleminde sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış ham materyaller, pişirme yapılmış materyaller ve pişirme-ağartma uygulanmış materyaller kullanılmıştır.

İplik özellikleri: % 100 bambu ipliğin (Ne16) metresinde yaklaşık 700 tur “Z” tipi büküm mevcuttur.

Örme kumaş özellikleri: % 100 bambu örme kumaşın cm² sinde yaklaşık 300 ilmek bulunmakta olup ağırlığı 130 g/m² dir.

III.3.2. Kullanılan Boyarmaddeler

Deneysel uygulamada reaktif boyarmaddelerle (Remazol ve Levafix) çalışılmış, boyarmaddelerin üç farklı renkleri kullanılmıştır. Kullanılan bu boyarmaddelerin ticari adları, üretici firmaları, colour index numaraları ve yapıları Tablo III.2.'de verilmiştir.

Tablo III.2. Boyama İşlemi için Kullanılan Boyarmaddelerin Ticari Adları ve Üretici Firmaları [58]

Ticari ismi / C.I. no	Üretici Firma	Yapısı	
		(Kromofor Gruplar)	(Reaktif Gruplar)
Remazol Brilliant Blue R C.I. Reactive Blue 19	DyStar	Antrakinon Bisazo Formazan	VS (Vinilsülfon)
Remazol Brilliant Red 3BS C.I. Reactive Red 239	DyStar	Monoazo	MCT(Monoklortriazin) / VS
Remazol Brilliant Yellow 3GL C.I.Reactive Yellow 186	DyStar	Monoazo	VS
Levafix Golden Yellow E-G C.I. Reactive Yellow 27	DyStar	Monoazo	DCC(Diklorokinoksalin)
Levafix Brilliant Red E-4BA C.I. Reactive Red 158	DyStar	Monoazo	FCP(Difloroklorprimidin)
Levafix Brilliant Red E-RN C.I. Reactive Red 242	DyStar	Monoazo	MFT(Monoflortriazin)
Levafix Royal Blue E-FR C.I. Reactive Blue 224	DyStar	Antrakinon Dioksazin	VS / VS

III.3.2.1. C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri[59]

Form: toz

Renk: koyu mavi

Koku: kokusuz

Yoğunluğu: yaklaşık 450 kg/m³

Suda çözünürlük: > 100 g/L

pH değeri: 4.5 – 6.5 (20 °C; 30g/L su)

III.3.2.2. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri [60]

Form: granül

Renk: koyu kahverengi

Koku: kokusuz

Erime-/ yumuşama sıcaklığı: > 300 °C

Tutuşma sıcaklığı: 240°C

Yoğunluğu: yaklaşık 494 kg/m³

Suda çözünürlük: 100 g/L (20 °C)

pH değeri: yaklaşık 5.5 (25 °C; 10g/L su)

III.3.2.3. C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri [61]

Form: granül

Renk: sarı

Koku: kokusuz

Erime-/ yumuşama sıcaklığı: > 200 °C

Suda çözünürlük: 100 g/L (20 °C)

pH değeri: 4.5 - 5.5 (10g/L su)

III.3.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler ve İşlevleri

Deneyisel uygulamalarda kullanılan kimyasal maddelerin ticari isimleri aşağıda verilmiştir.

Sodyumkarbonat-Na₂CO₃ (MERCK): Na₂CO₃ bu çalışmada, reaktif

boyarmaddelerle yapılan boyama işleminde alkali ortamı sağlamak için kullanılmıştır.

Sodyumhidroksit-NaOH (MERCK): Sodyumhidroksit, tekstil materyalin ön terbiyesinde selülozik elyafa uygulanan pişirme ve ağartma işlemlerinde kullanılan kuvvetli bazik bir maddedir. Bunun dışında boyama ve diğer işlemlerde alkali ortamın sağlanmasında da kullanılabilir. Bu çalışmada, ağartma işleminde ve reaktif boyarmaddelerle boyama işleminde alkali ortamı sağlamak için kullanılmıştır.

Sodyumsülfat- Na_2SO_4 (LACHEMA): Boyama sırasında flotteye ilave edilen tuz miktarı boyarmaddenin substantifliğini artırır. Özellikle reaktif boyarmaddelerin normal substantiflikleri olduğundan, bunlarla uzun flottede yapılan boyamalarda tuz ilave edilerek substantifliğin artırılması gerekmektedir.

Hidrojenperoksit- H_2O_2 (%50) (MERCK): Hidrojenperoksit ağartmada kullanılan genel amaçlı oksidasyon maddesidir. Tekstil terbiye işlemlerinde, yükseltgen özelliğe sahip ve çevreye dost bir kimyasal madde olmasından dolayı tercih edilmektedir. Piyasada % 35, % 50 ve % 70'lik sulu çözeltileri halinde bulunur. Bu çalışmada % 50 lik H_2O_2 tercih edilmiştir. Hidrojenperoksit taşıma ve saklamada büyük dikkat ister. Çünkü kolay parçalanır ve gaz açığa çıkarır. Isı ve ışık bu parçalanmayı artırır. Bu nedenle şartlara çok dikkat edilmelidir.

Asetikasit- CH_3COOH (MERCK) : Zayıf bir asittir. Bu çalışmada pişirme, ağartma ve reaktif boyarmaddelerle boyama işlemlerinden sonra durulama adımı ortam pH'ının nötral hale getirilmesi için kullanılmıştır.

Scourzym L (Novozymes): Pektinaz enzimi olarak kullanılmış olan Scourzyme L (Novozymes), selülozda hiç bir bozunmaya neden olmadan selülozik elyafının birincil hücre duvarından pektinin uzaklaştırılmasını sağlar. Materyal ağırlığının % 0.4-0.5'i enzim miktarı ile, pH 8-9 aralığında, 50-65 °C sıcaklıkta, 10-120 dakika arasında çalışılması uygundur [28]

Uniwett HGA – Islatıcı (Alfa Kimya): Uygulamalarda ıslatıcı olarak kullanılan Uniwett HGA; hızlı ıslatma, yıkama, emülsiye etme ve dispersiyon gücüne sahiptir. Alkaliye dayanıklılığı, hava çıkarıcı özellikleri ve köpük yapmaması sebebiyle her türlü elyafın pişirme, ağartma gibi ön işlemlerinde kullanılabilir. Nonyonik/anyonik yapıdadır. pH 6.5-7.5 değer aralığında çalışmaya uygun, soğuk su ile kolay çözülebilen oksidasyon ve redüksiyon maddelerine dayanıklı bir ıslatma maddesidir[62].

Perlavin NIC (Dr. PETRY) - Noniyonik yüzey aktif maddesi: Noniyonik yüzey aktif maddesi olarak kullanılmıştır

Prestogen P (BASF) (organik stabilizatör): Prestogen P, organik yapılı bir stabilizatördür. Ağartma işlemi sırasında kullanılan Hidrojenperoksit kendi kendine parçalanabilme özelliğine sahip olduğundan bu parçalanmayı azaltarak stabilize eder.

Cellusoft L (Novozymes): Cellusoft L, selülozik elyaftan oluşan mamullerin yüzeyinde oluşan tüylerin giderilmesi ve kalıcı yüzey düzgünlüğünün sağlanması için kullanılmıştır. Suda kolay çözünen, açık kahverenginde ve yüksek aktiviteli bir enzimdir.

Stabitex ETR-T Plus (Pulcra Chemical): Anti pilling madesi olarak kullandığımız, soğuk su ile her oranda karışabilen berrak ve renksiz bir likit olan reçine (Stabitex ETR-T Plus) selülozik elyaf ve onun karışımlarından imal edilmiş dokuma ve örgü kumaşlara düşük formaldehitli kolay giyimlik sağlayan yüksek vasıflı apre maddesidir.

Cuen (bakır etilen di amin hidroksit) çözeltisi (BOALEECO /USA) : Selülozik elyafın çözünebilmesi için kullanılmıştır.

Su (destile su)

III.3.4. Deneysel Çalışma Yöntemleri

% 100 bambu materyali atmosferik ortamda konvansiyonel yöntemle boyanmıştır. Boyanacak numuneler iki grupta toplanmış, birinci grup numuneler hiçbir ön işlem görmeden boyanırken, diğer gruba pişirme ve ağartma işlemleri uygulanmıştır.

III.3.4.1. Pişirme (Enzimatik) Prosesi [82]

Banyo oranı 1:40

Kumaş ağırlığının % 0.5'i kadar enzim (Scourzyme L)

pH: 8 - 8.5

T: 55 °C

t : 20 dakika

Pişirme işleminden sonra enzimin bozunarak malzemeden uzaklaşmasını sağlamak için saf su ile 80 °C de 10 dakika bekletilir. pH yüksek ise nötr hale getirilir.

III.3.4.2. Ağartma Prosesi

Banyo oranı 1:40

t : 45 dakika

NaOH : 1g/L

Islatıcı : 0.2 mL/L (UNIWET HGA)

Organik Stabilizatör : 2g/L (PRESTOGEN P)

H₂O₂ (%50) : 8mL/L

T: 80 °C

Ağartma işlemi ardından aşağıda belirtildiği gibi durulma işlemi uygulanır:

70°C’de ılık durulama

70°C’de ılık durulama ve nötralleştirme işlemi

100°C kaynar sabunlama (Perlavin NIC)

70°C’de ılık durulama

70°C’de ılık durulama

Taşar soğuk durulama

Her işlemin uygulama süresi 10 dakika olmak üzere toplam 60 dakikadır.

III.3.4.3. Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Boyama Prosesi

Boyama işlemi atmosferik ortamda yapılmıştır. Banyo oranı 1:40’dır. Boyanan numunelere daha sonra durulama işlemi uygulanmıştır. % 100 bambu materyalin reaktif boyarmaddelerle boyama diyagramı ve kullanılan kimyasallar Şekil III.2. ve Tablo III.3. de gösterilmiştir.

Boyama Reçetesi [63]

Banyo oranı: 1:40

Renk şiddeti : % 1

İşlem sıcaklığı : 60°C

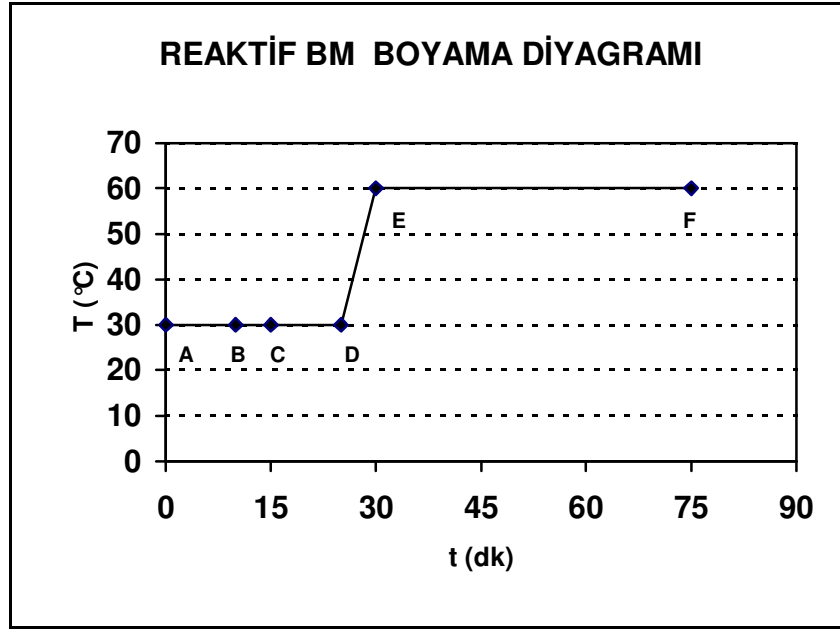
İşlem süresi: 45 dakika

Na₂SO₄: 30g/L

Na₂CO₃ : 5g/L

Tablo III.3. Reaktif Boyarmaddelerle Yapılan Boyama İşlemi

	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Zaman (dk)	0	10	15	25	30	75
Sıcaklık (°C)	30	30	30	30	60	60
İlave edilen kimyasallar	Na ₂ SO ₄ ilavesi	Bm ilavesi	Na ₂ CO ₃ ilavesi	6°C/dk hızla ısıtma		



Şekil III.2. Reaktif Bm Boyama Diyagramı

III.3.4.4. Durulama Adımı [28]

70°C’de ılık durulama

70°C’de ılık durulama ve nötralleştirme işlemi

100°C kaynar sabunlama (Perlavin NIC)

70°C’de ılık durulama

70°C’de ılık durulama

Taşar soğuk durulama

Her işlemin uygulama süresi 10 dakika olmak üzere toplam 60 dakikadır.

III.3.5. % 100 Bambu Malzemelere Uygulanan Bitim İşlemleri Prosesi

% 100 bambu örme kumaşa boyama prosesinden sonra boncuklanmayı azaltmak amacıyla iki farklı apre malzemesi kullanılmıştır. Bunlardan biri enzim, diğeri de reçinedir. Bitim işlemlerinde uygulanan reçeteler aşağıda verilmiştir.

III.3.5.1. Enzim Kullanılarak Gerçekleştirilen Apre İşlemi (Biyo-parlatma) [26, 82]

% 100 bambu örme kumaş numunelerine, reaktif boyarmaddelerle boyandıktan sonra boncuklanmanın azaltılması amacıyla Cellusoft L enzimi kullanılarak biyoparlatma işlemi yapılmıştır.

İlk olarak 10'ar g lık % 100 bambu örme kumaşlar için uygun enzim miktarı, pH aralığı, çalışma süresi ve sıcaklığı ayarlanmıştır. Hassas bir pH ayarı selüloz enziminin kumaş üzerindeki etkisinde büyük bir öneme sahip olduğundan biyoparlatma işlemi sırasında ortam pH'nın sabitlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden istenilen pH aralığında uygun bir tampon çözelti hazırlanmıştır.

Biyo-parlatma işlemlerinde uygulanan reçete ve hazırlanan tampon çözelti aşağıda verilmiştir. Enzim aktivitesini sonlandırmak için işlem sonunda sıcaklık 80°C ye çıkartılmış ve soğuk yıkama yapılmıştır. Durulama işleminden sonra sererek kurutma yapılmıştır. İşlem üç kez tekrarlanmış, daha sonra kumaşların boncuklanma düzeyleri kontrol edilmiştir.

Cellusoft L için uygulama reçetesi:

Banyo oranı 1:15

Cellusoft L : Materyal ağırlığının % 3'ü kadar

pH: 4.5-5.5

T: 50°C

t: 30 dk

pH aralığı 4.5 - 5.5 olan tampon çözelti [20]:

NaAc : HAc tamponu = 4 : 6

$pH = pK_a + \log [CH_3COO^-] / [CH_3COOH]$

$pK_a(CH_3COOH) = 4.76$

III.3.5.2. Reçine Kullanılarak Gerçekleştirilen Apre İşlemi [59]

% 100 bambu örme kumaş numunelerine, reaktif boyarmaddelerle boyandıktan sonra boncuklanmayı azaltıcı özellik kazandırılmak amacıyla reçine uygulanmıştır.

İlk olarak 25 cm x 30 cm'lik % 100 bambu örme kumaşlar için uygun reçine miktarı, fularda merdanelerin sıkma basıncı, gergefli kurutucudan geçiş hızı çalışma süresi ve sıcaklığı ayarlanmıştır.

Reçine çözeltisinin % 90'ı bambu örme kumaş üstünde kalacak şekilde sıkma yapıldıktan sonra kuru ağırlığının % 8-10'u kadar nem kumaş üstünde kalana kadar etüvde kurutulmuş, daha sonra folyoya sarılarak bir gece boyunca bekletilmiştir. Son olarak 150°C de 4 dakikada gergefli kurutucudan geçirilmek kaydıyla kurutulmuştur. İşlem üçer kez tekrarlanmış, daha sonra kumaşların boncuklanma düzeyleri kontrol edilmiştir. Reçine kullanılarak yapılan apre işlemlerinde uygulanan reçete aşağıda verilmiştir.

Stabitex ETR-T Plus: 30 g/L

CH₃COOH: 1 g/L

İşlem sırası

Alınan banyo miktarı: % 90

% 8-10 geri kalan nem ile kurutma (bir gece folyoda kapalı bekletme)

150 °C de 4 dk gergefli kurutucudan geçirilerek işlem tamamlanır.

(Sıkma hızı:~ 1.kademe / Basınç 2-2.25 bar (merdane) / gergefli kurutucudan geçiş süresi 4 dk)

III.4. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİ

Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde kullanılacak olan boyarmaddenin mümkün olduğunca “Beer-Lambert” ifadesinin geçerliliğini koruyacak şekilde, her bir dalgaboyundaki absorbans değeri 0.2-0.9 aralığında bir değere sahip olacak şekilde 3 farklı konsantrasyonda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır.

UV görünür alan spektrofotometresinde, 400-700 nm aralığında çalışılarak boyarmadde çözeltisinin dalgaboyu-absorbans değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen değerlerden “dalgaboyu-absorbans grafiği” çizilerek boyarmaddeye ait $\lambda_{\max}$ değerleri (maksimum absorbansın yapıldığı dalgaboyu) tespit edilmiştir. Boyamalara ait çekim

özelliklerinin incelenmesi esnasında, boyama banyosundan belirli zaman aralıklarında alınan çözeltilerin tespit edilen $\lambda_{\max}$ dikkate alınarak absorbans değerleri ölçülmüştür. Boyarmaddeye ait üç farklı konsantrasyondaki seyreltik çözeltilerinin “kalibrasyon grafiği” çizilmiş ve “kalibrasyon doğru denklemi” ile “korelasyon katsayısı” belirlenmiştir.

Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesinde, belirtilen boyama diyagramlarına uygun biçimde, tespit edilen zaman aralıkları dikkate alınarak, boya banyosundan çözeltiler alınmıştır. İlgili boyarmaddenin $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak alınan çözeltilerin absorbans değerleri tespit edilmiştir. Boyarmaddeler için belirlenen kalibrasyon doğru denkleminde yola çıkılarak, her bir zaman aralığındaki konsantrasyon değerlerine ulaşılmıştır.

Gerçekleştirilen boyamaların çekim özelliklerinin “ % ” olarak saptanmasında aşağıdaki denklemden yararlanılmıştır [29].

$$\% \text{ çekim} = 100 \times (C_o - C_n) / C_o$$

C_o : Boya çözeltisinin başlangıç konsantrasyonu (g/L)

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

% 100 Bambu örme kumaşların boyanmasına ait çekim özellikleri; Remazol ve Levafix boyarmaddeleri için ayrı ayrı incelenmiştir.

% 100 Bambu örme kumaşların atmosferik ortamda boyanmasına ait çekim özelliklerinin incelenmesinde tüm boyarmaddeler için de % 1 renk şiddetinde çalışılmış ve 1:40 banyo oranı kullanılmıştır. Tüm boyamalarda; zaman-konsantrasyon ve zaman % çekim özelliklerinin tespiti amacıyla, boyama süresince boya banyosuna boyarmadde ilavesinin yapıldığı zaman, başlangıç zamanı (t_o) olarak kabul edilmiştir.

III.5. VİSKOZİTE TAYİNİ, MOLEKÜL AĞIRLIĞI VE POLİMERİZASYON DERECEŚİ HESAPLANMASI

Rejenere selüloz bir polimer olan % 100 bambu elyafın mol kütlesinin ve polimerizasyon derecesinin viskozite yöntemiyle bulunmasına yönelik laboratuvar çalışması aşağıda belirtilen işlem sırasına göre yapılmıştır. % 100 pamuk elyafı için

de aynı işlemler uygulanmıştır. (*pamuk için $[\eta]$ değeri tablodan yararlanılarak bulunmuştur [41,42]). Viskozimetrede yapılan ölçümler her iki elyaf çözeltisi için de üçer kez tekrarlanmış ve ortalamaları alınmıştır. Daha sonra II.6. bölümde verilen denklemlerden ve gerekli tablolardan yararlanılmak suretiyle polimerizasyon dereceleri hesaplanmış ve bulunan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır..

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan % 100 bambu ve pamuğun mol kütlelerinin viskozite yöntemiyle bulunması için uygulanan işlem sırası:

1. Öncelikle AATCC Test Method 82-1979'da belirtildiği gibi Cuen (Bakiretilen diamin hidroksit) çözeltisi hazırlanmış, bu çözelti içinde 0.1 g elyaf çözündürülmüş, daha sonra da azot gazı ortamında viskozite tayini yapılmıştır [52].
2. Viskozite-mol kütlesi-polimerizasyon dercesi bağıntısı için gereken K_m , K_p ve α sabitleri (Selüloz-Cuen için) uygun bir kaynaktan seçilmiş ve deneyler bu sabitlerin geçerli olduğu çözücü (Cuen) ve sıcaklıkta(20°C) yapılmıştır. [79, 80, 81].
3. Polimerin 1 g/100mL çözücü (Cuen) derişiminde çözeltisi hazırlanmıştır. (Ubbelohde viskozimetresi kullanıldığından diğer iki derişim viskozite içinde yapılan seyreltmelerle hazırlanmıştır.)
4. Çözücü akış süresi (t_o) ve polimer çözeltilerinin akış süreleri (t) belirlenmiştir. İşlem üçer kez tekrarlanıp ortalamaları alınmıştır.
5. Her bir polimer çözeltisi için η_r , η_{sp} değerleri hesaplanmıştır.
6. η_{sp} / c değerlerinin bağıntı (II.16)'ye uygun olarak c 'ye karşı grafiği çizillip elde edilen doğrunun y eksenini kestiği noktadan $[\eta]$ bulunmuştur.
7. $[\eta]$ değeri $[\eta]c - \eta/\eta_o$ tablosu yardımıyla da hesaplanmış ve grafik yoluyla bulunan sonuçlarla karşılaştırılmıştır [53]
8. K_m , K_p ve α değerleri kullanılarak bağıntı (II.18)'den polimerlerin ortalama mol kütlesi ve polimerizasyon dereceleri hesaplanmıştır.

III.6. % KRİSTALİNİTE TAYİNİ

Bu bölümde, % 100 bambu ve pamuk örme kumaşların X-ışınları kırınım desenleri çizilmiş, bu iki selülozik materyalin % kristalinite oranları ve birim hücrelerine ait tanecik büyüklükleri hesaplanmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Bu inceleme için Rigaku model, Cu/40kV/20mA, Cu/40kV/40mA özelliklerine sahip XRD (X-ışını kırınımı) verileri kullanılmıştır. Cihazda kullanılan X-ışınlarının dalga boyu, $1.54056\text{\AA}$ (Cu/ K_{α}) olup, toz halindeki numunelerin kırınım desenleri çizilmiş, pik şiddetleri bulunmuştur. İlgili hesaplamalar Bragg yasasından ve XRD cihazının bilgisayar yazılım verilerinden yararlanılarak yapılmıştır. Ham bambu ve pamuğa ait % kristalinite değerleri 2θ -Intensity grafikleri kullanılarak, grafiğin altında kalan alanların hesaplanmasıyla bulunmuştur. Tanecik büyüklükleri ise (II.28) formülü yardımıyla belirlenmiştir.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çeşitli yöntemlerle yapılan boyama işlemleri sonucunda boyanmış % 100 bambu materyale ait renk koordinatları ve renk farklılıkları spektrofotometrik ölçüm yoluyla değerlendirilmiştir. Boyama işlemi sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış ham materyallere, pişirme ve ağartma yapılmış materyallere uygulanmıştır. Pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış materyallere beyazlık testi uygulanmıştır. Elde edilen rengin tekrarlanabilirliğini görebilmek amacıyla her çalışma üçer kez tekrarlanmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen L^* , a^* ve b^* CIELab renk koordinatlarıdır. 1976 yılında CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu), görsel olarak uniform kabul edilen iki renk sisteminin kullanımı tavsiye edilmiştir [21]. Bunlardan CIELab sistemi, tekstil endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. CIELab sistemi, rengin daha kolaylıkla anlaşılabilir bir tanımını yapmak üzere X, Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan L^* , a^* ve b^* şeklindeki üç koordinatı kullanmaktadır. Bu parametrelerde ‘*’ işareti, daha önce geliştirilmiş farklı sistemlerdeki benzer işaretlerden bu notasyonları ayırt edebilmek için kullanılmaktadır. L^* rengin parlaklığını (açıklık-koyuluk), ifade eder. Kırmızıdan sarıya dönme açısı ‘h’ rengin bir ölçüsüdür. Nötral nokta ($a=b=0$) da uzaktaki bir nokta, ‘kroma’yı (C^*) ifade eder ve belirli parlaklıktaki (L^*) bir rengin canlılığının ölçüsüdür. İki renk birbiriyle karşılaştırılırken ΔE toplam renk farklılığının genliğini ifade eder ve (IV.1) deki formül yardımıyla hesaplanır:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (IV.1)$$

Renk farklılıklarının ΔL^* , Δa^* ve Δb^* şeklinde üç komponente ayrılmasına rağmen öncelikle bu komponentlerden birincisi önemlidir ve ΔL^* ($L^*_{numune} - L^*_{standart}$) değerinin pozitif olması numunenin standartan daha parlak olduğunu, negatif olması ise daha koyu olduğunu göstermektedir.

ΔC^* ($C^*_{\text{numune}} - C^*_{\text{standart}}$) değeri hesaplandığında, ΔC^* 'nin pozitif olması numunenin daha yüksek bir kromaya (=doygunluk) sahip olduğunun, negatif olması ise daha düşük bir kromaya sahip olduğunun göstergesidir. ΔH ise açısal farklılığı göstermektedir ve (IV.2) deki formülle ifade edilmiştir [21]:

$$\Delta H^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2} \quad (IV.2)$$

IV.1. REMAZOL BOYARMADDELERİYLE (REAKTİF BM) GERÇEKLEŞTİRİLEN BOYAMALAR

Yapılan çalışmalarda % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri kullanılmıştır. Numuneler boyanmadan önce üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup numunelere herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. İkinci gruba boyanmadan önce pişirme işlemi, üçüncü gruba ise hem pişirme hem de ağartma işlemi uygulanmıştır. Tüm numuneler 5'er gram olup reaktif boyarmaddeleriyle (C.I. Reactive Blue 19, C.I. Reactive Yellow 186, C.I. Reactive Red 239) atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır. Boyama sonrası boyanmış numunelerin renk ölçümleri reflektans spektrofotometresi yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen rengin tekrarlanabilirliğini görebilmek amacıyla her çalışma üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere yapılan spektrofotometrik ölçümler D_{65} ışık kaynağı altında 10° lik gözlemci kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

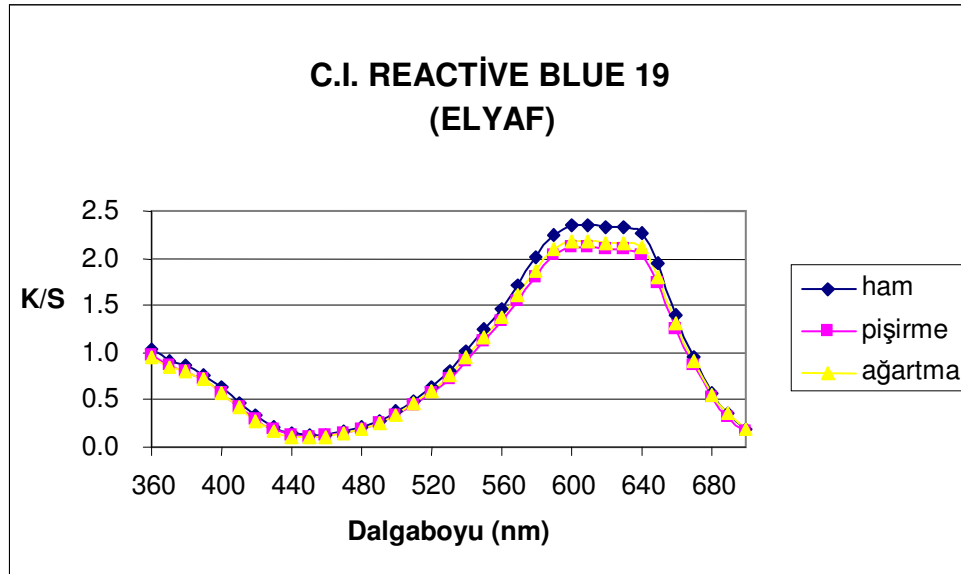
IV.1.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış beşer gramlık % 100 bambu numuneleri (elyaf, iplik, örme kumaş) C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır.

IV.1.1.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Elyaf Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.1’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.1.’de verilmiştir.

Tekstil endüstrisinde boyama reçetelerinin hesaplanmasında, 1960’lı yıllarda bilgisayar kullanımına geçilmesiyle beraber renklendirici maddenin konsantrasyonu ve reflektans fonksiyonu arasındaki doğrusal bağıntıyı ortaya koyan çeşitli teoriler ve kavramlar geliştirilmiştir. Bunlardan en yararlısı olan Kubelka-Munk analizinde, K ve S değerleri, renkli madde için “absorpsiyon” ve “saçınım” olarak tanımlanmaktadır. K/S ise “absorpsiyon katsayısı” nı ifade etmektedir.



Şekil IV.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

Tablo IV.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma			Ham	pişirme	Ağartma
360	1.03	0.97	0.96		360	1.03	0.97	0.96
370	0.91	0.86	0.85		370	0.91	0.86	0.85
380	0.87	0.81	0.81		380	0.87	0.81	0.81
390	0.77	0.71	0.71		390	0.77	0.71	0.71
400	0.63	0.58	0.57		580	2.01	1.81	1.87
410	0.47	0.43	0.42		590	2.25	2.03	2.10
420	0.33	0.30	0.28		600	2.35	2.11	2.19
430	0.22	0.20	0.18		610	2.35	2.11	2.18
440	0.14	0.13	0.11		620	2.32	2.09	2.16
450	0.12	0.11	0.10		630	2.34	2.10	2.17
460	0.13	0.12	0.11		640	2.27	2.03	2.11
470	0.16	0.15	0.14		650	1.94	1.74	1.81
480	0.22	0.20	0.19		660	1.39	1.25	1.32
490	0.28	0.25	0.25		670	0.96	0.87	0.92
500	0.38	0.34	0.34		680	0.58	0.52	0.56
510	0.49	0.44	0.46		690	0.36	0.32	0.35
520	0.63	0.57	0.59		700	0.20	0.18	0.19
530	0.81	0.73	0.76					

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.2a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.2b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.2a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	59.23	-6.45	-34.43	35.03	259.39	24.35	27.28	59.33
2.tekrar	58.53	-6.54	-35.42	36.02	259.54	23.94	26.85	59.65
3.tekrar	58.44	-6.12	-34.34	34.88	259.90	23.65	26.42	58.76
Ortalama	58.73	-6.37	-34.73	35.31	259.61	23.98	26.85	59.25
Standart sapma(±)	0.43	0.22	0.60	0.62	0.26	0.35	0.43	0.45

Tablo IV.2b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	1.067	-0.400	-0.090	-0.985	0.985	0.091
3.tekrar	0.867	-0.796	0.331	0.093	-0.151	0.309

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.3a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELABsistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.3b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.3a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	60.57	-6.82	-33.46	34.15	258.47	25.61	28.76	60.79
2.tekrar	60.49	-6.67	-33.29	33.96	258.66	25.56	28.67	60.44
3.tekrar	61.32	-6.88	-33.69	34.39	258.45	26.37	29.61	61.49
Ortalama	60.79	-6.79	-33.48	34.17	258.53	25.85	29.01	60.91
Standart sapma(±)	0.46	0.11	0.20	0.22	0.12	0.45	0.52	0.53

Tablo IV.3b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.239	-0.083	0.149	0.167	-0.193	0.113
3.tekrar	0.789	0.752	-0.061	-0.233	0.240	-0.013

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.4a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.4b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.4a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	59.87	-5.41	-35.42	35.83	261.32	25.23	27.97	61.61
2.tekrar	60.02	-5.41	-35.99	36.40	261.45	25.38	28.14	62.55
3.tekrar	60.21	-5.70	-35.40	35.86	260.86	25.51	28.36	62.26
Ortalama	60.03	-5.51	-35.60	36.03	261.21	25.37	28.16	62.14
Standart sapma(±)	0.170	0.167	0.335	0.321	0.310	0.140	0.196	0.481

Tablo IV.4b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.600	0.154	-0.007	-0.580	0.574	0.080
3.tekrar	0.451	0.347	-0.288	0.011	0.034	-0.286

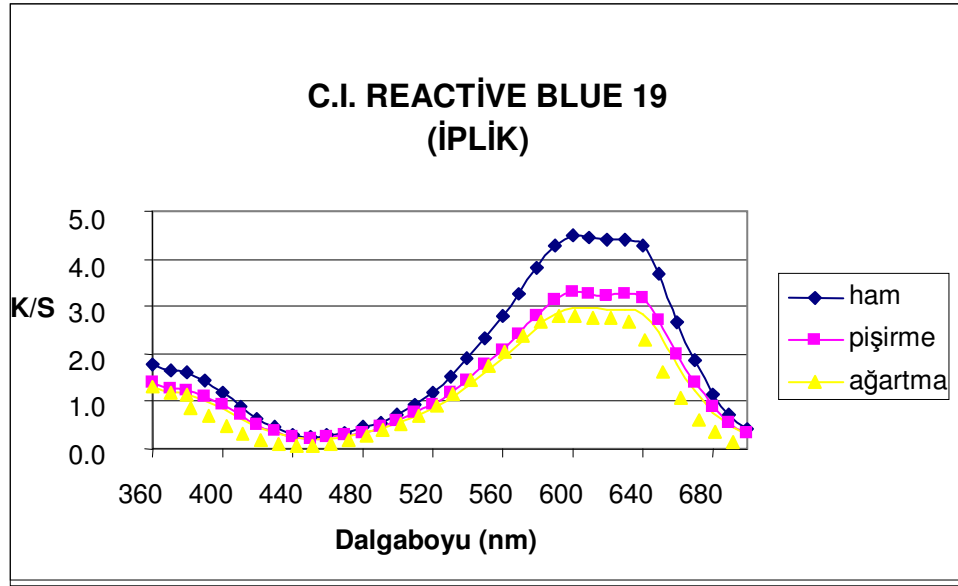
C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.2, 3, 4a-b'de görülmektedir.

IV.1.1.2. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu İplik Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 Bambu iplik (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.5.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.2.'de verilmiştir.

Tablo IV.5. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma			Ham	Piştirme	ağartma
360	1.80	1.40	1.30		540	1.92	1.46	1.33
370	1.65	1.27	1.17		550	2.33	1.76	1.60
380	1.59	1.23	1.13		560	2.79	2.08	1.89
390	1.43	1.10	1.01		570	3.26	2.42	2.20
400	1.18	0.92	0.85		580	3.80	2.81	2.55
410	0.90	0.71	0.65		590	4.28	3.15	2.86
420	0.65	0.52	0.48		600	4.48	3.29	2.98
430	0.45	0.37	0.34		610	4.47	3.28	2.97
440	0.31	0.26	0.24		620	4.40	3.24	2.94
450	0.27	0.22	0.21		630	4.41	3.25	2.94
460	0.29	0.24	0.22		640	4.29	3.16	2.86
470	0.35	0.28	0.26		650	3.69	2.72	2.46
480	0.45	0.36	0.33		660	2.66	1.98	1.78
490	0.56	0.45	0.41		670	1.86	1.39	1.25
500	0.74	0.58	0.53		680	1.15	0.87	0.78
510	0.95	0.75	0.67		690	0.73	0.56	0.50
520	1.20	0.93	0.85		700	0.42	0.33	0.29
530	1.53	1.18	1.07					



Şekil IV.2. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.6a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.6b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.6a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	49.72	-4.7	-37.27	37.57	262.82	16.39	18.18	45.8
2.tekrar	49.29	-4.74	-36.42	36.73	262.58	16.07	17.83	44.37
3.tekrar	50.36	-5.05	-36.6	36.95	262.14	16.83	18.73	46.21
Ortalama	49.79	-4.83	-36.76	37.08	262.51	16.43	18.25	45.46
Standart sapma(±)	0.54	0.19	0.45	0.44	0.34	0.38	0.45	0.97

Tablo IV.6b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.953	-0.424	-0.045	0.852	-0.839	-0.153
3.tekrar	1.002	0.649	-0.358	0.674	-0.622	-0.443

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.7a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.7b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.7a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	54.12	-6.01	-34.02	34.55	259.98	19.72	22.09	49.88
2.tekrar	53.93	-5.80	-34.12	34.61	260.36	19.59	21.91	49.66
3.tekrar	54.04	-5.94	-34.02	34.53	260.09	19.66	22.01	49.73
Ortalama	54.03	-5.92	-34.05	34.56	260.14	19.66	22.00	49.76
Standart sapma(±)	0.10	0.11	0.06	0.04	0.20	0.07	0.09	0.11

Tablo IV.7b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.305	-0.191	0.214	-0.104	0.066	0.228
3.tekrar	0.107	-0.082	0.068	0.005	-0.017	0.666

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.8a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.8b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.8a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	55.39	-6.26	-33.01	33.6	259.27	20.78	23.31	51.02
2.tekrar	55.36	-6.31	-33.42	34.01	259.31	20.75	23.28	51.38
3.tekrar	55.03	-5.98	-32.80	33.34	259.67	20.52	22.96	50.21
Ortalama	55.26	-6.18	-33.08	33.65	259.42	20.68	23.18	50.87
Standart sapma(±)	0.20	0.18	0.32	0.34	0.22	0.14	0.19	0.60

Tablo IV.8b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.410	-0.222	-0.050	-0.406	0.408	0.027
3.tekrar	0.502	-0.356	0.279	0.217	-0.264	0.235

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.6a-b, IV.7a-b ve IV.8a-b'de görülmektedir.

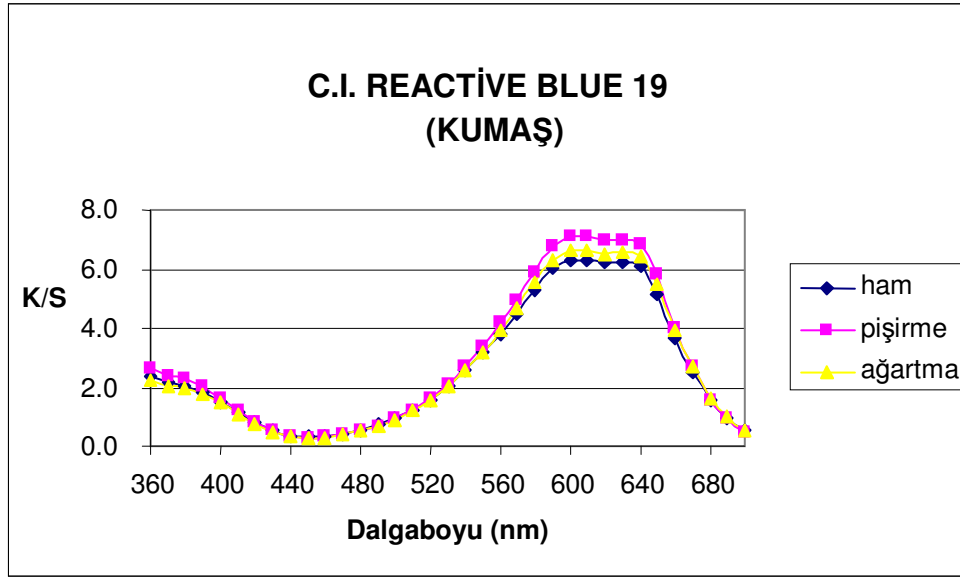
IV.1.1.3. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden

hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.9.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.3.'de verilmiştir.

Tablo IV.9. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu rme Kumaşın (n işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			nm	K/S		
	Ham	pişirme	ağartma		Ham	Pişirme	Ağartma
360	2.36	2.62	2.24	540	2.57	2.74	2.59
370	2.15	2.39	2.05	550	3.16	3.42	3.22
380	2.05	2.28	2.00	560	3.81	4.17	3.92
390	1.84	2.02	1.79	570	4.50	4.96	4.65
400	1.52	1.62	1.46	580	5.32	5.92	5.53
410	1.16	1.19	1.08	590	6.05	6.78	6.33
420	0.82	0.82	0.75	600	6.33	7.12	6.67
430	0.56	0.54	0.49	610	6.31	7.09	6.64
440	0.37	0.35	0.31	620	6.22	6.97	6.53
450	0.32	0.30	0.27	630	6.25	6.99	6.55
460	0.35	0.33	0.30	640	6.08	6.83	6.42
470	0.43	0.40	0.39	650	5.17	5.80	5.52
480	0.56	0.53	0.52	660	3.65	4.01	3.91
490	0.72	0.69	0.68	670	2.52	2.70	2.69
500	0.95	0.93	0.91	680	1.54	1.58	1.63
510	1.23	1.25	1.20	690	0.96	0.92	1.00
520	1.57	1.62	1.55	700	0.54	0.47	0.56
530	2.02	2.13	2.02				



Şekil IV.3. C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaşın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.10a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.10b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.10a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	46.95	-4.2	-39.12	39.34	263.87	14.46	15.98	43.19
2.tekrar	46.44	-3.85	-39.19	39.38	264.39	14.16	15.6	42.48
3.tekrar	46.87	-4.18	-39.33	39.56	263.94	14.4	15.92	43.25
Ortalama	46.75	-4.08	-39.21	39.43	264.07	14.34	15.83	42.97
Standart sapma(±)	0.27	0.20	0.11	0.12	0.28	0.16	0.20	0.43

Tablo IV.10b C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.626	-0.510	0.356	-0.073	0.036	0.361
3.tekrar	0.234	-0.087	0.025	-0.216	0.212	0.048

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.11a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.11b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.11a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	45.85	-3.69	-41.15	41.32	264.88	13.78	15.16	43.31
2.tekrar	45.59	-3.34	-41.02	41.16	265.34	13.66	14.97	42.79
3.tekrar	45.35	-3.59	-40.86	41.02	264.97	13.46	14.79	42.30
Ortalama	45.60	-3.54	-41.01	41.17	265.06	13.63	14.97	42.80
Standart sapma(±)	0.25	0.18	0.15	0.15	0.24	0.16	0.19	0.51

Tablo IV.11b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.454	-0.263	0.345	0.132	-0.161	0.333
3.tekrar	0.589	-0.504	0.095	0.288	-0.296	0.069

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.12a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.12b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.12a. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	45.90	-2.30	-42.12	42.18	266.87	14.04	15.19	44.23
2.tekrar	45.87	-2.47	-41.93	42.00	266.62	13.99	15.18	44.02
3.tekrar	46.56	-2.91	-41.72	41.82	266.01	14.40	15.69	44.90
Ortalama	46.11	-2.56	-41.92	42.00	266.50	14.14	15.35	44.38
Standart sapma(±)	0.39	0.31	0.20	0.18	0.44	0.22	0.29	0.46

Tablo IV.12b. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.258	-0.026	-0.175	0.189	-0.178	-0.185
3.tekrar	0.981	0.660	-0.607	0.397	-0.359	-0.630

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.10, 11, 12a-b'de görülmektedir. C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamalar elde edilmiştir.

IV.1.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış beşer gramlık % 100 bambu numuneleri (elyaf, iplik, örme

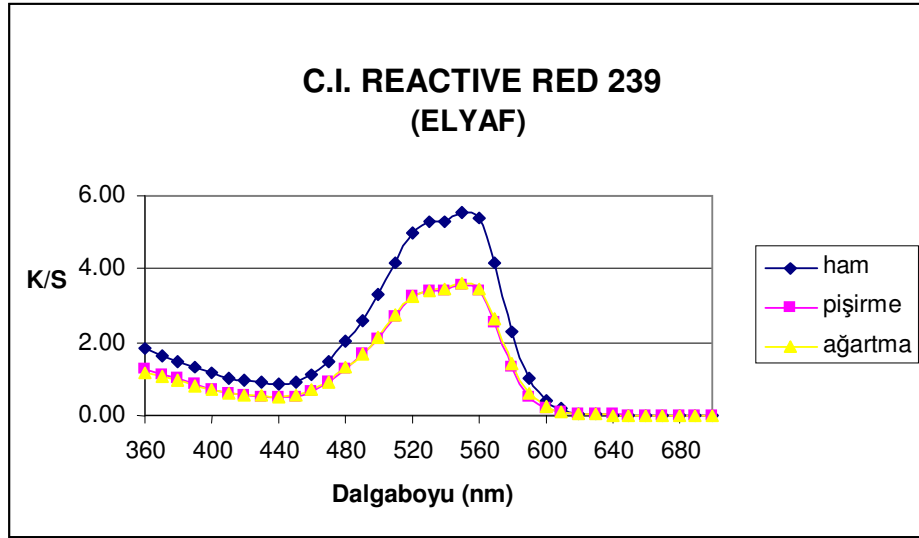
kumaş) C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır.

IV.1.2.1. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Elyaf Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 Bambu Elyaf (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.13.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.4.'de verilmiştir.

Tablo IV.13. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma			Ham	pişirme	Ağartma
360	1.81	1.25	1.19		540	5.31	3.40	3.44
370	1.63	1.10	1.06		550	5.54	3.56	3.60
380	1.50	1.00	0.96		560	5.40	3.42	3.47
390	1.30	0.85	0.82		570	4.15	2.53	2.62
400	1.15	0.73	0.72		580	2.30	1.31	1.42
410	1.04	0.63	0.63		590	1.03	0.53	0.61
420	0.96	0.56	0.58		600	0.43	0.21	0.24
430	0.91	0.52	0.54		610	0.18	0.09	0.11
440	0.87	0.49	0.52		620	0.07	0.05	0.05
450	0.91	0.53	0.56		630	0.03	0.03	0.03
460	1.11	0.67	0.70		640	0.02	0.03	0.02
470	1.46	0.91	0.94		650	0.01	0.02	0.02
480	2.03	1.29	1.32		660	0.01	0.02	0.02
490	2.60	1.67	1.70		670	0.01	0.02	0.02
500	3.28	2.11	2.14		680	0.01	0.02	0.02
510	4.18	2.72	2.74		690	0.01	0.02	0.02
520	4.99	3.23	3.25		700	0.01	0.02	0.02
530	5.29	3.39	3.42					



Şekil IV.4. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.14a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELABsistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.14b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.14a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	52.22	55.37	-8.18	55.97	351.59	32.35	20.34	26.71
2.tekrar	51.63	55.35	-7.53	55.86	352.25	31.65	19.81	25.66
3.tekrar	51.66	55.65	-7.86	56.21	351.96	31.77	19.84	25.90
Ortalama	51.84	55.46	-7.86	56.01	351.93	31.92	20.00	26.09
Standart sapma(±)	0.33	0.17	0.33	0.18	0.33	0.37	0.30	0.55

Tablo IV.14b C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.879	-0.590	-0.013	0.651	-0.105	0.643
3.tekrar	0.707	-0.558	0.286	0.326	0.237	0.363

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.15a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELABsistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.15b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.15a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	57.63	52.39	-11.28	53.58	347.85	38.34	25.57	35.43
2.tekrar	58.07	51.58	-11.34	52.81	347.60	38.69	26.04	36.07
3.tekrar	57.24	52.25	-11.26	53.45	347.84	37.77	25.17	34.90
Ortalama	57.65	52.07	-11.29	53.28	347.76	38.27	25.59	35.47
Standart sapma(±)	0.42	0.43	0.04	0.41	0.14	0.46	0.44	0.59

Tablo IV.15b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.930	0.444	-0.815	-0.059	-0.784	-0.231
3.tekrar	0.419	-0.393	-0.143	0.018	-0.143	-0.013

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.16a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.16b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.16a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	57.13	52.14	-11.26	53.34	347.81	37.60	25.06	34.76
2.tekrar	56.97	52.07	-11.08	53.24	347.99	36.71	24.38	34.77
3.tekrar	57.91	52.59	-11.10	53.75	348.08	37.78	25.86	35.66
Ortalama	57.34	52.27	-11.15	53.44	347.96	37.36	25.10	35.06
Standart sapma(±)	0.50	0.28	0.10	0.27	0.14	0.57	0.74	0.52

Tablo IV.16b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.691	-0.662	-0.066	0.187	-0.104	0.170
3.tekrar	0.912	0.774	0.454	0.163	0.410	0.254

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.14, 15, 16a-b'de görülmektedir.

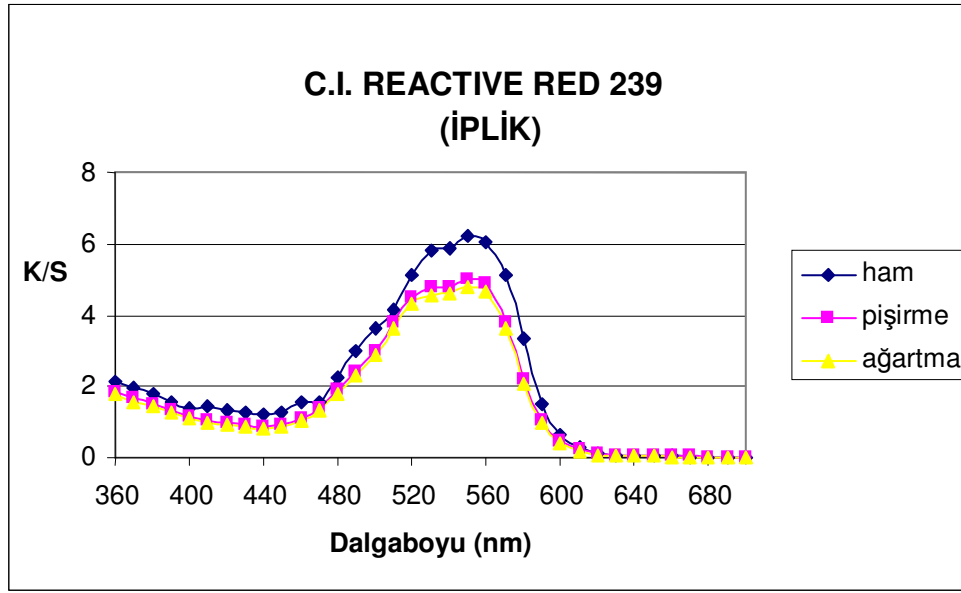
IV.1.2.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu İplik Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 Bambu iplik (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden

hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.17.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.5.'de verilmiştir.

Tablo IV.17. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (n işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			nm	K/S		
	Ham	Pişirme	Ağartma		Ham	Pişirme	Ağartma
360	2.15	1.82	1.76	540	5.89	4.80	4.60
370	1.95	1.65	1.58	550	6.24	5.00	4.79
380	1.78	1.51	1.44	560	6.05	4.89	4.69
390	1.58	1.31	1.24	570	5.15	3.82	3.65
400	1.36	1.17	1.10	580	3.32	2.19	2.07
410	1.46	1.06	0.99	590	1.47	1.03	0.96
420	1.35	0.99	0.92	600	0.62	0.46	0.42
430	1.28	0.93	0.87	610	0.28	0.21	0.19
440	1.22	0.89	0.82	620	0.12	0.09	0.08
450	1.27	0.93	0.86	630	0.06	0.05	0.05
460	1.54	1.10	1.02	640	0.04	0.04	0.03
470	1.58	1.41	1.32	650	0.03	0.03	0.03
480	2.24	1.92	1.80	660	0.03	0.03	0.02
490	2.97	2.43	2.29	670	0.02	0.03	0.02
500	3.63	3.02	2.86	680	0.02	0.02	0.02
510	4.12	3.80	3.62	690	0.02	0.02	0.02
520	5.12	4.51	4.31	700	0.02	0.02	0.02
530	5.84	4.77	4.57				



Şekil IV.5. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.18a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.18b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.18a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	47.93	57.41	-7.42	57.89	352.64	28.00	16.74	21.84
2.tekrar	47.34	57.74	-6.59	58.11	353.49	27.45	16.28	20.83
3.tekrar	47.93	56.72	-7.10	57.16	352.87	27.83	16.74	21.67
Ortalama	47.73	57.29	-7.04	57.72	353.00	27.76	16.59	21.45
Standart sapma(±)	0.34	0.52	0.42	0.50	0.44	0.28	0.27	0.54

Tablo IV.18b C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	1.065	-0.584	0.328	0.828	0.225	0.862
3.tekrar	0.761	0.006	-0.690	0.322	-0.725	0.232

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.19a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.19b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.19a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	52.91	52.00	-8.79	52.74	350.41	32.25	20.96	27.87
2.tekrar	52.92	52.47	-8.58	53.17	350.71	32.39	20.97	27.75
3.tekrar	52.20	51.93	-8.17	52.56	351.06	31.39	20.32	26.68
Ortalama	52.68	52.13	-8.51	52.82	350.73	32.01	20.75	27.43
Standart sapma(±)	0.41	0.29	0.32	0.31	0.33	0.54	0.37	0.66

Tablo IV.19b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.513	0.011	0.469	0.206	0.429	0.281
3.tekrar	0.944	-0.707	-0.078	0.621	-0.177	0.600

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.20a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.20b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.20a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	53.04	51.63	-8.61	52.34	350.53	32.31	21.09	27.90
2.tekrar	53.08	51.88	-8.89	52.63	350.28	32.42	21.12	28.13
3.tekrar	52.94	52.16	-8.71	52.88	350.52	32.33	20.99	27.85
Ortalama	53.02	51.89	-8.74	52.62	350.44	32.35	21.07	27.96
Standart sapma(±)	0.07	0.27	0.14	0.27	0.14	0.06	0.07	0.15

Tablo IV.20b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.371	0.038	0.224	-0.277	0.287	-0.233
3.tekrar	0.546	-0.101	0.528	-0.096	0.537	-0.008

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.18, 19, 20a-b'de görülmektedir.

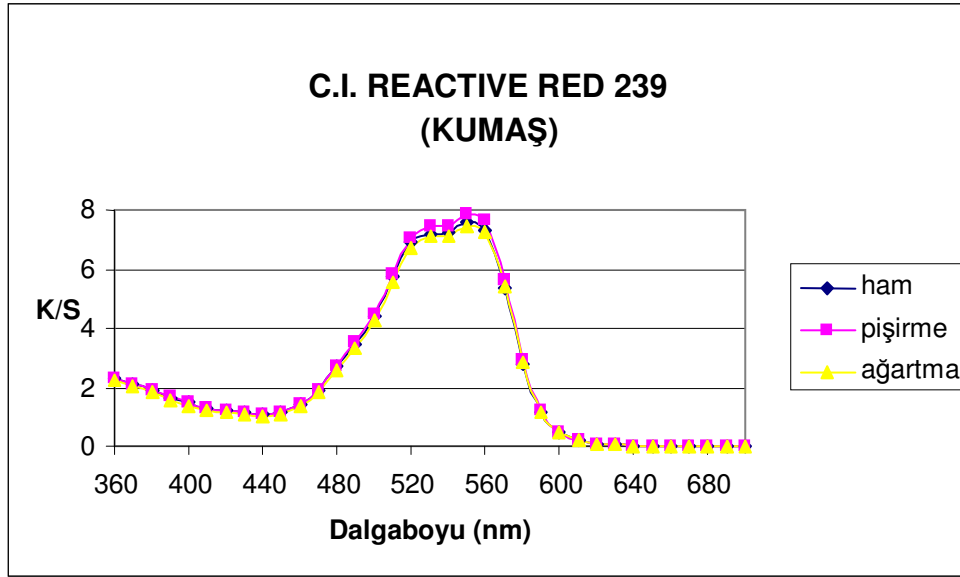
IV.1.2.3. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi

uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.21.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.6.'de verilmiştir.

Tablo IV.21. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaşın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma		Ham	pişirme	Ağartma
360	2.32	2.31	2.25	540	7.23	7.46	7.10
370	2.08	2.10	2.06	550	7.61	7.84	7.45
380	1.90	1.93	1.86	560	7.34	7.63	7.26
390	1.66	1.67	1.58	570	5.38	5.65	5.44
400	1.47	1.47	1.38	580	2.75	2.89	2.83
410	1.31	1.32	1.23	590	1.15	1.19	1.18
420	1.21	1.22	1.14	600	0.47	0.48	0.47
430	1.13	1.15	1.07	610	0.20	0.20	0.19
440	1.07	1.09	1.01	620	0.08	0.08	0.08
450	1.15	1.15	1.07	630	0.04	0.04	0.04
460	1.43	1.42	1.33	640	0.03	0.03	0.02
470	1.92	1.90	1.80	650	0.02	0.02	0.02
480	2.71	2.70	2.57	660	0.02	0.02	0.02
490	3.49	3.51	3.35	670	0.01	0.01	0.01
500	4.43	4.48	4.27	680	0.01	0.01	0.01
510	5.75	5.80	5.56	690	0.01	0.01	0.01
520	6.89	7.06	6.70	700	0.01	0.01	0.01
530	7.22	7.45	7.09				



Şekil IV.6. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaşın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.22a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELabsistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.22b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.22a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	49.80	58.10	-6.29	58.44	353.83	30.27	18.25	23.03
2.tekrar	49.68	58.20	-6.25	58.54	353.87	30.16	18.15	22.89
3.tekrar	49.87	57.88	-6.85	58.29	353.25	30.29	18.31	23.43
Ortalama	49.78	58.06	-6.46	58.42	353.65	30.24	18.24	23.12
Standart sapma(±)	0.10	0.16	0.34	0.13	0.35	0.07	0.08	0.28

Tablo IV.22b C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.163	-0.119	0.104	0.038	0.099	0.049
3.tekrar	0.612	0.071	-0.217	-0.568	-0.151	-0.589

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.23a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.23b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.23a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	49.27	58.92	-6.16	59.24	354.03	29.88	17.82	22.43
2.tekrar	49.58	58.45	-6.60	58.82	353.56	30.11	18.07	22.99
3.tekrar	49.41	58.62	-6.46	58.98	353.71	29.96	17.93	22.74
Ortalama	49.42	58.66	-6.41	59.01	353.77	29.98	17.94	22.72
Standart sapma(±)	0.16	0.24	0.22	0.21	0.24	0.12	0.13	0.28

Tablo IV.23b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.716	0.308	-0.473	-0.441	-0.422	-0.490
3.tekrar	0.446	0.140	-0.296	-0.303	-0.262	-0.333

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.24a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.24b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.24a. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	50.03	58.38	-7.50	58.86	352.68	30.60	18.44	23.97
2.tekrar	50.17	58.60	-7.05	59.03	353.14	30.83	18.57	23.85
3.tekrar	50.09	58.64	-7.20	59.08	353.00	30.75	18.50	23.86
Ortalama	50.10	58.54	-7.25	58.99	352.94	30.73	18.50	23.89
Standart sapma(±)	0.07	0.14	0.23	0.12	0.24	0.12	0.07	0.07

Tablo IV.24b. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.523	0.145	0.223	0.451	0.166	0.475
3.tekrar	0.406	0.065	0.259	0.306	0.219	0.336

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.22, 23, 24a-b'de görülmektedir.

IV.1.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Atmosferik Ortamda Gerçekleştirilen Boyamalar

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış beşer gramlık % 100 bambu numuneleri (elyaf, iplik, örme

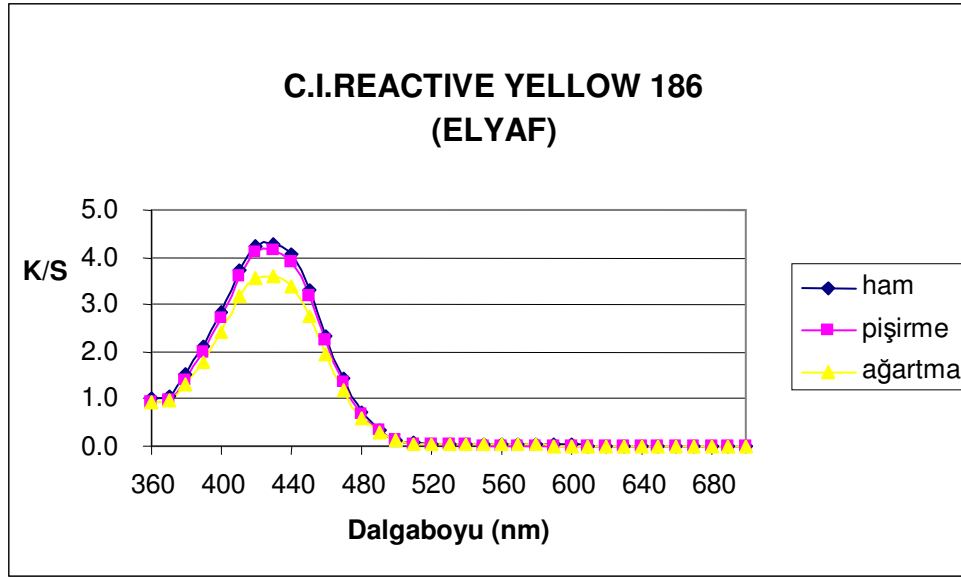
kumaş) C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır

IV.1.3.1. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Elyaf Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 Bambu Elyaf (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.25.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.7.'de verilmiştir.

Tablo IV.25. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S				nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma			Ham	pişirme	Ağartma
360	1.02	0.92	0.92		540	0.03	0.03	0.03
370	1.07	0.98	0.96		550	0.03	0.02	0.03
380	1.51	1.40	1.31		560	0.03	0.02	0.03
390	2.10	1.99	1.80		570	0.03	0.02	0.03
400	2.85	2.73	2.43		580	0.03	0.02	0.03
410	3.73	3.61	3.16		590	0.03	0.02	0.02
420	4.24	4.11	3.58		600	0.03	0.02	0.02
430	4.29	4.14	3.60		610	0.02	0.02	0.02
440	4.05	3.90	3.39		620	0.02	0.02	0.02
450	3.30	3.18	2.77		630	0.02	0.02	0.02
460	2.31	2.23	1.95		640	0.02	0.02	0.02
470	1.42	1.37	1.20		650	0.02	0.02	0.02
480	0.70	0.68	0.60		660	0.02	0.02	0.02
490	0.34	0.33	0.30		670	0.02	0.02	0.02
500	0.14	0.13	0.13		680	0.02	0.02	0.02
510	0.07	0.06	0.06		690	0.02	0.02	0.02
520	0.05	0.04	0.04		700	0.02	0.02	0.02
530	0.04	0.03	0.03					



Şekil IV.7. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Elyafın (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Yellow 168 B boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.26a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.26b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.26a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	87.62	-9.67	66.60	67.30	98.26	63.29	71.28	18.88
2.tekrar	88.07	-9.95	66.69	67.43	98.49	64.01	72.22	19.23
3.tekrar	87.93	-9.97	66.64	67.83	98.51	63.73	71.91	19.12
Ortalama	87.87	-9.86	66.64	67.52	98.42	63.68	71.80	19.08
Standart sapma(±)	0.23	0.17	0.05	0.28	0.14	0.36	0.48	0.18

Tablo IV.26b C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.541	0.41	-0.284	0.090	0.131	0.268
3.tekrar	0.432	0.305	-0.304	0.041	0.085	0.295

C.I. Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.27a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.27b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.27a. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	88.54	-10.44	67.25	68.06	98.82	64.68	73.19	19.35
2.tekrar	88.20	-10.70	67.00	67.85	99.07	63.93	72.49	19.18
3.tekrar	88.43	-10.89	66.75	67.63	99.27	64.27	72.95	19.51
Ortalama	88.39	-10.68	67.00	67.85	99.05	64.29	72.88	19.35
Standart sapma(±)	0.17	0.23	0.25	0.22	0.23	0.38	0.36	0.17

Tablo IV.27b. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.492	-0.334	-0.260	-0.252	-0.209	0.296
3.tekrar	0.692	-0.111	-0.456	-0.508	-0.430	0.530

C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.28a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.28b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.28a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	88.25	-9.96	63.89	64.66	98.86	64.34	72.58	20.86
2.tekrar	88.72	-9.22	63.90	64.56	98.21	65.57	73.57	21.30
3.tekrar	88.36	-9.93	63.74	64.51	98.85	64.57	72.82	21.04
Ortalama	88.44	-9.70	63.84	64.58	98.64	64.83	72.99	21.07
Standart sapma(±)	0.25	0.42	0.09	0.08	0.37	0.65	0.52	0.22

Tablo IV.28b. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.879	0.475	0.739	0.007	-0.102	-0.732
3.tekrar	0.191	0.115	0.034	-0.418	-0.152	-0.011

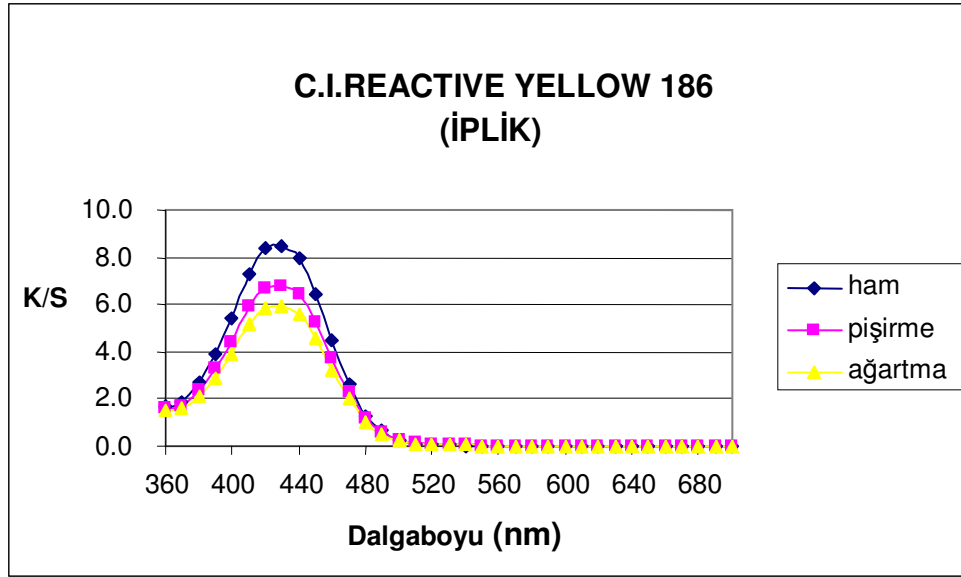
C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.26, 27, 28a-b'de görülmektedir.

IV.1.3.2. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu İplik Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 Bambu iplik (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.29.'de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.8.'de verilmiştir.

Tablo IV.29. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma		Ham	pişirme	Ağartma
360	1.70	1.57	1.51	540	0.04	0.05	0.05
370	1.86	1.68	1.58	550	0.04	0.04	0.04
380	2.70	2.35	2.16	560	0.03	0.04	0.04
390	3.88	3.27	2.92	570	0.03	0.04	0.04
400	5.40	4.44	3.90	580	0.03	0.04	0.04
410	7.31	5.89	5.13	590	0.03	0.03	0.03
420	8.41	6.72	5.86	600	0.03	0.03	0.03
430	8.49	6.79	5.92	610	0.02	0.03	0.03
440	8.00	6.41	5.59	620	0.02	0.03	0.03
450	6.46	5.24	4.56	630	0.02	0.03	0.03
460	4.45	3.69	3.22	640	0.02	0.03	0.03
470	2.66	2.29	2.01	650	0.02	0.03	0.03
480	1.30	1.17	1.03	660	0.02	0.03	0.02
490	0.64	0.61	0.53	670	0.02	0.02	0.02
500	0.27	0.27	0.24	680	0.02	0.02	0.02
510	0.12	0.13	0.12	690	0.02	0.02	0.02
520	0.07	0.08	0.07	700	0.02	0.02	0.02
530	0.05	0.06	0.05				



Şekil IV.8. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu İpliğin (ön işlem yapılmadan – pişirme işleminden sonra – ağartma işleminden sonra) 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.30a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.30b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.30a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	86.32	-6.90	78.78	79.08	95.01	62.07	68.64	12.49
2.tekrar	85.95	-6.50	78.92	79.18	94.71	61.54	67.88	12.19
3.tekrar	85.47	-6.42	78.46	78.72	94.67	60.70	66.93	12.05
Ortalama	85.91	-6.61	78.72	78.99	94.80	61.44	67.82	12.24
Standart sapma(±)	0.43	0.26	0.24	0.24	0.19	0.69	0.86	0.22

Tablo IV.30b C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.568	-0.378	0.402	0.134	0.100	-0.412
3.tekrar	1.039	-0.858	0.486	-0.327	-0.367	-0.457

C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.31a’da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.31b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.31a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	85.58	-6.97	73.55	73.88	95.41	60.66	67.14	14.06
2.tekrar	85.56	-6.70	74.04	74.34	95.17	60.75	67.11	13.85
3.tekrar	85.66	-7.31	72.66	73.02	95.74	60.68	67.31	14.50
Ortalama	85.60	-6.99	73.42	73.75	95.44	60.70	67.19	14.14
Standart sapma(±)	0.05	0.31	0.70	0.67	0.29	0.05	0.11	0.33

Tablo IV.31b. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.556	-0.017	0.272	0.484	0.457	-0.316
3.tekrar	0.963	0.085	-0.336	-0.899	-0.862	0.421

C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu iplik

numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.32a da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.32b’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.32a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	85.89	-7.27	71.61	71.98	95.80	61.11	67.77	15.12
2.tekrar	86.13	-6.95	72.41	72.74	95.48	61.69	68.24	14.95
3.tekrar	86.20	-7.21	71.73	72.09	95.74	61.70	68.38	15.30
Ortalama	86.07	-7.14	71.92	72.27	95.67	61.50	68.13	15.12
Standart sapma(±)	0.16	0.17	0.43	0.41	0.17	0.34	0.32	0.18

Tablo IV.32b. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan İplik Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.892	0.238	0.322	0.797	0.762	-0.398
3.tekrar	0.336	0.307	0.062	0.121	0.114	-0.073

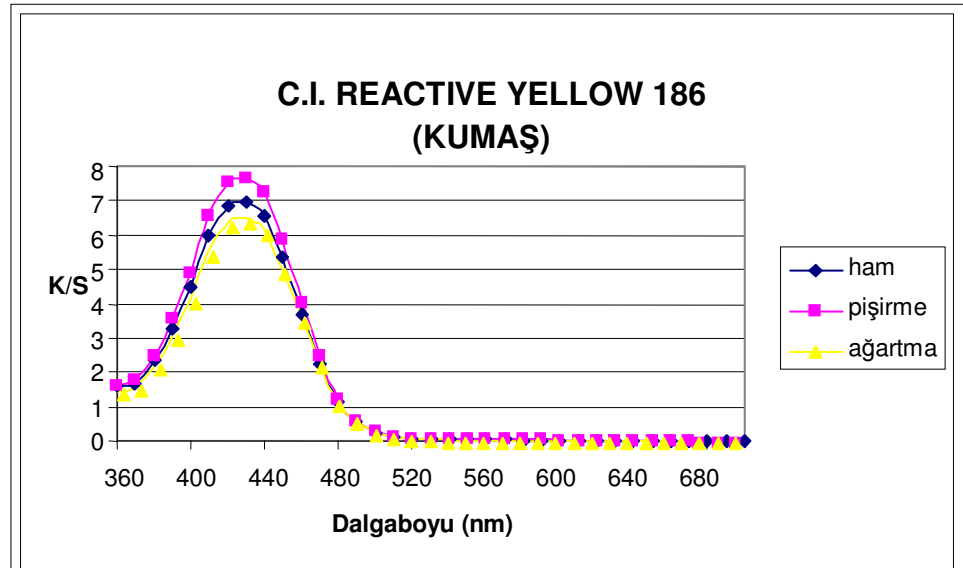
C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.30, 31, 32a-b’de görülmektedir.

IV.1.3.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

Atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş (sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış) numunelerinin spektrofotometrik ölçüm yoluyla elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.33’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.9.’da verilmiştir.

Tablo IV.33. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			nm	K/S		
	ham	pişirme	ağartma		Ham	pişirme	Ağartma
360	1.60	1.64	1.46	540	0.04	0.04	0.02
370	1.69	1.76	1.56	550	0.03	0.04	0.02
380	2.34	2.5	2.19	560	0.03	0.03	0.02
390	3.28	3.56	3.07	570	0.03	0.03	0.02
400	4.51	4.89	4.16	580	0.02	0.03	0.01
410	6.01	6.58	5.53	590	0.02	0.03	0.01
420	6.86	7.56	6.37	600	0.02	0.02	0.01
430	6.94	7.66	6.49	610	0.02	0.02	0.01
440	6.57	7.26	6.17	620	0.02	0.02	0.01
450	5.33	5.85	5.03	630	0.02	0.02	0.01
460	3.71	4.05	3.56	640	0.01	0.02	0.01
470	2.27	2.45	2.22	650	0.01	0.02	0.01
480	1.13	1.21	1.12	660	0.01	0.01	0.01
490	0.56	0.6	0.56	670	0.01	0.01	0.01
500	0.24	0.27	0.23	680	0.01	0.01	0.01
510	0.11	0.12	0.09	690	0.01	0.01	0.01
520	0.07	0.07	0.05	700	0.01	0.01	0.01
530	0.05	0.05	0.03				



Şekil IV.9. C.I. Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaşın 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile ön işlem uygulanmadan atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.34a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.34b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.34a. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	86.93	-5.85	75.18	75.41	94.45	63.66	69.87	14.36
2.tekrar	86.99	-5.93	76.24	76.47	94.45	63.73	69.98	13.95
3.tekrar	86.90	-5.76	75.78	75.99	94.35	63.64	69.81	14.09
Ortalama	86.94	-5.85	75.73	75.96	94.42	63.68	69.89	14.13
Standart sapma(±)	0.05	0.09	0.53	0.53	0.06	0.05	0.09	0.21

Tablo IV.34b C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ön İşlem Yapılmadan % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	1.068	0.057	-0.082	1.063	1.067	-0.000
3.tekrar	0.602	-0.029	0.090	0.595	0.586	-0.135

C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile pişirme işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.35'de verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol

edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.36’da verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.35. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	86.35	-5.62	78.09	78.29	94.12	62.66	68.68	12.77
2.tekrar	86.21	-5.37	78.47	78.66	93.92	62.52	68.42	12.53
3.tekrar	86.35	-5.67	77.06	77.27	94.21	62.64	68.69	13.18
Ortalama	86.30	-5.55	77.87	78.07	94.08	62.61	68.60	12.83
Standart sapma(±)	0.08	0.16	0.73	0.72	0.15	0.08	0.15	0.33

Tablo IV.36. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.477	-0.131	0.254	0.382	0.363	-0.280
3.tekrar	1.033	0.004	-0.046	-1.032	-1.026	0.121

C.I. Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile ağartma işlemi uygulandıktan sonra atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.37’de verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.38’de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.37. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	88.77	-6.64	78.26	78.54	94.85	66.81	73.67	14.39
2.tekrar	89.06	-6.80	78.05	78.35	94.98	67.30	74.28	14.69
3.tekrar	89.05	-6.80	78.39	78.68	94.96	67.29	74.27	14.54
Ortalama	88.96	-6.75	78.23	78.52	94.93	67.13	74.07	14.54
Standart sapma(±)	0.16	0.09	0.17	0.17	0.07	0.28	0.35	0.15

Tablo IV.38. C.I. Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.388	0.291	-0.155	-0.205	-0.191	0.172
3.tekrar	0.350	0.284	-0.156	0.132	0.145	0.144

C.I. Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.34-38’de görülmektedir.

Ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış numuneler Remazol boyarmaddeleriyle aynı koşullarda boyandıktan sonra spektrofotometrik ölçümleri yapılmış ve elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerlerini gösteren eğriler Şekil IV.1-9’da verilmiştir. Bu eğriler incelendiğinde; bambu numunelerine ön işlem uygulanmış olmasının boyanma için önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Şekil IV.1,2, 4, 5, 7, 8 incelendiğinde, ön terbiye işlemi görmemiş % 100 bambu elyaf ve bambu iplik numunelerine ait K/S değerlerini gösteren eğrilerin daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Şekil IV.3, 6, 9’de ise, ön terbiye işlemi uygulanmış ve uygulanmamış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait K/S değerlerini gösteren eğriler arasında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

IV.1.4. Remazol Boyarmaddeleriyle Yapılan Boyamaların Düzgünlük Testleri

Remazol Brilliant Boyarmaddeleriyle atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan renk farklılıkları CIELab sistemine göre

karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.39’da verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.39. Remazol Brilliant Boyarmaddeleri ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Elyaf, İplik ve Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyarmadde		C.I. Reactive Blue 19			C.I. Reactive Red 239			C.I.Reactive Yellow 186		
Materyal		elyaf	iplik	kumaş	Elyaf	iplik	Kumaş	elyaf	İplik	kumaş
		ΔE			ΔE			ΔE		
Ön terbiye	2.ölçüm	0.287	0.437	0.308	0.501	0.396	0.295	0.581	0.249	0.207
Uygulanmamış	3.ölçüm	0.273	0.621	0.340	0.114	0.293	0.337	0.424	0.699	0.481
Piştirme	2.ölçüm	0.504	0.655	0.433	0.308	0.299	0.435	0.273	0.583	0.206
Uygulanmış	3.ölçüm	0.569	0.503	0.272	0.279	0.499	0.174	0.527	0.310	0.383
Ağartma	2.ölçüm	0.504	0.579	0.292	0.462	0.429	0.516	0.561	0.485	0.455
uygulanmış	3.ölçüm	0.592	0.539	0.301	0.543	0.411	0.462	0.618	0.336	0.389

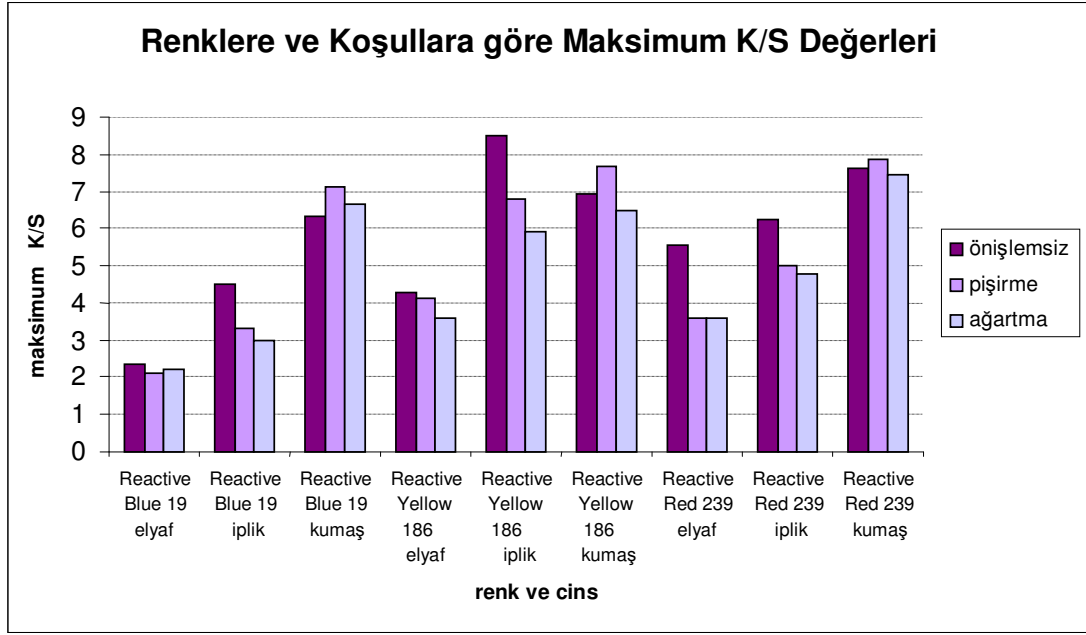
Renk farklılıklarının kabul edilir sınırlar içinde değiştiği ve numunelerin düzgün boyandığı tespit edilmiştir.

Her renk için boyanan elyaf, iplik ve kumaş numunelerine ait maksimum K/S değerlerine (Tablo IV.40) göre çizilen grafik Şekil IV.10’da verilmiştir.

Tablo IV.40. Boyama sonrası yapılan spektrofotometrik ölçümler sonucu elde edilen maksimum K/S* değerleri

Boyarmadde	Materyal	Maksimum K/S Değerleri		
		Ön işlemsiz	Piştirme	Ağartma
C.I. Reactive Blue19	Elyaf	2.35	2.11	2.19
	İplik	4.48	3.29	2.98
	Kumaş	6.33	7.12	6.67
C.I.Reactive Yellow 186	Elyaf	4.29	4.14	3.60
	İplik	8.49	6.79	5.92
	Kumaş	6.94	7.66	6.49
C.I. Reactive Red 239	Elyaf	5.54	3.56	3.60
	İplik	6.24	5.00	4.79
	Kumaş	7.61	7.84	7.45

(*C.I. Reactive Blue 19 için 600 nm’de, C.I.Reactive Yellow 186için 430 nm’de; C.I. Reactive Red 239için 550 nm’de maksimum K/S değerlerine ulaşılmıştır.)



Şekil IV.10. Tüm Materyallerin Renklere ve Yapılan İşlemlere Göre Maksimum K/S Değerlerini Gösteren Grafik

Ön işlem uygulanmadan boyanan elyaf ve iplik numunelerine ait maksimum K/S değerleri pişirme ve ağartma yapıldıktan sonra boyananlara oranla biraz daha yüksekken, kumaş numunelerinde biraz düşük olduğu görülmektedir.

IV.2. LEVAFIX BOYARMADDELERİYLE (REAKTİF BM) GERÇEKLEŞTİRİLEN BOYAMALAR

Yapılan çalışmalarda % 100 bambu örme kumaş numuneleri kullanılmıştır. Tüm numuneler 5'er gram olup LEVAFIX boyarmaddeleriyle atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır. Boyama sonrası boyanmış numunelerin renk ölçümleri reflektans spektrofotometresi yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen rengin tekrarlanabilirliğini görebilmek amacıyla her çalışma üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere yapılan spektrofotometrik ölçümler D₆₅ ışık kaynağı altında 10° lik gözlemci kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

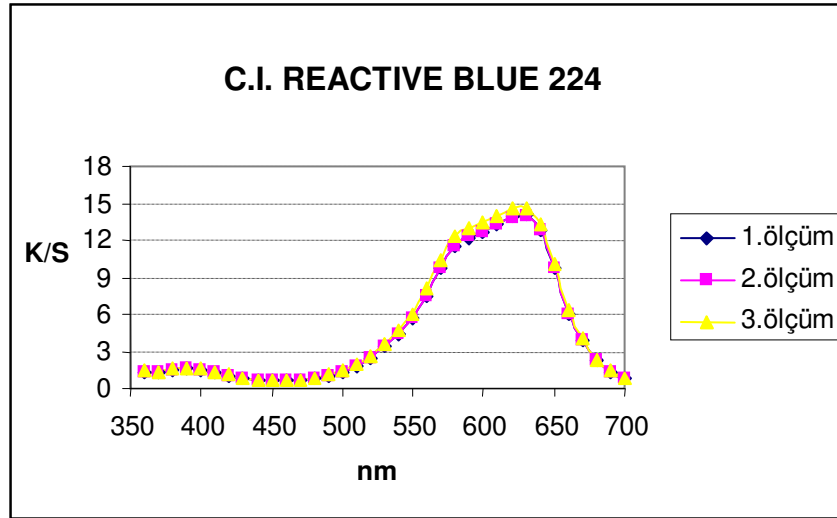
IV.2.1. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

% 100 bambu örme kumaş numuneleri atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış ve boyamalar üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere uygulanmış

spektrofotometrik ölçümler sonucunda elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.41’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.11.’de verilmiştir.

Tablo IV.41. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				nm	K/S		
	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm			1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm
360	1.34	1.33	1.39		540	4.36	4.37	4.67
370	1.31	1.30	1.36		550	5.63	5.63	6.02
380	1.49	1.48	1.56		560	7.53	7.53	8.06
390	1.57	1.57	1.65		570	9.73	9.75	10.42
400	1.52	1.51	1.59		580	11.44	11.51	12.26
410	1.31	1.30	1.37		590	12.22	12.28	13.05
420	1.03	1.02	1.08		600	12.63	12.64	13.38
430	0.81	0.81	0.85		610	13.30	13.26	13.98
440	0.65	0.65	0.68		620	13.92	13.85	14.55
450	0.59	0.58	0.62		630	14.06	14.00	14.67
460	0.6	0.59	0.63		640	12.76	12.75	13.33
470	0.68	0.67	0.72		650	9.70	9.70	10.13
480	0.83	0.82	0.88		660	6.04	6.04	6.33
490	1.02	1.02	1.09		670	3.86	3.86	4.05
500	1.33	1.33	1.42		680	2.21	2.21	2.34
510	1.79	1.78	1.91		690	1.33	1.33	1.42
520	2.46	2.45	2.62		700	0.75	0.75	0.80
530	3.35	3.34	3.58					



Şekil IV.11. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.42a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.42b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.42a. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	B*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	39.32	-4.31	-41.11	41.33	264.02	9.74	10.85	34.11
2.tekrar	39.35	-4.3	-41.2	41.43	264.04	9.75	10.87	34.23
3.tekrar	38.51	-3.67	-41.3	41.46	264.93	9.38	10.37	33.21
Ortalama	39.06	-4.09	-41.20	41.41	264.33	9.62	10.70	33.85
Standart sapma(±)	0.48	0.37	0.10	0.07	0.52	0.21	0.28	0.56

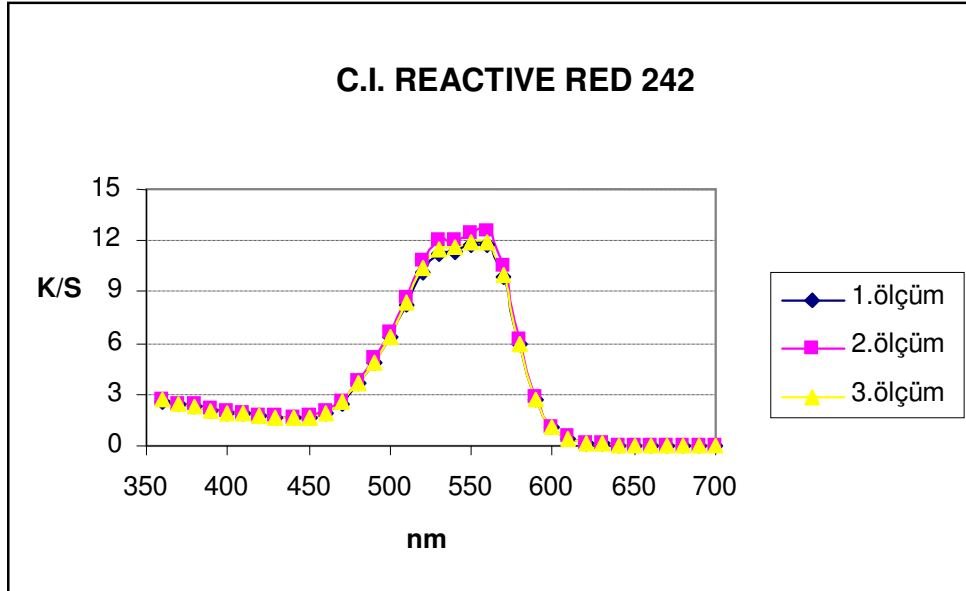
Tablo IV.42b. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.101	0.032	0.004	-0.096	0.095	0.014
3.tekrar	1.055	-0.816	0.641	-0.194	0.131	0.657

C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.42a-b’de görülmektedir.

IV.2.2. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

% 100 Bambu örme kumaş numuneleri atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış ve boyamalar üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere uygulanmış spektrofotometrik ölçümler sonucunda elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.43’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.12.’de verilmiştir.



Şekil IV.12. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

Tablo IV.43. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				nm	K/S		
	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm			1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm
360	2.57	2.68	2.65		540	11.38	12.08	11.59
370	2.37	2.49	2.44		550	11.69	12.43	11.90
380	2.25	2.37	2.30		560	11.73	12.52	11.90
390	2.06	2.15	2.08		570	9.88	10.53	9.98
400	1.94	2.02	1.95		580	5.93	6.27	5.97
410	1.84	1.92	1.84		590	2.67	2.78	2.67
420	1.73	1.80	1.73		600	1.11	1.14	1.10
430	1.67	1.74	1.68		610	0.47	0.48	0.47
440	1.61	1.67	1.63		620	0.20	0.20	0.19
450	1.63	1.69	1.65		630	0.09	0.09	0.09
460	1.90	1.97	1.92		640	0.05	0.05	0.05
470	2.50	2.60	2.53		650	0.03	0.03	0.03
480	3.59	3.77	3.65		660	0.02	0.02	0.02
490	4.82	5.08	4.90		670	0.02	0.02	0.02
500	6.30	6.65	6.41		680	0.02	0.02	0.02
510	8.20	8.70	8.36		690	0.02	0.02	0.02
520	10.17	10.81	10.36		700	0.02	0.02	0.02
530	11.26	11.97	11.47					

C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.44a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.44b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.44a. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	a*	b*	C*	H	X	Y	Z
1.tekrar	43.52	57.42	-8.45	58.04	351.63	23.47	13.51	18.38
2.tekrar	43.09	57.90	-8.18	58.48	351.96	23.17	13.22	17.89
3.tekrar	43.43	57.60	-8.34	58.20	351.76	23.43	13.45	18.25
Ortalama	43.35	57.64	-8.32	58.24	351.78	23.36	13.39	18.17
Standart sapma(±)	0.23	0.24	0.14	0.22	0.17	0.16	0.15	0.25

Tablo IV.44b C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.699	-0.424	0.483	0.275	0.438	0.341
3.tekrar	0.228	-0.085	0.181	0.110	0.163	0.135

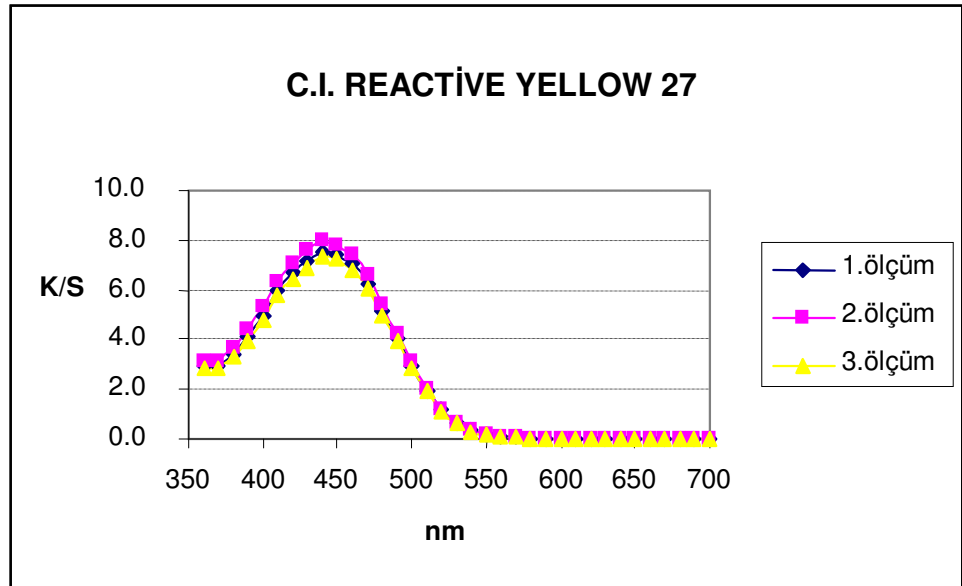
C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.44a-b’de görülmektedir.

IV.2.3. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

% 100 Bambu örme kumaş numuneleri atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış ve boyamalar üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere uygulanmış spektrofotometrik ölçümler sonucunda elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.45’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.13’de verilmiştir.

Tablo IV.45. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

nm	K/S			Nm	K/S		
	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm		1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm
360	2.90	3.13	2.85	540	0.33	0.35	0.32
370	2.89	3.09	2.80	550	0.16	0.18	0.16
380	3.41	3.64	3.30	560	0.08	0.09	0.08
390	4.09	4.38	3.98	570	0.05	0.05	0.05
400	4.96	5.28	4.80	580	0.04	0.04	0.04
410	5.97	6.34	5.77	590	0.03	0.03	0.03
420	6.70	7.10	6.46	600	0.02	0.03	0.02
430	7.16	7.58	6.92	610	0.02	0.02	0.02
440	7.52	7.95	7.30	620	0.02	0.02	0.02
450	7.45	7.84	7.22	630	0.02	0.02	0.02
460	7.02	7.40	6.82	640	0.02	0.02	0.02
470	6.25	6.58	6.09	650	0.02	0.02	0.02
480	5.11	5.37	4.98	660	0.01	0.02	0.01
490	4.05	4.25	3.96	670	0.01	0.02	0.01
500	2.93	3.08	2.87	680	0.01	0.01	0.01
510	1.95	2.04	1.90	690	0.01	0.01	0.01
520	1.15	1.21	1.12	700	0.01	0.01	0.01
530	0.63	0.67	0.62				



Şekil IV.13. C.I. Reactive Yellow 27 Bm ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Yellow 27 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.46a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo IV.46b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.46a. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	A*	b*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	76.95	22.58	77.8	81.01	73.82	57.5	51.45	7.52
2.tekrar	76.46	22.95	78.19	81.49	73.64	56.79	50.64	7.19
3.tekrar	77.06	22.21	77.29	80.42	73.97	57.53	51.63	7.71
Ortalama	76.82	22.58	77.76	80.97	73.81	57.27	51.24	7.47
Standart sapma(±)	0.32	0.37	0.45	0.54	0.17	0.42	0.53	0.26

Tablo IV.46b C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Örme kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE*	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔC*	ΔH*
2.tekrar	0.726	-0.489	0.370	0.388	0.477	-0.26
3.tekrar	0.641	0.105	-0.370	-0.513	-0.596	0.213

C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.46a-b'de görülmektedir.

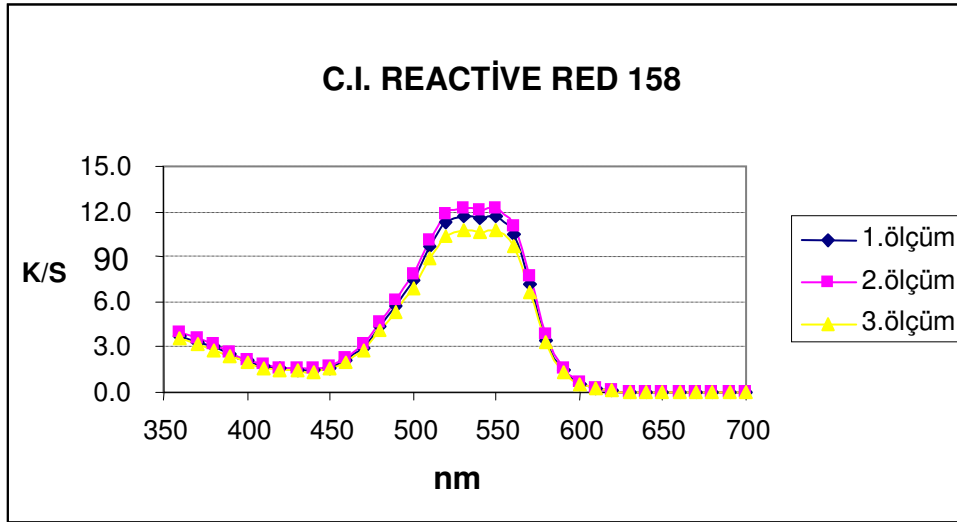
IV.2.4. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Boyanması

% 100 Bambu örme kumaş numuneleri atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış ve boyamalar üçer kez tekrarlanmıştır. Boyanmış numunelere uygulanmış

spektrofotometrik ölçümler sonucunda elde edilen verilerden hesaplanan K/S değerleri Tablo IV.47’de; K/S değerlerini gösteren eğriler ise Şekil IV.14.’de verilmiştir.

Tablo IV.47. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerleri

Nm	K/S				Nm	K/S		
	1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm			1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm
360	3.77	4.01	3.57		540	11.54	12.09	10.65
370	3.38	3.58	3.19		550	11.69	12.20	10.78
380	3.03	3.20	2.84		560	10.50	10.98	9.68
390	2.52	2.66	2.37		570	7.18	7.64	6.63
400	2.07	2.19	1.95		580	3.51	3.82	3.27
410	1.73	1.82	1.63		590	1.44	1.60	1.36
420	1.56	1.65	1.47		600	0.59	0.66	0.56
430	1.49	1.58	1.41		610	0.25	0.29	0.24
440	1.46	1.55	1.38		620	0.10	0.12	0.10
450	1.64	1.74	1.55		630	0.05	0.06	0.05
460	2.14	2.26	2.01		640	0.03	0.03	0.03
470	2.98	3.14	2.79		650	0.02	0.02	0.02
480	4.36	4.59	4.05		660	0.02	0.02	0.02
490	5.75	6.07	5.32		670	0.02	0.02	0.01
500	7.48	7.87	6.89		680	0.02	0.02	0.01
510	9.69	10.14	8.93		690	0.02	0.02	0.01
520	11.30	11.80	10.41		700	0.01	0.02	0.01
530	11.63	12.18	10.72					



Şekil IV.14. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Atmosferik Ortamda % 1 Renk Şiddetinde Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin 360 ile 700 nm Dalgaboyu Arasındaki K/S Değerlerini Gösteren Eğriler

C.I. Reactive Red 158 boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine ait spektrofotometrik ölçüm yolu ile hesaplanan CIELab ve tristimulus değerleri Tablo IV.48a'da verilmiştir. Aynı numuneler arasındaki renk farklılıkları CIELab sistemine göre karşılaştırılmış, standart kabul edilen birinci ölçüm, aynı ortamlarda yapılan diğer boyamalarla karşılaştırılarak tekrarlanabilirliği kontrol edilmiş ve sonuçlar IV.48b'de verilmiştir. Ölçümler D₆₅ lambası altında 10° lik gözlemciyle yapılmıştır.

Tablo IV.48a. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Spektrofotometrik Ölçüm Yolu ile Hesaplanan CIELab ve Tristimulus Değerleri

Boyama	L*	A*	B*	C*	h	X	Y	Z
1.tekrar	46.49	61.63	-2.94	61.70	357.27	27.50	15.63	18.19
2.tekrar	45.65	61.25	-3.00	61.33	357.20	26.52	15.01	17.52
3.tekrar	47.14	61.25	-3.45	61.34	356.78	28.10	16.12	19.00
Ortalama	46.43	61.38	-3.13	61.46	357.08	27.37	15.59	18.24
Standart sapma(±)	0.75	0.22	0.28	0.21	0.27	0.80	0.56	0.74

Tablo IV.48b C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile % 1 Renk Şiddetinde Boyanan Bambu Örme Kumaş Numuneleri Arasındaki Renk Farklılığı

Boyamalar	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
2.tekrar	0.919	-0.838	-0.373	-0.057	-0.370	-0.075
3.tekrar	0.905	0.646	-0.380	-0.508	-0.353	-0.527

C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde tekrarlanabilir boyamaların elde edildiği Tablo IV.48a-b’de görülmektedir.

IV.3. BOYAMA KİNETİĞİNİN İNCELENMESİNE AİT SONUÇLAR

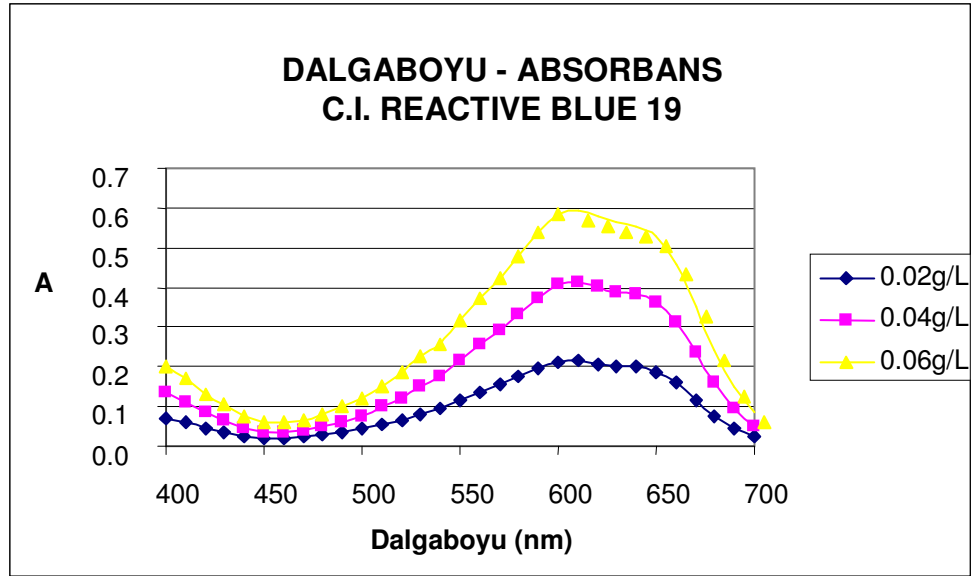
Boyamalara ait çekim özelliklerinin incelenmesi amacıyla, öncelikle boyamalarda kullanılan boyarmaddelerin seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. Daha sonra UV-görünür alan spektrofotometresinde 400-700 nm dalgaboyu aralığında incelenerek boyarmaddelere ait maksimum absorbans değerleri tespit edilmiştir.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

IV.3.1. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 608 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.49’da dalgaboyu-absorbans değerleri, Şekil IV.15’de de C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği verilmiştir.

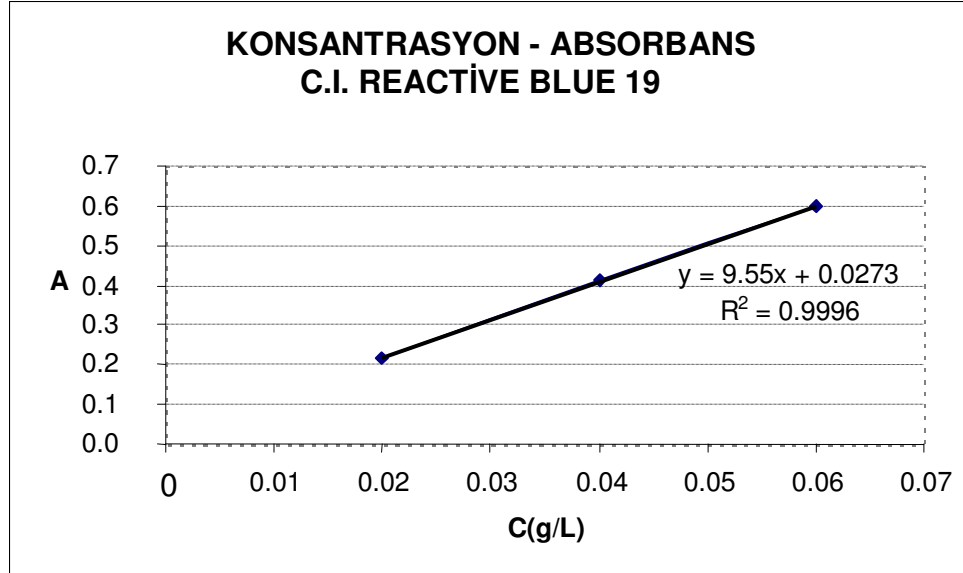
Tablo IV.49. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans (A) Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L		0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L
400	0.070	0.134	0.203	580	0.174	0.330	0.478
410	0.058	0.112	0.171	590	0.196	0.372	0.538
420	0.047	0.088	0.133	600	0.213	0.406	0.586
430	0.036	0.065	0.105	605	0.216	0.413	0.596
440	0.026	0.047	0.078	606	0.216	0.414	0.597
450	0.021	0.036	0.062	607	0.216	0.414	0.597
460	0.020	0.033	0.058	608	0.216	0.414	0.598
470	0.023	0.038	0.065	609	0.216	0.413	0.597
480	0.028	0.048	0.080	610	0.215	0.412	0.596
490	0.035	0.062	0.099	620	0.208	0.401	0.580
500	0.043	0.077	0.122	630	0.202	0.389	0.563
510	0.054	0.099	0.152	640	0.199	0.382	0.554
520	0.066	0.123	0.187	650	0.188	0.364	0.530
530	0.081	0.151	0.226	660	0.159	0.313	0.459
540	0.094	0.175	0.258	670	0.117	0.237	0.352
550	0.116	0.218	0.318	680	0.076	0.159	0.244
560	0.137	0.258	0.375	690	0.044	0.094	0.150
570	0.155	0.293	0.425	700	0.024	0.052	0.087



Şekil IV.15. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 608 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.50’de; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.16’da gösterilmiştir.



Şekil IV.16. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesine ait 608 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

Tablo IV.50. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 608 nm deki Absorbans Değerleri

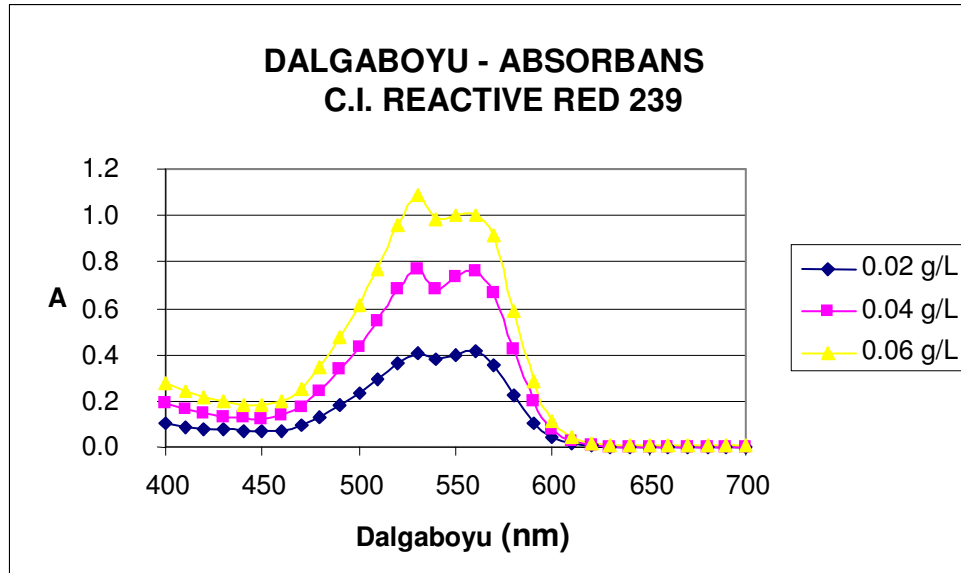
C(g/L)	Absorbans
0.02	0.216
0.04	0.414
0.06	0.598

IV.3.2. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 535 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.51’de dalgaboyu-absorbans değerleri, Şekil IV.17’de de C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği verilmiştir.

Tablo IV.51. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L		0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L
400	0.104	0.190	0.275	540	0.377	0.678	0.980
410	0.090	0.163	0.238	550	0.400	0.738	1.003
420	0.081	0.146	0.214	560	0.411	0.763	1.000
430	0.074	0.133	0.195	570	0.355	0.662	0.913
440	0.070	0.126	0.185	580	0.227	0.423	0.591
450	0.068	0.123	0.181	590	0.107	0.200	0.282
460	0.073	0.134	0.196	600	0.041	0.075	0.110
470	0.093	0.171	0.248	610	0.016	0.027	0.043
480	0.129	0.240	0.342	620	0.007	0.010	0.019
490	0.179	0.333	0.474	630	0.003	0.002	0.008
500	0.232	0.434	0.615	640	0.003	0.002	0.008
510	0.291	0.547	0.771	650	0.003	0.002	0.006
520	0.362	0.682	0.960	660	0.003	0.002	0.006
530	0.402	0.771	1.085	670	0.002	0.001	0.005
534	0.408	0.759	1.037	680	0.002	0.001	0.005
535	0.412	0.780	1.097	690	0.002	0.001	0.005
536	0.412	0.779	1.096	700	0.002	0.001	0.005
537	0.356	0.624	0.802				

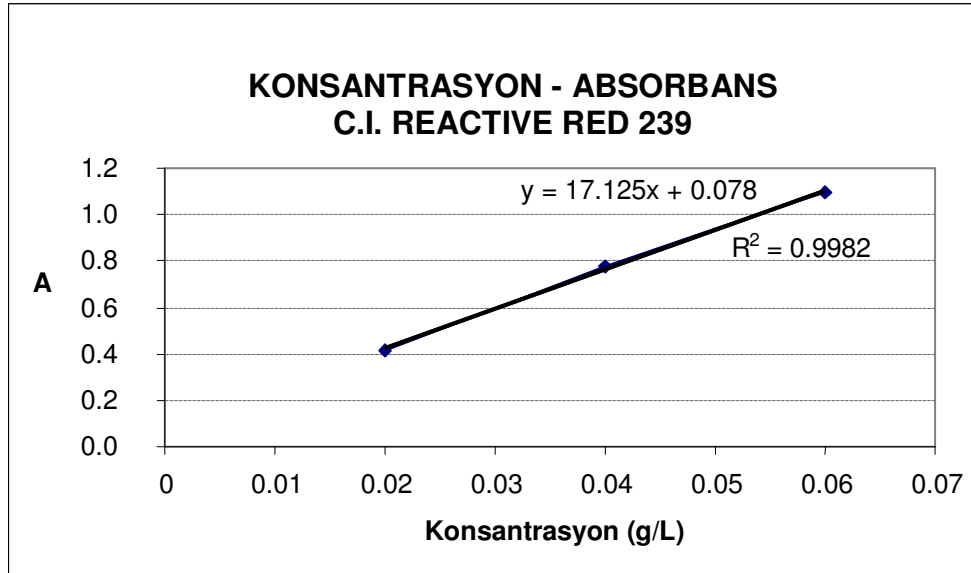


Şekil IV.17. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 535 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.52’de; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.18’de gösterilmiştir.

Tablo IV.52. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 535 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.02	0.412
0.04	0.780
0.06	1.097



Şekil IV.18. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesine ait 535 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

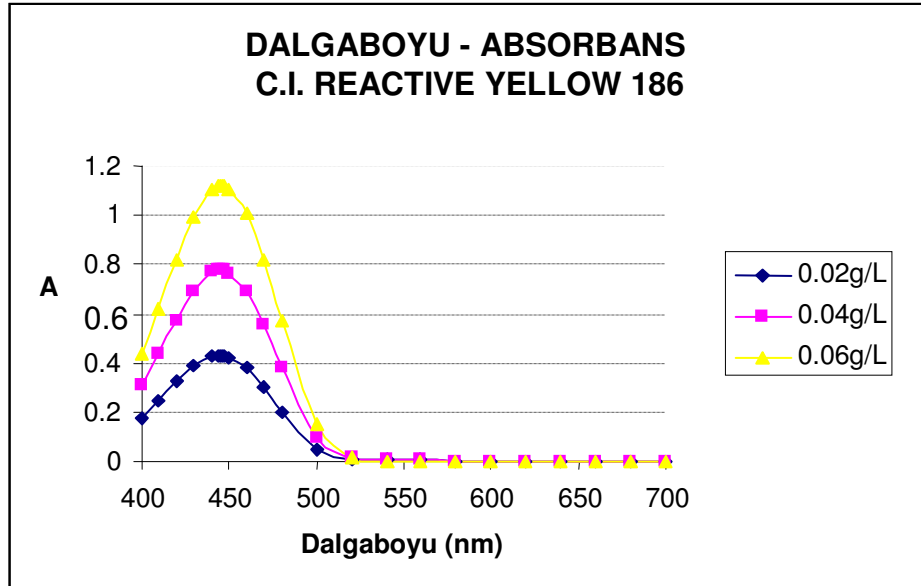
IV.3.3. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 445 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.53’de dalgaboyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Tablo IV.53. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L		0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L
400	0.176	0.31	0.436	480	0.202	0.379	0.571
410	0.249	0.437	0.618	500	0.048	0.098	0.151
420	0.325	0.575	0.817	520	0.009	0.013	0.017
430	0.390	0.695	0.991	540	0.005	0.005	0.002
440	0.429	0.768	1.103	560	0.004	0.004	0.001
444	0.433	0.777	1.118	580	0.003	0.003	0.001
445	0.433	0.777	1.119	600	0.003	0.003	0.000
446	0.432	0.776	1.119	620	0.003	0.003	0.000
447	0.431	0.775	1.119	640	0.002	0.002	0.000
450	0.425	0.766	1.108	660	0.002	0.002	0.000
460	0.380	0.693	1.010	680	0.002	0.002	0.000
470	0.302	0.558	0.822	700	0.002	0.002	0.000

C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği Şekil IV.19’da verilmiştir.

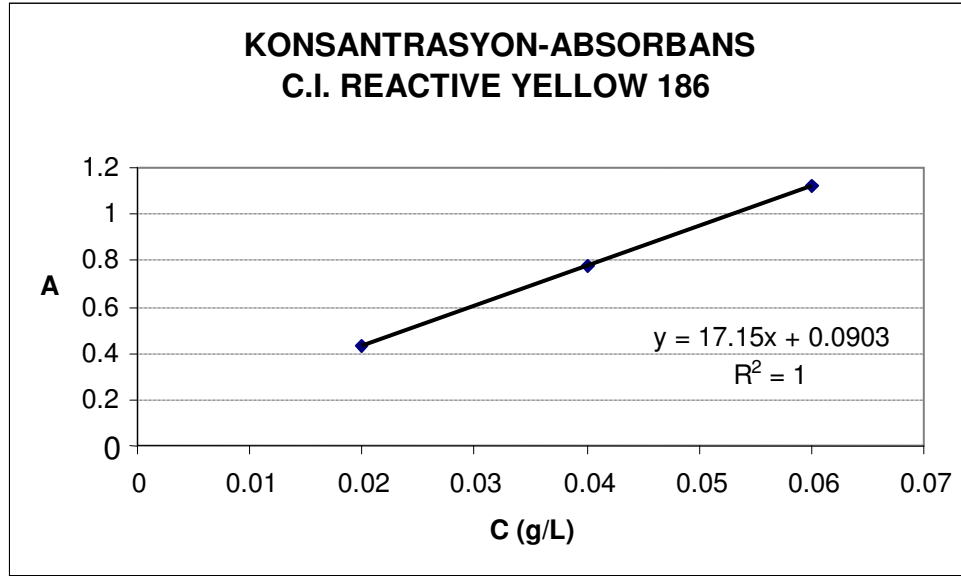


Şekil IV.19. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 445 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.54’de; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.01’de gösterilmiştir.

Tablo IV.54. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 445 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.02	0.433
0.04	0.777
0.06	1.119



Şekil IV.20. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesine ait 445 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

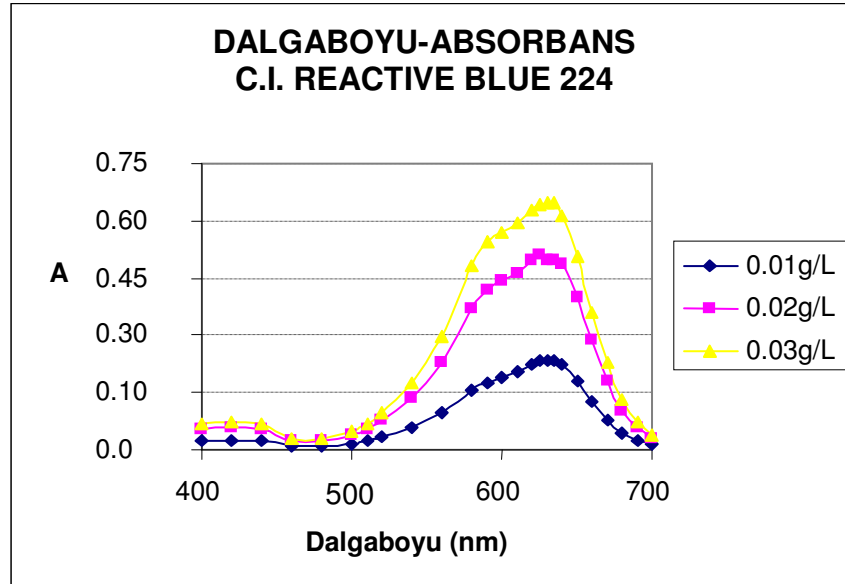
IV.3.4. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 630 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.55’de dalgaboyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Tablo IV.55. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

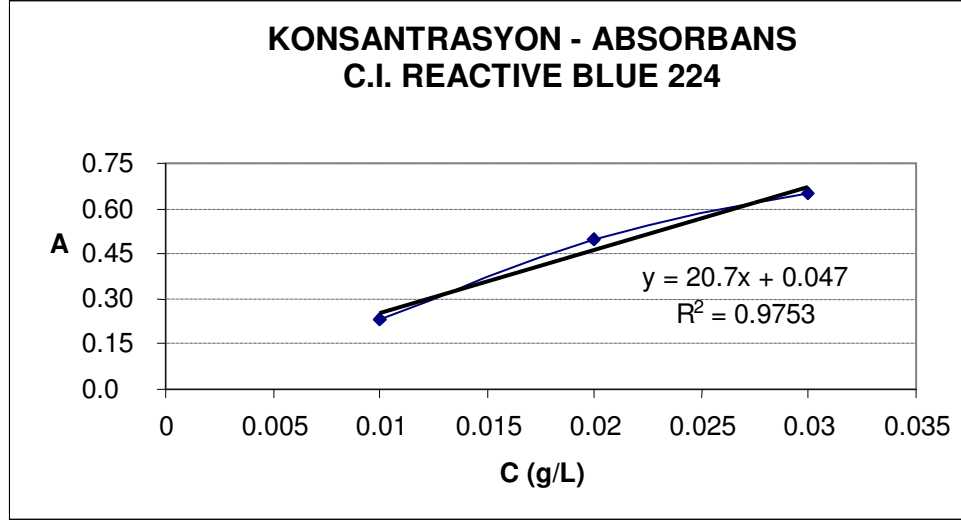
λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L		0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L
400	0.023	0.054	0.068	610	0.205	0.464	0.592
420	0.024	0.058	0.072	620	0.224	0.497	0.627
440	0.023	0.053	0.066	625	0.232	0.511	0.643
460	0.009	0.022	0.027	630	0.235	0.499	0.649
480	0.010	0.025	0.029	635	0.234	0.495	0.647
500	0.017	0.040	0.051	640	0.222	0.488	0.615
510	0.024	0.055	0.070	650	0.182	0.401	0.507
520	0.032	0.076	0.097	660	0.128	0.285	0.360
540	0.058	0.136	0.175	670	0.079	0.180	0.228
560	0.097	0.230	0.297	680	0.045	0.104	0.132
580	0.154	0.370	0.480	690	0.024	0.057	0.072
590	0.176	0.419	0.544	700	0.013	0.031	0.039
600	0.190	0.443	0.570				

C.I. Reactive Blue 224 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği Şekil IV.21’de verilmiştir.



Şekil IV.21. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Blue 224 boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 630 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.56'da; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.22'de gösterilmiştir.



Şekil IV.22. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesine ait 630 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

Tablo IV.56. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 630 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.01	0.235
0.02	0.499
0.03	0.649

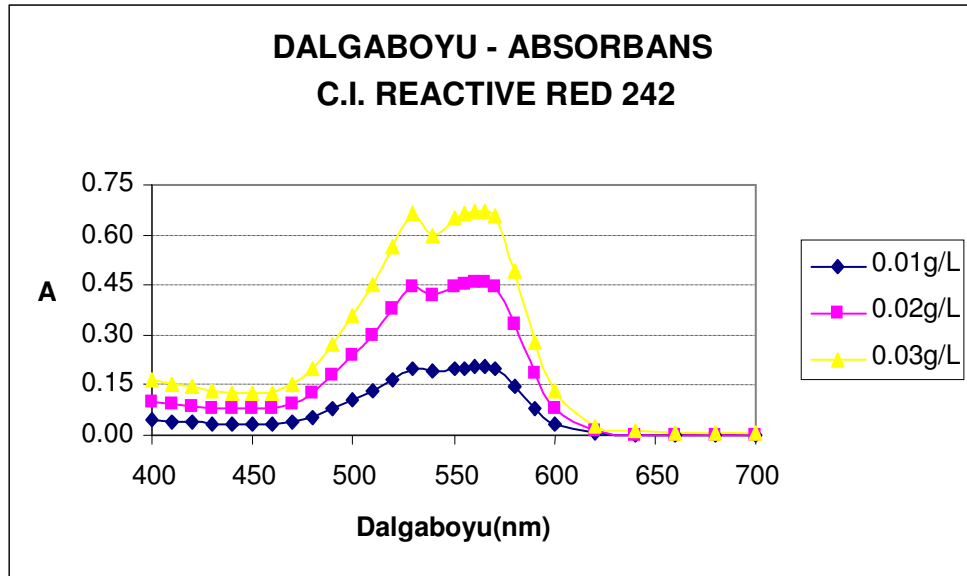
IV.3.5. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 560 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.57'de dalgaboyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Tablo IV.57. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.01g/L	0.02g/L	0.03g/L		0.01g/L	0.02g/L	0.03g/L
400	0.045	0.102	0.163	540	0.190	0.417	0.600
410	0.041	0.095	0.151	550	0.198	0.443	0.649
420	0.038	0.089	0.143	555	0.201	0.452	0.663
430	0.036	0.081	0.134	560	0.203	0.457	0.671
440	0.034	0.079	0.128	565	0.203	0.456	0.669
450	0.034	0.077	0.125	570	0.198	0.446	0.656
460	0.034	0.079	0.129	580	0.147	0.333	0.493
470	0.041	0.094	0.150	590	0.082	0.188	0.282
480	0.056	0.129	0.199	600	0.036	0.082	0.130
490	0.078	0.179	0.274	620	0.005	0.013	0.026
500	0.105	0.239	0.360	640	0.001	0.003	0.010
510	0.132	0.301	0.452	660	0.000	0.001	0.008
520	0.166	0.376	0.563	680	0.000	0.001	0.007
530	0.196	0.444	0.661	700	0.000	0.000	0.007

C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği Şekil IV.23'de verilmiştir.

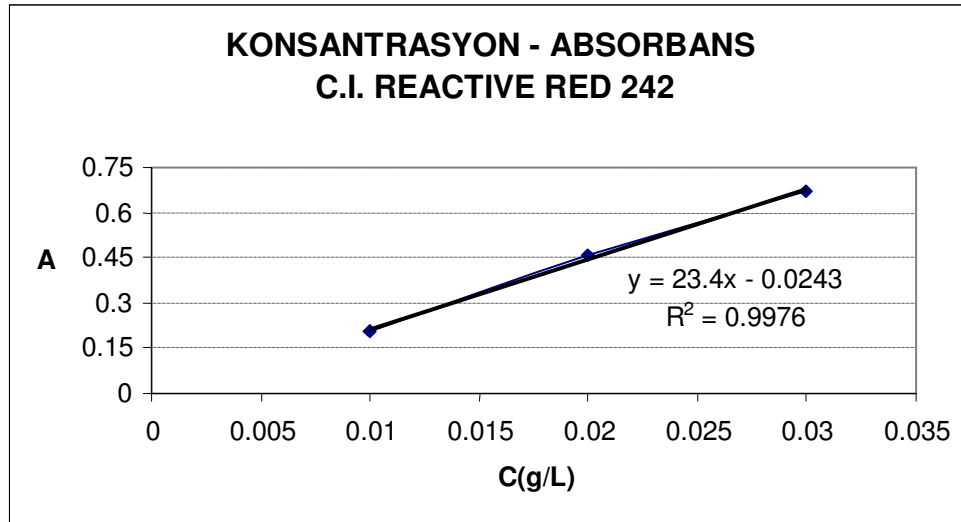


Şekil IV.23. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 560 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.58’de; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.24’de gösterilmiştir.

Tablo IV.58. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 560 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.01	0.203
0.02	0.457
0.03	0.671



Şekil IV.24. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesine ait 560 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

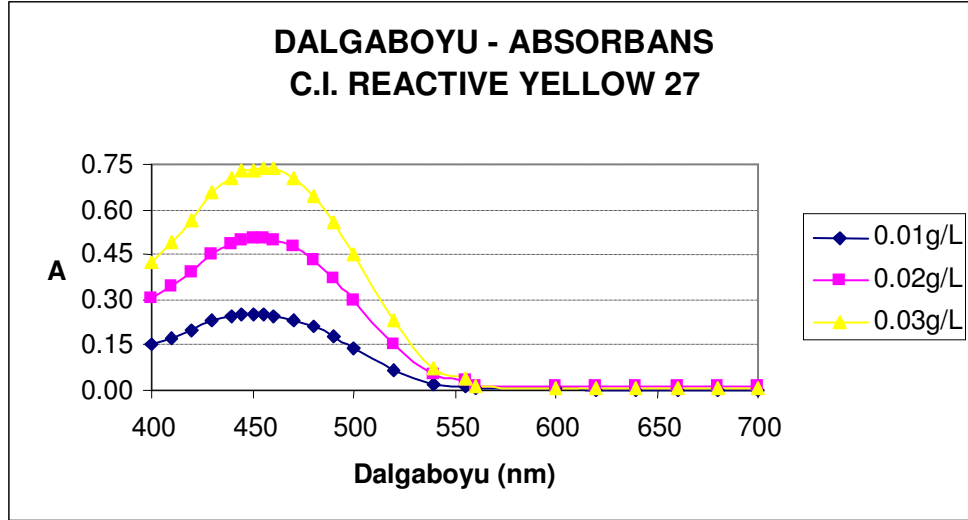
IV.3.6. C.I. Reactive Yellow 27(% 150) Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Yellow 27(% 150) boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 455 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.59’da dalgaboyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Tablo IV.59. C.I. Reactive Yellow 27(% 150) Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L		0.02g/L	0.04g/L	0.06g/L
400	0.151	0.304	0.428	500	0.139	0.298	0.450
410	0.173	0.344	0.489	520	0.065	0.150	0.230
420	0.198	0.393	0.564	540	0.019	0.051	0.072
430	0.229	0.454	0.656	555	0.010	0.031	0.040
440	0.243	0.485	0.706	560	0.004	0.014	0.010
445	0.249	0.499	0.728	600	0.004	0.014	0.008
450	0.251	0.502	0.733	620	0.003	0.013	0.006
455	0.251	0.505	0.740	640	0.003	0.013	0.006
460	0.248	0.501	0.735	660	0.003	0.013	0.005
470	0.234	0.478	0.705	680	0.003	0.012	0.005
480	0.210	0.434	0.646	700	0.003	0.012	0.005
490	0.177	0.371	0.558				

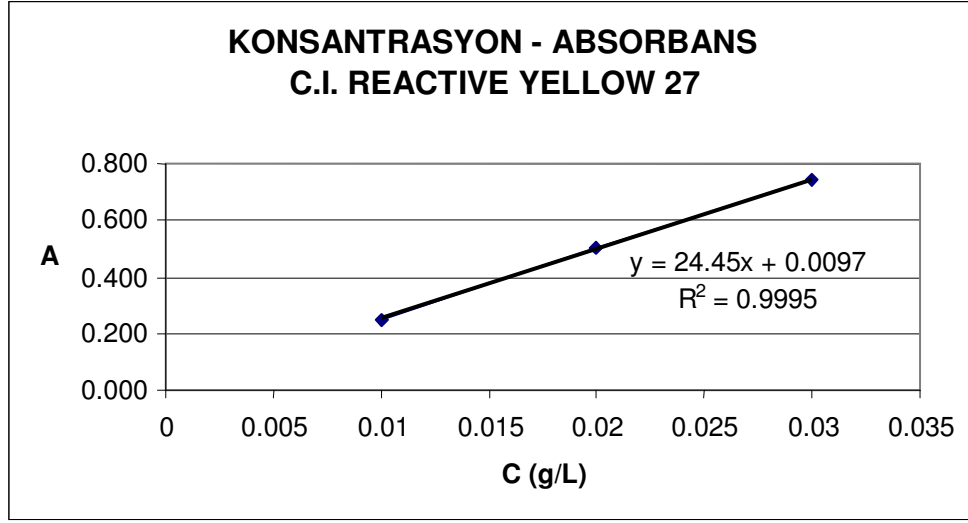
C.I. Reactive Yellow 27 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği Şekil IV.25’de verilmiştir.



Şekil IV.25. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Yellow 27 boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 455 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.60’da; bu $\lambda_{\max}$

değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.26’da gösterilmiştir.



Şekil IV.26. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesine ait 455 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

Tablo IV.60. C.I. Reactive Yellow 27(% 150) Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 455 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.01	0.251
0.02	0.505
0.03	0.740

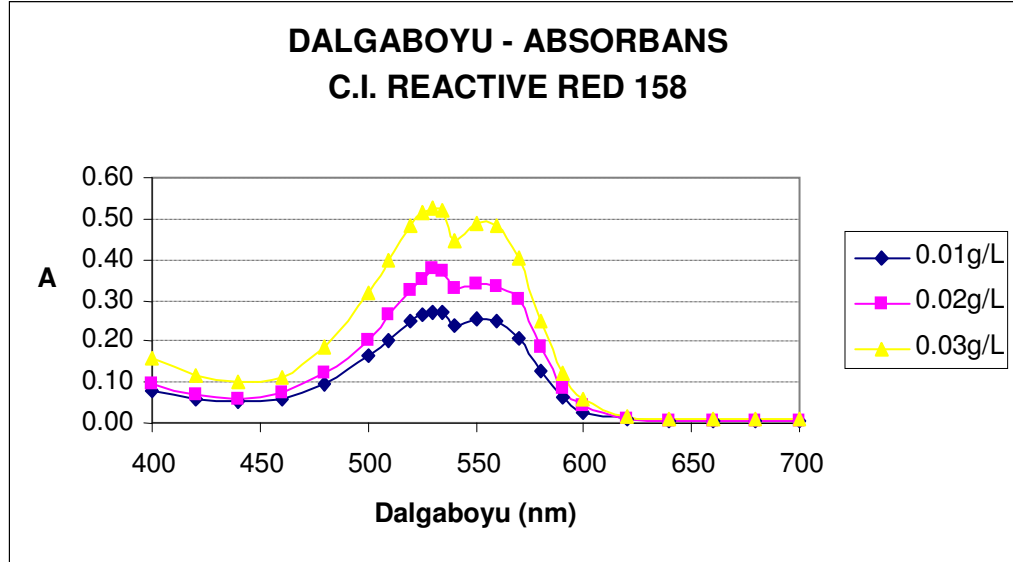
IV.3.7. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerinin İncelenmesi

C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L olmak üzere üç farklı konsantrasyonlarda seyreltik çözeltileri hazırlanmıştır. 400-700 nm dalgaboyu aralığında yapılan incelemede, $\lambda_{\max}$: 530 nm olarak tespit edilmiştir. Tablo IV.61’de dalgaboyu-absorbans değerleri verilmiştir.

Tablo IV.61. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Değerleri

λ (nm)	Absorbans			λ (nm)	Absorbans		
	0.01g/L	0.02g/L	0.03g/L		0.01g/L	0.02g/L	0.03g/L
400	0.079	0.093	0.157	550	0.256	0.341	0.490
420	0.061	0.070	0.118	560	0.250	0.334	0.481
440	0.053	0.060	0.102	570	0.208	0.305	0.401
460	0.057	0.075	0.110	580	0.128	0.185	0.250
480	0.097	0.123	0.188	590	0.063	0.083	0.124
500	0.164	0.204	0.319	600	0.028	0.042	0.056
510	0.204	0.265	0.396	620	0.008	0.008	0.018
520	0.248	0.323	0.482	640	0.005	0.005	0.012
525	0.265	0.352	0.513	660	0.004	0.005	0.011
530	0.271	0.379	0.526	680	0.004	0.005	0.011
535	0.270	0.374	0.523	700	0.004	0.004	0.010
540	0.239	0.328	0.448				

C.I. Reactive Red 158 boyarmaddesinin seyreltik çözeltilerine ait dalgaboyu (λ)-absorbans grafiği Şekil IV.27’de verilmiştir.

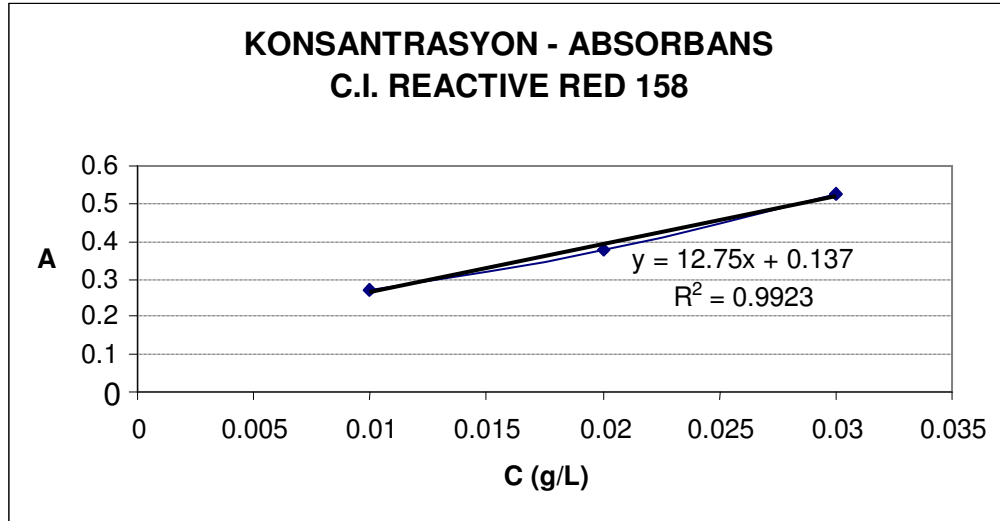


Şekil IV.27. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin Seyreltik Çözeltilerine ait Dalgaboyu (λ)-Absorbans Grafiği

C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin 0.01, 0.02, 0.03g/L lik seyreltik çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 530 nm deki absorbans değerleri Tablo IV.62’de; bu $\lambda_{\max}$ değeri dikkate alınarak oluşturulmuş kalibrasyon grafiği ve kalibrasyon doğru denklemi Şekil IV.28’de gösterilmiştir.

Tablo IV.62. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesinin 0.02, 0.04, 0.06g/L lik Seyreltik Çözeltilerine ait $\lambda_{\max}$: 530 nm deki Absorbans Değerleri

C(g/L)	Absorbans
0.01	0.271
0.02	0.379
0.03	0.526



Şekil IV.28. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesine ait 530 nm deki Kalibrasyon Grafiği ve Kalibrasyon Doğru Denklemi

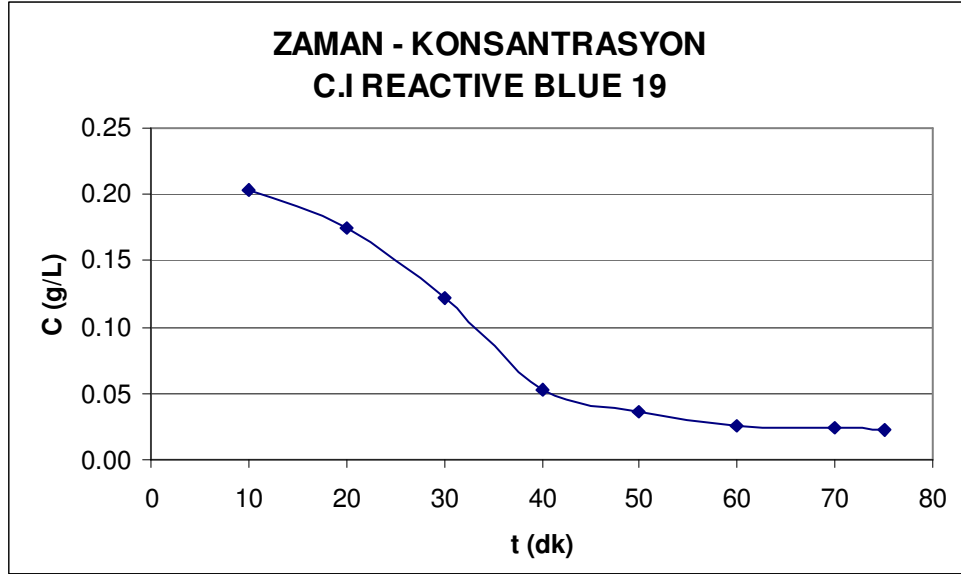
IV.3.8. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 608 nm’deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.63’de sunulmuştur.

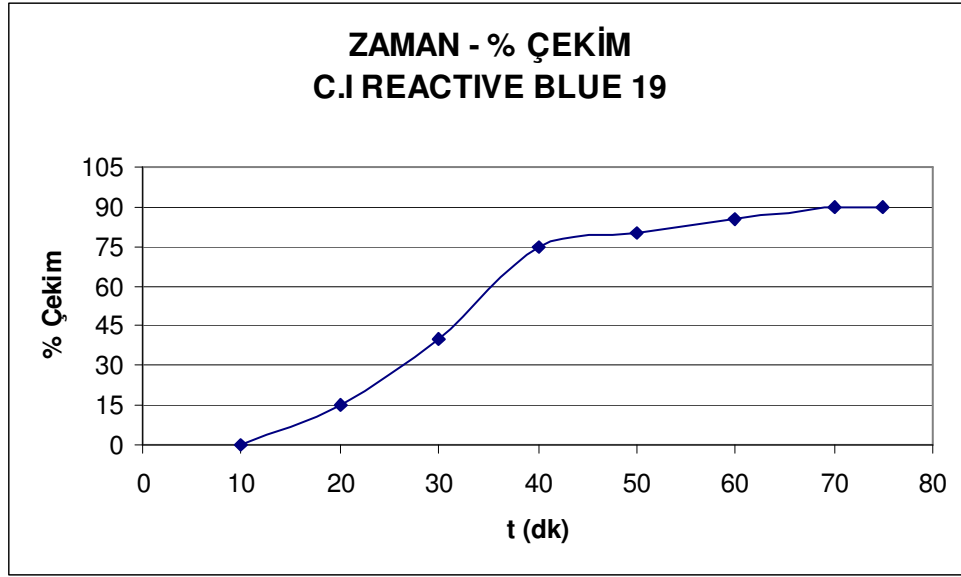
Tablo IV.63. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
10	0.222	0.20	0
20	0.194	0.17	15
30	0.144	0.12	40
40	0.078	0.05	75
50	0.062	0.04	80
60	0.052	0.03	85
70	0.051	0.02	90
75	0.049	0.02	90

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Blue 19 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.29'da; zaman-% çekim grafiği ise Şekil IV.30'da gösterilmiştir.



Şekil IV.29. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.30. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

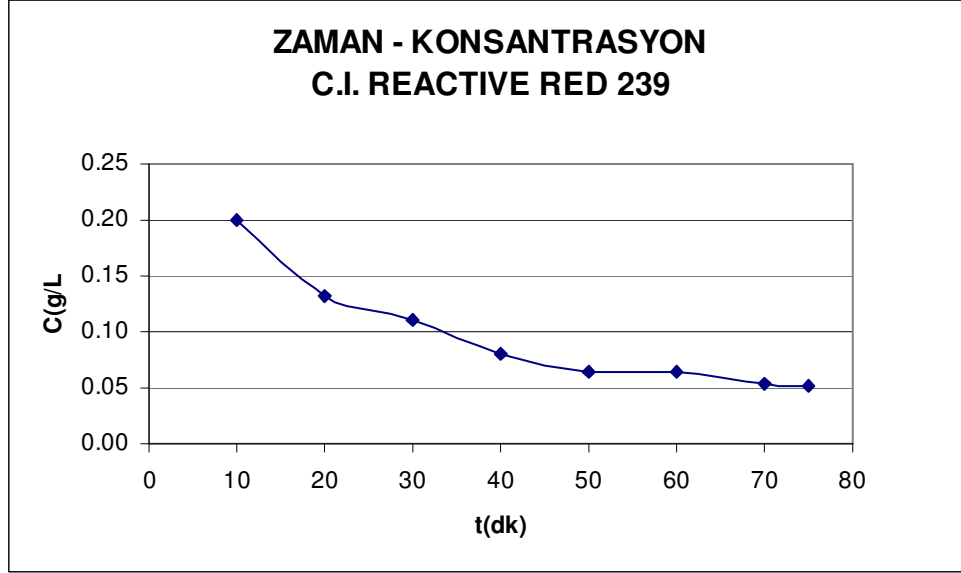
IV.3.9. C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 535 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.64'de sunulmuştur.

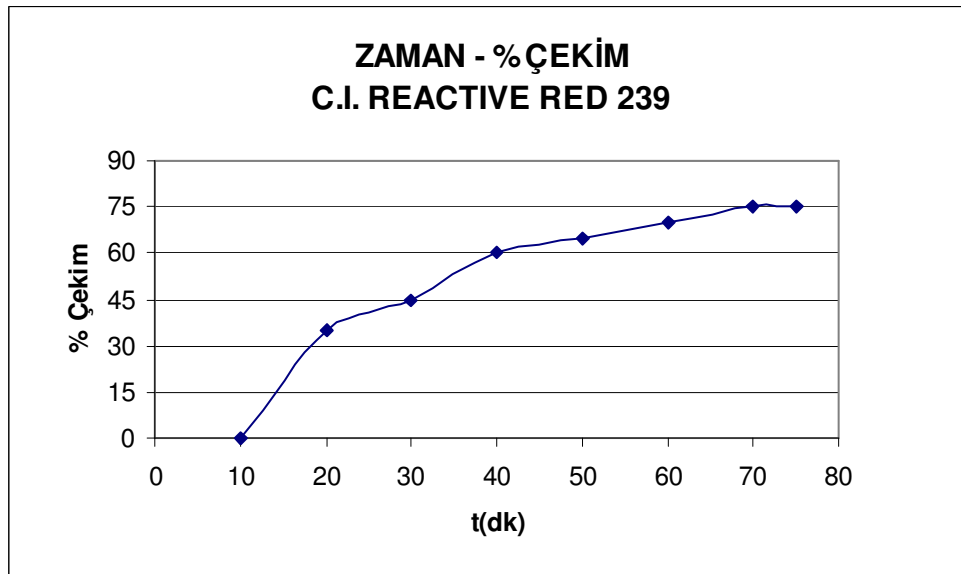
Tablo IV.64. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
10	0.402	0.20	0
20	0.306	0.13	35
30	0.268	0.11	45
40	0.215	0.08	60
50	0.190	0.07	65
60	0.189	0.06	70
70	0.171	0.05	75
75	0.168	0.05	75

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.31’de; zaman-% çekim grafiği ise Şekil IV.32’de gösterilmiştir.



Şekil IV.31. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.32. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 239 boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

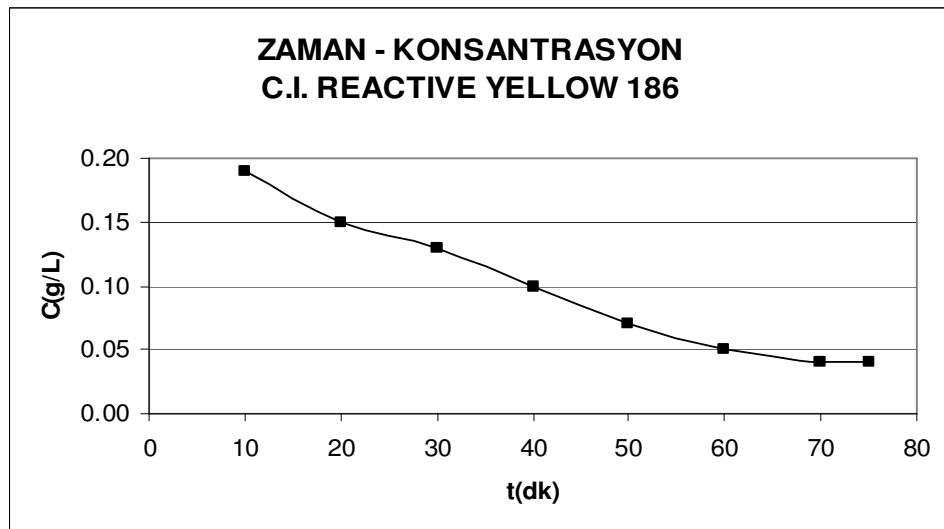
IV.3.10. C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 445 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.65'de sunulmuştur.

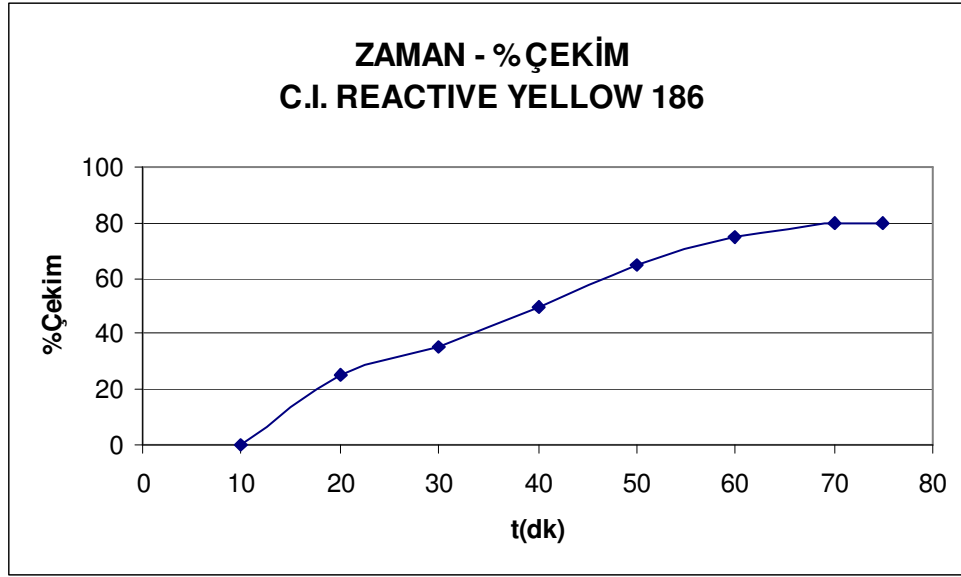
Tablo IV.65. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
10	0.420	0.19	0
20	0.340	0.15	25
30	0.309	0.13	35
40	0.270	0.10	50
50	0.215	0.08	60
60	0.183	0.05	75
70	0.159	0.04	80
75	0.152	0.04	80

% 100 bambu örme kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.33'de; zaman-%çekim grafiği ise Şekil IV.34'de gösterilmiştir.



Şekil IV.33. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.34. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

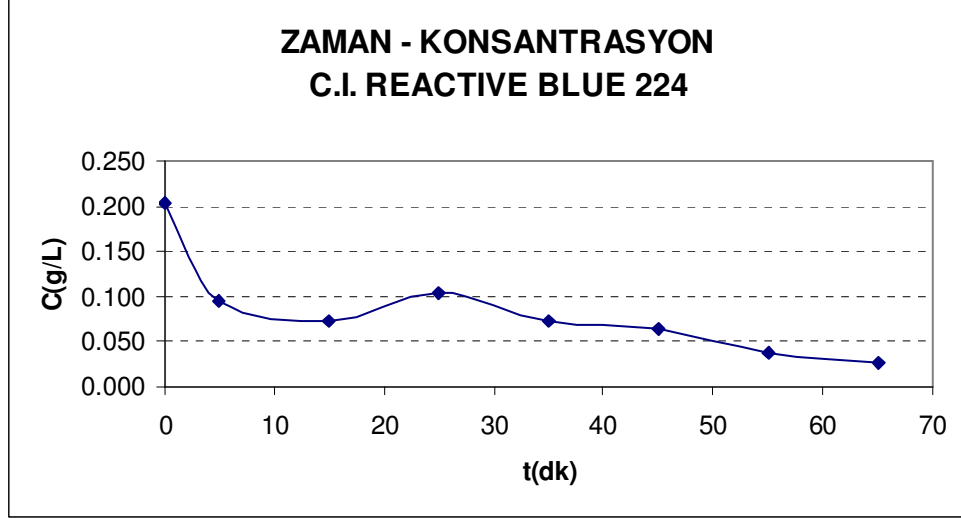
IV.3.11. C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 630 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.66'da sunulmuştur.

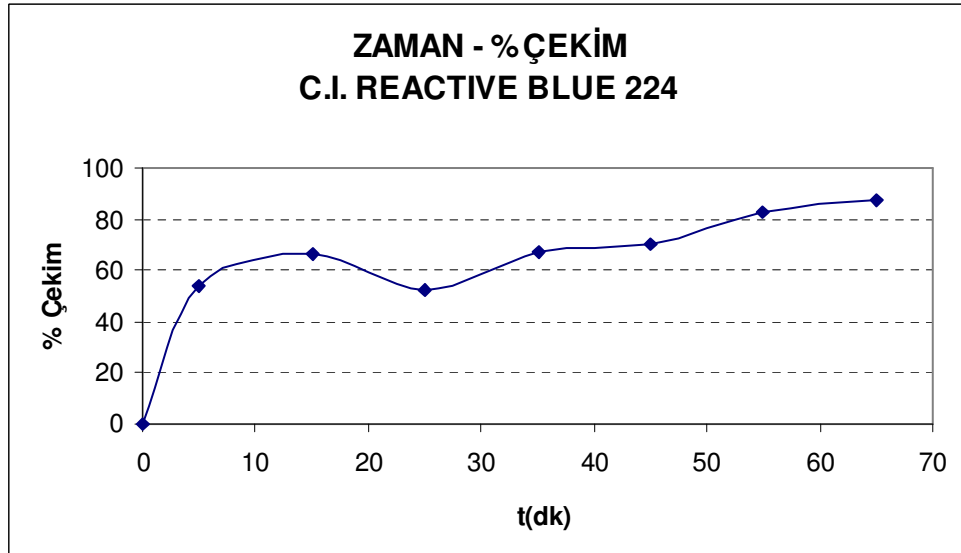
Tablo IV.66. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
0	0.47	0.204	0
5	0.242	0.094	54
15	0.199	0.073	67
25	0.263	0.104	53
35	0.196	0.072	67
45	0.181	0.065	71
55	0.126	0.038	83
65	0.103	0.027	88

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.35’de; zaman-% Çekim grafiği ise Şekil IV.36’da gösterilmiştir.



Şekil IV.35. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.36. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Blue 224 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

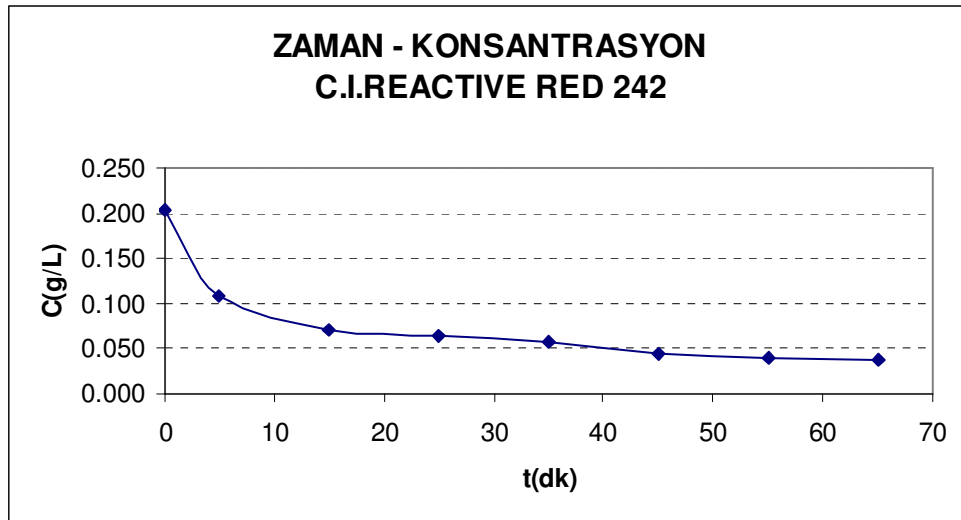
IV.3.12. C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 560 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.67'de sunulmuştur.

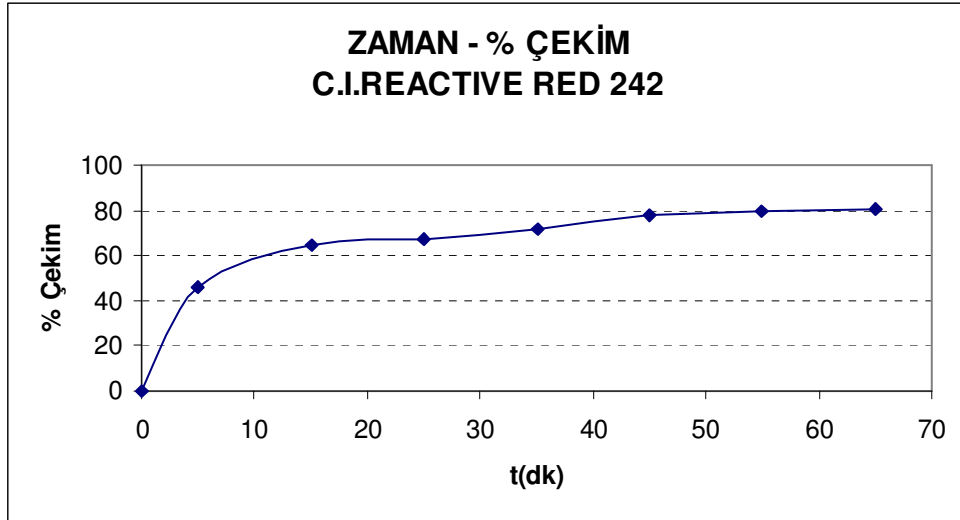
Tablo IV.67. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
0	0.454	0.204	0
5	0.228	0.108	46
15	0.140	0.070	65
25	0.127	0.065	68
35	0.110	0.057	71
45	0.081	0.045	78
55	0.069	0.040	80
65	0.065	0.038	81

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Red 242 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.37'de; zaman-% Çekim grafiği ise Şekil IV.38'de gösterilmiştir.



Şekil IV.37. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.38. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 242 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

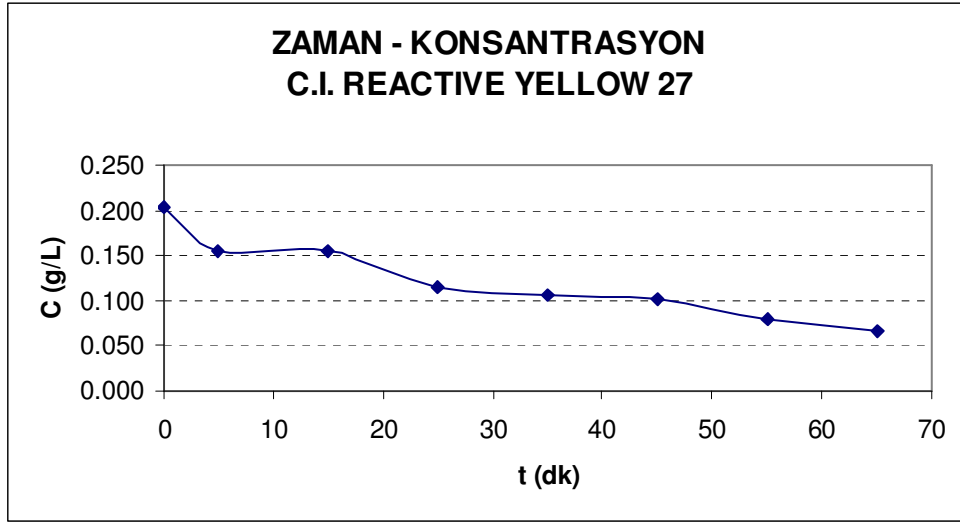
IV.3.13. C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 455 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.68'de sunulmuştur.

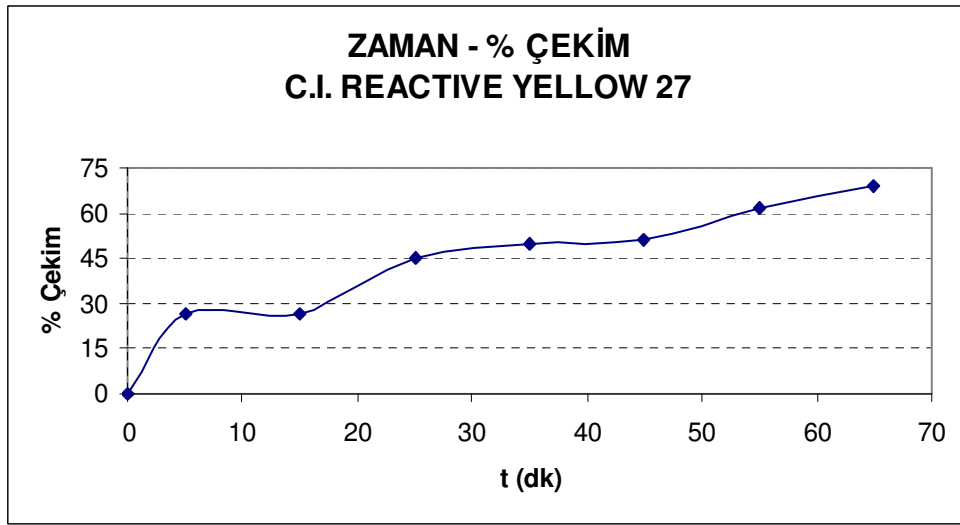
Tablo IV.68. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
0	0.508	0.204	0
5	0.388	0.155	26
15	0.386	0.154	27
25	0.293	0.116	45
35	0.268	0.106	50
45	0.260	0.102	51
55	0.205	0.080	62
65	0.170	0.066	69

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.39'da; zaman-% Çekim grafiği ise Şekil IV.40'da gösterilmiştir.



Şekil IV.39. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.40. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Yellow 27 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

IV.3.14. C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Gerçekleştirilen Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Sonuçlar

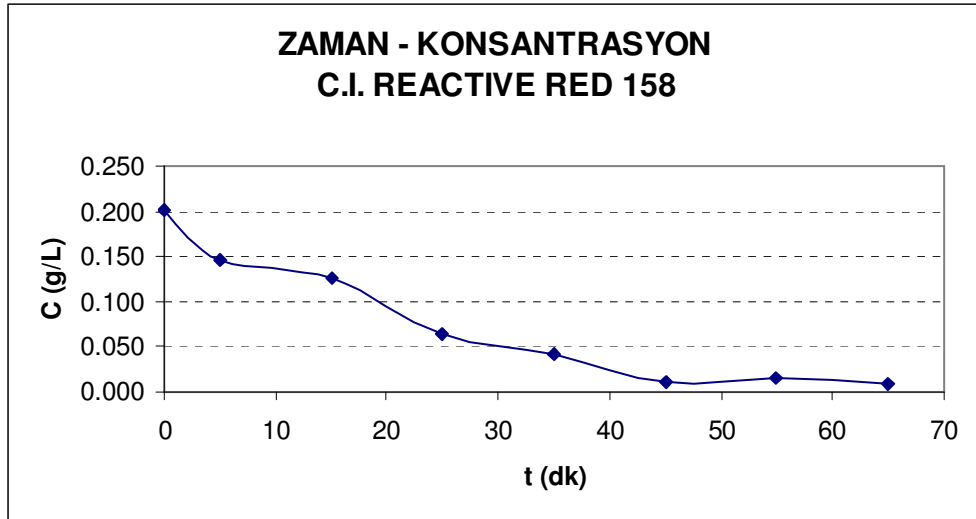
Ön işlem görmemiş % 100 bambu kumaş numunelerinin C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile boyanmalarına ait çekim özelliklerinin tespitinde, boyama banyosundan belirtilen zaman aralıklarında alınan çözeltilerin $\lambda_{\max}$: 530 nm'deki

absorbans değerleri ölçölmüştür. Buna göre elde edilen absorbans, konsantrasyon ve % çekim değerleri Tablo IV.69’da sunulmuştur.

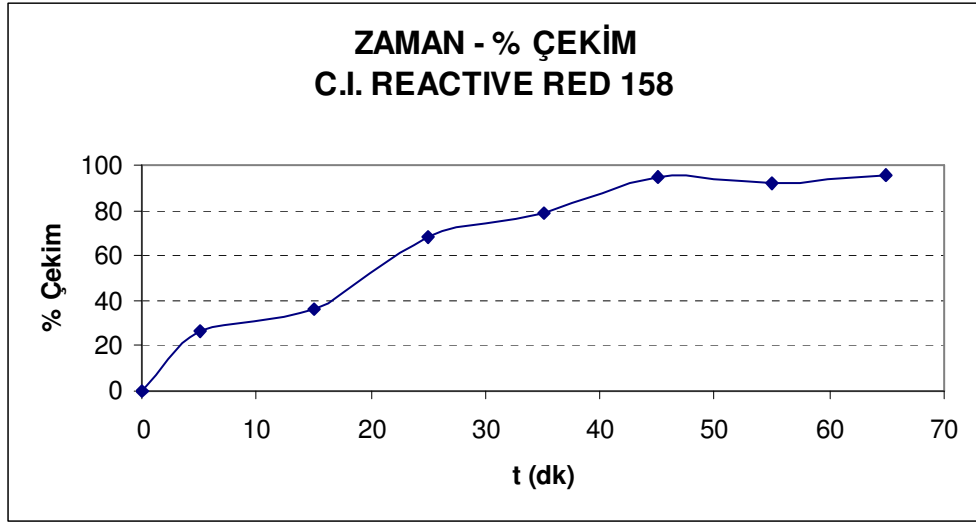
Tablo IV.69. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanmasına ait Absorbans, Konsantrasyon, % Çekim Değerleri

t(dk)	Absorbans	C(g/L)	% Çekim
0	0.393	0.201	0
5	0.324	0.147	27
15	0.299	0.127	36
25	0.218	0.064	68
35	0.192	0.043	78
45	0.151	0.011	95
55	0.158	0.016	92
65	0.148	0.009	96

% 100 bambu örme kumaşın C.I. Reactive Red 158 boyarmaddesi ile boyanmasına ait çekim özelliklerinin tespitinde, zaman-konsantrasyon grafiği Şekil IV.41’de; zaman-% Çekim grafiği ise Şekil IV.42’de gösterilmiştir.



Şekil IV.41. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Boyamaların Çekim Özelliklerine ait Zaman-Konsantrasyon Grafiği



Şekil IV.42. % 100 Bambu Örme Kumaşın C.I. Reactive Red 158 Boyarmaddesi ile Boyanmasında Zaman-% Çekim Grafiği

IV.3.15. Reaktif Boyarmaddelerin Reaktif Gruplarının Bambunun Boyanmasına Etkisi

Bambu örme kumaşın boyaması için değişik reaktif guruplara sahip reaktif boyarmaddeler kullanılmış bunlara ait % çekim hesapları Bölüm IV.4.2’de yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda elde edilen sonuçlar Tablo IV.70’de verilerek karşılaştırılmışır.

Tablo IV.70. Farklı Reaktif Guruplara Sahip Olan Reaktif Boyarmaddelerin Karşılaştırılması

Boyarmadde	Reaktif gurup	% Çekim oranı	Yapısı
C.I. Reactive Red 158	FCP (Diflorklorprimidin)	% 96	Monoazo
C.I. Reactive Blue 19	VS (Vinilsülfon)	% 90	Antrakinon
C.I. Reactive Blue 224	VS / VS	% 88	Antrakinon
C.I. Reactive Red 242	MFT (Monoflortriazin)	% 81	Monoazo
C.I.Reactive Yellow 186	VS	% 80	Monoazo
C.I. Reactive Red 239	VS/MCT (Monoklortriazin)	% 75	Monoazo
C.I. Reactive Yellow 27	DCC (Diklorkinoksalin)	% 69	Monoazo

Yapılan çalışmalarda; seçilen reaktif boyarmaddelerin yapısındaki bifonksiyonel grupların varlığının bambunun boyanmasını belirgin ölçüde etkilemediği Tablo IV.70’de görülmektedir. Farklı reaktif guruplara sahip

boyarmaddelerin % çekimleri karşılaştırıldığında, en iyi çekimin olduğu boyarmaddenin FCP, en düşük olduğu boyarmaddenin ise DCC reaktif gruplarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

IV.4. % 100 BAMBU MATERYALLERE UYGULANAN BEYAZLIK İNDEKSİ ÖLÇÜMÜ

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numunelerinin CIE beyazlık indeksleri reflektans spektrofotometresinde AATCC 110 -2005 standardına göre ölçülmüş ve elde edilen değerler Tablo IV.71’de verilmiştir [46].

Tablo IV.71. Her Bir İşlem Adımında Alınan % 100 Bambu Numunelerinin Beyazlık İndeksleri

	Ham	Piştirme	Ağartma
Bambu elyaf	61.2	66.4	69.9
Bambu iplik	31.6	37.7	66.2
Bambu kumaş	29.8	34.1	60.1

Deneyisel çalışmalarda kullanılan % 100 ham bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri arasındaki beyazlık indeksi farkları; % 100 ham bambu iplik ve kumaşların üretilmesi sırasında farklı lotlara sahip % 100 bambu elyaf kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

IV.5. BOYANMIŞ % 100 BAMBU MATERYALLERE UYGULANAN YIKAMA HASLIĞI TEST SONUÇLARI

Sırasıyla ön terbiye görmemiş, pişirme, ağartma işlemi uygulanmış ve daha sonura reaktif boyarmaddelerle boyanmış % 100 bambu numunelerine, ISO 105-CO6 yıkama haslığı standardının A1S koşuluna göre yıkama haslığı işlemi uygulanmıştır[51]. Yapılan yıkama haslığı testinin koşulları Tablo IV.72’de verilmiştir.

Tablo IV.72. Yıkama Haslığı İşlem Koşulları (A1S)

Sıcaklık (°C)	40
Süre (dakika)	30
Bilye Sayısı	10

Remazol Brilliant boyarmaddeleri ile boyanmış numuneler Tablo IV.72’de belirtilen koşullara göre yıkanmış ve daha sonra renk haslığı değerleri gri skala (ISO 105 AO2 / A03) kullanılarak belirlenmiştir. Boyanmış numunelerin yün, akrilik, poliester, poliamid, pamuk ve selüloz asetat kumaşı ne ölçüde lekelediği “mikrofiber” kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo IV.73a-b-c’de verilmiştir.

Tablo IV.73a. Boyanmış % 100 Bambu Elyaf Numunelerine ait Yıkamaya Karşı Renk Haslık Değerleri

Boyarmadde	İşlem	Renk değişimi	Lekeleme					
			*CA	Co	PA	PES	PAN	Wo
C.I. Reactive Blue 19	İşlem görmemiş	5	5	5	4-5	4-5	5	4-5
	Piştirme	4	5	4-5	4-5	5	5	5
	Ağartma	4	5	5	4-5	5	5	5
C.I. Reactive Red 239	İşlem görmemiş	4-5	5	5	4-5	5	4-5	4-5
	Piştirme	4-5	5	5	4-5	4-5	5	4-5
	Ağartma	4	5	5	4-5	5	5	5
C.I.Reactive Yellow 186	İşlem görmemiş	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Piştirme	4	5	5	4-5	5	4-5	4-5
	Ağartma	4	5	4-5	4-5	5	4-5	5

*CA: Selüloz Asetat; Co: Pamuk; PA: Poliamid; PES: Poliester; PAN: Akrilik; Wo:Yün

Tablo IV.73b. Boyanmış % 100 Bambu İplik Numunelerine ait Yıkamaya Karşı Renk Haslık Değerleri

Boyarmadde	İşlem	Renk değişimi	Lekeleme					
			CA	Co	PA	PES	PAN	Wo
C.I. Reactive Blue 19	İşlem görmemiş	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Pişirme	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Ağartma	4-5	5	5	4-5	5	5	5
C.I. Reactive Red 239	İşlem görmemiş	4-5	5	5	5	5	4-5	5
	Pişirme	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Ağartma	4	5	5	5	5	5	5
C.I.Reactive Yellow 186	İşlem görmemiş	4-5	5	5	4-5	5	5	5
	Pişirme	4-5	5	5	4-5	5	4-5	4-5
	Ağartma	4	5	5	5	5	4-5	5

Tablo IV.73c. Boyanmış % 100 Bambu Kumaş Numunelerine ait Yıkamaya Karşı Renk Haslık Değerleri

Boyarmadde	İşlem	Renk değişimi	Lekeleme					
			CA	Co	PA	PES	PAN	Wo
C.I. Reactive Blue 19	İşlem görmemiş	4-5	5	5	5	5	5	4-5
	Pişirme	5	5	5	4-5	4-5	4-5	5
	Ağartma	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4-5
C.I. Reactive Red 239	İşlem görmemiş	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Pişirme	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	Ağartma	4-5	5	5	5	4-5	4-5	5
C.I.Reactive Yellow 186	İşlem görmemiş	5	5	5	4-5	5	4-5	4-5
	Pişirme	5	5	5	5	5	5	5
	Ağartma	5	5	5	4-5	4-5	5	4-5

Reaktif boyarmaddelerle boyanmış bambu numunelerinin renk haslık değerlerinin iyi derecede olduğu; pişirme ve ağartma işlemleri yapıldıktan sonra boyanan numunelerle ön terbiye işlemi uygulanmamış numunelerin solma ve

lekeleme değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı Tablo IV.73a-b-c’de görölmektedir. Test sonuçları incelendiğinde, pişirme ve ağartma işlemlerinin bambu örme kumaşın renk haslık değerlerini iyileştirme yönünde önemli bir etki yapmadığı tespit edilmiştir.

IV.6. EMİCİLİK TESTİ

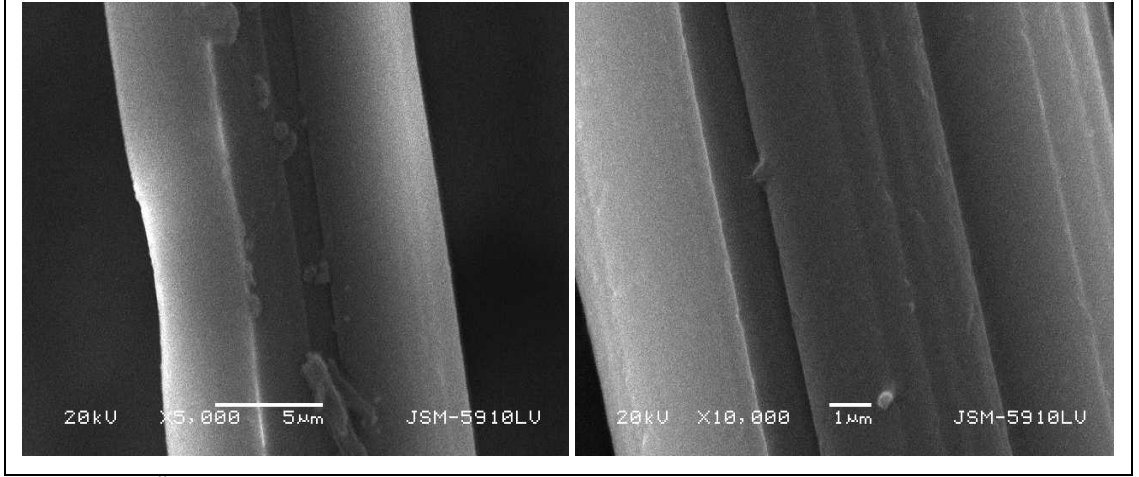
Bu test ilk önce ön işlem yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi yapılmış % 100 bambu kumaş numunelerine uygulanmıştır. Tüm numuneler reaktif boyarmaddelerle boyandıktan sonra test tekrar edilmiştir. Kumaş numuneleri kasnağa gergin şekilde sıkıştırıldıktan sonra damlalıkla kumaş yüzeyine 1cm den daha az bir mesafeden bir damla su damlatılarak, kumaşın suyu emiş süresi kronometre yardımıyla ölçülmüştür. Yapılan test sonucunda tüm numuneler için emiş süresinin 1 saniyenin altında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre % 100 ham bambu kumaşın hidrofililiğinin çok iyi olduğu ve boyama öncesi yapılan ön işlemlerin kumaş emiciliğine olumlu yönde bir katkısı bulunmadığı ortaya çıkmıştır.

IV.7. SEM GÖRÜNTÜLERİ

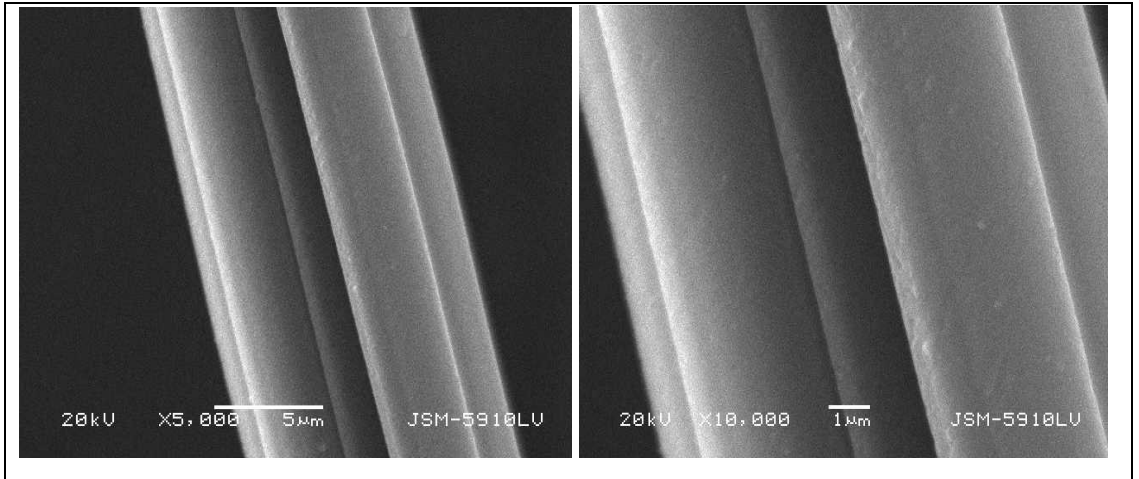
Sırasıyla ön işlem yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış % 100 bambu elyaf numunelerinin enine ve boyuna kesitleri SEM’de 20000 kata kadar büyütülerek incelenmiştir. Aynı elyaf numunelerinin kesitleri, Remazol boyarmaddeleriyle yapılan boyama işleminden sonra SEM ile tekrar incelenerek görüntüleri kaydedilmiş ve karşılaştırılmıştır.

IV.7.1. % 100 Bambu Elyaf Numunelerinin Boyuna Görüntülerinin İncelenmesi

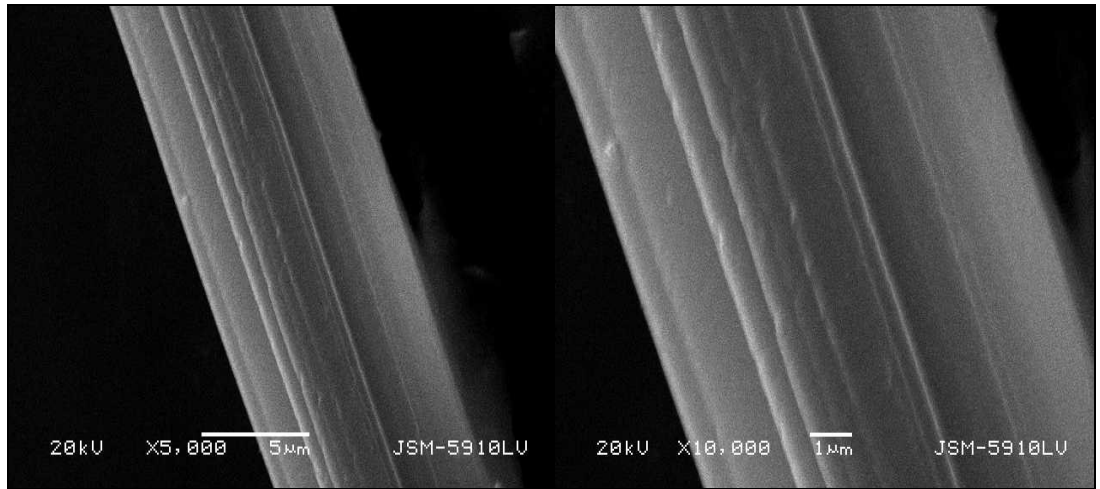
SEM mikroskopunda 5000 ve 10000 kat büyütülerek kaydedilmiş % 100 bambu elyaf numunelerinin boyuna görüntüleri Şekil IV. 43-48’de gösterilmiştir.



Şekil IV.43 Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri

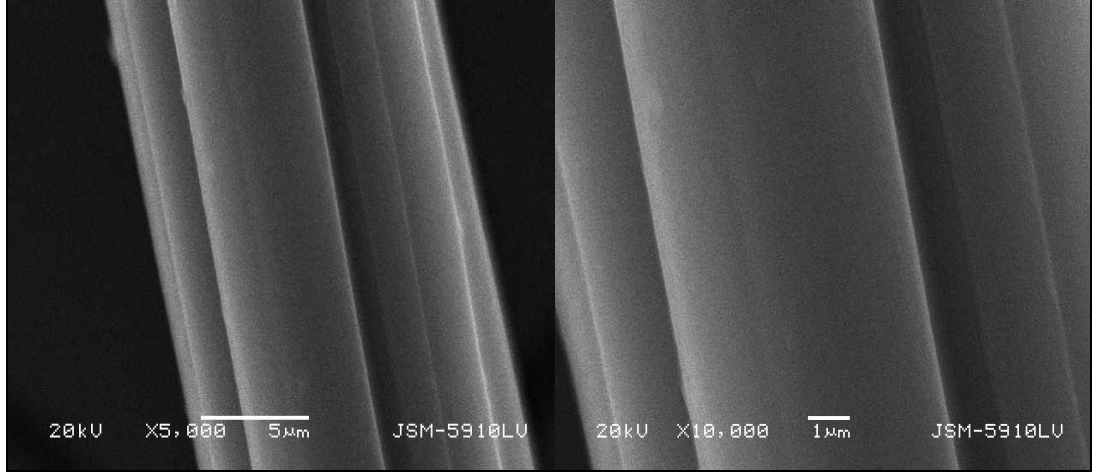


Şekil IV.44. Pişirme İşlemi Uygulanmış Boyanmamış Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri

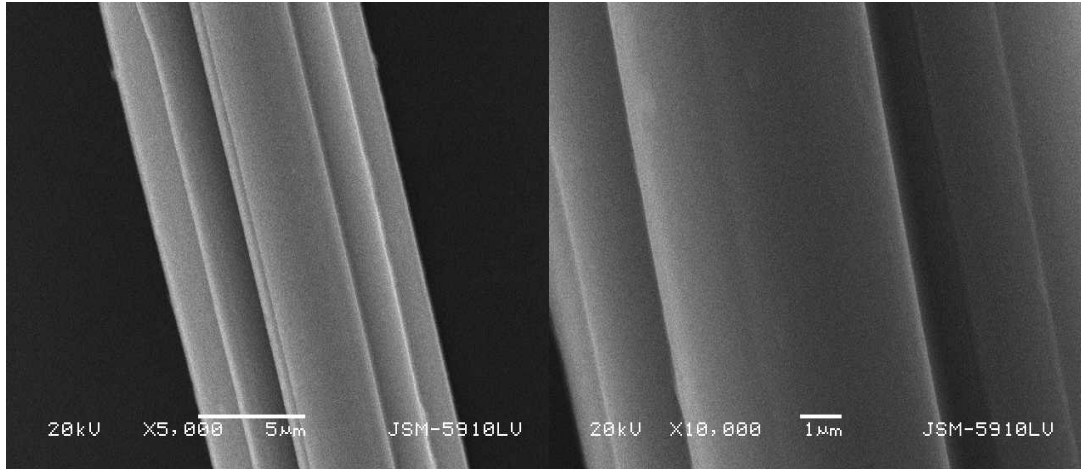


Şekil IV.45. Ağartma İşlemi Uygulanmış Boyanmamış Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri

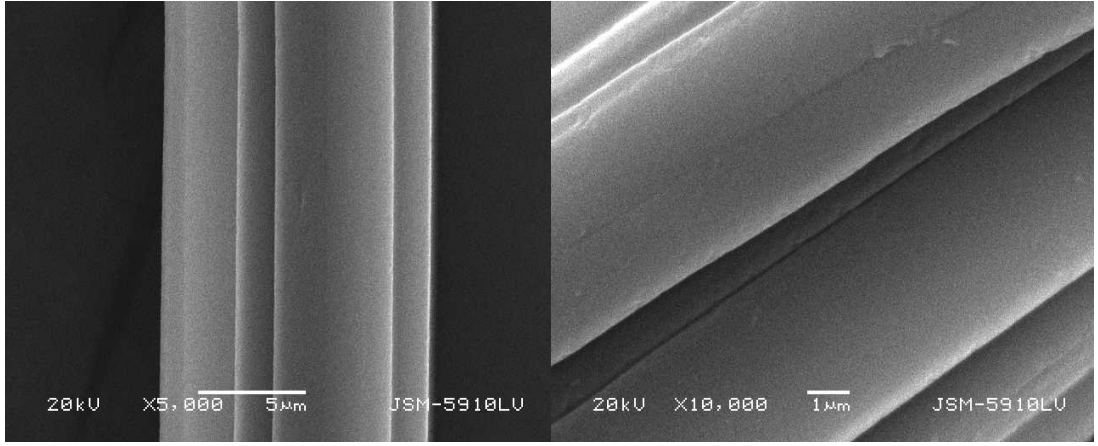
Şekil IV.43-45'deki SEM görüntüleri incelendiğinde ön işlem görmemiş ham elyaf numunelerinin yüzeylerinin düzgün olmadığı saptanmıştır. Bu düzgünsüzlüklerin büyük bir kısmı pişirme işleminden sonra kaybolmuştur. Ağartma işlemi uygulanmış elyaf yüzeylerinin ise biraz yıprandığı tespit edilmiştir.



Şekil IV.46. Ön Terbiye İşlemi Uygulanmadan Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri



Şekil IV.47. Pişirme İşlemi Uygulandıktan Sonra Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüsü



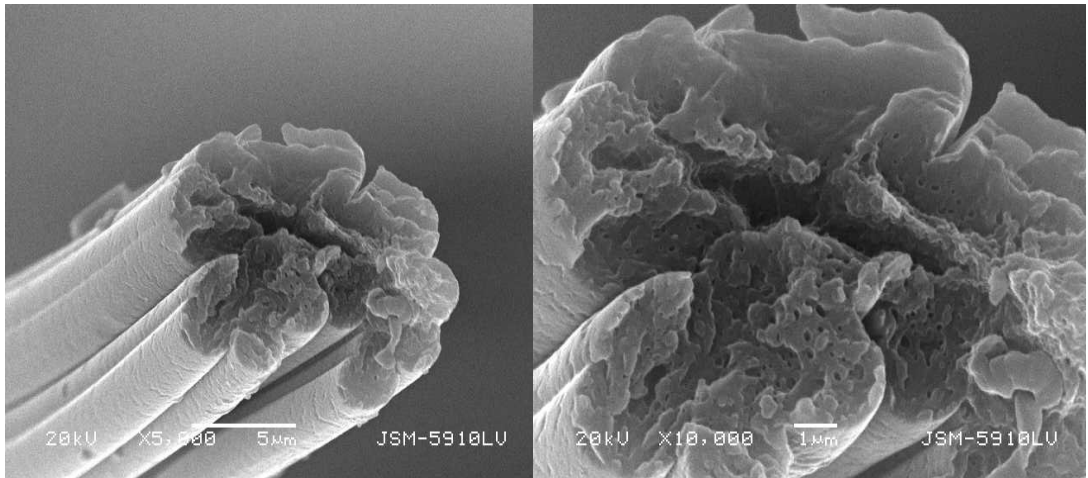
Şekil IV.48. Ağartma İşlemi Uygulandıktan Sonra Boyanan Bambu Elyaf Numunelerinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Boyuna Görüntüleri

Sırasıyla ön işlem yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış ve boyanmış elyaf numunelerinin boyuna görüntüleri de SEM ile incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Alınan görüntüler Şekil IV.46-48’de verilmiştir.

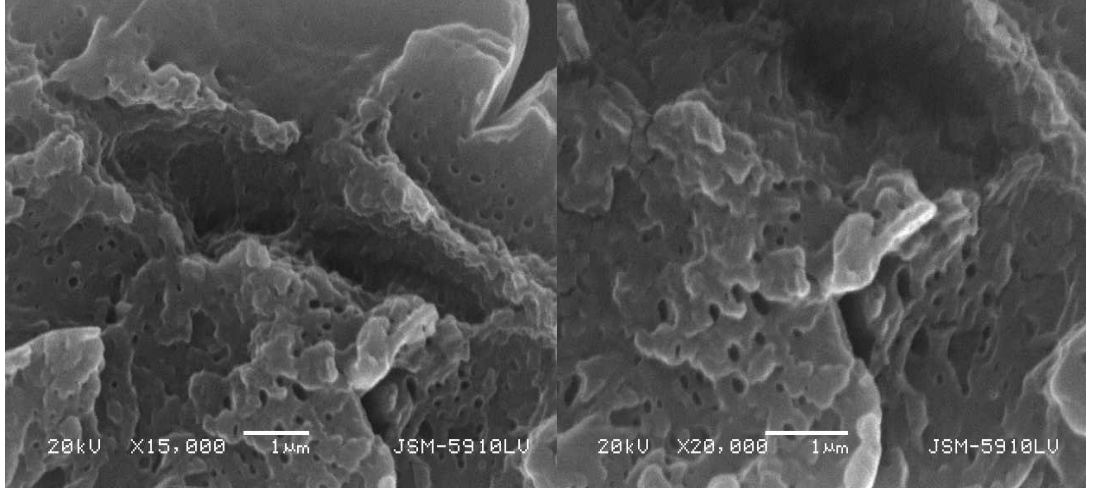
Ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış tüm elyaf numunelerinin yüzeyleri arasında boyama işleminden sonra önemli bir farklılık gözükmediği ve boyanan tüm elyaf numunelerinin yüzeylerinin düzgünleştiği tespit edilmiştir.

IV.7.2. % 100 Bambu Elyaf Numunelerinin Enine Kesitlerinin İncelenmesi

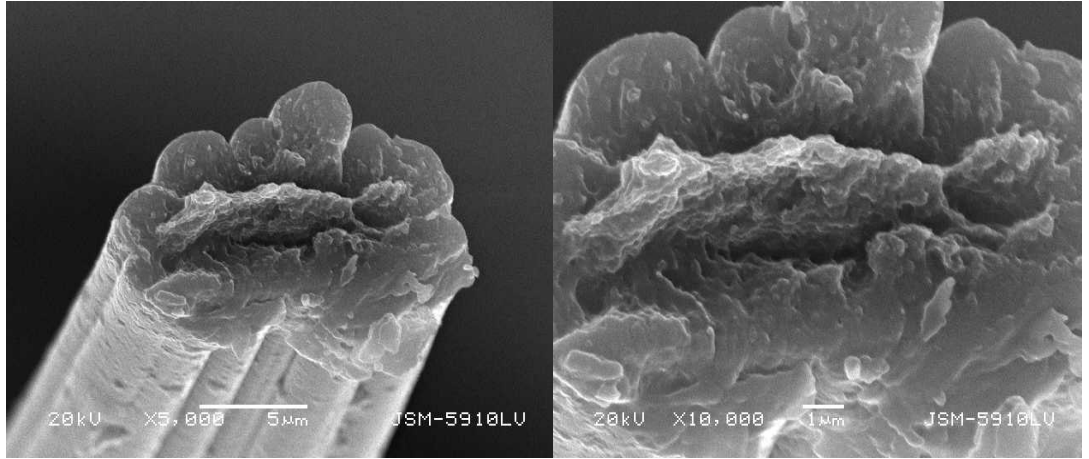
SEM mikroskopunda 20000 kata kadar büyütülmüş % 100 bambu elyaf numunelerinin enine kesit görüntüleri Şekil IV.49-50’de gösterilmiştir.



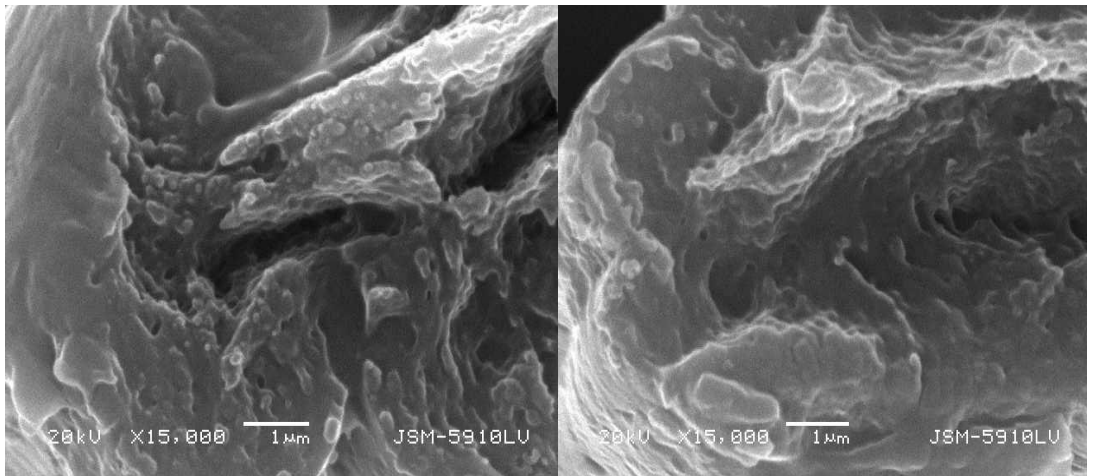
Şekil IV.49a. Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunesinin 5000 ve 1000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri



Şekil IV.49b. Ön İşlem Yapılmamış Ham Bambu Elyaf Numunesinin 15000 ve 20000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri



Şekil IV.50a. Ön Terbiye İşlemi Uygulanmadan Boyanan Bambu Elyaf Numunesinin 5000 ve 10000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri



Şekil IV.50b. Ön Terbiye İşlemi Uygulanmadan Boyanan Bambu Elyaf Numunesinin 15000 Kat Büyütülmüş Enine Kesit Görüntüleri

Ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış tüm bambu elyaf numunelerinin Şekil IV.49-50'deki SEM görüntüleri incelendiğinde; bambunun enine kesitinin düzgün daire şeklinde olmayıp, küçük silindir kümelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş bir yapıya sahip olduğu ve içinde mikro delikcikler (hava boşlukları) bulunduğu görülmektedir. Bambu elyafın yüksek su çekebilme yeteneğinin bu porozlu yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bambu elyafın içinde bulunan mikro boşlukların boyama işleminden sonra da kaybolmadığı tespit edilmiştir.

IV.8. % 100 BAMBU İPLİKLERE UYGULANAN MUKAVEMET TESTİ SONUÇLARI

Mukavemet, materyalin kullanımı yada giyim sırasında dışardan gelen kuvvetlerce uygulanan gerilim ve kopmaya dayanımını anlatan bir terimdir. İpliğin mukavemeti bir kalite kriteri olarak ifade edilmektedir.

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ön işlemsiz, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış, boyanmış ve boyanmamış % 100 bambu iplik numunelerin mukavemet kaybı ve % uzama miktarları 'Instron 4411' marka ve modelde iplik mukavemeti ölçme cihazı ile, TS 245 EN ISO 2062 standartına göre incelenmiştir. Kullanılan çene kuvveti ± 50 kgf, iplik çekim hızı 500 mm/dk dır [47].

Ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış % 100 bambu iplik numunelerinden 10'ar tane alınarak kopma mukavemetleri ve % uzama miktarları ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınmıştır. Sonuçlar Tablo IV.74'de verilmiştir.

Tablo IV.74. Boyama İşlemi Uygulanmamış % 100 Bambu İplik Numunelerine Yapılan Mukavemet ve % Uzama Testi Sonuçları

	Mukavemet (kgf)			% uzama		
	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik
	0.52	0.52	0.49	35.80	34.26	33.20
	0.58	0.50	0.51	34.90	27.20	31.20
	0.58	0.61	0.48	34.50	37.76	33.70
	0.63	0.52	0.51	34.00	32.50	36.10
	0.59	0.59	0.46	36.40	36.28	29.00
	0.60	0.61	0.45	32.30	34.50	30.00
	0.66	0.65	0.48	35.90	38.20	29.30
	0.58	0.48	0.45	34.10	30.70	30.00
	0.58	0.36	0.49	33.40	30.30	34.40
	0.62	0.67	0.46	35.10	33.35	33.70
Toplam	5.94	5.51	4.78	346.40	335.05	320.60
Ortalama	0.59	0.55	0.48	34.64	33.51	32.06
Standart sapma(±)	0.07	0.11	0.02	0.49	0.64	0.35

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, piştirme ve ağartma işlemi uygulanmış % 100 bambu iplik numuneleri Reaktif (C.I. Reactive Blue 19, C.I. Reactive Red 239ve C.I. Reactive Yellow 186) boyarmaddelerle boyanmış ve bu numunelerden 10'ar tane alınarak kopma mukavemetleri ve % uzama miktarları ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınmış, sonuçlar toplu halde Tablo IV.75-76-77'de verilmiştir.

Tablo IV.75. C.I. Reactive Blue 19 Boyarmaddesiyle Boyanan % 100 Bambu İplik Numunelerine Yapılan Mukavemet ve % Uzama Testi Sonuçları

	mukavemet (kgf)			% uzama		
	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik
	0.52	0.51	0.49	33.40	30.30	35.90
	0.53	0.57	0.48	34.00	32.40	34.80
	0.49	0.43	0.45	30.20	33.10	31.60
	0.51	0.49	0.47	31.60	32.10	34.20
	0.55	0.50	0.37	34.10	35.30	30.50
	0.51	0.50	0.42	34.60	31.50	32.30
	0.52	0.54	0.55	38.10	35.40	35.20
	0.48	0.52	0.50	34.10	35.60	23.60
	0.52	0.49	0.49	35.10	34.40	21.80
	0.52	0.46	0.44	33.80	29.90	35.80
Ortalama	0.52	0.50	0.47	33.90	33.00	31.57
Standart sapma (±)	0.02	0.04	0.04	0.28	0.28	0.07

Tablo IV.76. C.I. Reactive Red 239 Boyarmaddesiyle Boyanan % 100 Bambu İplik Numunelerine Yapılan Mukavemet ve % Uzama Testi Sonuçları

	mukavemet (kgf)			% uzama		
	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik
	0.53	0.55	0.52	32.00	30.10	31.30
	0.51	0.52	0.48	34.70	31.90	29.40
	0.57	0.48	0.51	33.40	33.70	33.60
	0.52	0.49	0.55	34.30	34.00	32.40
	0.54	0.46	0.43	31.00	33.70	31.60
	0.42	0.48	0.51	34.90	32.10	30.30
	0.58	0.46	0.43	37.00	32.80	31.10
	0.46	0.53	0.43	31.00	32.70	31.40
	0.55	0.51	0.39	31.80	34.80	34.60
	0.46	0.48	0.46	31.80	31.50	32.10
Ortalama	0.51	0.50	0.47	33.19	32.73	31.78
Standart sapma (±)	0.05	0.05	0.04	0.14	0.99	0.57

Tablo IV.77. C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddesiyle Boyanan % 100 Bambu İplik Numunelerine Yapılan Mukavemet ve % Uzama Testi Sonuçları

	mukavemet (kgf)			% uzama		
	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik	Ön işlemsiz ham iplik	Piştirme uygulanmış iplik	Ağartma uygulanmış iplik
	0.45	0.41	0.43	33.20	29.90	31.13
	0.53	0.52	0.48	32.80	32.00	29.30
	0.52	0.58	0.43	31.80	29.90	34.30
	0.48	0.51	0.45	32.00	32.70	33.10
	0.55	0.46	0.49	35.20	33.80	30.90
	0.49	0.56	0.45	32.70	32.30	33.70
	0.49	0.46	0.55	35.10	34.90	30.10
	0.54	0.43	0.49	34.70	32.50	29.50
	0.43	0.48	0.45	27.90	33.70	32.70
	0.49	0.48	0.54	32.80	30.70	32.40
Ortalama	0.50	0.49	0.48	32.82	32.24	31.71
Standart sapma (±)	0.03	0.05	0.08	0.28	0.57	0.90

Üç farklı renkteki reaktif boyarmadde ile boyanmış % 100 bambu iplik numunelerine uygulanan mukavemet test sonuçları karşılaştırıldığında sırasıyla ön terbiye işlemi görmemiş, piştirme ve ağartma işlemi uygulanmış numunelerin kopma mukavemet ve % uzama değerlerinin giderek azaldığı tespit edilmiştir. Karşılaştırılan değerler toplu halde Çizelge IV.78’de sunulmuştur.

Tablo IV.78a. Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmış % 100 Bambu İplik Numunelerine ait Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması

Yapılan işlem	Mukavemet Değerleri (cN/tex)							
	Boyanmamış	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Blue 19	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Red 239	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Yellow 168 B	% azalma miktarı*
Ön işlem uygulanmamış	29.5		26.0		25.5		25.0	
Piştirme işlemi uygulanmış	27.5	%7	25.0	%4	25.0	%2	19.6	%2
Ağartma işlemi uygulanmış	24.0	% 19	23.5	% 10	23.5	%8	24.0	%4

* % azalma miktarları ön işlem uygulanmamış mukavemet ve % uzama değerlerine göre kıyaslanarak hesaplanmıştır.

Tablo IV.78b. Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmış % 100 Bambu İplik Numunelerine ait % Uzama Değerlerinin Karşılaştırılması

Yapılan işlem	% Uzama Değerleri							
	Boyanmamış	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Blue 19	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Red 239	% azalma miktarı*	C.I. Reactive Yellow 186	% azalma miktarı*
Ön işlem uygulanmamış	34.64		33.90		33.19		32.82	
Pişirme işlemi uygulanmış	33.51	%3	33.00	%3	32.73	% 1	32.24	%2
Ağartma işlemi uygulanmış	32.06	%7	31.57	%7	31.78	%4	31.71	%3

* % azalma miktarları ön işlem uygulanmamış mukavemet ve % uzama değerlerine göre kıyaslanarak hesaplanmıştır.

IV.9. % 100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN PATLAMA TESTİ SONUÇLARI

Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ön işlemsiz, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış, reaktif boyarmaddelerle (Remazol bm) boyanmış ve boyanmamış % 100 bambu örme kumaş numunelerinden 5'er tane alınarak 20 saniye içerisindeki patlama mukavemetleri ve patlama esnasındaki şişmeleri ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınmıştır. Test numunesi patladığı andaki basınç "kPa"; şişme ise "mm" cinsinden bilgisayar ekranında okunmuştur. Tüm Sonuçlar Tablo IV.79'da verilmiştir.

Tablo IV.79. % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Patlama Mukavemeti ve Patlama Esnasındaki Şişme Değerlerinin Karşılaştırılması

Uygulanan İşlem	Patlama Mukavemeti (kPa)	% Azalma miktarı*	Şişme (mm)	Standart Sapma±
Ön işlem uygulanmamış	351.0		15.8	4.5
Pişirme işlemi uygulanmış	330.3	% 6	15.1	1.5
Ağartma işlemi uygulanmış	291.2	% 17	16.0	1.9
Ön işlem uygulanmadan boyanmış	311.5		17.2	3.3
Pişirme işlemi uygulanmış boyanmış	303.6	% 3	15.9	0.8
Ağartma işlemi uygulanmış boyanmış	288.7	% 7	16.5	4.7

* % azalma miktarları ön işlem uygulanmamış patlama mukavemet değerlerine göre kıyaslanarak hesaplanmıştır.

Ön terbiye işlemi uygulanmamış bambu örme kumaşın her işlem adımından sonra patlama mukavemetinde azalma olduğu görülmektedir. Aynı işlem adımları için boyanmış ve boyanmamış kumaş numuneleri karşılaştırıldığında, boyanmış numunelerin mukavemetlerinin boyanmamış numunelere oranla daha düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bambu örme kumaşa boyama ve ön terbiye işlemlerinin uygulanmasıyla, şişme değerlerinin belirgin bir şekilde etkilenmediği saptanmıştır.

IV.10. % 100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN SÜRTÜNME DAYANIMI TEST SONUÇLARI

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış ve boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin sürtünme dayanımları Nu-Martindale cihazı kullanılarak (9 kPa basınç uygulanmak suretiyle) test edilmiş, işlem üçer kez tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları ve % azalma miktarları hesaplanarak Tablo IV.80’de verilmiştir.

Tablo IV.80. % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerine ait Sürtünme Değerlerinin Karşılaştırılması

Uygulanan İşlem	Devir sayısı	% azalma miktarı
Ön işlem uygulanmamış	102000	
Pişirme işlemi uygulanmış	99000	% 3
Ağartma işlemi uygulanmış	93000	% 9
Ön işlem uygulanmadan boyanmış	81000	
Pişirme işlemi uygulanmış boyanmış	75000	% 7
Ağartma işlemi uygulanmış boyanmış	75000	% 7

* % azalma miktarları ön işlem uygulanmamış devir sayısı değerlerine göre kıyaslanarak hesaplanmıştır.

% 100 Bambu örme kumaşın sürtünme dayanımının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ön terbiye işlemi görmemiş ham kumaşın en yüksek sürtünme dayanımına sahip olduğu, ön terbiye yapılmış kumaşın sürtünme dayanımında biraz azalma olduğu, boyanma sonrasında ise sürtünme dayanımının en düşük seviyede olduğu görülmektedir.

IV.11 % 100 BAMBU ÖRME KUMAŞLARA UYGULANAN BONCUKLANMA TESTİ SONUÇLARI

Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış ve boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin boncuklanma düzeyleri Nu-Martindale test cihazı yardımıyla tespit edilmiştir. Boncuklanma testi yapılacak kumaşlardan numune kesme cihazıyla üçer tane 100 cm² lik alana sahip numuneler alınmış, hassas terazide tartımları yapıldıktan sonra Nu-Martindale test cihazında 2000 devirdeki sürtünmeye maruz bırakılmıştır. İşlem sonunda numunelerin boncuklanma değerleri skaladan (EMPA Pilling Photographic Standarts) karşılaştırılmak suretiyle değerlendirilmiştir. Yapılan boncuklanma testleri sonucunda elde edilen değerler Tablo IV.81’de görülmektedir.

Tablo IV.81. Boyanmış ve Boyanmamış Bambu Örme Kumaş Numunelerine Uygulanan Boncuklanma Test Sonuçları

Uygulanan İşlem	Boncuklanma*
Ön işlem uygulanmamış	1-2
Pişirme işlemi uygulanmış	1-2
Ağartma işlemi uygulanmış	1-2
Ön işlem uygulanmadan boyanmış	1-2
Pişirme işlemi uygulanmış boyanmış	1-2
Ağartma işlemi uygulanmış boyanmış	1-2

**Boncuklanma, derecelerine göre 1’den 5’e kadar değerlendirilirler. 5-Boncuklanma yok 1- ileri derecede boncuklanma*

Boncuklanma; incelik, uzunluk, kıvrım, kesit şekli, kopma mukavemeti gibi lif özellikleri, iplik ve kumaşın yapısal özellikleri ve kumaşa uygulanan bitim işlemleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Örme kumaşlar dokuma kumaşlara oranla daha az yoğun oldukları için lifler arasında daha geniş boşluklar vardır ve yüzeye göç daha kolay olur. Bu nedenle örme kumaşlarda boncuklanmaya daha çok rastlanmaktadır.

Tablo IV.81’de görüldüğü gibi tüm numunelerin boncuklanma değerleri oldukça düşüktür. Yüzey düzgünlüğünün artırılması amacıyla % 100 bambu örme kumaş numunelerine apre işlemleri uygulanmıştır.

IV.12. BONCUKLANMAYI AZALTMAK İÇİN YAPILAN BİTİM İŞLEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ön terbiye işlemi yapılmadan reaktif boyarmaddelerle boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerine reçine ve enzim kullanılarak apre işlemi uygulanmış, daha sonra tüm numunelerin boncuklanma düzeyleri tespit edilmiş, kütleleri ve patlama mukavemetleri ölçülmüştür. Testler beşer kez tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları hesaplanarak Tablo IV.82’de verilmiştir.

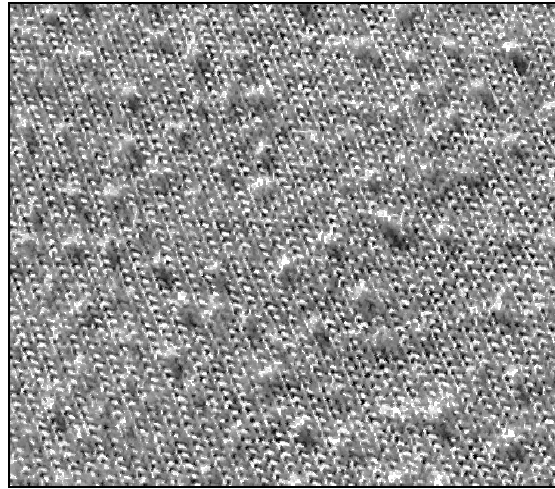
Tablo IV.82. Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmış % 100 Bambu Örme Kumaş Numunelerinin Apre Uygulanmadan Önce ve Sonraki Ağırlık, Boncuklanma Testi ve Patlama Mukavemeti Değerlerinin Karşılaştırılması

	Apre işlemi uygulanmadan önce	Apre işlemi uygulandıktan sonra	
		Enzim*	Reçine*
Ağırlık (g)	0.1856 ± 0.0001	0.1837 ± 0.0002	0.1876 ± 0.0002
Boncuklanma	1-2	2-3	3-4
Patlama Mukavemeti (kPa)	311.5 ± 3.3	286.4 ± 5.1	307.6 ± 5.4
Ağırlık Değişimi		- % 1.02	+ % 1.08
Patlama Mukavemeti Değişimi		- % 7.90	- % 1.09

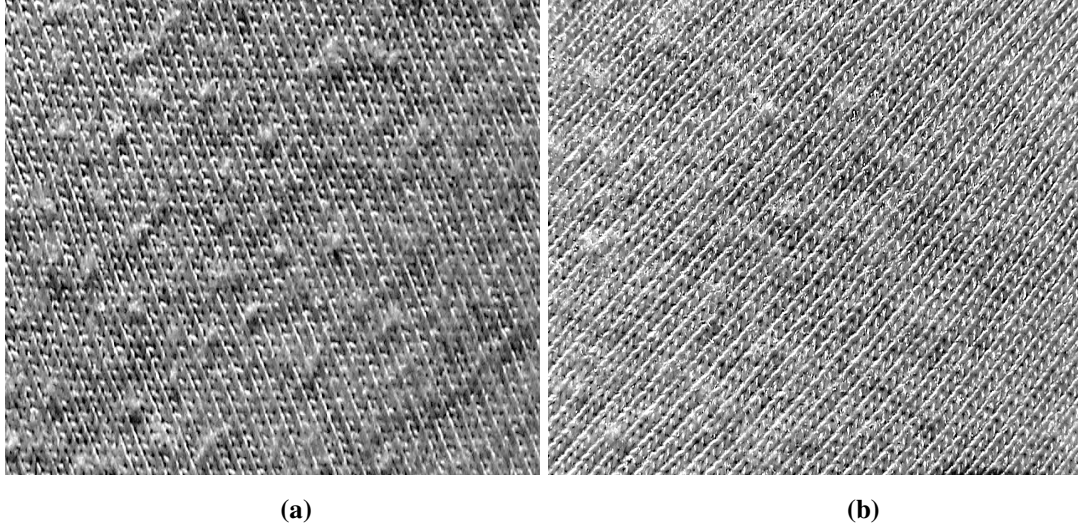
*Enzim Yöntemi ile yapılan apre işlemi (biyoparlatma): Cellusoft L

*Reçine Yöntemi ile yapılan apre işlemi: Stabitex ETR-T+

Reaktif boyarmaddelerle boyanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin apre işlemi öncesi ve sonrası kumaş yüzeylerindeki değişim Şekil IV.51 ve 52’de gösterilmiştir.



Şekil IV..51 Reaktif Bm ile Boyanan % 100 Bambu Örme Kumaş Yüzeyinin Görüntüsü (Apre İşlemi Uygulanmamış Yüzey)



Şekil IV.52 Boncuklanmayı gidermek amacıyla yapılan apre işlemi sonrası kumaş yüzeyi görüntüleri: (a) Enzim kullanılarak yapılan apre işlemi sonrası kumaş yüzeyi, (b) Reçine kullanılarak yapılan apre işlemi sonrası kumaş yüzeyi

Reçine kullanılarak gerçekleştirilen apre işleminden sonra bambu örme kumaş yüzeyindeki boncuklanmanın enzim kullanılına oranla çok daha az olduğu görülmektedir.

Her iki apre işleminden sonra da kumaş gramajında önemli düzeyde bir farklılık oluşmamıştır. Enzim kullanılarak gerçekleştirilen biyoparlatma işlemi sonucunda yüzeydeki tüycüklerin uzaklaştırılmasıyla, boncuklanma eğiliminde iyileşme olurken kumaş mukavemetinde % 8'e varan bir düşüş gözlenmiştir. Buna Selülaz enziminin tüycükleri uzaklaştırırken lif yapısına da zarar vermiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Reçine kullanılarak yapılan apre işlemi sonucunda, enzim kullanılarak yapılan oranla çok daha az mukavemet kaybı gözlenmiştir. Reçine, bambu örme kumaşın dokuları arasına girerek boşlukları kaplamış, bambu örme kumaş mukavemetinde önemli bir düşüşe neden olmadan iyi düzeyde yüzey düzgünlüğü sağlamıştır.

IV.13. İLERİ ANALİZ

Bu bölümde; tekstil malzemesi olarak kullanılan bambu hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olunması amacıyla, liflerin iç yapısı, polimerizasyon derecesi, % kristalinite oranı ve tanecik boyutu incelenmiş, elde edilen sonuçlar % 100 pamuk lifleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan deney ve testler için % 100 ham

bambu / pamuk örme kumaş ve onlardan alınan iplik ve elyaf numuneleri kullanılmış ve ileri analiz testlerinden önce bu numunelere çeşitli fiziksel testler uygulanmıştır.

IV.13.1. % 100 Ham bambu ve ham pamuk örme kumaş numunelerinin karşılaştırılması

% 100 Pamuk ve bambu kumaştan alınan iplik ve elyaf numuneleri karşılaştırıldığında, bambu elyafın pamuğa göre biraz daha kalın, bambu elyaf mukavemetinin pamuğa göre biraz daha düşük değerde olduğu görülmüştür. Bambu elyafın % uzama miktarının pamuğunun yaklaşık üç katı kadar olduğu saptanmıştır. Bambu ve pamuğun incelenen diğer özellikleri ise benzerdir (Tablo IV.83).

Tablo IV.83. % 100 Ham Pamuk ve Bambu Kumaştan Alınan İplik ve Elyaf Numunelerinin Fiziksel Özellikleri

Test	Standart	Bambu	Pamuk
Kumaş ağırlık (g/m^2)	TS 251 (2-1991)	130 ± 0.7	140 ± 0.4
İplik numarası (Ne)	TS 255 ISO 7211-5 (1-1989)	30/1	30/1
İplik büküm	TS 256 ISO 7211-4 (1-1989)	Z	Z
İplik tur sayısı (tur/m)	TS 247 (1-1989)	700 ± 6	690 ± 3
Elyaf uzunluğu (cm)	ASTM D 5103-01	4.2 ± 0.2	2.4 ± 0.1
Elyaf inceliği (dtex)	TS 2874 (11-1977)	1.7	1.5
Elyaf mukavemeti (cN/tex)	BS EN ISO5079 (1-1996)	21	24
Elyaf kopma anındaki % uzama	BS EN ISO5079 (1-1996)	11.4 ± 0.4	5.2 ± 0.2

TabloIV.84’de görüldüğü gibi % 100 bambu ve pamuk kumaşların UV geçirgenlikleri, UPF koruma faktörleri, hava geçirgenlik ve boncuklanma değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Bambu materyalin ıslanma derecesi pamukla kıyaslandığında oldukça iyidir. Bambu örme kumaşın patlama mukavemetinin pamuğa göre düşük olmasına rağmen sürtünmeye karşı dayanımının çok daha yüksek olduğu görülmektedir [24, 25].

Tablo IV.84. % 100 Pamuk ve Bambu Kumaş Numunelerine Uygulanan Testlerin Sonuçları

Test		Standart	Sonuç	
			Bambu	Pamuk
UV Geçirgenliği (%)	Ortalama UVA (315-400 nm)	AS/NZS 4399:1996	23,2	21,7
	Ortalama UVB (290-315 nm)		17,4	16,2
Koruma Faktörü	Ortalama UPF		5,52 ± 0.39	5,87 ± 0.36
Hava Geçirgenlik (mm/s)		TS 391 EN ISO 9237/Nisan 1999 (Deney alanı 20cm ²)	1720	1700
Püskürtmeli Su İticilik	Islanma Derecesi	TS 259 EN 24920/Nisan2001	0	ISO 2
Emicilik (s)	Damla Testi		< 1	60<
Patlama Mukavemeti (kPa)	Hidrolik Metod	TS 393 EN ISO 13938-1/12-2002	351.0 ± 4.5	569.9 ± 5.2
Sürtünme Dayanımı	Nu-Martindale	TS EN ISO 12947-2/ 4-2001	102000	28000
Boncuklanma	Nu-Martindale	TS EN ISO 12945-2/ 4-2002	1-2	1-2

IV.13.2. Viskozite – Polimerizasyon derecesi ve Molükül ağırlığı hesaplanması

Polimerlerin mol kütlelerinin büyüklüğü, polimerlerin özelliklerini etkileyen ve doğrudan kullanım yerlerini belirleyen önemli bir kriterdir. Polimerlerin DP'sinin, dolayısıyla mol kütlelerinin artması zincirlerin uzaması anlamına gelir. Zincir boyunun uzaması ise zincirler arası dolaşmaları arttırarak polimerlerin çözünürlüğünü azaltır [15].

Bu bölümde selülozik yapıya sahip % 100 ham bambu ve pamuk elyafın polimerizasyon derecesinin viskozite yöntemiyle bulunmasına yönelik hesaplamalar Bölüm II.6'da verilen denklemlerden ve gerekli tablolardan yararlanılmak suretiyle yapılmıştır. Daha sonra bulunan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

IV.13.2.1 Bambunun Polimerizasyon Derecesinin Hesaplanması

Tablo IV.117'de % 100 ham bambu elyafın Cuen'deki değişik konsantrasyonlarına ait üç çözeltisinden 20°C'de elde edilen viskozite ölçüm

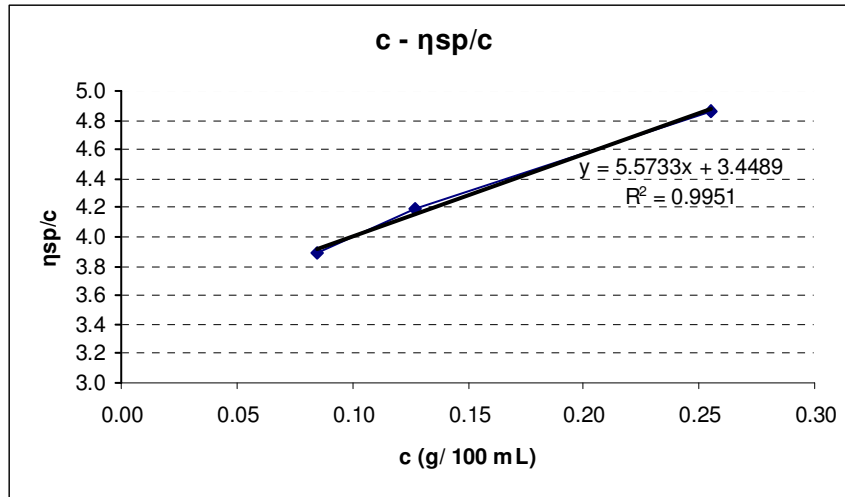
sonuçları görülmektedir. Şekil IV.53’de ise Tablo IV.85’den alınan verilerden yararlanılarak çizilen $c-\eta_{sp}/c$ doğrusu verilmiştir. Grafikten okunacak $[\eta] = 3.4489$ değeriyle birlikte selüloz-cuen için Mark Houwink sabitlerinden alınan $K_p = 0.0098$ dL/g ve $\alpha = 0.9$ verileriyle, bambunun mol kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

Tablo IV.85. Bambunun Cuen’deki Çözeltilerinden 20°C de Elde Edilen Viskozite Ölçüm Sonuçları.
Cuen akış süresi $t_0 = 142$ s

Derişim $c(\text{g/dL})$	Zaman $t \text{ (s)}$	Bağıl viskozite $\eta_r = t/t_0$	Spesifik viskozite $\eta_{sp} = \eta_r - 1$	η_{sp}/c (dL/g)
0.255	318	2.239	1.239	4.861
0.127	218	1.535	0.535	4.198
0.085	189	1.331	0.331	3.894

Intrinsik viskozite’nin($[\eta]$) Grafik Çizilerek Hesaplanması

$c-\eta_{sp}/c$ ilişkisini gösteren Şekil IV.53’deki grafikten yararlanılarak $c=0$ ’a yapılacak ekstrapolasyonla intrinsik viskozite $[\eta]$ bulunmuş, daha sonra da (II.14) eşitliği yardımıyla polimerizasyon derecesi ve molekül ağırlığı hesaplanmıştır.
 $[\eta] = 3.4489$ dL/g



Şekil IV.53. $c-\eta_{sp}/c$ ilişkisi.

$$[\eta] = K_p \times (DP)^\alpha$$

$$(K_p = 0.0098 \text{ dL/g}; \alpha = 0.9)$$

$$3.4489 = 0.0098 \times (DP)^{0.9}$$

$$DP_{\text{bambu}} = 675 \text{ bulunur.}$$

İntrinsik viskozite'nin([η]), [η]c - η /η_o Tablosu Yardımıyla Hesaplanması

[η] değeri, [η]c - η /η_o tablosu yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [53].

$$\eta_r = t / t_o = \eta / \eta_o = 2.239 \rightarrow [\eta]c = 0.937$$

$$0.937 = [\eta]c; (c= 0.255\text{g}/100\text{mL})$$

$$[\eta] = 3.674 \text{ dL/g}$$

$$[\eta] = K_p \times (DP)^\alpha$$

$$(K_p = 0.0098 \text{ dL/g}; \alpha = 0.9)$$

$$DP_{\text{bambu}} = 724 \text{ bulunur.}$$

IV.13.2.2 Pamuğun Polimerizasyon Derecesinin Hesaplanması

% 100 ham pmuk elyafa ait [η] değeri, [η]c - η /η_o tablosu yardımıyla Tablo IV.86'daki gibi hesaplanmıştır [53].

Tablo IV.86. Pamuğun Cuen'deki Çözeltilisinden 20°C de Elde Edilen Viskozite Ölçüm Sonucu

t (s)	t _o	Hr=t/t _o	c(g/100mL)	[η] c
2136	142	15.042	0.255	4.108

$$\eta_r = t / t_o = \eta / \eta_o = 15.042 \rightarrow [\eta]c = 4.108$$

$$4.108 = [\eta]c; (c= 0.255)$$

$$[\eta] = 16.1098$$

$$[\eta] = k_p \times (DP)^\alpha$$

$$(K_p = 0.0098 \text{ dL/g}; \alpha = 0.9)$$

$$DP_{\text{pamuk}} = 3742 \text{ bulunur.}$$

Tablo IV.87'de % 100 bambu ve pamuk elyafa ait, [η]c - η /η_o tablosundan alınan değerlerden hesaplanan [η] ve Mark-Houwink eşitliği yardımıyla bulunan polimerizasyon dereceleri (DP) görülmektedir. Bu bağıntıda kullanılan “K_p” ve “α”, Mark-Houwink sabitleri olup polimer-çözücü sistemine göre değişmektedir. Hesaplmalar selüloz-cuen çözeltisi için literatürde kullanılmış farklı “K_p” ve “α” değerleriyle yapılmıştır[41,42,79].

TabloIV.87. Mark-Houwink eşitliği yardımıyla bulunan polimerizasyon dereceleri (DP)

K_p (dL/g)	α	K_p ve α değerlerinin alındığı kaynaklar	DP	
			Bambu	Pamuk
0.0098	0.9	[41,42]	724 (675*)	3742
0.01107	0.9	[79]	632	3269
0.0075	1	[41,42]	490	2147

$$[\eta]_{\text{bambu}} = 3.674 \text{ dL/g}; [\eta]_{\text{pamuk}} = 16.109 \text{ dL/g}$$

(*Grafik yardımıyla bulunan $[\eta] = 3.4489$ ile hesaplanan DP değeri)

Selüloz - cuen için farklı K_p ve α değerleri kullanıldığında DP değerlerinin değişmekte olduğu Tablo IV.87’de görülmektedir. Ancak sonuçlar incelendiğinde tüm hesaplamalarda da % 100 bambu elyafın DP’sinin, % 100 pamuk elyafının yaklaşık 1/5’i kadar olduğu görülmektedir.

IV.13.2.3. Bambu ve Pamuk Elyafın Mol Kütlesinin Hesaplanması

% 100 bambu ve pamuk elyafa ait molekül ağırlıkları, Mark-Houwink eşitliği (II.18) yardımıyla bulunmuştur. Bu bağıntıda kullanılan “ k_m ” ve “ α ”, Mark-Houwink sabitleri olup selüloz – cuen çözeltisi için k_m için 0.000125 dL/g, α için 0.9 alınmıştır [79].

$$[\eta] = k_m M_v^\alpha$$

$$[\eta]_{\text{bambu}} = 3.674; [\eta]_{\text{pamuk}} = 16.109$$

$$M_{\text{bambu}} = 92193 \quad M_{\text{pamuk}} = 476380$$

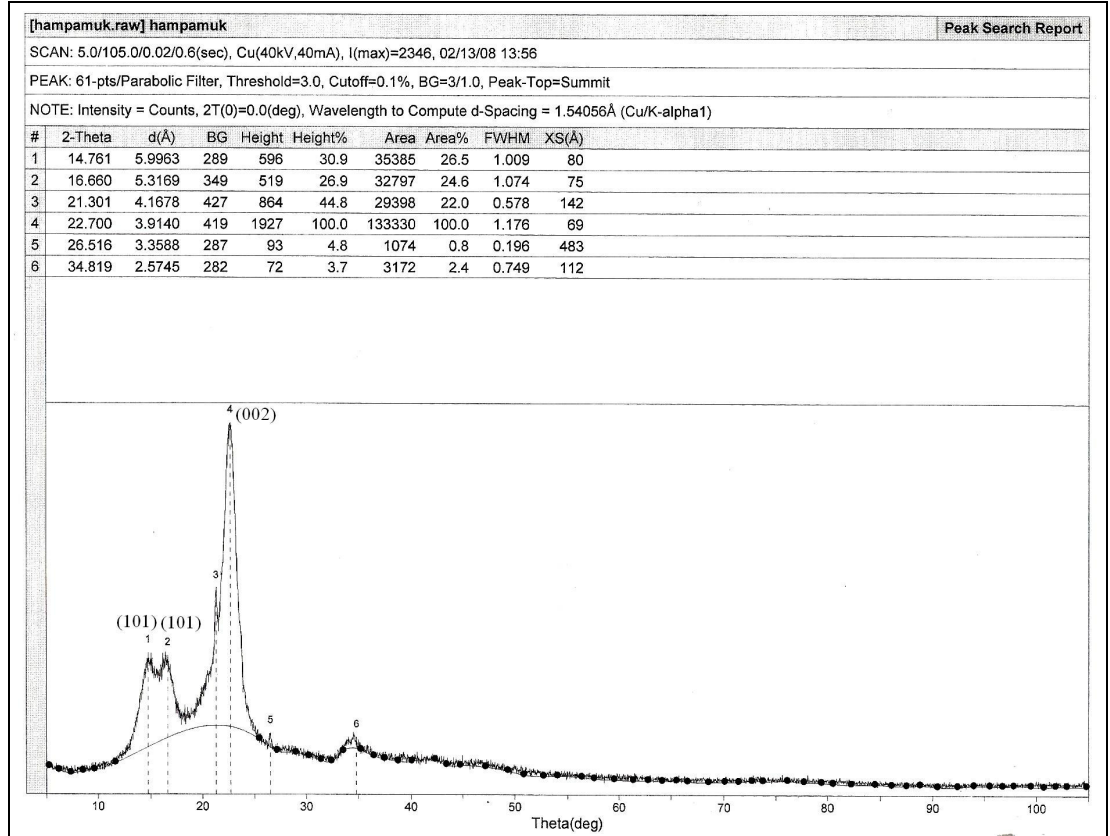
Sonuçlar incelendiğinde bambunun molekül ağırlığının da, pamuğunun yaklaşık 1/5’i kadar olduğu görülmektedir.

IV.13.3. Tanecik büyüklüğü ve % Kristalinite Hesaplanması

Rigaku model XRD (X-ışını kırınımı) cihazı yardımıyla, önce % 100 pamuklu örme kumaşa ait kırınım deseni çizilmiş (Şekil.IV.54), şiddetleri (Intensity) bulunmuş (Tablo IV.88) ve bu değerler literatürdeki değerlerle karşılaştırılmıştır [36]. Daha sonra aynı yöntem kullanılarak % 100 bambu örme kumaş için de XRD kırınım deseni oluşturulmuş (Şekil.IV.55) ve şiddetleri (Tablo IV.89) bulunmuştur. % 100 pamuk ve bambu örme kumaşa ait XRD kırınım desenleri Şekil IV.56'da verilerek karşılaştırılmıştır. XRD sonuçlarından yararlanılarak iki malzeme için de tanecik büyüklüğü ve % kristalinite değerleri hesaplanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tablo IV.88. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait θ -2 θ XRD Kırınım Deseni Değerleri

hkl	2- θ	D(Å)	BG	Yükseklik	Yükseklik %	Alan	Alan%	FWHM
101	14.761	5.9963	289	596	30.9	35385	26.5	1.009
101	16.660	5.3169	349	519	26.9	32797	24.6	1.074
002	22.700	3.9140	419	1927	100.0	133330	100.0	1.176

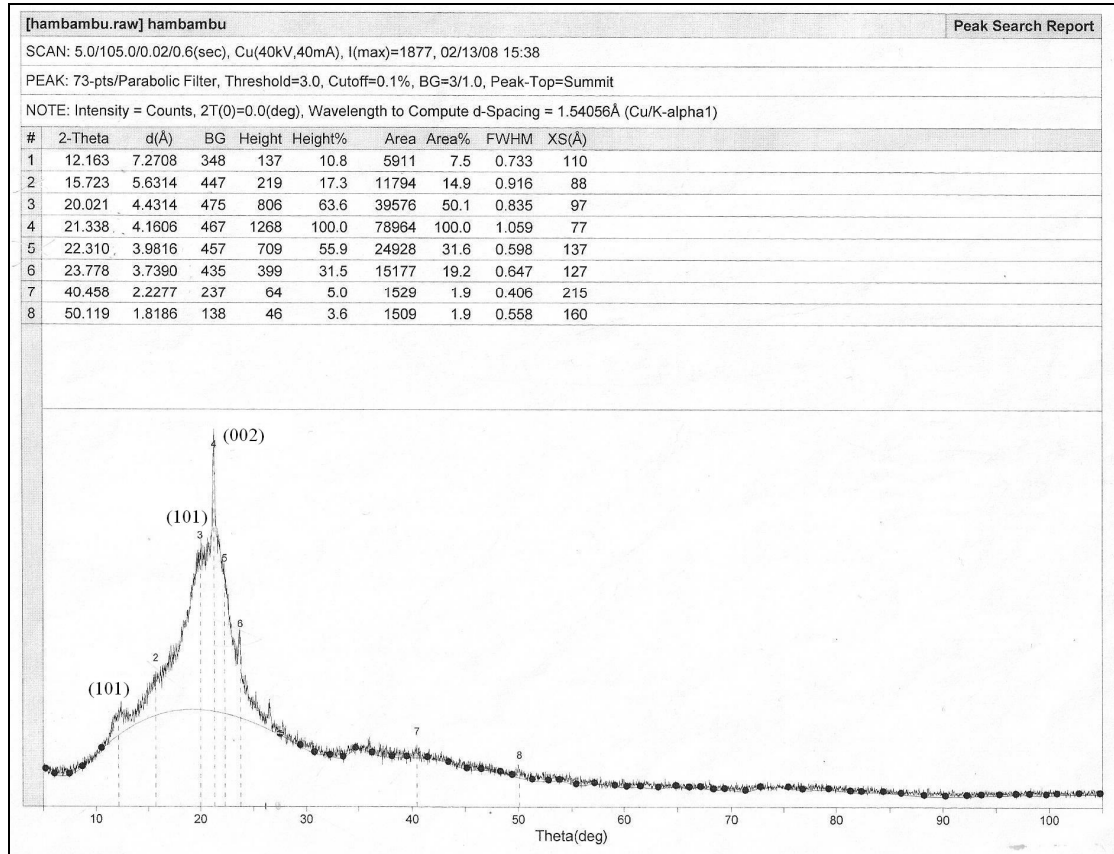


Şekil IV.54. % 100 Ham Pamuk Numunesinin X-ışını Kırınım Deseni (1)

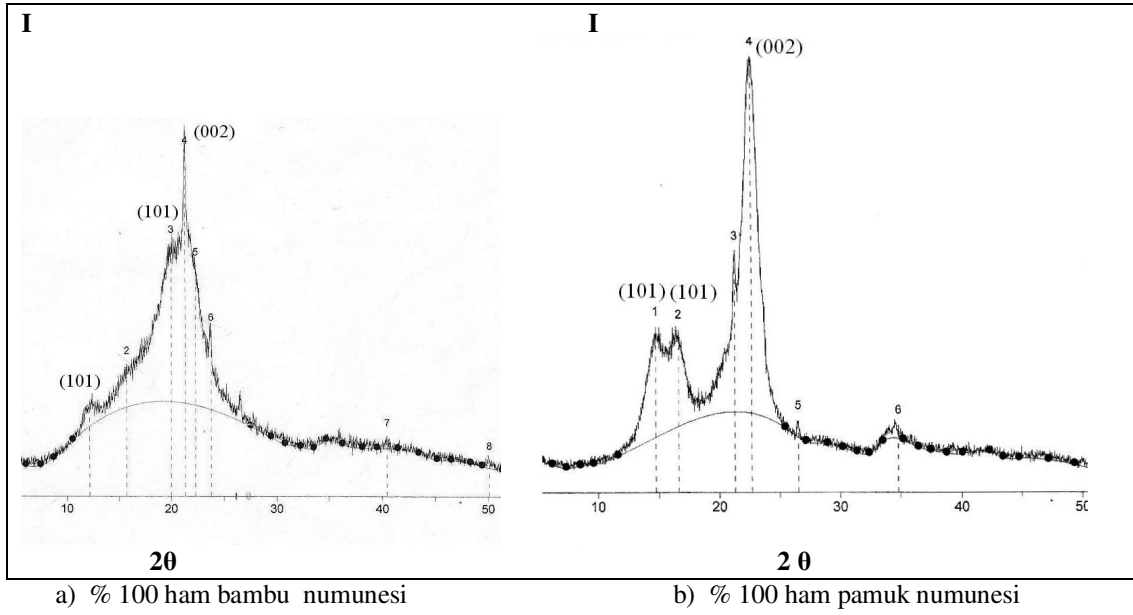
(2-Theta θ : Açık; d(Å): Düzlemler arası uzaklık; I (Intensity): Şiddet ; BG (Background): Amorf bölgeyi ifade eder; Height (yükseklik): kristalin bölgeye ait şiddet (I); Area (Alan): Pik altında kalan kristalin bölgeye ait alan; FWHM (Full width half maximum): Yarı maksimumda pik genişliği

Tablo IV.89. % 100 Ham Bambu Numunesine ait θ -2 θ XRD Kırınım Deseni Değerleri

hkl	2- θ	D(Å)	BG	Yükseklik	Yükseklik %	Alan	Alan%	FWHM
101	12.163	7.2708	348	137	10.8	5911	7.5	0.733
101	20.021	4.4314	475	806	63.6	39576	50.1	0.835
002	21.338	4.1606	467	1268	100.0	78964	100.0	1.059



Şekil IV.55. % 100 Ham Bambu numunesinin X-ışını Kırınım Deseni (1)



Şekil IV.56. a) % 100 Ham Bambu ve b) % 100 Ham Pamuk Numunelerinin X-ışını Kırınım Desenlerinin Karşılaştırılması

IV.13.3.1. Tanecik Büyüklüğünün Hesaplanması

Tanecik büyüklüğü, XRD kırınım deseninde görülen en şiddetli pike ait değerler kullanılarak Scherrer formülü (II.28) yardımıyla hesaplanmıştır [39]. XRD analizinde Cu K α radyasyon kaynağı kullanıldığından hesaplamalarda $\lambda = 1.5402 \text{ \AA}$ olarak alınmış ve gerekli değerler Tablo IV.90’da gösterilmiştir.

Tablo IV.90. % 100 bambu ve pamuk elyaf için hesaplanan tanecik büyüklükleri

Pik	% 100 Bambu			% 100 Pamuk		
	2 θ	FWHM	Tanecik büyüklüğü (Å)	2 θ	FWHM	Tanecik büyüklüğü (Å)
101	12.163	0.733	110	14.761	1.009	80
101	20.021	0.835	97	16.660	1.074	75
002	21.338	1.059	77	22.700	1.176	69

002 pik değerlerine ait tanecik büyüklükleri incelendiğinde % 100 bambu lifinin kristal boyutunun % 100 pamuk lifinin kristal boyutundan daha büyük olduğu tespit edilmiş ve aralarındaki bu oranın 1.1 olduğu ($t_{\text{bambu}}/t_{\text{pamuk}} = 1.1$) sonucuna varılmıştır.

IV.13.3.2. % Kristalinitenin Hesaplanması

% Kristalinite değerleri, uygulanan tekniklere göre farklılıklar gösterdiği için [22], bambu lifinin % kristalinite değeri çeşitli yöntemlerle hesaplandıktan sonra pamuk lifi için de aynı hesaplamalar yapılmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

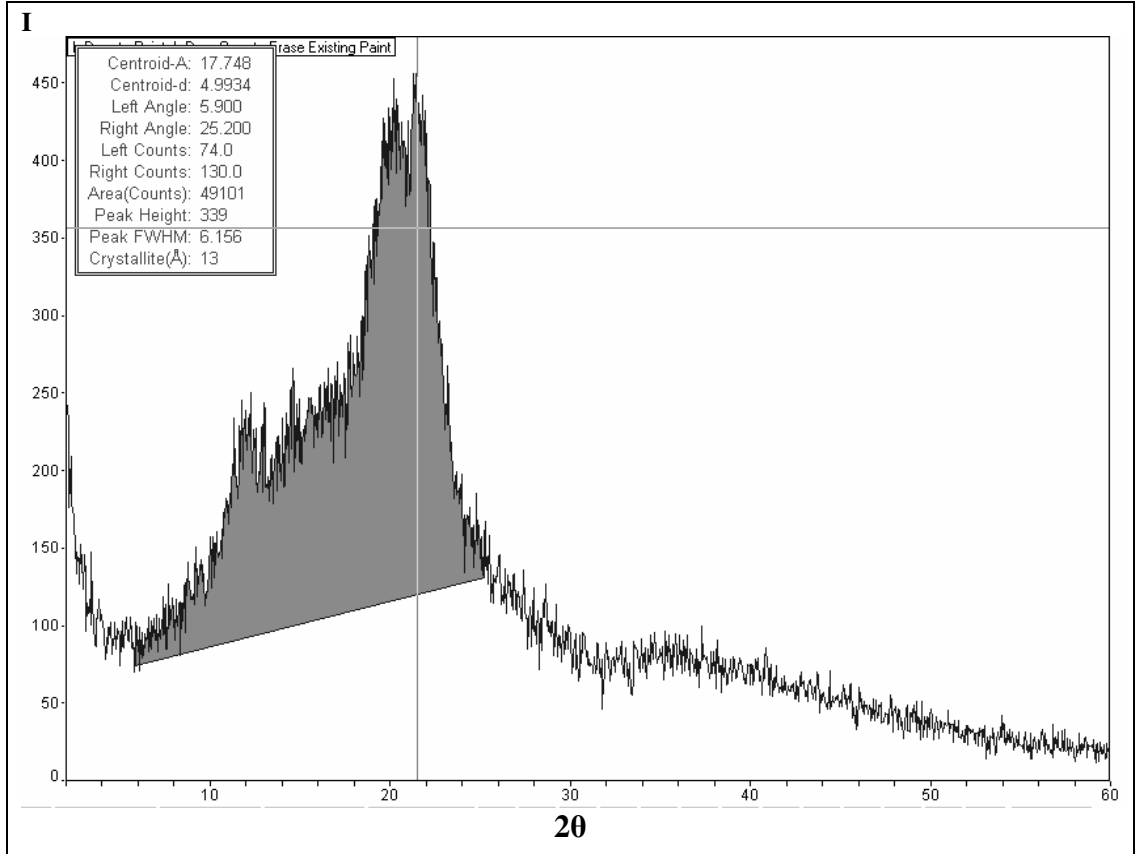
% 100 ham bambu ve pamuk materyallerine ait % kristalinite değerlerini hesaplayabilmek için pik şiddetlerinden ve X-ışını kırınım deseni grafiğindeki integral alan hesaplarından yararlanılmıştır. XRD analizinde Cu K_α radyasyon kaynağı kullanıldığından hesaplamalarda $\lambda = 1.5402 \text{ \AA}$ olarak alınmıştır.

Birinci Yöntem

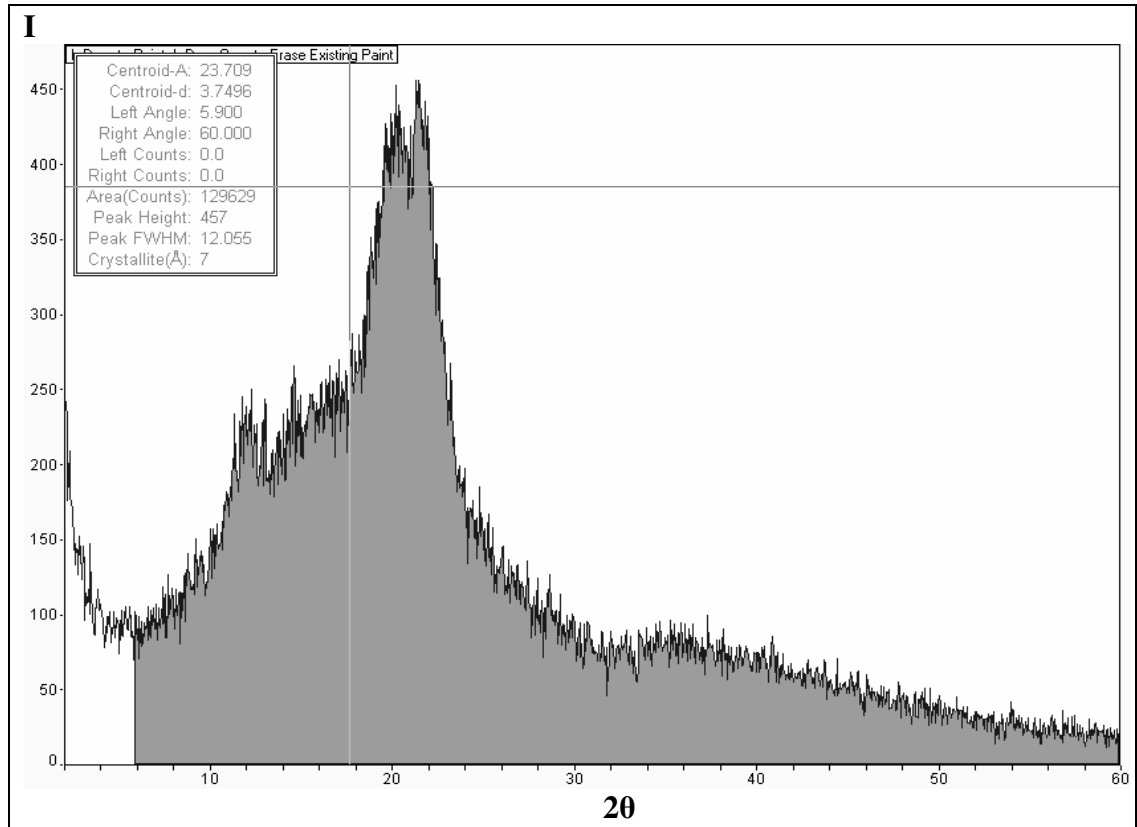
Bu yöntemde Şekil IV.57-62'deki integral alanlardan ve (IV.3) denkleminde yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$\%X_C = (\text{Kristalin alan} / \text{Toplam alan}) \times 100 \quad [43] \quad (\text{IV.3})$$

% 100 Ham Bambu Numunesi İçin Yapılan % Kristalinite $\%X_{C(B1)}$ Hesabı:



Şekil IV. 57. % 100 Ham Bambu Numunesine ait Kristalin Alan



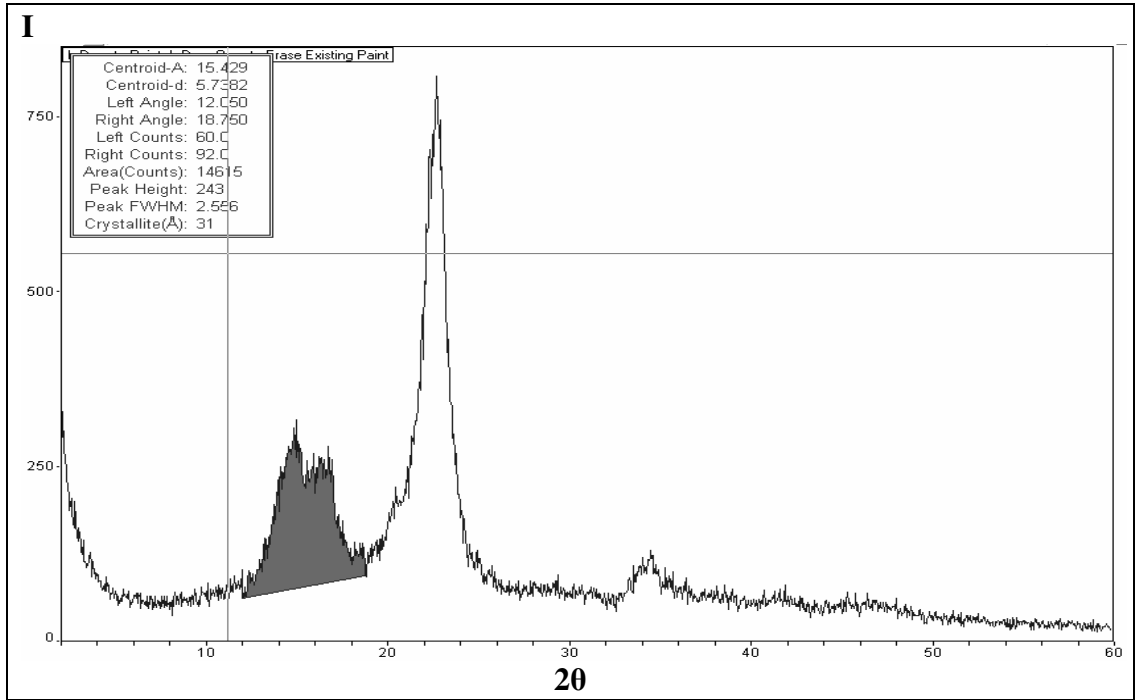
Şekil IV.58. % 100 Ham Bambu Numunesine ait Toplam Alan

Kristalin alan (5.9 ° - 25.2°) = 49101

Toplam alan (5.9 ° - 60.0°) = 129629

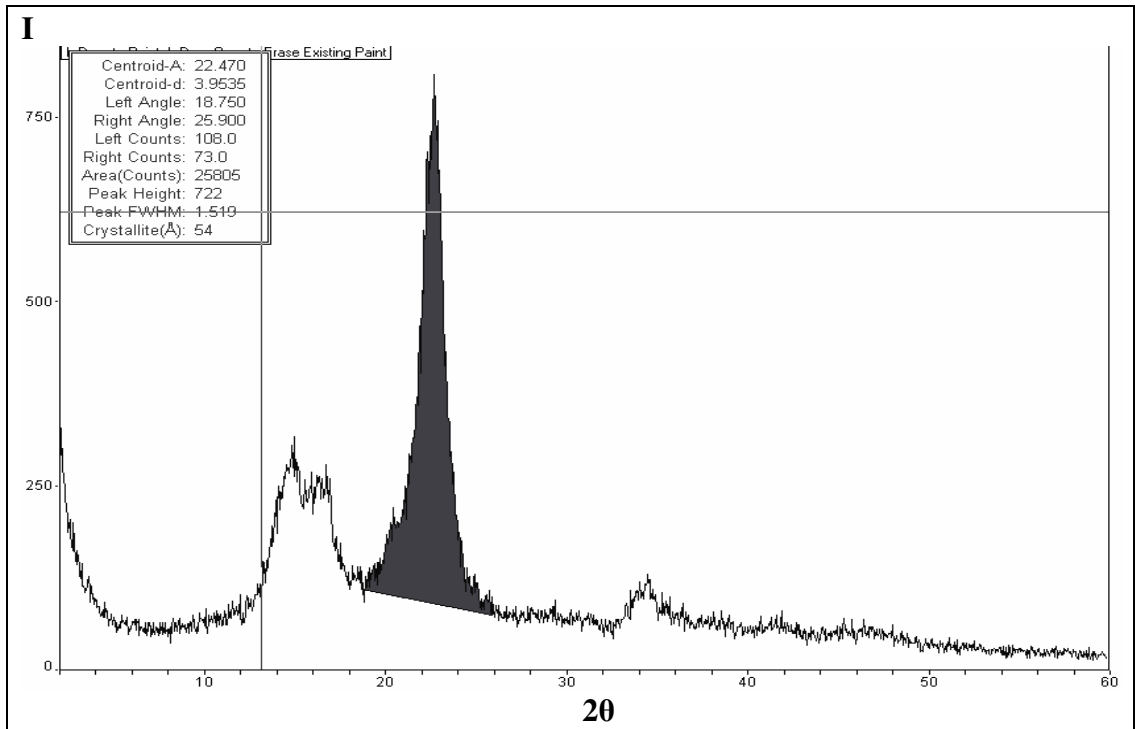
$$\begin{aligned} \%X_{C(B1)} &= (49101 / 129629) \times 100 \\ &= 37.87 \end{aligned}$$

% 100 Ham Pamuk Numunesi İçin Yapılan % Kristalinite Hesabı:



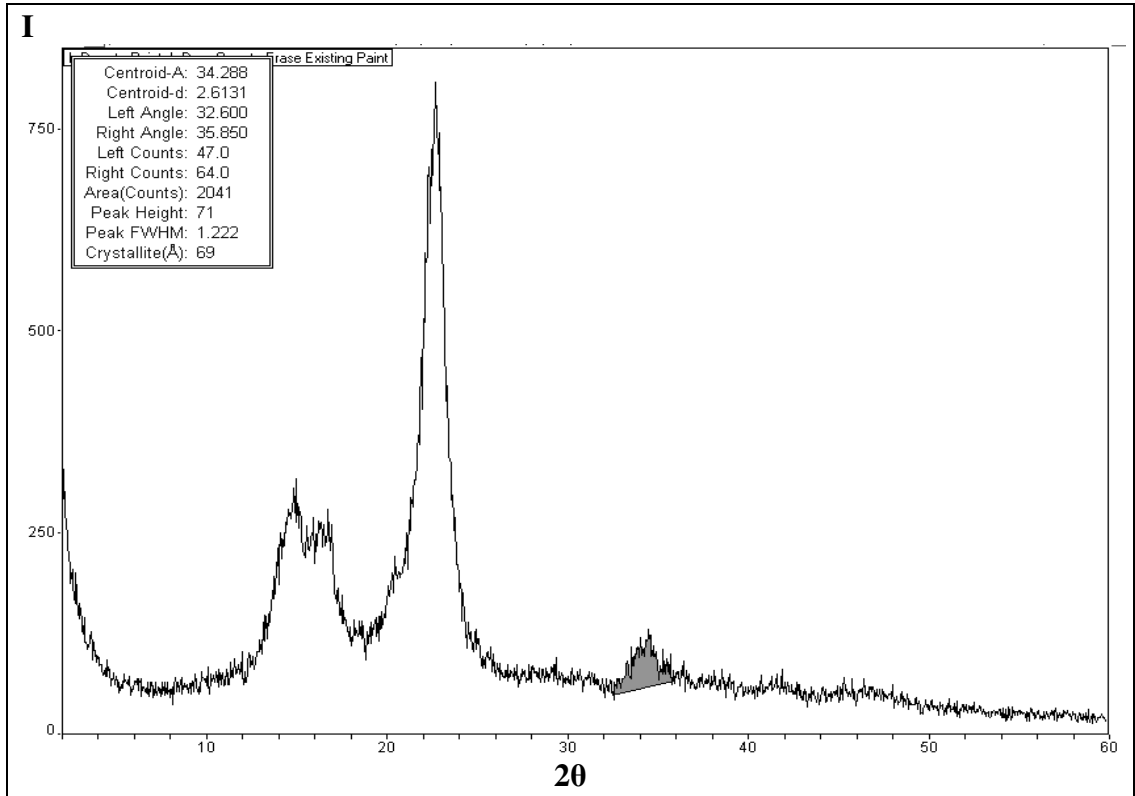
Şekil IV.59. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait 1. Kristalin Alan (X_{C1})

$$X_{C1} (12.05^\circ - 18.75^\circ) = 14615$$



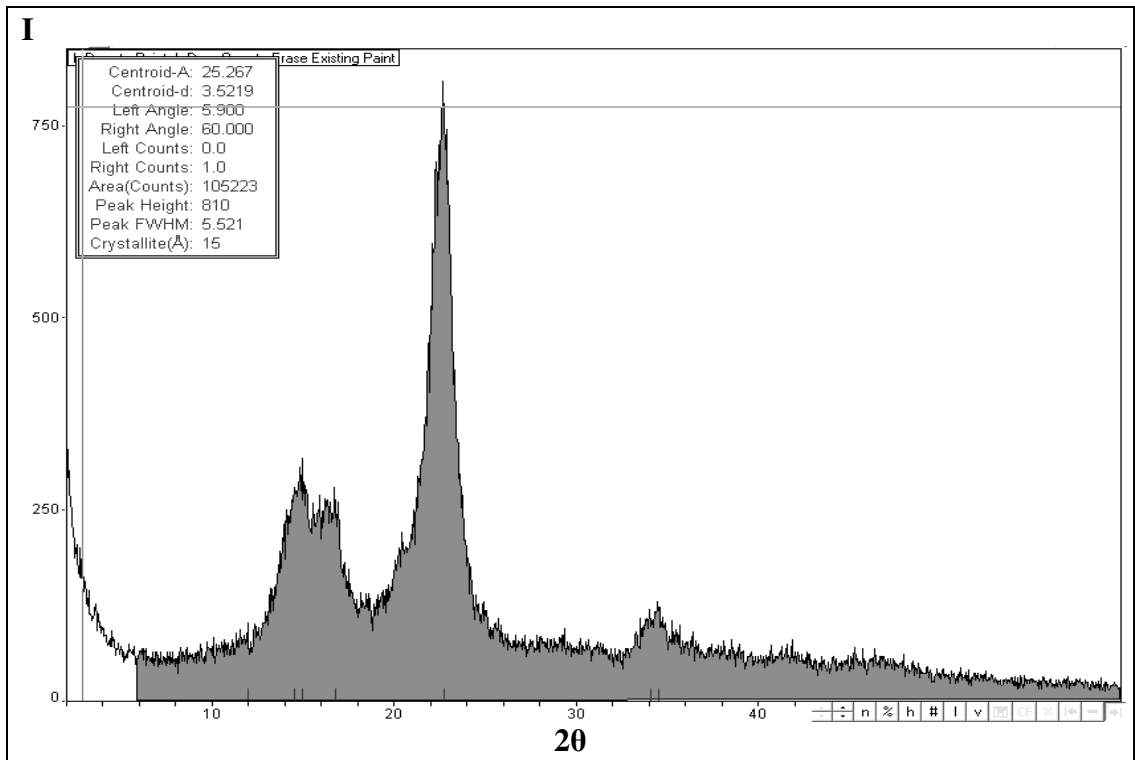
Şekil IV.60. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait 2. Kristalin Alan (X_{C2})

$$X_{C2} (18.75^\circ - 25.90^\circ) = 27174$$



Şekil IV.61. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait 3. Kristalin Alan(X_{C3})

$$X_{C3} (32.61^\circ - 35.85^\circ) = 2041$$



Şekil IV.62. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait Toplam Alan (X_C)

$$\text{Toplam alan} = (5.9^\circ - 60.0^\circ) 105223$$

$$\%X_C = (\text{Kristalin alan} / \text{Toplam alan}) \times 100$$

$$X_{C1} (12.05^\circ - 18.75^\circ) = 14615$$

$$X_{C2} (18.75^\circ - 25.90^\circ) = 27174$$

$$X_{C3} (32.61^\circ - 35.85^\circ) = 2041$$

$$\text{Toplam kristalin alan } (X_{C1} + X_{C2} + X_{C3}) = 43830$$

$$\text{Toplam alan } (5.9^\circ - 60.0^\circ) = 105223$$

$$\begin{aligned} \%X_{C(p1)} &= (43830 / 105223) \times 100 \\ &= 41.65 \end{aligned}$$

İkinci Yöntem

Bu yöntemde % 100 bambu ve pamuk örme kumaş numunelerine ait X-ışını kırınım desenlerindeki maksimum pik yüksekliğinden ve (IV.5) denkleminde yararlanılmak suretiyle % kristalinite hesabı yapılmıştır [44, 45].

$$\%X_C = (I_{hkl} - I_{amp}) \times 100 / I_{hkl} \quad (IV.4)$$

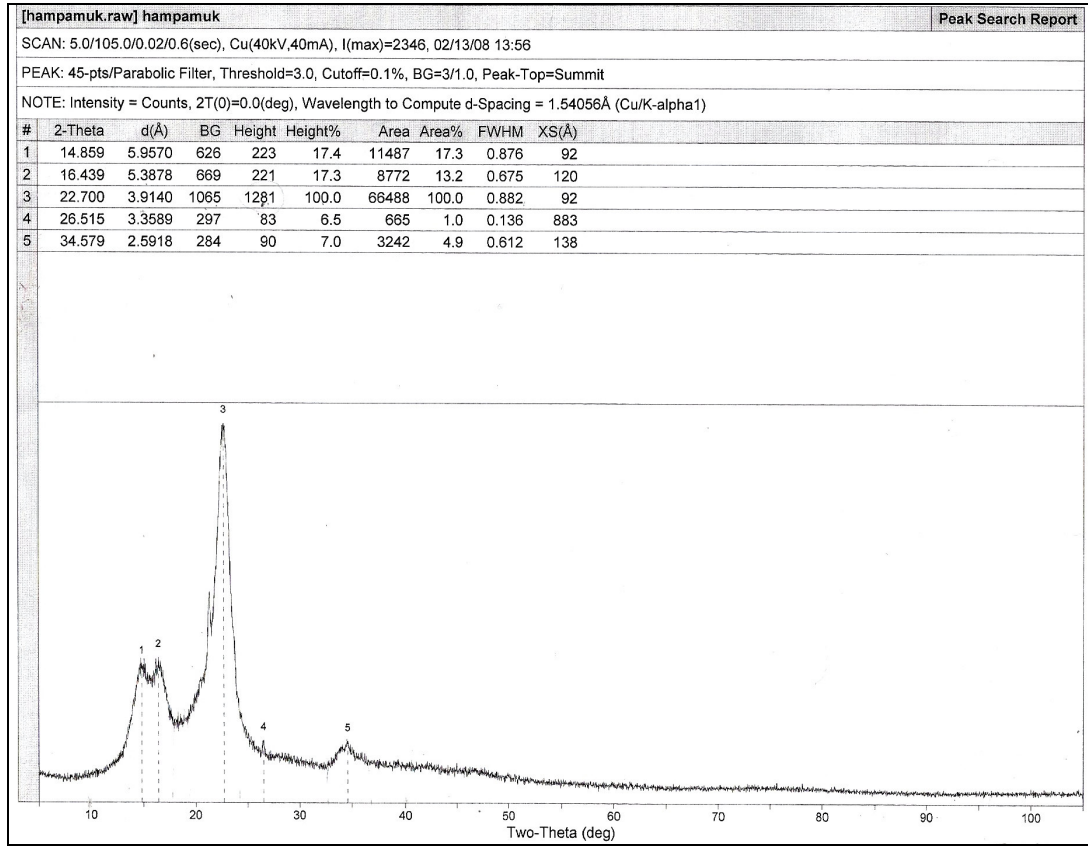
I_{hkl} : hkl örgü düzlemi için pik şiddeti (kristalin + amorf bölge için)

I_{amp} : Amorf kısım yüksekliği (şiddeti)

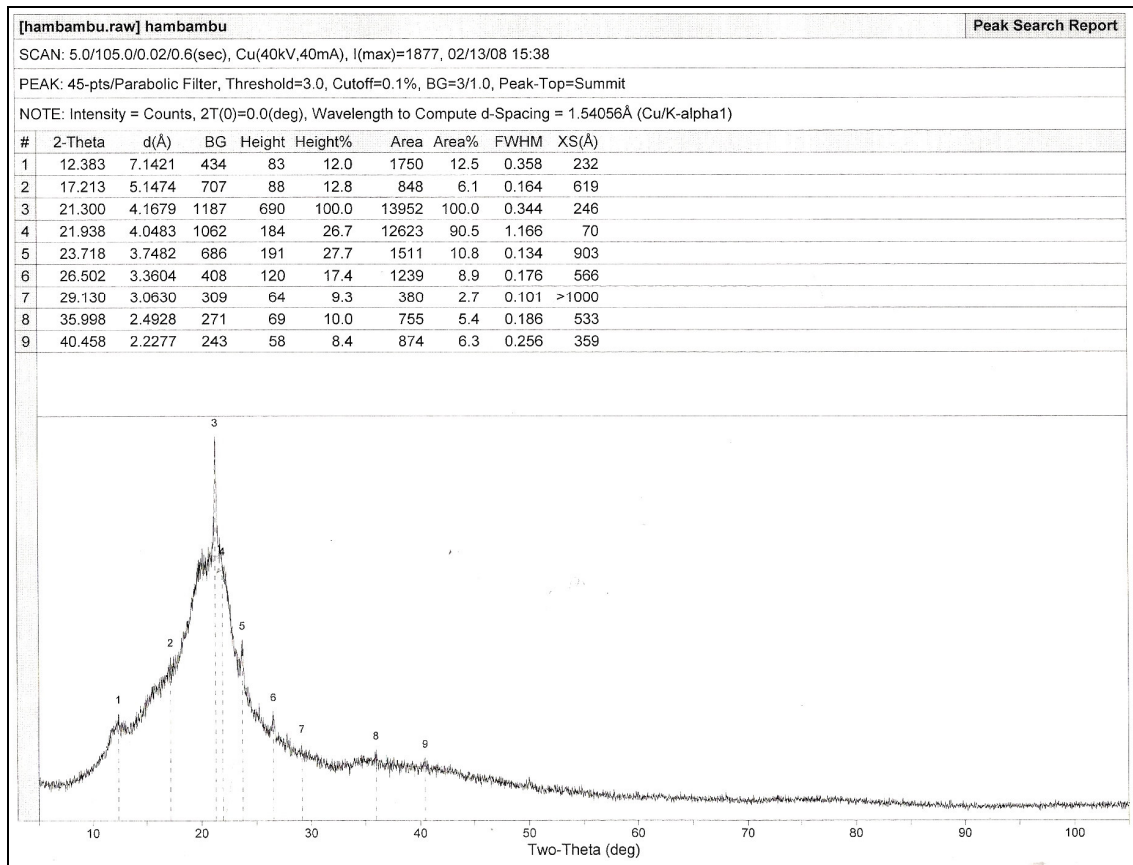
Bu denklem şu şekilde de ifade edilebilir:

$$\%X_C = (I_{kristalin} / I_{amorf} + I_{kristalin}) \times 100 \quad (IV.5)$$

Her iki numune için de XRD cihazında 40 mV ve 40 mA'de çalışılarak farklı BG değerleri belirlenmek suretiyle iki farklı X-ışını kırınım deseni oluşturulmuştur.



Şekil IV.63. % 100 Ham Pamuk Numunesine ait X-Işınları Kırınım Deseni (2)



Şekil IV.64. % 100 Ham Bambu Numunesine ait X-Işınları Kırınım Deseni (2)

Şekil IV.63 ve 64'deki X-ışını kırınım desenleri incelendiğinde her iki numune için de üç numaralı (002) pikin maksimum yükseklik gösterdiği tespit edilmiş ve hesaplar için bu pik değerleri kullanılmıştır.

% 100 pamuk numunesi için hesaplamalar Şekil IV.54 ve 63; % 100 bambu numunesi için ise Şekil IV.55 ve 64'deki x-ışını kırınım deseni verilerine göre yapılmış, sonuçlar Tablo IV.91'de toplu halde gösterilmiştir.

Tablo IV.91. % 100 Ham Pamuk ve Bambu Numunelerine ait X-ışını Kırınım Deseni Değerlerine göre hesaplanan % kristalinite değerleri (%X_c)

Numune	Şekil	Hkl	2θ	BG	Yükseklik(I)	yükseklik %	% X _c
Pamuk (1)	IV.55	002	22.700	419	1927	100.0	82.13
Pamuk (2)	IV.64	002	22.700	1065	1281	100.0	54.60
Bambu (1)	IV.56	002	21.300	467	1268	100.0	73.08
Bambu (2)	IV.65	002	21.338	1187	690	100.0	36.76

Numuneler için çizilen X-ışını kırınım desenlerinde subjektif olarak alınan BG değerleri, hesaplanan % kristalinite değerlerinde farklılıklar yaratmaktadır. Bu subjektifliği ortadan kaldırmak için yapılan test sayısını arttırmanın veya başka bir numune için de standart koşullarda % kristalinite değeri hesapladıktan sonra iki numunenin % kristalinite değerinin birbirine oranlanması daha anlamlı olacağı düşünülmüştür.

% 100 ham bambu ve pamuk numuneleri için iki farklı yöntemlerle yapılan % kristalinite hesaplamalarının sonuçları Tablo IV.92'de toplu halde verilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında rejenere selüloz olan bambu lifinin % kristalinite değerinin pamuk lifinden daha düşük olduğu ve pamuğun % kristalinitesinin bambuya oranının 1.1-1.4 arasında değiştiği görülmektedir.

Tablo IV.92. % 100 Ham Bambu ve Pamuk Numunelerine ait % Kristalinite Değerleri

% Kristalinite			% Kristalinite Oranı (% X _{cP} / % X _{cB})
Materyal	% 100 Ham Bambu	% 100 Ham Pamuk	Pamuk / Bambu
1.yöntem	37.87	41.65	1.1
2.yöntem	(1) 36.76	54.60	1.4
	(2) 73.08	82.13	1.1

BÖLÜM V

SON DEĞERLENDİRMELER VE ÖNERİLER

V.1. SON DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışmasında tekstilde kullanımı yeni olan bambunun mekanik özelliklerini ve boya çekim oranlarını incelemek amacıyla, % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri kullanılmış, bu numuneler reaktif boyarmaddelerle boyanmıştır. Bambu hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olunması amacıyla, liflerinin iç yapısı, polimerizasyon derecesi ve % kristalinite değeri incelenmiş, elde edilen sonuçlar % 100 pamuk lifleri ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme işlemi uygulanmış ve ağartma işlemi uygulanmış 5'er gramlık % 100 bambu elyaf - iplik - örme kumaş numuneleri C.I. Reactive Blue 19 , C.I. Reactive Red 239, C.I.Reactive Yellow 186 boyarmaddeleri ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır. Yapılan boyamaların tekrarlanabilirliğinin olduğu, Tablo IV.2, IV.3, IV.4, IV.6, IV.7, IV.8, IV.10, IV.11, IV.12, IV.14, IV.15, IV.16, IV.18, IV.19, IV.20, IV.22, IV.23, IV.24, IV.26, IV.27, IV.28, IV.30, IV.31, IV.32, IV.34, IV.35, IV.36' da verilen sonuçlarla belirlenmiştir.

2. Ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış numuneler Remazol boyarmaddeleriyle aynı koşullarda boyandıktan sonra spektrofotometrik ölçümleri yapılmış ve ölçümler sonucunda hesaplanan K/S değerlerini gösteren eğriler Şekil IV.1 - IV.9.'da verilmiştir. Bu eğriler incelendiğinde; bambu numunelerine ön işlem uygulanmış olmasının boyanma için önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Şekil IV.1, IV.2, IV.4, IV.5, IV.7, IV.8 incelendiğinde, ön terbiye işlemi görmemiş % 100 bambu elyaf ve bambu iplik numunelerinin maksimum K/S değerlerinin daha yüksek oldukları görülmektedir. Şekil IV.3, IV.6, IV.9 incelendiğinde ise, ön terbiye işlemi uygulanmış ve uygulanmamış % 100 bambu

örme kumaş numunelerine ait K/S değerlerini gösteren eğriler arasında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır.

3. Kullanılan üç farklı koşul (ön işlemsiz-piştirme-ağartma) için reaktif boyarmadde ile boyanan % 100 ham bambu örme kumaş numunelerine uygulanan emicilik testi sonucunda tüm numuneler için emiş süresinin 1 saniyenin altında olduğu tespit edilmiştir. % 100 ham bambu kumaşın hidrofilliğinin çok iyi olduğu ve boyama öncesi yapılan piştirme ve ağartma işlemlerinin kumaş emiciliğine olumlu yönde bir katkısı bulunmadığı ortaya çıkmıştır.

4. Sırasıyla ön işlem yapılmamış, piştirme işlemi uygulanmış, ağartma işlemi uygulanmış ve boyanmış elyaf numunelerinin enine kesit ve boyuna görüntüleri SEM ile incelenmiş ve alınan görüntüler Şekil IV.43- IV.50'de sunulmuştur.

% 100 bambu elyafın enine kesitinin tam daire şeklinde olmayıp, küçük silindir kümelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş bir yapıya sahip olduğu ve içinde mikro delikcikler (hava boşlukları) bulunduğu Şekil IV.49- IV.50'deki enine kesit görüntülerinden anlaşılmaktadır. Bambu elyafın yüksek su çekebilme yeteneğinin bu gözenekli yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. Şekil IV.43- IV.45'deki SEM görüntüleri incelendiğinde ön terbiye işlemi görmemiş ham elyaf numunelerinin yüzeylerinin düzgün olmadığı, bu düzgünsüzlüklerin büyük bir kısmının piştirme işleminden sonra gözükmediği, ağartma işlemi uygulanmış elyaf yüzeylerinin ise biraz yıprandığı tespit edilmiştir. Ancak ön terbiye işlemleri uygulanmış ve uygulanmamış tüm elyaf yüzeylerinin boyama işleminden sonra aynı şekilde düzgünleştiği ve aralarında önemli bir farklılığın olmadığı Şekil IV.46- IV.48'deki SEM ile gerçekleştirilen boyuna görüntüleriyle de desteklenmiştir.

Bambu elyafın içinde bulunan mikro boşlukların boyama işleminden sonra da kaybolmadığı Şekil IV.50'deki bambu elyaf numunelerinin enine kesitlerinde görülmektedir. Ayrıca boyama işleminden sonra ortadaki gözenekli yapıda bir daralma ve şişkinlik meydana geldiği dikkati çekmektedir.

6. % 100 bambu örme kumaş numuneleri C.I. Reactive Blue 224, C.I. Reactive Red 242, C.I. Reactive Yellow 27, C.I. Reactive Red 158 boyarmaddeleri ile atmosferik ortamda % 1 renk şiddetinde boyanmıştır. Yapılan boyamaların tekrarlanabilirliğinin olduğu Tablo IV.42, IV.44, IV.46, IV.48 a-b'de ve Şekil IV.12- IV.15'de verilen sonuçlarla belirlenmiştir.

7. % 100 Bambu örme kumaş numunelerinin reaktif (REMAZOL, LEVAFIX) boyarmaddelerle atmosferik ortamda, % 1 renk şiddetinde boyanmasına ait çekim özellikleri incelenmiş ve tüm boyamalara ait zaman-konsantrasyon ve zaman-% çekim eğrileri Şekil IV.29- IV.42’de gösterilmiştir. % 100 Bambu örme kumaşın boyanması için değişik reaktif guruplara sahip reaktif boyarmaddeler kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda; seçilen reaktif boyarmaddelerin yapısındaki bifonksiyonal grupların varlığının bambunun boyanmasını belirgin ölçüde etkilemediği Tablo IV.70’de görülmektedir. Farklı reaktif gruplara sahip boyarmaddelerin % çekim oranları karşılaştırıldığında, en yüksek çekimin olduğu boyarmaddenin FCP, en düşük çekimin olduğu boyarmaddenin ise DCC reaktif gruplarına sahip olduğu tespit edilmiştir.

8. Her bir ön terbiye adımından alınan elyaf, iplik ve örme kumaş numunelerinin ölçülen beyazlık indeks değerleri Tablo IV.71 de görülmektedir. Deneysel çalışmalarda kullanılan % 100 ham bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numuneleri arasındaki beyazlık indeksi farkları; % 100 ham bambu iplik ve kumaşların üretilmesi sırasında farklı lotlara sahip % 100 bambu elyaf kullanılmasından kaynaklanmaktadır [84].

9. Reaktif boyarmaddeleri ile boyanmış % 100 bambu elyaf, iplik ve örme kumaş numunelerine uygulanan yıkamaya karşı renk haslık test sonuçları Tablo IV.73a-b-c’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, reaktif boyarmaddelerle boyanmış numunelerin renk haslık değerlerinin iyi derecede olduğu, ön terbiye işlemleri yapıldıktan sonra boyanan numunelerle ön terbiye işlemi uygulanmamış numunelerin renk haslık değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı; pişirme ve ağartma işlemlerinin bambu numunelerin renk haslık değerlerini iyileştirme yönünde önemli bir etki yapmadığı tespit edilmiştir.

10. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ön işlemsiz, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış, boyanmış ve boyanmamış % 100 bambu iplik numunelerinin mukavemetleri ve % uzama miktarları incelenmiş ve test sonuçları Bölüm IV.8’de verilmiştir. Reaktif boyarmaddelerle boyanmış % 100 bambu iplik numuneleri, boyanmamış iplik numuneleriyle karşılaştırıldığında; boyanmış bambu iplik numunelerinin daha düşük mukavemet ve % uzama değerlerine sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca sırasıyla ön terbiye işlemi görmemiş, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış numunelerin kopma mukavemet ve % uzama değerlerinin de her

işlem sonrasında giderek azaldığı tespit edilmiştir. Karşılaştırılan değerler toplu halde Tablo IV.78’de sunulmuştur.

11. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ön işlemsiz, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış, boyanmış ve boyanmamış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin patlama mukavemetleri ve patlama esnasındaki şişmeleri incelenmiş ve test sonuçları Bölüm IV.9’da verilmiştir.

Ön terbiye işlemi uygulanmamış bambu örme kumaşın her işlem adımından sonra patlama mukavemetinde azalma olduğu, aynı işlem adımları için boyanmış ve boyanmamış kumaş numuneleri karşılaştırıldığında, boyanmış numunelerin mukavemetlerinin boyanmamış numunelere oranla daha düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo IV.79).

12. Sırasıyla ön terbiye işlemi yapılmamış, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin sürtünme dayanımları test edilmiş, daha sonra aynı test reaktif boyarmaddelerle boyanmış numunelere de uygulanmış ve elde edilen değerler Tablo IV.80’de verilmek suretiyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, % 100 bambu örme kumaşın iyi bir sürtünme dayanımına sahip olduğu görülmektedir. Ham kumaşın en yüksek sürtünme dayanımına sahip olduğu, ön terbiye yapılmış kumaşın sürtünme dayanımında biraz azalma olduğu, boyanma sonrasında ise sürtünme dayanımının en düşük seviyede olduğu Tablo IV.80’de görülmektedir.

13. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ön işlemsiz, pişirme ve ağartma işlemi uygulanmış, boyanmış ve boyanmamış % 100 bambu örme kumaş numunelerinin boncuklanma değerleri incelenmiş ve test sonuçları Tablo IV.81’de verilmiştir. Tüm numunelerin boncuklanma değerlerinin oldukça düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Boncuklanma; lif, iplik ve kumaşın yapısal özellikleri ve kumaşa uygulanan boya ve apre işlemleri gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bambu örme kumaş yapısının yoğun olmaması, ön terbiye ve boyama işlemleri sırasında kumaşın sürtünmeye maruz kalması ve kumaştaki boşlukların elyafın yüzeye göçünü kolaylaştırmasına bağlı olarak boncuklanmanın arttığı düşünülmektedir.

14. % 100 bambu örme kumaş numunelerinin düşük olan boncuklanma özelliğinin iyileştirilmesi için reçine ve enzim kullanılarak apre işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra tüm numunelerin boncuklanma düzeyleri tespit edilmiş ve patlama mukavemetleri ve kütleleri ölçülmüş, testlerin sonucunda elde edilen değerler Tablo IV.82’de, kumaş yüzey görüntüleri de Şekil IV.51-52’de verilmiştir.

Enzim kullanılarak gerçekleştirilen biyoparlatma işlemi sonucunda yüzeydeki tüycüklerin uzaklaştırılmasıyla, boncuklanma eğiliminde iyileşme olurken kumaş mukavemetinde düşüş gözlenmiştir. Reçine kullanımı, bambu örme kumaşta enzim kullanımına oranla çok daha az mukavemet kaybına neden olmuştur. Reçine, bambu örme kumaşın dokuları arasına girerek boşlukları kaplamış ve lifciklerin yüzeye göçünü azaltmıştır. Buna bağlı olarak da boncuklanma eğiliminin azaldığı tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde reçine kullanılarak (boncuklanma: 3-4) yapılan apre işleminin enzim kullanılabile (boncuklanma: 2-3) oranla daha iyi düzeyde yüzey düzgünlüğü sağladığı tespit edilmiştir.

15. Bölüm IV.13’de; tekstil malzemesi olarak kullanılan bambu hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olunması amacıyla ileri analizler yapılmış, elde edilen sonuçlar % 100 pamuk lifleri ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan bambu ve pamuk kumaş numunelerinin aynı özelliklere sahip olmasına dikkat edilmiş; testlerde ağırlık, iplik numarası, büküm ve tur sayısı gibi özellikleri benzer olan örme kumaş numuneleri kullanılmıştır.

% 100 Pamuk ve bambu kumaştan alınan elyaf numuneleri karşılaştırıldığında, bambu elyafın pamuğa göre biraz daha kalın, bambu elyaf mukavemetinin pamuğa göre biraz daha düşük olduğu görülmüştür. Bambu elyafın uzunluğu ve kopma anındaki % uzama miktarının pamuğunkinin yaklaşık iki katı kadar olduğu saptanmış ve sonuçlar Tablo IV.83-IV.84’de verilmiştir. % 100 bambu ve pamuk kumaşların UV geçirgenlikleri, UPF koruma faktörleri, hava geçirgenlik ve boncuklanma değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Bambu materyalin hidrofilliği pamukla kıyaslandığında oldukça iyidir. Bu özellik bambu materyalin terbiye-boyama ve apre işlemleri sırasında yardımcı maddeye (ıslatıcı gibi) gerek duyulmamasına, pamuğa göre çok kısa sürede ıslanmasına neden olmaktadır. Bambu örme kumaşın patlama mukavemetinin pamuğa göre düşük olmasına rağmen sürtünmeye karşı dayanımının çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu da bambunun iş elbiseleri gibi aşınmaya maruz kalan giysilerde tercih edilmesinin daha uygun olacağını göstermektedir. Paraşüt ve yelken bezi, koruyucu pilot giysisi, varis çorabı, elastik bandajlar gibi yüksek basınca maruz kalan ürünlerde ise bambu materyalin kullanılmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.

16. Polimerlerin mol kütlelerinin büyüklüğü, polimerlerin özelliklerini etkileyen ve doğrudan kullanım yerlerini belirleyen önemli bir kriterdir. Polimerlerin DP’sinin, dolayısıyla mol kütlelerinin artması zincirlerin uzaması anlamına gelmektedir.

Selülozik yapıya sahip bambu ve pamuğun polimerizasyon derecelerinin viskozite yöntemiyle bulunmasına yönelik hesaplamalar yapılmış ve bulunan değerler karşılaştırılmıştır. Tablo IV.87'deki sonuçlar incelendiğinde bambunun DP'sinin, pamuğunun yaklaşık 1/5'i kadar olduğu görülmüştür.

Polimerizasyon derecesi sayesinde belirlenen zincir uzunluğunun yanı sıra, molekülün kristal yapısı ve boyutu da önemlidir. Bu yüzden XRD cihazı yardımıyla, % 100 bambu ve pamuklu örme kumaşlara ait kırınım desenleri çizilmiş, bulgular karşılaştırılmış, çizilen grafiklerden yararlanılarak iki malzeme için de kristal boyutları (tanecik büyüklüğü) ve % kristalinite değerleri hesaplanmış, sonuçlar Tablo IV.90 ve 92'de verilmiştir.

Bu sonuçlara göre, pamuk ve diğer rejenere selüloz lifler gibi monoklinik yapıya sahip olduğu düşünülen bambu lifinin % kristalinite değerinin pamuğunkinden daha düşük, kristal boyutunun (77Å) ise , pamuk lifinden (69Å) daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

Bambu elyafın kristal boyutunun pamuk elyaftan büyük oluşunun daha fazla amorf bölgeye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [40]. Tablo IV.90 ve IV.92 incelendiğinde, bambu elyafın kristal boyutunun pamuğunkinden yaklaşık % 10, pamuk elyafın % kristalinite oranının da bambudan % 10 daha büyük olduğu tespit edilmiştir

17. Yapılan testler ve hesaplamalar sonucunda elde edilen % 100 bambu ve pamuk örme kumaş ile kumaşlardan alınan elyaf numunelerine ait değerler aşağıdaki tabloda toplu halde görülmektedir.

	% 100 bambu	% 100 pamuk
İntrinsik viskozite [η , dL/g]	3.674	16.109
DP	724	3742
Mol kütlesi	92193	476380
Kristal boyut (Å)	77	69
% kristalinite	36.76	54.60
Elyaf uzunluğu (mm)	42	24
Elyaf inceliği (dtex)	1.7	1.5
Elyaf mukavemeti(cN/tex)	21	24
Kopma anındaki uzama (%)	11.4	5.2
Patlama mukavemeti (kPa)	351.0	569.9
Sürtünme dayanımı (devir)	102000	28000
Su iticilik (ıslanma derecesi)	0	ISO 2
Emicilik (s)	<1	60<
Hava geçirgenlik (mm/s)	1720	1700
Koruma faktörü UPF	5	5
Boncuklanma değeri	1-2	1-2

Selülozik yapıya sahip bambu ve pamuk elyafın farklı mekanik özellikler göstermeleri, farklı polimerizasyon dereceleri ve kristal boyutlarına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

% 100 bambu kumaş numuneleri, % 100 pamuk kumaş numuneleriyle kıyaslandığında, patlama mukavemetinin daha düşük, su çekme yeteneği ve sürtünme dayanımının ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Pamuğa göre daha uzun olan bambu lifinin tam dairesel olmayan girintili yapısının (Şekil IV.49), sürtünme alanını küçülterek, kumaşın sürtünme dayanımını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

% 100 bambu elyafın polimerizasyon derecesi ve % kristalinite oranı, % 100 pamuk elyafa göre daha düşük, kristal boyutu ise daha büyüktür. Bu sonucun bambu elyafın mukavemetini olumsuz yönde etkilediği [40] ve buna bağlı olarak da % 100 bambu kumaşın pamuğa göre daha düşük patlama mukavemetine sahip olduğu düşünülmektedir.

V.2. ÖNERİLER

% 100 bambu elyaf, iplik ve kumaş numunelerinin direkt boyarmaddelerle boyanma özelliklerinin araştırılması, boyanmış numunelere performans testlerinin uygulanması ve elde edilen verilerin reaktif boyarmaddelerle boyanmış olan numunelerin özellikleri ve performans testleri ile karşılaştırılması yapılabilir.

Bambu-pamuk, bambu-yün gibi karışım kumaşlar için boyama çalışmaları uygulanıp, boyamalara ait % çekim oranları hesaplanabilir.

Mono ve bifonksiyonel reaktif gruplar içeren reaktif boyarmaddelerle boyanan numunelerin % çekim oranları farklılığının neden kaynaklandığı araştırılabilir.

Boyama işleminden sonra bambu elyafın orta bölgesindeki gözenekli yapıda bir daralma ve şişkinlik meydana geldiği SEM görüntüleriyle tespit edilmiştir. Bu değişikliğin nedenleri araştırılabilir.

KAYNAKLAR

(Kitaplar)

- [1] Özcan ,Y.: “*Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği*”, İstanbul, İ.Ü.Yayınları (1984) 59.
- [2] Başer,İ.: “*Tekstil Kimyası ve Teknoloji*”, İstanbul, (1983) 135.
- [3] Lewin,M.: “*Handbook of Fiber Chemistry*”, Third Edition, CRC Press, USA (2007) 521, 581.
- [4] Ott,E.; Spurlin,H.M.; Grafflin,M.W.: “*Cellulose and Cellulose Derivatives*”, Second Edition, Part I, Interscience Publishers, Inc., NY, (1954) 234.
- [5] Johnson,A.: “*The Theory Of Coloration Of Textiles*”, Second Edition, England, (1989) 4, 225.
- [6] Kratzert,W.; Peichert,R.: “*Farbstoffe*”, Reihe Chemische Arbeitsbücher 1, Quelle und Meyer-Heidelberg, (1981) 152.
- [7] Rys,P.; Zollinger,H.: “*Farbstoffchemie*”, Arbeitsbuch, Weinheim, (1982) 76.
- [8] Shore,J.: “*Cellulosics Dyeing*” Society of Dyers and Colorist, The Alden Press, Oxford, Manchester, UK, (1995) 16, 389.
- [9] Akalın,M. : “*Tekstilde Bitim İşlemleri*” , İstanbul, (1994) 2.
- [10] Schindler, W.D.; Hauser, P.J.: “*Chemical Finishing of Textiles*”, The Textile Enstitute Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England (2004) 129.
- [11] Gündüz, T.: “*İnstrumental Analiz*”, 6.Baskı,Gazi Kitabevi, Ankara, (2002), 702.
- [12] Skoog,D.A.; Holler,F.J.; Nieman,T.A.: “*Principles of Instrumental Analysis*”, Fifth edition, USA, Çeviri: Kılıç,E.; Köseoğlu, F.; Yılmaz,H.:Enstümantal Analiz İlkeleri, birinci baskı, Ankara 7 (1997) 550.
- [13] Berkem,A.R.; Baykut,S.: “*Fizikokimya*”, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul (1984) 295.
- [14] Saçak, M.: “*Polimer Kimyası*”, Gazi Kitapevi, 1.baskı, Ankara, (2002) 149.
- [15] Shah, V.: “*Handbook of Plastics Testing Technology*”, Second Edition, A Willey-Interscience Publication (Willey and Sons),NY, (1998) 185.
- [16] Sperling,L.H.: “*Introduction to Physical Polymer Science*”, fourth Edition, A John Wiley& Sons, Inc. Pulication, Pennsylvania, (2006) 113.
- [17] Kabak,M.: “*X-Işınları Kistalografisi*”, Ankara, (2004) 210.

- [18] Durlu,T.N.: “*Katı Hal Fiziğine Giriş*”, Set Ofset Ankara, (1992).
- [19] Cullity,B.D.; Stock,S.R.: “*Elements of X-Ray Diffraction*”, Third Edition, New Jersey, USA, (2001) 295.
- [20] Dölen E.: “*Analitik Kimya Dizisi-1, Analitik Kimyaya Giriş*”, M.Ü.Yayınları No:500, İstanbul, (1991).
- [21] Öner,E.: “*Renk Ölçümü*”, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, (2001) 11.
- [22] Gordon,S.; Hsieh, Y.- L.: “*Cotton: Science and Technology*”, CRC Press LCC, USA, (2007) 23.
- [23] Yakartepe,Z., Yakartepe,M.: “*Tekstil Teknolojisi(Elyaftan kumaşa)*”, 9 (1995) 317, 10 (1995) 294.

(Tezler)

- [24] Küçük,G.; Süllüoğlu,G.; Özbek,S.; Hatiboğlu,A.: “Bambu İpliklerinden Örölmüş Kumaşların Tasarımını Etkileyen Faktörler”; *Bitirme Tasarım Projesi*, İTÜ, İstanbul, Türkiye, (2005) 83.
- [25] Gökdağ,H., Canoğlu,S.: “Bambu - Pamuk Elyaf Karışımı İpliklerin Çeşitli Özelliklerinin İncelenmesi”, *Yüksek Lisans Tezi*, M.Ü., İstanbul, Türkiye, (2007).
- [26] Soyaslan, D.D.: “Örme Kumaşların Boncuklanma Performansına Tesir Eden Faktörler”, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, (2003) 13.
- [27] Stewart,M.A.: “Biopolishing Cellulosic Nonwovens”, *PhD Thesis*, North Caroline State University, USA, (2005) 28.
- [28] Yılmaz,B.: “Selülozik Materyallerin Tek Banyoda Kombine Proses ile Boyanmasında Optimizasyon”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (2004) 64.
- [29] Yolaçan,G.: “PBT ve Karışımlarının Boyanması”, *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (2006).
- [30] Önal,L.: “Örme Kumaşlarda Boncuklanmaya Etki Eden Parametreler”, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, (2000).

(Makaleler)

- [31] Andre,A.: “Fibers for Strengthening of Timber Structures” Lulea University of Technology, *Technical Report*, 3 (2006) 43.

- [32] Shen,Q.; Liu,D.; Gao,Y.; Chen,Y.: "Surface Properties Of Bamboo Fiber And A Comparison with Cotton Linter Fibers", *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 35 (2004) 193.
- [33] Lo,T.; Cui,H.; Leung,H.: "The Effect of Fiber Density on Strength Capacity of Bamboo", *Materials Letters*, 58 (2004) 2595.
- [34] Okubo,K.; Fujii,T.; Yamamoto,Y.: "Development of Bamboo-Based Polymer Composites And Their Mechanical Properties", *Composites, A* 35 (2004) 377.
- [35] Xu,X., Wang,Y., Zhang,X., Jing,G., Yu,D., Wang,S.: "Effects on Surface Properties of Natural Bamboo Fibers Treated with Atmospheric Pressure Argon Plasma", *Surface and Interface Analysis*, 38 8 (2006) 1211.
- [36] Kasprzyk,H.; Wichlacz,K.; Borysiak,S.: "The Effect of Gamma Radiation on the Supramolecular Structure of Pine Wood Cellulose in Situ Revealed by X-Ray Diffraction", *Wood Technology*, 7 1 (2004).
- [37] Qin,C.; Soykeabkaew,N.; Xiuyuan,X.; Peijs,T.: "The Effect of Fibre Volume Traction and Mercerization on the Properties of All-cellulose Composites", *Carbohydrate Polymers*, 71 (2008) 458.
- [38] Baktır, Z.; Akkurt,M.: "Sodyumbikarbonat'ın Kristal Yapısının X-Işınları Toz Kırınım Yöntemi ile Araştırılması", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1-2) (2008) 177.
- [39] Yudianti,R.; Indrarti,L.: "Effect of Water Soluble Polymer on Structure and Mechanical Properties of Bacterial Cellulose Composites", *Journal of Applied Scienses*, 8 1 (2008) 177.
- [40] Kreze,T.; Malej,S.: "Structural Characteristics of new and Conventional Regenerated Cellulosic Fibers", *Textile Research Journal*, 73 8 (2003) 675
- [41] Ali,M.; Elley,C.; Emsley,A.M.; Heywood,R.; Xaio,X.: "Measuring and Understanding the Ageing of Kraft Insulating Paper in Power Transformers", *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 12 3 (1996) 31.
- [42] Heywood,R.J.; Emsley,A.M.; Ali,M.: "Degradation of Cellulosic Insulation in Power Transformers", *IEE Proc.-Sci. Meas. Technol.*, 147 2 (2000) 89.
- [43] Droz,C.; Vallat-Sauvain,E.; Bailat,J.; Feitknecht,L.; Meier,J.; Shah,A.: "Relationship Between Raman Crystallinity and Open-circuit Voltage in Microcrystalline Silicon Solar Cells"; *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 81 1 25 (2004) 61.

- [44] Subramanian,K.; Senthil Kumar,P.; Jeyapal,P.; venkatesh,N.: “Characterization of Ligno-cellulosic Seed Fibre From Wrightia Tinctoria Plant for Textile Applications - an Exploratory Investigation”; *European Polymer Journal*, 41 4 (2005) 853.
- [45] Cao,Y.,Tan,H.;“Study on Crystal structures of enzyme-hydrolyzed cellulosic materials by X-ray diffraction”, *Enzyme and Microbial Technology*, 36 (2005) 314.

(Standartlar)

- [46] AATCC Test Method 110: “Whiteness of Textiles”, *American Association of Textile Chemists and Colorists*, (2005).
- [47] TS 245 EN ISO 2062: “Tek İpliğin Kopma Mukavemetinin ve Kopma Uzamasının Tayini”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye (1996).
- [48] TS 393 EN ISO 13938-1: “Patlama Mukavemeti”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye, Aralık, (2002).
- [49] TS 391 EN ISO 9237: “Hava Geçirgenlik Tayini”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye, Nisan, (1999)
- [50] TS 259 EN 24920: “Püskürtmeli Su İticilik”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye, Nisan, (2001).
- [51] ISO 105 C06: “Textile-Tests For Colour Fastness, Colour Fastness To Domestic And Commercial Laundering” (1987); Part A02: “Grey Scale For Assessing Change In Colour”; Part A03: “Grey Scale for Assessing Staining”, *International Organization For Standardization*, (1993).
- [52] AATCC Test Method 82: “Fluidity of Dispersions of Cellulose from Bleached Cotton Cloth”, *American Association of Textile Chemists and Colorists*, (2007).
- [53] BS 6306-1: “Methods for determination of limiting viscosity number of cellulose in dilute solutions (Cupri-ethylene-diamine method)”, *British Standards*, October (1982).
- [54] AATCC Test Method 183: “Transmittance or Blocking of Erythemally Weighted Ultraviolet Radiation through Fabrics”, *American Association of Textile Chemists and Colorists*, 2004
- [55] TS EN ISO 12945-2: “Kumaşlarda Yüzey Tüyenmesi ve Boncuklanma Yatkinlığının Tayini” (Geliştirilmiş Martindale Metodu), *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye, Nisan (2002).

- [56] TS EN ISO 12947-2: “Martindale Metoduyla Kumaşların Aşınmaya Karşı Dayanımının Tayini”, *Türk Standartlar Enstitüsü*, Türkiye, Nisan (2001).
- [57] AATCC Test Method 79: “Absorbency of Textiles”, *American Association of Textile Chemists and Colorists*, (2007).

(Kataloglar)

- [58] DyStar Remazol Boyaları ile Çektirme Boyama Kataloğu, Ekim, (2003).
- [59] DyStar Güvenilirlik verileri Dosyası, Mart, (2007).
- [60] DyStar Güvenilirlik verileri Dosyası, Mart, (2004).
- [61] DyStar Güvenilirlik verileri Dosyası, Aralık, (2003).
- [62] Alfa Kimya Ürün Kataloğu, Türkiye, (2003).
- [63] Remazol Boyarmadde Kataloğu, “*High Performance Reactive Dyes for all Requirements and Processes*”, DyStar, 3-1.
- [64] Apre Madeleri Ürün Kataloğu, Pulcra-Chemicals, Şubat, (2008).

(Elektronik Yayınlar)

- [65] <http://www.segana.com.tr> (12.05.2006)
- [66] <http://www.bamboofabricstore.com> (50.05.2007)
- [67] <http://www.bambrotex.com> (12.05.2006)
- [68] <http://www.bellinda.com/sl/jnp/en/features/lexicon/material.html> (02.04.2006)
- [69] <http://www.eksoy.com.tr/Cotton.pdf>, (19.12.2008)
- [70] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Bambu> (23.09.2006)
- [71] <http://www.americanbamboo.or/GegneralInfo.html>, (23.09.2006)
- [72] <http://www.com4th.com>, (12.05.2006)
- [73] <http://www.byegm.gov.tr>, (20.09.2006)
- [74] www.swicofil.com, (Mayıs 2006)
- [75] “*Cotton for Nonwovens A Technical Guide*”, 1 (2008),
<http://www.cottoninc.com/Nonwovens/CottonNonwovens>
- [76] “Process for resin finishing textile containing cellulosic fiber”,
<http://www.patentstorm.us/patents/5879410/fulltext.html>, (03.04.2008).
- [77] <http://www.istanbul.edu.tr/eng/metalurji/sem.html>, (08.01.2009)
- [78] www.fisherww.sk/data/Katalog_FISHER_08_Meracie_pristroje_2005_06.pdf

- [79] “Ullmann’s Fibers”, *Ullmann's Encyclopedia Of Industrial Chemistry*, 6 Th Edition , 03.2008, Editor Willey-VCH verlag GmbH&CoKGaA, Weinheim, <http://books.google.com.tr> (25.06.2008)
- [80] Ribitsch, V.: “Textile Fasermofikation”, *Energie- und Umweltforschung* 21 (2002), Nachhaltig wirtschaften konkret, Joanneum Research Institut für Chemische Prozessentwicklung und -kontrolle, <http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id2638>
- [81] Gruber, E.: *Makromolekulare Chemie Nachwachsender Rohstoffe*, Vorlesung EG 8 10/2 (2006), http://www.cellulose-papier.chemie.tu-darmstadt.de/Deutsch/Vorlesungen_und_veranstaltungen/Vorlesungen/Chem_Pruefung/PDF/Folien/10PPZellstoffe.pdf (19.07.2008).
- [82] www.novozymes.com, (20.02.2008)
- [83] <http://www.kumasci.com> (11.12.2006)

(Kişisel Görüşmeler)

- [84] Şentürk, B.: Bilkont Dış Ticaret ve Tekstil Sanayi

ÖZGEÇMİŞ

B.Yeşim BÜYÜKAKINCI 1964 yılında İstanbul’da doğdu. İlkokul öğrenimini İ.Ahmet Örnekal İlkokulu’nda tamamladıktan sonra Özel İstanbul Alman Lisesi’nde orta öğrenimine devam etti. 1984-1988 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü’nde öğrenim gördü. 1995’de Marmara Üniversitesi’nden Öğretmenlik Formasyonu ve Bilgisayar Uzmanlaşma Sertifikası aldı. 1994-1995 öğretim yılında Üsküdar Cumhuriyet Lisesi’nde stajyer olarak Kimya Öğretmenliği yaptı. Yüksek Lisans’ını 2003-2005 yılları arasında Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı’nda yaptı. 1996 yılından beri lise ve üniversite öğrencilerine özel ders vermektedir. İki çocuk annesidir.