

**PAMUĞA KİMYASAL MODİFİKASYON UYGULAYARAK  
MULTICOLOR EFEKTİNE VE ANTİBAKTERİYELLİK  
ÖZELLİĞİNE SAHİP FONKSİYONEL GÖMLEKLİK  
KUMAŞ ELDESİ**

**Yıldıray Fatih DİLSİZ**

**Yüksek Lisans Tezi  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç. Dr. Rıza ATAV**

**2016**

**T.C.**

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PAMUĞA KİMYASAL MODİFİKASYON UYGULAYARAK  
MULTICOLOR EFEKTİNE VE ANTİBAKTERİYELLİK ÖZELLİĞİNE  
SAHİP FONKSİYONEL GÖMLEKLİK KUMAŞ ELDESİ**

**Yıldıray Fatih DİLSİZ**

**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ. DR. RIZA ATAV**

**TEKİRDAĞ-2016**

**Her hakkı saklıdır.**

Bu tez SANTEZ tarafından 0747.STZ.2014 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Doç. Dr. Rıza ATAV danışmanlığında, Yıldıray Fatih DİLSİZ tarafından hazırlanan “Pamuğa Kimyasal Modifikasyon Uygulayarak Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Özelliğine Sahip Fonksiyonel Gömleklik Kumaş Eldesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir

Juri Başkanı: Doç.Dr. Aslı DEMİR

*İmza:*

Üye: Doç.Dr. Rıza ATAV

*İmza:*

Üye: Doç.Dr. Pelin GÜRKAN ÜNAL

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PAMUĞA KİMYASAL MODİFİKASYON UYGULAYARAK MULTICOLOR EFEKTİNE VE ANTİBAKTERİYELLİK ÖZELLİĞİNE SAHİP FONKSİYONEL GÖMLEKLİK KUMAŞ ELDESİ

**Yıldıray Fatih DİLSİZ**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rıza ATAV

Bilindiği gibi çok renkli bir pamuklu gömleklilik kumaş üretimi istenildiğinde, normalde iplik boyama yapılmakta ve daha sonra bu renkli iplikler kullanılarak desene uygun şekilde kumaş üretilmektedir. Bu tez projesi kapsamında ise pamuk ipliklerine çeşitli ön işlemler (katyonikleştirme veya oksidatif ön işlem) uygulayarak liflerin boyarmaddelere karşı affinitelerini ve boyanma özelliklerini değiştirmek, böylece çeşitli boyalara karşı farklı affiniteye sahip ipliklerden desene göre kumaş ürettikten sonra tek veya iki banyoda boyama işlemiyle çok renkli kumaş elde etmek amaçlanmıştır. Projenin asıl konusu pamuk liflerine kimyasal modifikasyon uygulayarak “differential dyeing” tekniğiyle boyama sonrası multicolor efekt eldesi olmakla birlikte, liflerin kimyasal modifikasyonunda kullanılacak maddeye bağlı olarak antibakteriyellik gibi yan özellikler de elde edilebilmesi planlanmıştır. Katyonikleştirme işlemi için maliyeti düşük çeşitli reaktif gruplara sahip (epoksi, aktif halojen, etoksilat veya amino) kuaterner katyonik maddeler veya aminler kullanılabilir. Maliyeti düşük ve dolayısı ile seri üretimde kullanılabilirliğinin önünde bu açıdan bir engel olmayan bu maddeler kullanıldığında, sadece multicolor efektine sahip ürün elde edilmiştir. Aynı zamanda antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip kumaş üretimi için ise, katyonikleştirme işleminde kitosan kullanımı gerekmektedir. Kitosan bilindiği gibi maliyeti yüksek bir üründür, ancak bu hem multicolor efektine hem antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip pamuklu gömleklilik kumaş üretmek için kullanılacaktır. Elde edilecek ürünün katma değeri yüksek bir ürün olacağı dikkate alındığında, söz konusu maliyeti karşılayabilecek nitelikte niş bir ürün elde edildiği söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Pamuk, boyama, katyonikleştirme, kitosan, multicolor, antibakteriyel

**2016, 81 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **OBTAINING FUNCTIONAL SHIRTING FABRIC HAVING MULTICOLOR EFFECT AND ANTIBACTERIAL PROPERTY VIA APPLYING CHEMICAL MODIFICATION TO COTTON**

**Yıldıray Fatih DİLSİZ**

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Textile Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Rıza ATAV

As it is known, for producing a multi-color cotton shirt, firstly yarn dyeing is performed and then by using these colored yarns, fabric is produced in accordance with the pattern. Within this thesis project, by applying various pre-treatments (cationization or oxidative pre-treatment) to cotton yarns, it is aimed to change fiber's dye affinity and dyeing properties, so that after the production of a fabric by using yarns having different affinities to various dyes, it will be possible to obtain fabric having multi-color effect via single or two bath dyeing process. Although the main subject of the project is to obtain multicolor effect by applying chemical modification to cotton fibers after dyeing according to the differential dyeing technique, it was planned to achieve side effects like antibacterial properties depending on the agent used in chemical modification of fibers. For cationization process low cost quaternary cationic agents having reactive groups (epoxy, active halogen, ethoxylate or amino) or amines can be used. When these agents, which have low cost and hence which are suitable for the use in mass production, are used only multicolor effect was obtained. For the production of a multicolor fabric having also antibacterial properties, the use of chitosan in the cationization process is necessary. As it is known, chitosan is a product of high cost, but it will be used for the production of a multicolor shirting fabric having also antibacterial functionalities. By taking into consideration that the product will be high added value fabric, it can be said that niche product will be obtained which is able to meet this cost.

**Keywords:** Cotton, dyeing, cationization, chitosan, multicolor, antibacterial

**2016, 81 pages**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	iv
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	2
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	7
3.1 Multicolor Efektine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemeler .....	7
3.1.1 Laboratuvar Ölçekli Çalışmalar .....	7
3.1.1.1 Katyonikleştirme işleminde en uygun koşulun belirlenmesi .....	7
3.1.1.2 Oksidatif işlemde en uygun koşulun belirlenmesi .....	12
3.1.2 Numune Ölçekli Çalışmalar .....	15
3.1.2.1 Aynı rengin farklı tonlarının eldesine ilişkin çalışmalar .....	15
3.1.2.2 Farklı renklerin eldesine ilişkin çalışmalar .....	17
3.1.3 Üretim Ölçekli Çalışmalar .....	17
3.2 Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Fonksiyonelliğine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemeler .....	19
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	24
4.1 Multicolor Efektine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar .....	24
4.1.1 Laboratuvar Ölçekli Çalışmalara İlişkin Sonuçlar .....	24
4.1.1.1 Katyonikleştirme işleminde en uygun koşulun belirlenmesine ilişkin sonuçlar .....	24
4.1.1.1.1 Kuaterner katyonik madde ve amin bileşikleriyle katyonikleştirme işlemlerine ilişkin sonuçlar .....	24
4.1.1.1.2 Kitosan ile katyonikleştirme işlemine ilişkin sonuçlar .....	33
4.1.1.2 Oksidatif işlemde en uygun koşulun belirlenmesine ilişkin sonuçlar .....	46
4.1.2 Numune Ölçekli Çalışmalara İlişkin Sonuçlar .....	51
4.1.2.1 Aynı rengin farklı tonlarının eldesine ilişkin sonuçlar .....	51
4.1.2.2 Farklı renklerin eldesine ilişkin sonuçlar .....	62
4.1.3 Üretim Ölçekli Çalışmalar .....	67
4.2 Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Fonksiyonelliğine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar .....	73
<b>5. GENEL SONUÇLAR</b> .....	74
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	77
<b>7. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	80
<b>8. TEŞEKKÜR</b> .....	81

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1: Denemelerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri .....	7
Çizelge 3.2: Katyonikleştirme denemelerinde kullanılan faktörler ve seviyeleri .....	8
Çizelge 3.3: Küp boyamada boyama koyuluğuna bağlı olarak kullanılan kostik ve hidrosülfid miktarları .....	14
Çizelge 3.4: Reaktif boyamada boyama koyuluğuna bağlı olarak kullanılan soda vetuz miktarları .....	14
Çizelge 4.1: İşlemsiz ve katyonikleştirme maddeleri ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar .....	26
Çizelge 4.2: Katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	29
Çizelge 4.3: En uygun koşullarda katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları.....	30
Çizelge 4.4: En uygun koşullarda katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri.....	31
Çizelge 4.5: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	33
Çizelge 4.6: M-periyodat ile farklı koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların bakır testi sonrası fotoğrafları .....	37
Çizelge 4.7: İşlemsiz kumaş ile en uygun koşullarda periyodat ile ön işlem görmüş kumaşların beyazlık dereceleri.....	38
Çizelge 4.8: İşlemsiz ve kitosan ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar .....	39
Çizelge 4.9: Kitosana katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	42
Çizelge 4.10: En uygun koşullarda kitosana işlem görmüş kumaş numunelerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları .....	43
Çizelge 4.11: En uygun koşullarda kitosan ile işlem görmüş kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	44
Çizelge 4.12: Farklı konsantrasyonlarda kitosana işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	46
Çizelge 4.13: İşlemsiz ve 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmadelerle boyanmasında elde edilen CIE L*a*b* değerleri .....	48
Çizelge 4.14: İşlemsiz ve 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmadelerle boyanmasında elde edilen CIE L*a*b* değerleri .....	48
Çizelge 4.15: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmadelerle boyanmasında elde edilen yıkama ve sürtme haslığı değerleri .....	49



Çizelge 4.16: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen yıkama ve sürtme haslığı değerleri .....	49
Çizelge 4.17: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen asidik ve bazik ter haslığı değerleri.....	50
Çizelge 4.18: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	50
Çizelge 4.19: 2 farklı konsantrasyonda 3 farklı katyonikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar.....	51
Çizelge 4.20: 2 farklı katyonikleştirme maddesi ile %2'lik konsantrasyonda işlem görmüş ve işlemsiz pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyalarla boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı değerleri.....	52
Çizelge 4.21: 2 farklı katyonikleştirme maddesi ile %2'lik konsantrasyonda işlem görmüş ve işlemsiz pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyalarla boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri.....	53
Çizelge 4.22: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar.....	54
Çizelge 4.23: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5-1-2'lik konsantrasyonlarda boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	54
Çizelge 4.24: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları .....	56
Çizelge 4.25: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	57
Çizelge 4.26: 2 farklı konsantrasyonda kitosan ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar.....	58
Çizelge 4.27: Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5-1-2'lik konsantrasyonlarda boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları.....	58
Çizelge 4.28: Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları .....	60
Çizelge 4.29: Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	61
Çizelge 4.30: 2 farklı konsantrasyonda oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların küp boyarmaddeyle boyanmasına ilişkin fotoğraflar.....	62
Çizelge 4.31: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmadde karışımıyla boyanmasına ilişkin fotoğraflar .....	62

Çizelge 4.32: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçları .....	63
Çizelge 4.33: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı .....	64
Çizelge 4.34: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	64
Çizelge 4.35: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin fotoğraflar .....	65
Çizelge 4.36: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin CIE L*a*b* sonuçlar .....	65
Çizelge 4.37: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri .....	66
Çizelge 4.38: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	67
Çizelge 4.39: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları .....	68
Çizelge 4.40: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri .....	69
Çizelge 4.41: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle laboratuvarında boyanmasına ilişkin fotoğraflar .....	69
Çizelge 4.42: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin reaktif boyarmaddelerle laboratuvarında boyanmasına ilişkin fotoğraflar .....	70
Çizelge 4.43: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks ve reaktif boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları .....	70
Çizelge 4.44: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks ve reaktif boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları .....	71
Çizelge 4.45: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları .....	72

Çizelge 4.46: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları .....	72
Çizelge 4.47: Oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş kumaş numunelerinin yıkamasız, 5 ve 10 yıkama sonrası hallerine ait AATCC 100 standardına göre kantitatif test sonuçları (% azalma) .....	73

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2.1: 2000 yılı itibarı ile dünya antimikrobiyal tekstil üretimi (Palamutçu ve ark. 2008)..	4
Şekil 2.2: Antimikrobiyal etkinlik (Palamutçu ve ark. 2008).....	4
Şekil 2.3: Kitin ve kitosanın kimyasal yapısı (Demir ve Seventekin 2009).....	5
Şekil 3.1: Lanaset boyarmaddeleri ile yapılan denemelere ilişkin boyama grafiği.....	8
Şekil 3.2: Oksidatif ön işlem sonrası kitosanın pamuğa bağlanma mekanizması (Liu ve ark. 2001) .....	10
Şekil 3.3: Küp boyarmaddeler ile açık tonlarda (%2'liğe kadar) yapılan boyamalarda kullanılan grafik .....	12
Şekil 3.4: Küp boyarmaddeler ile koyu tonlarda (%2'likten itibaren) yapılan boyamalarda kullanılan grafik .....	13
Şekil 3.5: Küp boyarmaddeler ile açık tonlarda (%2'liğe kadar) yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler .....	13
Şekil 3.6: Küp boyarmaddeler ile koyu tonlarda (%2'likten itibaren) yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler .....	13
Şekil 3.7: Pamuk reaktifi ile boyamada kullanılan grafik .....	13
Şekil 3.8: Pamuk reaktifi ile yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler.....	14
Şekil 3.9: İşletme ölçekli denemeler için üretilen kumaş numuneleri (1 nolu kumaş solda, 2 nolu kumaş sağda).....	18
Şekil 4.1: Denemelerde kullanılmış olan katyonikleştirme maddelerinin kimyasal yapıları ve pamuk liflerine olası bağlanma mekanizmaları (Haroun ve Mansour 2007).....	24
Şekil 4.2: Katyonikleştirme maddeleriyle çeşitli koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların Lanaset Blue 2RA boyarmaddesi ile %2 koyulukta boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	25
Şekil 4.3: İşlemsiz ve en uygun koşullarda katyonikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş kumaş numunelerine ait ATR/FT-IR analizi sonuçları .....	27
Şekil 4.4: İşlemsiz (solda) ve katyonikleştirme işlemi görmüş (sağda) numunelerin SEM fotoğrafları (X2000).....	28
Şekil 4.5: Katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları .....	29
Şekil 4.6: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	32
Şekil 4.7: M-periyodat konsantrasyonunun aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi(m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 50°C - 30') .....	34
Şekil 4.8: M-periyodat ile ön işlem pH'ının aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi(m-periyodat ile ön işlem koşulu: 1,5 g/L - 50°C - 30').....	34
Şekil 4.9: M-periyodat ile ön işlem sıcaklığının aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi (m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 1,5 g/L - 30') .....	34
Şekil 4.10: M-periyodat ile ön işlem süresinin aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi(m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 1,5 g/L - 50°C).....	34
Şekil 4.11: M-periyodat ile farklı koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların metilen mavisi ile boyama sonrası renk verimi (K/S) değerleri .....	36
Şekil 4.12: Kitosan ile çeşitli sürelerde ön işlem görmüş pamuklu kumaşların Lanaset Blue 2RA boyarmaddesi ile %2 koyulukta boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.	38

Şekil 4.13: En uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem görmüş kumaş numunesine ait ATR/FT-IR analizi sonuçları.....	40
Şekil 4.14: İşlemsiz (solda), oksidatif ön işlem görmüş (ortada) ve oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem görmüş (sağda) numunelerin SEM fotoğrafları (X5000) .....	41
Şekil 4.15: Kitosanla katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları .....	41
Şekil 4.16: Oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları .....	45
Şekil 4.17: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri .....	47
Şekil 4.18: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri .....	47
Şekil 4.19: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	55
Şekil 4.20: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %1'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	55
Şekil 4.21: Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	55
Şekil 4.22: Farklı konsantrasyonlarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	59
Şekil 4.23: Farklı konsantrasyonlarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %1'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları.....	59
Şekil 4.24: Farklı konsantrasyonlarda görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları .....	59
Şekil 4.25: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları...	63
Şekil 4.26: 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonucu .....	66
Şekil 4.27: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin boyanmış hallerine ilişkin fotoğraflar (1 nolu kumaşlar solda, 2 nolu kumaşlar sağda).....	68
Şekil 4.28: İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ilişkin fotoğraflar (1 nolu kumaşlar solda, 2 nolu kumaşlar sağda) .....	71

## 1. GİRİŞ

Tekstil üretiminde sentetik liflerin payı önemli derecede artmış olsa da, günümüzde hâlâ %50'nin üzerinde bir oranla selülozik lifler kullanılmaktadır. Tüm tekstillerin yaklaşık %5'i beyaz, %5'i renkli dokunmuş, %15-20'si baskılı ve %70-75'i düz boyalı mamüllerden oluşmaktadır. Dolayısı ile renklendirme işlemi tekstil terbiye prosesleri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bilindiği gibi çok renkli bir pamuklu gömleklik kumaş üretimi istenildiğinde, normalde iplik boyama yapılmakta ve daha sonra bu renkli iplikler kullanılarak desene uygun şekilde kumaş üretilmektedir. Örneğin 3 renkli bir kumaş üretilmek istenildiğinde, 3 ayrı banyoda iplik boyama işlemi yapılmakta ve her seferinde su, kimyasal ve enerji tüketimi söz konusu olmaktadır. Bu proje kapsamında ise pamuk ipliklerine çeşitli ön işlemler (katyonikleştirme veya oksidatif ön işlem) uygulayarak liflerin boyarmaddelere karşı affinitelerini ve boyanma özelliklerini değiştirmek, böylece çeşitli boyalara karşı farklı affiniteye sahip ipliklerden kumaş ürettikten sonra tek bir banyoda boyama işlemiyle çok renkli kumaş elde etmek üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla, çeşitli boyalara karşı affinitesi değiştirilmiş pamuk iplikleri üretilmiş ve firma bu ipliklerden üretip belli miktarda stokladığında gelen siparişe göre uygun ipliklerden desene göre kumaşı üretip tek banyoda çok renkli kumaş elde edebilir hale gelmiştir.

Projenin asıl konusu pamuk liflerine kimyasal modifikasyon uygulayarak “differential dyeing” tekniğiyle boyama sonrası multicolor efekt eldesi olmakla birlikte, liflerin kimyasal modifikasyonunda kullanılacak maddeye bağlı olarak antibakteriyellik gibi yan özellikler de elde edilebileceği ortaya koyulmuştur. Katyonikleştirme işlemi için maliyeti düşük çeşitli reaktif gruplara sahip (epoksi, aktif halojen, etoksilat veya amino) kuaterner katyonik maddeler veya aminler kullanılabilir. Maliyeti düşük ve dolayısı ile seri üretimde kullanılabilirliğinin önünde bu açıdan bir engel olmayan bu maddeler kullanıldığında, sadece multicolor efektine sahip ürün elde edilebilmektedir. Aynı zamanda antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip kumaş üretimi için ise, katyonikleştirme işleminde kitosan kullanımı üzerinde çalışılmıştır. Kitosan bilindiği gibi maliyeti yüksek bir üründür, ancak bu hem multicolor efektine hem antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip pamuklu gömleklik kumaş üretmek için kullanılacağından elde edilecek ürünün katma değeri yüksek bir ürün olacağı dikkate alındığında, söz konusu maliyeti karşılayabilecek nitelikte niş bir ürün elde edileceği söylenebilir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kimyaca aynı esasa dayanan, fakat boyarmaddelere karşı affiniteleri farklı olan lifler (iplikler) kullanılarak yapılmış mamullerin (kumaş, trikotaj vb.) bir banyoda çok renkli olarak boyanması tekniğine “Differential Boyama” adı verilmektedir (Tarakçıoğlu 1980-1982). Bu teknik çeşitli sentetik lifler, özellikle de anyonik ve katyonik boyarmaddelerle farklı boyanma özelliğine sahip poliamid lifleri kullanılarak geçmişten beri kullanılmaktadır. Ancak pamuk gibi fabrikada üretilmeyen, doğal bir lif söz konusu olduğunda çeşitli boyarmaddelere karşı affinitesi büyük ölçüde farklı pamuktan normal koşullarda söz etmek mümkün değildir. Bu noktada daha önce bu amaç doğrultusunda denenmemiş yenilikçi bir fikrin pamuk üzerinde denenerek, pamuklu kumaşlarda multicolor efekt eldesi üzerinde çalışılması önemli kazanımlar getirecektir.

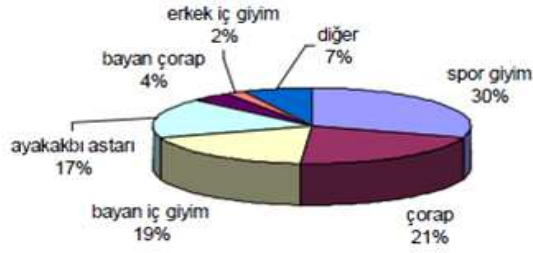
Pamuk liflerinin boyanma özelliklerini değiştirmek için literatürde üzerinde en fazla çalışılan konu katyonikleştirme işlemidir. Pamuğun anyonik karakterini katyonik maddelerle işlem yaparak katyonik hale getirme imkânı uzun yıllardır bilinmekte olup, bu konudaki çalışmalar halen sürmektedir. Pamuğun iyonik yapısını değiştirmek anyonik boyaların pamuğa affinitesini artırmakta, böylece pamuğun konvansiyonel boyalarla boyanması sırasında karşılaşılan çeşitli problemlerin (reaktif boyamada yüksek miktarda tuz gereksinimi, direkt boyaların düşük yıkama haslıkları vb.) üstesinden gelinmesine yardımcı olmaktadır. Katyonikleştirme işlemi, pamuğun zaten kullanılan boyalarla boyanabilirliğini artırırken, liflerin asit, metal kompleks gibi boya grupları ile de boyanabilir hale gelmesini sağlamaktadır. Pamuğun anyonik boyalara karşı substantivitesini geliştirmek için yapılan çalışmaların çoğunda, pamuk ile reaksiyona girebilen çeşitli reaktif gruplara sahip (epoksi, aktif halojen, etoksilat vb.) kuaterner katyonik maddeler veya aminler kullanılmaktadır. Selüloz, hidroksil grupları sayesinde amin grupları veya kuaterner amonyum grupları ile reaksiyona girerek katyonize edilebilmektedir. Literatürde bu konuda çok sayıda yapılmış tez çalışması, proje ve yayın bulunmaktadır (Lewis ve Lei 1991, Özdoğan 2003, Erdas ve ark. 2003, Bozacı 2007, Teng ve ark. 2010, Periyasamy ve ark. 2011, Teng ve ark. 2011, Kazan Şahin 2015). Daha yeni tarihli çalışmalarda ise katyonikleştirme işleminin amin uç grubuna sahip dendrimerler (Burkinshaw ve ark. 2000, Hou-cai ve ark. 2005, Zhang ve ark. 2007, Zhang ve ark. 2008, Namırtı 2013) ve kitosan (Houshyar ve Amirshahi 2002, Kampeerappun ve ark. 2010, Singha ve ark. 2012, Bhuiyan ve ark. 2014) kullanılarak gerçekleştirildiği görülmektedir.

Yapılan çalışmaların çoğunda pamuk liflerinin söz konusu katyonikleştirme maddeleriyle muamelesi emdirme yöntemine göre yapılmış olsa da, çektirme yöntemine göre aplikasyon üzerinde çalışmalar da mevcuttur. Elde edilen bulgulara bakıldığında, genel olarak pamuğun katyonikleştirme işlemi sonrası renk verimi kaybı olmadan reaktif boyamada tuz kullanılmadan veya daha az tuz kullanılarak boyanabildiği görülmektedir. Ancak boyama sonrası elde edilen haslıklara bakıldığında yıkama ve ter haslıklarında konvansiyonel boyamalara kıyasla bir olumsuzluk olmasa da, sürtme ve ışık haslıklarında önemli düşüşler olduğu dikkati çekmektedir. Bunun yanı sıra katyonikleştirme işlemi sonrası pamuk liflerinin normalde yün boyamada kullanılan asit, metal kompleks gibi boya sınıflarıyla da boyanabilir hale geldiği pek çok çalışmada ortaya koyulmuştur.

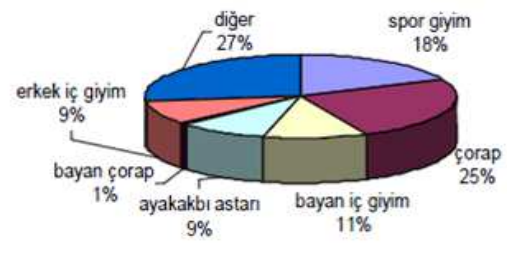
Son yıllarda tekstil dünyasında yeni bir trend yaşanmaktadır. Önceleri sadece soğuktan korunmak ve örtünmek amaçlı kullanılan tekstil ürünleri gün geçtikçe insanları süsleme, statü belirleme ve fonksiyonellik sağlama konusunda ön plana çıkmıştır. Gelecekte giyenlere, kullananlara örtme ve süslemenin yanında, başta sağlık, güvenlik ve enformasyon alanlarında olmak üzere, başka hizmetler de sunabilen çok fonksiyonlu akıllı (interaktif) tekstil ürünlerinin üretimi ve kullanımını artacaktır (Balcı, 2006).

Güç kirlenen, güç tutuşan, nefes alabilen, antistatik özelliğe sahip tekstil ürünleri gibi fonksiyonel ürünler arasında antibakteriyellik özelliğine sahip tekstil ürünleri de sayılabilir. Tekstil materyalleri doğal özellikleri itibarı ile mikroorganizmaların büyüme ve çoğalması için ideal ortamlar sağlar. Bununla birlikte, substrat yapısı ve kimyasal işlemler mikropların büyüme ve çoğalmasını hızlandırabilir. Nemli ve sıcak ortam da sorunun şiddetlenmesine yardımcı olur. Mikrop istilası patojenler tarafından çapraz enfeksiyona neden olur ve kumaşın deriye temas ettiği yüzeylerde bir koku açığa çıkar. Ayrıca, mikrobiyal saldırı lekelenme ve tekstil materyallerinde performans kaybı gibi sonuçlara da yol açmaktadır. Temelde tekstil materyalini ve kullanıcıyı korumak için antimikrobiyal özellik kazandırma işlemi yapılmaktadır (Anonim 2009).





**Bitim işlemleri ile elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri (toplam 26,5 kton)**



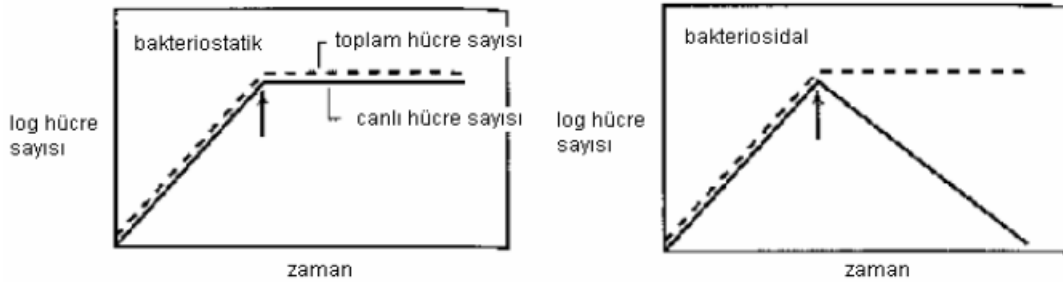
**Antimikrobiyal elyaf kullanılarak elde edilen antimikrobiyal tekstil ürünleri (toplam 4,5 kton)**

Şekil 2.1: 2000 yılı itibarı ile dünya antimikrobiyal tekstil üretimi (Palamutçu ve ark. 2008)

Antimikrobiyal maddelerin mikro organizmaları öldürme veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar,

- Mikroorganizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- Hücre duvarı sentezine engel olmak,
- Hücre duvarının kalıcı olarak tahrip edilmesi,
- Hücrenin protein ve nükleik asit sentezlerini engellenmesi,
- Enzim hareketlerinin engellenmesi

olarak sayılabilir. Antimikrobiyal maddeler mikro organizmaları öldüren veya gelişmelerini engelleyen özelliktedir. Bakterostatik veya bakterosidal olarak tanımlanan bu etken maddelerin organizmalar üzerindeki etkileri Şekil 2.2’de verilen grafiklerde görülmektedir. Bakterostatik maddeler ortamda bulunan organizma sayısının artmasını engellemekte, bakteriosidal maddeler ise ortamda bulunan canlı organizmaların sayılarının azalmasını sağlamaktadır (Palamutçu ve ark. 2008).



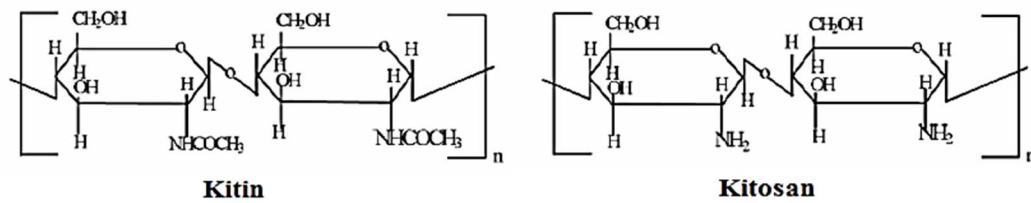
Şekil 2.2: Antimikrobiyal etkinlik (Palamutçu ve ark. 2008)

Antimikrobiyal maddeler ister “-cidal” ister “-static” olsun her iki durumda da bakterilerin istenmeyen özelliklerini engellemeye yöneliktirler. Bu fonksiyonları yerine getirebilen en önemli bileşikler şunlardır.

- Fenol ve türevleri (Triklosan-Triklokarban)
- Biguanidinler
- Kitin ve Kitosan
- Amonyum bileşikleri
- Oksidasyon maddeleri (peroksitler, titanyum oksitler vb.)
- Metaller (gümüş, çinko, bakır)
- Alkoller

Son yıllarda atıkların yeniden değerlendirilmelerinin gündeme gelmesiyle birlikte, kabuklu su ürünleri çürümeye bırakılmak yerine, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle yeniden değerlendirilmekte ve yeni ürünler elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen ürünlerin başında kitin ve başlıca türevi olan kitosan gelmektedir (Demir ve Seventekin 2009). Doğal ve toksik olmayan bir biyopolimer olan kitin ve kitosan, başlıca yengeç ve karides kabuklarından elde edilmektedir. Bunun yanı sıra, böcek kabukları da kitin kaynağı açısından oldukça zengindir. Böcek kabuklarında yaklaşık %23,5 oranında kitin bulunurken bu oran yengeç ve karideste sırasıyla %17 ile % 32 arasındadır (Demir ve ark. 2008).

Kitin, selülozdan sonra dünyada en yaygın olarak bulunan ikinci biyopolimerdir. Yengeç, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana bileşeni olup, böceklerin iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarının yapısında da bulunmaktadır. Bir biyopolimer olan kitin, esas olarak poli-[ $\beta$ -(1,4)-2-asetamid-2-deoksi- $\beta$ -D-glukopiranoz] yapısında olup çok düşük oranda 2-amino-2-deoksi- $\beta$ -glukopiranoz monomerlerini de içermektedir (Şekil 2.3). Kitosanın kimyasal yapısı ise, poli-[ $\beta$ -(1,4)-2-amino-2-deoksi- $\beta$ -D-glukopiranoz] seklindedir (Demir ve Seventekin 2009).



Şekil 2.3: Kitin ve kitosanın kimyasal yapısı (Demir ve Seventekin 2009)

Kimyasal olarak kitin bir polisakarit olup, birçok değişik formüle üretilir. Kimyasal bir çözücüde kitinin ısıtılmasıyla kolayca elde edilebilen kitosan bunlardan biridir (Altınok, 2008). Kitosan selüloza çapraz bağlama ile eklendiğinde antimikrobiyal ve nem kontrol özelliği kazandırır (Balcı 2006). Kitosanın tekstil uygulamalarına ilişkin son yıllarda

çok sayıda yayın (Şahan ve ark. 2008; Demir 2016 vb.) yapılmıştır. Bunlar arasında en dikkat çekici uygulamalardan birisi kumaşlara antibakteriyellik özelliği kazandırılmasıdır.

Kitosanın antimikrobiyal etkisi molekül ağırlığı, deasetilleme derecesi, pH, sıcaklık gibi iç ve dış faktörlerden etkilenmektedir. Son yıllarda kitosanın modifiye edilmesi yoluna gidilerek bu faktörleri minimize etme yolunda çalışmalar bulunmaktadır. kitosanın molekül ağırlığı ile antimikrobiyal aktivitesi arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu ifade edilmektedir. Deasetilleme derecesinin artması ise, kitosan üzerindeki amin gruplarının artması anlamına gelmektedir. Böylece, kitosan asidik koşullarda daha fazla sayıda protolanmış amin grupları ve negatif yüklü mikroorganizma hücre duvarı ile reaksiyona girme oranını arttırmaktadır. Öte yandan en büyük antimikrobiyal aktivitenin pH 5 civarında gözlemlendiği ifade edilmektedir. pH arttıkça aktivite de azalmaktadır. pH 9'da ise kitosan hemen hemen hiç antimikrobiyal aktivite göstermemektedir. Sıcaklığın etkisi ile ilgili olarak ise daha düşük sıcaklıklarda kitosan ve hücre arasındaki etkileşimin azalmasından dolayı antimikrobiyal aktivitede düşüş meydana geldiği belirtilmektedir (Demir ve ark. 2008). Son yıllarda pamuklu kumaşlara kitosan ile antibakteriyel özellik kazandırmak üzerine çok çeşitli yayınlar yapıldığı görülmektedir (El-Tahlawy et al. 2005; Araina et al. 2013; Feng et al. 2016).

Kitosanın antimikrobiyal etkinliğine ilişkin çeşitli mekanizmalar ileri sürülmektedir. Bunlardan ilki; asidik ortamda  $-NH_2$  gruplarının  $-NH_3^+$  gruplarına dönüşmesiyle, bakterilerin hücre zarının bileşiminde bulunan negatif yüklü fosforil ve fosfolipidlerle elektrostatik etkileşimi ile ilgilidir. Bu şekilde, hücre zarı zarar görmekte ve bakterilerin beslenmesi için gerekli olan besinler hücre dışına sızmakta, hücre ölümü gerçekleşmektedir. Diğer bir mekanizma şu şekildedir: Hücre yüzeyi üzerinde bulunan kitosan (özellikle yüksek molekül ağırlığına sahip) burada bir polimer tabakası oluşturmakta ve hücre için gerekli besinlerin içeri girmesini önlemektedir. Üçüncü mekanizma, düşük molekül ağırlığındaki kitosanla ilgilidir: Kitosan hücre içerisine kadar ilerleyebilmekte burada DNA'ya bağlanmakta, RNA ve protein sentezini engellemekte ve böyle hücrenin yaşam prosesini sona erdirmektedir (Demir ve ark. 2008).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez projesi;

- Multicolor Efektine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesi ve
- Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Fonksiyonelliğine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesi olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır.

Tüm deneme grupları öncelikle laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş olup, daha sonra gerek haslık ve düzgünlük, gerekse maliyet açısından en iyi sonucu veren yöntemler Söktaş Dokuma İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de numune ve endüstriyel ölçekli üretim koşullarında denenmiştir.

#### 3.1 Multicolor Efektine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemeler

##### 3.1.1 Laboratuvar Ölçekli Çalışmalar

Laboratuvar koşullarında yapılan tüm denemeler laboratuvar tipi Termal HT boyama makinesinde 1:15 flotte oranında gerçekleştirilmiştir. Tüm laboratuvar denemeleri saf su ile yapılmıştır. Laboratuvar çalışmalarında kolaylık sağlamak için denemeler iplik değil, Çizelge 3.1'de özellikleri verilen %100 pamuklu dokuma kumaş kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 3.1:** Denemelerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri

		<b>%100 Pamuk</b>
<b>İplik Numarası (Ne)</b>	Çözüğü	60/1
	Atkı	60/1
<b>Sıklık (tel/cm)</b>	Çözüğü	76
	Atkı	49
<b>Doku Tipi</b>	Bezayağı	
<b>Ağırlığı (g/m<sup>2</sup>) (TS251)</b>	125	
<b>Hidrofillik Derecesi (saniye) (TS 866)</b>	1,7	
<b>Beyazlık Derecesi (Berger)</b>	70,04	

Çalışmanın bu bölümünde pamuklu dokuma kumaşlara boyarmaddelere karşı affinitesini değiştiren biri katyonikleştirme diğeri oksidatif işlem olmak üzere 2 farklı ön işlem uygulanmıştır.

##### 3.1.1.1 Katyonikleştirme işleminde en uygun koşulun belirlenmesi

Bu çalışmalar kendi arasında iki gruba ayrılarak yürütülmüştür. İlk grupta sadece multicolor efektine sahip pamuklu kumaş eldesi için maliyeti düşük reaktif gruba sahip kuaterner katyonik madde ve amin bileşiği esaslı ürünler kullanılmıştır. İkinci grupta ise aynı

zamanda antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip kumaş üretimi için, katyonikleştirme işleminde kitosan kullanımı üzerinde çalışılmıştır. Bu nedenle, her iki gruptaki en uygun koşulun belirlenmesi çalışmalarına ilişkin yöntem aşağıda ayrı ayrı açıklanmaktadır.

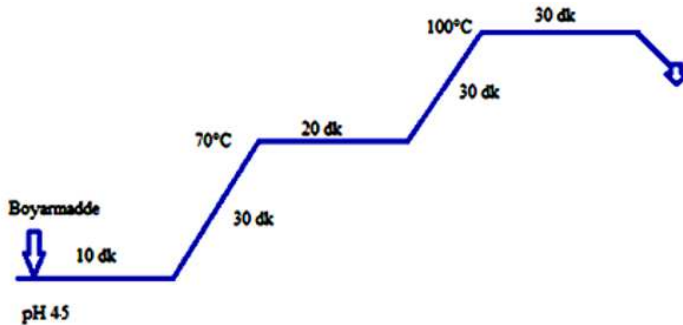
#### a) Kuaterner katyonik madde ve amin bileşikleriyle katyonikleştirme

Denemelerde biri polietilen poliamin bileşiği (Albafix ECO), diğeri ise poliaminoklorhidrin kuarternramonyum bileşiği (Albafix E) esaslı iki farklı ticari ürün kullanılmıştır. Katyonikleştirme işleminin en uygun koşullarını bulmak için katyonikleştirme maddesi ile lifler arasındaki etkileşimi etkileyebilecek üç faktör: pH, sıcaklık ve süre (Çizelge 3.2) incelenmiştir. Bu faktörlerden her biri üç düzey içerecek şekilde deneme planları oluşturulmuş ve denemelerde katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu %5 olarak seçilmiştir.

Çizelge 3.2: Katyonikleştirme denemelerinde kullanılan faktörler ve seviyeleri

Faktörler	Seviyeler		
	1	2	3
pH	5	7	9
Sıcaklık (°C)	40	60	80
Süre (dakika)	10	20	30

Deneme desenine göre üretilen deney numuneleri ile işlemsiz numune standart bir reçete ile Lanaset Blue 2RA (C.I. Acid Blue 781) (Hunstman) boyarmaddesi kullanılarak Şekil 3.1’de verilen boyama grafiğine göre %2’lik koyulukta pH 4,5’da (asetik asit ile) boyanmıştır. Boyama sonrası kumaş numuneleri soğuk - sıcak - soğuk taşar durulamalara tabi tutulmuş ve kurutulmuştur. Daha sonra boyamada elde edilen renk verimi değerleri (K/S) kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Renk verimi değerlerine göre en iyi sonucu veren koşullarda işlem görmüş numunenin aynı zamanda boyama düzgünlüğü de test edilmiştir.



Şekil 3.1: Lanaset boyarmaddeleri ile yapılan denemelere ilişkin boyama grafiği

Bu şekilde yapılan çalışmalar ile pamuklu kumaşların yün boyamacılığında kullanılan 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanabilir hale getirilmesi için en uygun işlem koşulları %5 polietilenpoliamin bileşiği esaslı ürün (Albafix ECO) ile pH 7 60°C'da 20 dak. işlem olarak bulunmuştur. Bundan sonra katyonikleştirme ön işleminin liflerde meydana getirdiği değişimi saptamak için işlemsiz ve en uygun koşullarda ön işlem görmüş liflere ATR-FTIR, Azot içeriği (%N) ve SEM analizleri yapılmıştır.

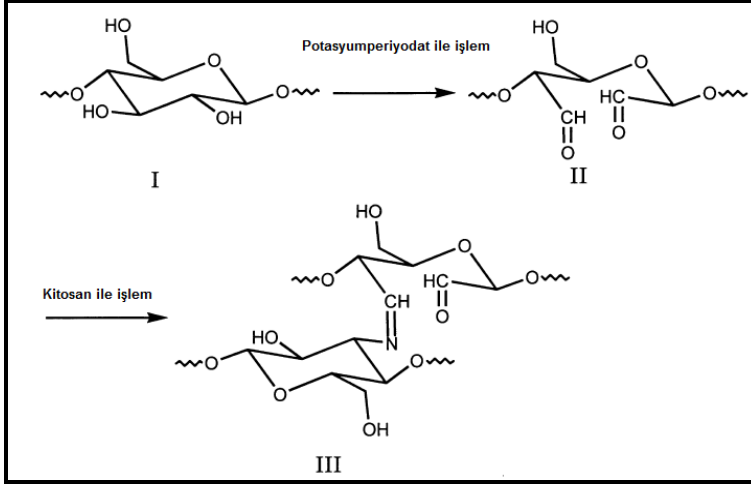
Belirlenen en uygun koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar daha sonra seçilen Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boyalarıyla %0,5-1-2-4'lük koyuluklarda boyanmıştır. Boyanmış numunelerin Renk Verimi (K/S) ve CIE L\*a\*b\* değerleri ölçülmüştür. Yapılan boyamaların sonucunda %2'lik konsantrasyondan sonra boyarmadde miktarı arttırılsa bile boyamada elde edilecek rengin koyuluğunun daha fazla artmadığı görüldüğünden bundan sonraki denemelerde boyama koyuluğu %2 ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle yalnızca %0,5-1-2'lik koyuluklarda boyanmış numunelere yıkama, sürtme, ışık, asidik ve bazik ter haslığı testleri yapılmıştır. Boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının elde edilen haslıklara olumlu bir etkisinin olup olmayacağını gözlemlemek için katyonik fiksatorle ard işlem sonrası da haslık değerlerine bakılmıştır. Bu amaçla numunelere %1 Albafix ECO ile 60°C'da 30 dak. ard işlem yapılmıştır.

Son olarak belirlenen en uygun koşullarda katyonikleştirme işlemi sırasında katyonikleştirme maddesi konsantrasyonuna bağlı olarak elde edilecek rengin nasıl değişeceğini saptamak için farklı konsantrasyonlarda (%2-4-6-8-10) ön işlem uygulanıp söz konusu 3 boyarmadde ile sabit konsantrasyonda (%2'lik) boyama işlemleri yapılmıştır. Yapılan boyamaların renk verimi (K/S) değerleri ölçülerek numunelerin katyonikleştirme maddesi konsantrasyonuna bağlı renk verimi grafikleri çıkartılmıştır. Böylece aynı rengin farklı tonları istenildiğinde ipliklere hangi konsantrasyonlarda ön işlem yapılması gerektiği saptanmıştır.

## **b) Kitosan ile katyonikleştirme**

Pamuk liflerinin amin grubu içeren kitosanla kimyasal modifikasyonu öncesi oksidatif ön işlem görmesinin liflere aktarılan kitosan miktarını arttıracığı literatürde yapılmış pek çok çalışmada ortaya koyulmuştur. Zira kitosan moleküllerinin sahip olduğu amin grupları pamuk liflerindeki primer ve sekonder alkol grupları ile değil, bunların oksidasyonu sonucu oluşan

aldehit ve karboksilik asit grupları ile daha kolay reaksiyona girerek liflere bağlanabilmektedir. **Liu ve ark.** pamuk ipliği üzerinde çektirme yöntemine göre yapmış oldukları çalışmada söz konusu oksidatif ön işlemin (potasyum periyodat ile yapılan) pamuk ipliklerine bağlanan kitosan miktarını arttırdığını ve oksidatif madde konsantrasyonu 2 g/L'nin üzerine çıkmadığı sürece liflerde önemli bir hasara yol açmadığını belirtmişlerdir (Liu ve ark. 2001). Reaksiyon mekanizması Şekil 3.2'de verilmektedir.



Şekil 3.2: Oksidatif ön işlem sonrası kitosanın pamuğa bağlanma mekanizması (Liu ve ark. 2001)

Bu düşünceden hareketle, çalışmanın ilk aşamasında pamuklu kumaşlara sodyum periyodat ile oksidatif ön işlem uygulanmış ve bu işlemin en uygun koşulu belirlenmiştir. Sodyum periyodat ön işleminde konsantrasyon (0,5-1,5-2,5 g/L), pH (4-7-10), sıcaklık (30°C-50°C-70°C) ve süre (10'-30'-50') parametreleri değiştirilerek en uygun koşulun belirlenmesine çalışılmıştır. Daha sonra elde edilen tüm işlemlili numunelere çeşitli zarar testleri uygulanarak sonuçlar işlemsiz numune ile karşılaştırılmıştır. Pamuğun oksidasyonundan sonra liflerin gördüğü zararı belirlemede lif, iplik ya da kumaş mukavemetini ölçmek tek başına yeterli olmamaktadır. Bu nedenle oksidatif işlem sonrası selüloz liflerinde meydana gelen kimyasal değişimin tespiti için bakır sayısı ve metilen mavisi sayısı testleri kullanılabilir. Bu nedenle, bu tez projesinde oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz kumaş numunelerine yırtılma mukavemeti testinin yanı sıra; aldehit grubu tayini, metilen mavisi ile boyama testi ve bakır sayısı testi uygulanmıştır. Oksidatif ön işlem için en uygun koşulun belirlenmesinde, liflerde meydana gelen hasar kabul sınırları içerisinde kalacak şekilde pamuğun aldehit grubunda meydana gelen artışın maksimum olması (zira bu durumda kitosan bağlanma olasılığı en iyi olacaktır) kriter alınmıştır. Bu şekilde en uygun koşullardaki oksidatif ön işlem koşulu

bulunduktan sonra bu numunenin beyazlık derecesi spektral fotometre ile ölçülerek işlemsiz numuneninkiyle karşılaştırılmıştır.

Oksidatif ön işlemden en uygun koşulun belirlenmesinden sonra kitosanla işlem için en uygun koşulun belirlenmesi çalışmalarına geçilmiştir. Kitosanla işlemdeki en uygun koşulun belirlenmesinde işlem süresi (15'-30'-45'-60'-75') parametresi incelenmiştir.

**Kitosanla işlem:** Pamuklu kumaşlar 60°C'daki %2'lik asetik asit içerisinde çözülmüş olan kitosan çözeltisine eklendikten sonra bu sıcaklıkta yukarıda belirtilen süreler kadar işlem yapılmıştır. Ardından flotte boşaltılıp, kumaş numuneleri soğuk su ile durulanarak kurutulmuştur. Daha sonra,

- İşlemsiz kumaş ve
- Oksidatif ön işlem sonrası kitosanla çeşitli koşullarda işlem görmüş kumaşlar

Lanaset Blue 2RA boyarmaddesi ile %2'lik konsantrasyonda boyanmıştır. Böylece kitosanla çeşitli koşullarda işlem görmüş numunelerden hangisinin renk veriminin en iyi olduğu saptanmıştır. Daha sonra oksidatif ön işlem sonrası kitosanla yapılan kimyasal modifikasyonun liflerin fonksiyonel gruplarında meydana getirdiği değişimi saptayabilmek için işlemsiz numune, en uygun koşullarda oksidatif ön işlem görmüş numune ve en uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası en uygun koşullarda kitosanla işlem görmüş numuneye ATR-FTIR, Azot içeriği (%N) ve SEM analizleri yapılmıştır.

Böylece pamuklu kumaşların yün için kullanılan 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanabilirliğinin geliştirilmesi için kitosanla ön işleme ait en uygun koşullar saptanmıştır. Saptanan en uygun koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar daha sonra seçilen Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boya renkleriyle %0,5-1-2-4'lük koyuluklarda Şekil 3.1'de verilen grafiğe göre boyanmıştır. Boyanmış numunelerin Renk Verimi (K/S) ve CIE L\*a\*b\* değerleri ölçülmüştür. Daha sonra numunelere yıkama, sürtme, ışık, asidik ve bazik ter haslığı testleri yapılmıştır. Boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının elde edilen haslıklara olumlu bir etkisi olup olmayacağını gözlemlemek için katyonik fiksatorle ard işlem sonrası da haslık değerlerine bakılmıştır. Bu amaçla numunelere %1 Albafix ECO ile 60°C'da 30 dak. ard işlem yapılmıştır.

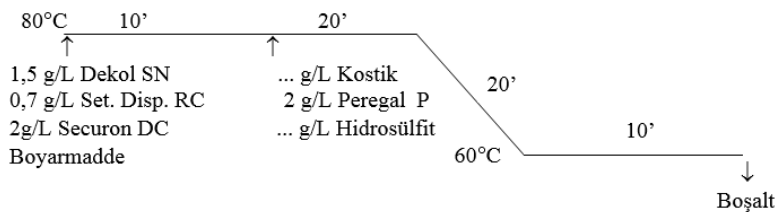


Son olarak en uygun koşullarda kitosan işlemi sırasında kitosan konsantrasyonuna bağlı olarak elde edilecek rengin nasıl değişeceğini saptamak için farklı konsantrasyonlarda (%2,5-5-7,5-10-15) kitosan ile işlem uygulanıp söz konusu 3 boyarmadde ile sabit konsantrasyonda (%2'lik) boyama işlemleri yapılmıştır. Yapılan boyamaların renk verimi (K/S) değerleri ölçülerek numunelerin kitosan konsantrasyonuna bağlı renk verimi grafikleri çıkartılmıştır. Böylece aynı rengin farklı tonları istenildiğinde ipliklere hangi konsantrasyonlarda ön işlem yapılması gerektiği saptanmıştır.

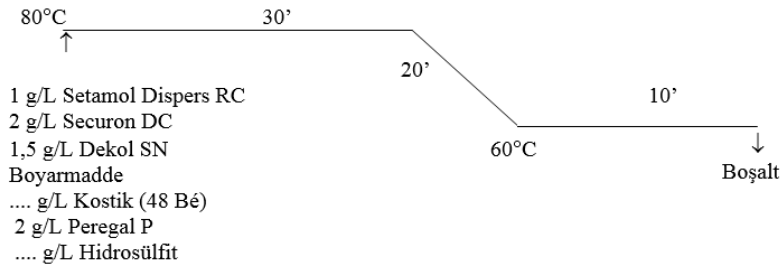
### 3.1.1.2 Oksidatif işlemde en uygun koşulun belirlenmesi

Bu amaçla önceki bölümde kitosanla işlem öncesi oksidatif ön işlem yapılmasına ilişkin en uygun koşulun belirlenmesi çalışmasında saptanmış olan en uygun pH, sıcaklık ve sürelerde sodyum metaperiyodat ile 3 farklı konsantrasyonda (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar işletmenin kullandığı küp ve reaktif boya gamlarının trikromiye ait sarı (C.I. Vat Orange 15 ve Levafix Amber CAN), kırmızı (C.I. Vat Red 10 ve Levafix Rubine CA) ve mavi (C.I. Vat Blue 66 ve Levafix Blue CA) boyarmaddeleriyle %2'lik konsantrasyonda boyanarak renk ölçümleri yapılmıştır. Bu değerlerden numunelerin oksidatif ön işlemde kullanılan sodyum metaperiyodat konsantrasyonuna bağlı olarak küp ve reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamalarda elde edilecek renk verimi grafikleri çıkartılmıştır. Ayrıca numunelere yıkama, sürtme, ışık, asidik ve bazik ter haslığı testleri yapılmıştır. Böylece aynı rengin farklı tonları istenildiğinde ipliklere hangi konsantrasyonlarda oksidatif ön işlem yapılması gerektiği saptanmıştır.

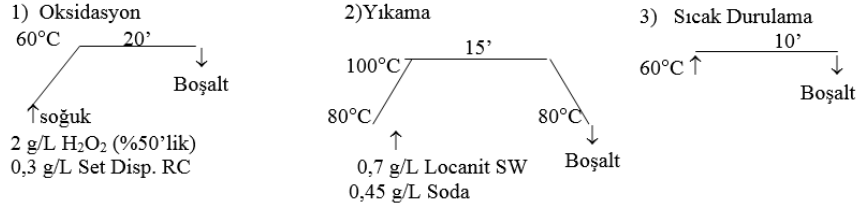
Küp boyarmaddeleriyle yapılan boyamalara ilişkin boyama ve ard işlem grafikleri Şekil 3.3-3.6'da verilmektedir. Reaktif boyarmaddelere yapılan boyamalara ilişkin boyama ve ard işlem grafikleri ise sırasıyla Şekil 3.7 ve 3.8'de verilmektedir.



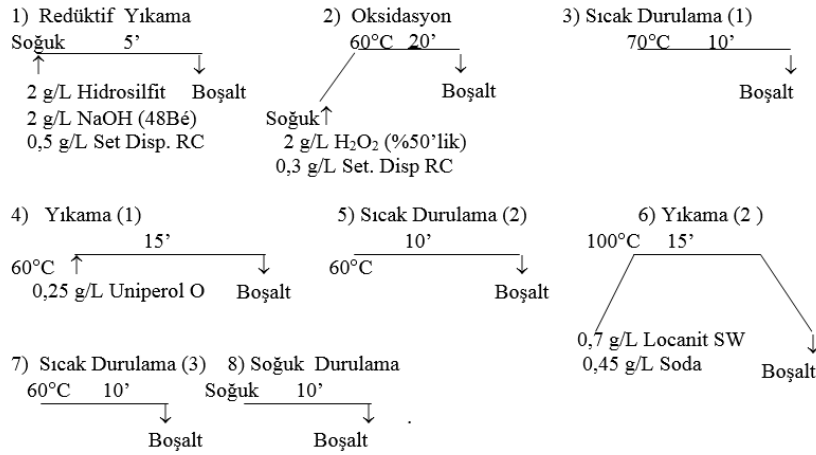
Şekil 3.3: Küp boyarmaddeler ile açık tonlarda (%2'liğe kadar) yapılan boyamalarda kullanılan grafik



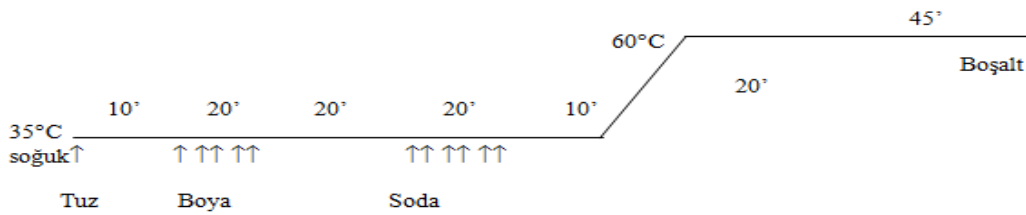
Şekil 3.4: Küp boyarmaddeler ile koyu tonlarda (%2'likten itibaren) yapılan boyamalarda kullanılan grafik



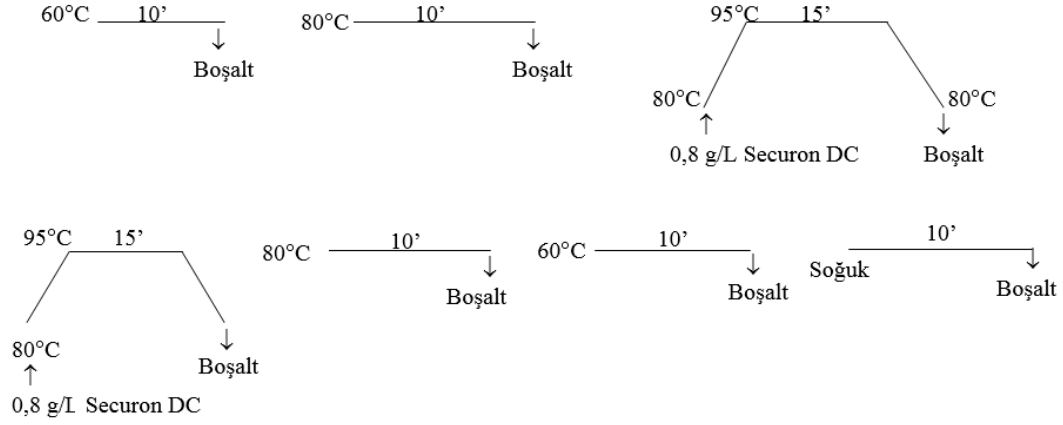
Şekil 3.5: Küp boyarmaddeler ile açık tonlarda (%2'liğe kadar) yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler



Şekil 3.6: Küp boyarmaddeler ile koyu tonlarda (%2'likten itibaren) yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler



Şekil 3.7: Pamuk reaktifi ile boyamada kullanılan grafik



**Şekil 3.8:** Pamuk reaktifi ile yapılan boyamalar sonrası uygulanan ard işlemler

Küp ve reaktif boyama proseslerinde kullanılan kimyasalların miktarları sırasıyla Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’de verilmektedir.

**Çizelge 3.3:** Küp boyamada boyama koyuluğuna bağlı olarak kullanılan kostik ve hidrosülfid miktarları

Boyarmadde	Boyama Koyuluğu (%)	Kostik (48 Bé) (g/L)	Hidrosülfid (g/L)
C.I. Vat Orange 15	0,5	11,4	5,6
	1	12,1	5,8
	2	12,5	6,0
	4	13,4	6,5
C.I. Vat Red 10	0,5	11,5	5,7
	1	12,3	5,9
	2	12,9	6,2
	4	14,1	7,0
C.I. Vat Blue 66	0,5	11,3	5,6
	1	12,0	5,7
	2	12,3	5,9
	4	12,9	6,2

**Çizelge 3.4:** Reaktif boyamada boyama koyuluğuna bağlı olarak kullanılan soda ve tuz miktarları

Boyama Koyuluğu (%)	Soda (g/L)	Tuz (g/L)
0,5	7	20
1	10	35
2	13	50
4	17,5	70

### 3.1.2 Numune Ölçekli Çalışmalar

Numune ölçekli yapılan çalışmalar aynı rengin farklı tonlarının eldesi ve farklı renkler eldesi olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

#### 3.1.2.1 Aynı rengin farklı tonlarının eldesine ilişkin çalışmalar

Buraya kadar yapılan laboratuvar ölçekli çalışmalar sonucunda farklı boyanma özelliğine sahip pamuk ipliği üretimine imkân verecek katyonikleştirme işlemi ve oksidatif ön işlem için en uygun koşullar saptanmıştır. Bundan sonra laboratuvar denemelerinde kullanılan ve en iyi sonucu veren Albafix Eco ile pamuk iplikleri bobin boyama aparatında 2 farklı konsantrasyonda (%1 ve %2) ön işleme tabi tutulmuşlardır. Bu denemelerde işletmenin hâlihazırda fiksator olarak kullanmakta olduğu Indosol E50 (Archroma) ve Zetesal 2000 (Zschimmer & Schwarz) ürünleri de deney sistematığıne dâhil edilmiştir. İşlemler pH 7'de 60°C'da 20 dakika süreyle yapılmıştır. Böylece dokumada atkı ipliği olarak işlemsiz pamuk ipliği kullanılırken, çözgü ipliği olarak şu iplikler kullanılmıştır;

- 1: İşlemsiz pamuk ipliği
- 2: %1 Albafix Eco ile ön işlem görmüş pamuk ipliği
- 3: %2 Albafix Eco ile ön işlem görmüş pamuk ipliği
- 4: %1 Indosol E50 ile ön işlem görmüş pamuk ipliği
- 5: %2 Indosol E50 ile ön işlem görmüş pamuk ipliği
- 6: %1 Zetesal 2000 ile ön işlem görmüş pamuk ipliği
- 7: %2 Zetesal 2000 ile ön işlem görmüş pamuk ipliği

Daha sonra laboratuvar ölçekli multicolor efekt eldesine ilişkin boyama denemelerine geçilmiştir. Söz konusu iplikleri içeren kumaş numuneleri 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile laboratuvarda boyanmıştır. Boyama sonrası numunelerde iplik abrajı ortaya çıkmış olduğu için renk ölçümü yapılmamış, bunun yerine görsel karşılaştırma imkânı sunmak için tüm numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Ayrıca numunelere yıkama, sürtme ve ter haslığı testleri uygulanmıştır.

Yukarıdaki denemelerin ışığı altında katyonikleştirme işleminde Albafix ECO kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca katyonikleştirme maddesi konsantrasyonunun %1 ve %2 olması durumunda işletme koşullarında iplikler üzerinde

homojen bir dağılımın sağlanamadığı görüldüğünden ön işlemlerin %3 ve %6'lık konsantrasyonlarda yapılmasına karar verilmiştir. Kitosan ile ön işlem ve okdisatif ön işlem çalışmalarında ise laboratuvar koşullarında saptanmış olan koşullar kullanılmıştır. Çözgü iplikleri Ne 60/1 ön işlemsiz pamuk ipliğinden oluşacak şekilde, atkı ipliklerinde işlemsiz pamuk ipliğinin yanı sıra aşağıda detayları açıklanan ön işlemlerle iplikler kullanılarak kumaş üretimi gerçekleştirilmiştir

0: İşlemsiz pamuk ipliği

1: %3 Albafix Eco ile pH 7'de 60°C'da 20 dak. işlem görmüş pamuk ipliği

2: %6 Albafix Eco ile pH 7'de 60°C'da 20 dak. işlem görmüş pamuk ipliği

3: 1,5 g/L sodyum metaperiyodat ile pH 4, 50°C'da 30 dak. işlem sonrası 60°C'da 30 dak. 20 g/L asetik asit ve %2,5 kitosan içeren flotte ile işlem görmüş pamuk ipliği

4: 1,5 g/L sodyum metaperiyodat ile pH 4, 50°C'da 30 dak. işlem sonrası 60°C'da 30 dak. 20 g/L asetik asit ve %5 kitosan içeren flotte ile işlem görmüş pamuk ipliği

5: 1 g/L sodyum metaperiyodat ile pH 4, 50°C'da 30 dak. işlem görmüş pamuk ipliği

6: 1,5 g/L sodyum metaperiyodat ile pH 4, 50°C'da 30 dak. işlem görmüş pamuk ipliği

Her bir atkı ipliği kumaşın belirli bir metresi boyunca atılmış ve atkı ipliği değiştirildiğinde araya renkli işaret ipliği atılmıştır. Böylece elde edilen kumaş bantlar şeklinde değişik ön işlemlerle atkı iplikleri içeren bir yapıya sahip olmuştur. Bu şekilde üretilen kumaş, daha sonra SÖKTAŞ A.Ş. firmasında haşıl sökme → soğuk bekletme → yıkama → ramözde kurutma işlemlerinden geçirilmiştir. Ardından bu kumaş numunesi renkli işaret ipliklerinin olduğu noktalardan kesilip 7 farklı atkı ipliği içeren parçaya bölünmüş ve yukarıda belirtilen şekilde numaralandırılmıştır.

Yukarıda açıklanan şekilde kumaş üretildikten sonra laboratuvar ölçekli multicolor efekt eldesine ilişkin boyama denemelerine geçilmiştir. Bu amaçla 0, 1 ve 2 nolu kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde 1:15 flotte oranında üç farklı koyulukta (%0,5-1-2) 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri (Lanaset Blue 2RA ve Lanaset Yellow 2R) ile boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası numunelere fiksatorle ard işlem (%1 Albafix ECO ile 60°C'da 30 dak.) uygulanmıştır. Daha sonra numunelerin CIE L\*a\*b\* ve renk verimi (K/S) değerleri ölçülmüş ve ayrıca görsel karşılaştırma imkânı sunmak için tüm numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ötesinde numunelere yıkama, sürtme, ter ve ışık haslığı testleri uygulanmıştır. Benzer şekilde 0, 3 ve 4 nolu kumaş numunelerinden eşit

gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri (Lanaset Blue 2RA ve Lanaset Yellow 2R) ile boyama denemeleri yapılarak kitosanla katyonikleştirme yoluyla aynı rengin farklı tonlarının eldesi üzerinde çalışılmıştır. Bunun ötesinde şekilde 0, 5 ve 6 nolu kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde küp boyarmaddesi (C.I. Vat Orange 15) ile boyama denemeleri yapılarak okdisatif ön işlem yoluyla aynı rengin farklı tonlarının eldesi incelenmiştir.

### **3.1.2.2 Farklı renklerin eldesine ilişkin çalışmalar**

Farklı renklerin eldesi için 0, 1, 2 ve 5 nolu kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde 1:15 flotte oranında tek ve iki banyolu boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

***Tek banyolu boyamada*** %0,5 konsantrasyonda sarı renkli direkt boyarmadde (Sirius Yellow KCF) ile %0,5 konsantrasyonda mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Blue 2RA) kullanılarak Şekil 3.1'de verilen grafiğe göre boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası fiksatorle ard işlem (%1 Albafix Eco ile) uygulanmıştır.

***İki banyolu boyamada*** ise önce birinci banyoda %0,5 konsantrasyonda sarı renkli reaktif boyarmadde (Levafix Amber CAN) ile Şekil 3.7'de verilen grafiğe göre boyama yapılmış ve ardından Bölüm 3.1.1.2'de açıklanan şekilde ard işlemler yapıp ikinci banyoda %0,5 konsantrasyonda mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Blue 2RA) ile Şekil 3.1'de verilen grafiğe göre boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası numunelere fiksatorle ard işlem (%1 Albafix Eco ile) uygulanmıştır.

Daha sonra numunelerin CIE L\*a\*b\* ve renk verimi (K/S) değerleri ölçülmüş ve ayrıca görsel karşılaştırma imkânı sunmak için tüm numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ötesinde numunelere yıkama, sürtme, ter ve ışık haslığı testleri uygulanmıştır.

### **3.1.3 Üretim Ölçekli Çalışmalar**

Bu amaçla öncelikle çözgü iplikleri Ne 60/1 ön işlemsiz pamuk ipliğinden oluşacak şekilde, atkı ipliklerinde işlemsiz pamuk ipliğinin (Ne 70/1) yanı sıra 2 farklı konsantrasyonda (%3 ve %6) katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş (1 nolu kumaş) veya 2 farklı konsantrasyonda (%2,5 ve %5) kitosan ile işlem görmüş (2 nolu kumaş) iplikleri içeren

bezayağı dokuma kumaşlar üretilmiştir. Her iki kumaşta da çözgüde 122'şer tel (0, 1, 2 veya 0, 3, 4) atkıda 86'şar tel (0, 1, 2 veya 0, 3, 4) olacak şekilde üretim yapılmıştır. Kumaş numunelerinin fotoğrafları Şekil 3.9'da verilmektedir.



**Şekil 3.9:** İşletme ölçekli denemeler için üretilen kumaş numuneleri (1 nolu kumaş solda, 2 nolu kumaş sağda)

Bu amaçla yukarıda sözü edilen 2 kumaş numunesi jet boyama makinasında (CYN 250) 1:13 flotte oranında önce birinci banyoda %0,5 konsantrasyonda mavi renkli reaktif boyarmadde (Levafix Blue CA) ile Şekil 3.7'de verilen grafiğe göre boyanmış ve ardından Bölüm 3.1.1.2'de açıklanan şekilde ard işlemler yapıldıktan sonra ikinci banyoda 1:26 flotte oranında %2 konsantrasyonda sarı renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Yellow 2R) ile Şekil 3.1'de verilen grafiğe göre boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama sonrası numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ötesinde numunelere yıkama, sürtme ve ter haslığı testleri uygulanmıştır.

İşletmede üretilen yukarıdaki kumaşlar ile jet boyama makinasında üretim ölçekli yapılan boyamaların yanı sıra farklı renklerin eldesi için laboratuvar ölçekli boyama denemeleri de yapılmıştır. Bu amaçla 1:2 metal kompleks (Lanaset Yellow 2R, Lanaset Red G, Lanaset Blue 2RA) ve reaktif (Levafix Amber CAN, Levafix Rubine CA, Levafix Blue CA) boyarmaddelerle daha önce verilmiş olan reçete ve boyama grafikleri ile %1'lik konsantrasyonda tek banyolu boyama işlemleri yapılmıştır. Boyama sonrası numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ötesinde numunelere yıkama, sürtme ve ter haslığı testleri uygulanmıştır.

Buraya kadar yapılan çalışmalarda gerek 1 gerekse de 2 nolu kumaş üzerinde ister tek, ister iki banyolu boyama yapılsın sadece aynı rengin farklı tonlarının elde edilebileceği görülmüştür. Bu kumaşlar üzerinde tek banyolu boyama ile farklı renklerin eldesi amacıyla normalde yapılmayan bir şey denenerek %0,5 Levafix Blue CA ve %2 Lanaset Red G

boyarmaddesi ile reaktif boyama reçetesi ve grafiği kullanılarak tek banyolu boyama denemesi yapılmıştır. Benzer şekilde %0,5 Levafix Rubine CA ve %2 Lanaset Blue 2RA reaktif boyama reçetesi ve grafiği kullanılarak tek banyolu boyama denemesi yapılmıştır. Boyama sonrası konvansiyonel yöntemle katyonikleştirme işlemi görmüş iplikler ile işlemsiz iplikleri içeren kumaş numunelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ötesinde numunelere yıkama ve ter haslığı testleri uygulanmıştır.

### **3.2 Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Fonksiyonelliğine Sahip Gömleklilik Kumaş Eldesine İlişkin Denemeler**

Bu bölümde yürütülen çalışmalar aslında birinci bölümle paraleldir. Birinci bölümde multicolor efekt eldesi için gerek oksidatif ön işlem gerekse de kitosan ile ön işlemin en uygun koşulları (gerek life verilen zararın minimum olması, gerekse de kitosanın bağlanma veriminin maksimum olması açısından) saptanmış olduğundan, bu bölümde sadece en uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda (%2,5 ve %10) kitosan ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri yapılmıştır. Söz konusu kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri AATCC 100 test metoduna göre yıkamasız, 5 ve 10 yıkama sonrası olmak üzere 3 farklı numuneye uygulanmıştır. Testler gram-negatif (*E. coli*) ve gram-pozitif bakterilere (*S. aureus*) karşı gerçekleştirilmiştir.

#### **Değerlendirmelerde Kullanılan Test Yöntemleri**

✓ **Renk ölçümleri:** Kumaşların remisyon (%R) değerlerinin ölçümleri Datacolor 600 model spektrofotometre kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı ile yapılmıştır. 400-700 nm'lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon (minimum remisyon) dalga boyunda ölçülen remisyon (%R) değerleri ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) değerleri hesaplanmıştır.

$$K/S = (1 - R)^2 / 2 * R$$

R = Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki ( $\lambda_{max}$ ) reflektans

K =Absorpsiyon katsayısı

S =Yansıma katsayısı

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIEL\*a\*b\* değerleri ölçülmüştür.



L\*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a\*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b\*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

- ✓ **Rengin homojenitesinin (düzgünlüğünün) ölçülmesi:** Bu amaçla kumaş numunelerinin 30 farklı yerinden maksimum absorpsiyon (minimum remisyon) dalga boyunda ölçülen remisyon (%R) değerleri ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) değerleri bulunmuş ve aşağıdaki formülden yararlanılarak düzgünlük (D) değerleri hesaplanmıştır.

$$D = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{K/S_i}{K/S} - 1 \right)^2}{n - 1}}$$

D = Rengin homojenitesi (düzgünlüğü) (%) (D=1 için renk %100 düzgün, D=0 için renk tamamen düzgünsüz)

K/S = Renk verimi

n = Ölçüm sayısı

- ✓ **Yıkamaya karşı renk haslığı tayini:** Boyanmış numunelerin yıkama haslığı tayini TS-7584'e (TS EN ISO-105 C06) göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için bir yüzüne multifiber dikilmiş olan numune, 60°C'da 30 dakika süreyle 4 g/L'lik deterjan (ECE) çözeltisiyle işleme tabi tutulmuştur.
- ✓ **Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini:** Numunelerin sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS-717'ye (TS EN ISO 105-X12) göre sürtünme test cihazı (crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış ve gri skala ile değerlendirilmiştir.
- ✓ **Ter haslığı tayini:** Numunelerin ter haslığı tayini TS EN - ISO 105 E04'e göre asidik ve bazik olarak yapılmış ve gri skala ile değerlendirilmiştir.
- ✓ **Işığa karşı renk haslığı tayini:** Boyalı numunelerin ışığa karşı renk haslığı tayini TS-1008'e (ISO 105 B02) göre yapılmış ve mavi skala değerlendirilmiştir.

- ✓ **Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) ölçümü:** Katyonikleştirme işlemi sonucu pamuk liflerinin fonksiyonel gruplarında meydana gelen değişimleri saptamak amacıyla Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (NABİLTEM) bulunan Bruker marka Vertex 70 ATR model Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrofotometresi kullanılarak numunelerin FT-IR ölçümleri yapılmıştır.
- ✓ **Azot içeriği (%N) tayini:** Katyonikleştirme işlemi görmüş ve işlemsiz kumaş numunelerinin azot içeriği (%) NABİLTEM'de bulunan Gerhardt Kjeldahlterm Vaposdest test cihazı kullanılarak saptanmıştır.
- ✓ **Tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) analizi:** Katyonikleştirme işlemi sonucu pamuk liflerinin yüzey yapılarında bir değişim meydana gelip gelmediğini saptamak amacıyla NABİLTEM'de bulunan FEI marka Quanta FEG 250 model taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak numunelerin SEM fotoğrafları çekilmiştir.
- ✓ **Aldehit grubu tayini:** 1 g ağırlığındaki kumaş numuneleri 0,01 M hidroksilamin hidroklorür çözeltisi içinde 24 saat süreyle bekletilir. Daha sonra bu çözeltiler sodyum hidroksitin (NaOH), 1/9 oranında saf su/metil alkol içerisindeki 0,03 molarlık çözeltisi ile metil oranj indikatörü varlığında titre edilmiştir. Bilindiği gibi hidroksilamin hidroklorür aldehit varlığında hidroklorik asit açığa çıkarmaktadır. Bu açığa çıkan hidroklorik asit, sodyum hidroksit ile titre edildiğinde bulunan sarfiyat değerinden hareketle kumaş üzerindeki aldehit miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Aldehit miktarı (mmol)} = 30 V / W$$

V= Titrasyonda harcanan sodyum hidroksit çözeltisinin hacmi (L)

W= Materyal ağırlığı (g)

- ✓ **Bakır sayısı tespiti:** 50 mL Fehling B çözeltisi ve sonra 50 mL Fehling A çözeltisini erlene aktarıp karıştırıldıktan sonra analiz edilecek numune bu çözelti ile 10 dakika kaynama sıcaklığında işleme tabi tutulmuştur. Ardından sıcak - soğuk yıkama ve durulamalar yapıp kumaş üzerinde pembe - kırmızı renklerin oluşup oluşmadığı kontrol edilmiştir. Oluşan pembe - kırmızı renkler asit ve oksidasyon zararı sonucunda oluşan hidroselüloz ve oksiselüloz varlığını göstermektedir.

## **Fehling Cözeltisinin Hazırlanması**

**Fehling A çözeltisi (Bakır sülfat çözeltisi):** 69,3 g bakır sülfat pentahidratı ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) yeterli miktarda suda çözülmüş ve saf su ile 1 litreye seyreltilmiştir.

**Fehling B çözeltisi (Alkali tartarat çözeltisi):** 346,0 g potasyum sodyum tartarat ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) yeterli miktarda suda çözülmüştür. Ayrıca, 100 g NaOH'ı yeterli miktarda suda çözülmüştür. Bu iki çözelti karıştırılarak saf su ile hacmi 1 litreye tamamlanmıştır.

- ✓ **Metilen Mavisi Absorpsiyonu ile Zarar Tespiti:** Bu yöntem selüloz liflerinde meydana gelen kimyasal zararlar sonucunda oluşan karboksil gruplarını test etmeye yöneliktir. Analiz edilecek örnekler 5 dakika süre ile kaynama sıcaklığında 1 mM Metilen Mavisi (C. I. Basic Blue 9) ile boyanmış ve ardından durulanmıştır. Elde edilen rengin koyulaşması oksidatif işlem sırasında meydana gelen zararın arttığını göstermektedir.
- ✓ **Beyazlık/sarıklık indeksi tayini:** Yapılan oksidatif ön işlem sonrası liflerin beyazlık/sarıklık indekslerinde ne gibi bir değişim meydana geldiğini saptamak için spektral fotometre ile ölçüm yapılmıştır.
- ✓ **Kopma mukavemeti testi:** Pamuk liflerinin oksidatif ön işlemi sırasında liflerin zarar görüp görmediğinin saptanması için pamuklu dokuma kumaşlara kopma mukavemeti testi uygulanmıştır.
- ✓ **Antibakteriyellik testi:** Kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri AATCC 100 standardına göre EKOTEKS Laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Testler ATCC 6538 kodlu gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve ATCC 8739 kodlu gram negatif *Eshericia coli* bakterilerine karşı gerçekleştirilmiştir.

AATCC 100 test metodunda tekstil yüzeylerindeki antibakteriyel aktivite derecesi nicel olarak tayin edilmektedir. Aynı ölçülerde hazırlanan kontrol kumaş numunesi ve antibakteriyel etkinliği ölçülecek kumaş numunesi sterilize edildikten sonra ekim işlemi gerçekleştirilmektedir. Numune içeriğinde  $10^5/\text{mL}$  yoğunlukta mikroorganizma bulunan 1 ml çözelti ile ıslatılmaktadır. Islatılan numune daha sonra nötralizasyon çözeltisi içine atılır. Nötralizasyon çözeltisi belli konsantrasyonlara seyreltilerek katı besi yeri üzerine ekim yapılmaktadır. Bu işlemin amacı bakteri sayısını sayılabilecek düzeye indirmektedir. Ekim

yapılan tüm petriyeler 37°C'da 48 saat süreyle etüvde bekletildikten sonra sayım yapılarak değerlendirilmektedir. Bu test yönteminde bakterilerdeki % azalma değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$\% R = 100 (B-A) / B$$

**R (%)**: Oransal azalma

**A**: Numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan organizma sayısı

**B**: Başlangıç anındaki bakteri sayısı

✓ **Yıkama dayanımı testi**: Kumaş numunelerinde sağlanan antibakteriyellik etkisinin yıkamaya karşı dayanıklılığı tekrarlı yıkamalarla test edilmiştir. Yıkamalar 30°C'da 40 dak. 4 g/L ECE fosfatsız referans deterjan kullanılarak ev tipi çamaşır makinesinde gerçekleştirilmiştir.

### **Denemelerde Kullanılan Cihaz ve Makineler**

Tem marka TPG 4203X model hassas terazi

Laboratuvar tipi Termal HT boyama cihazı

Prowhite marka CDN-13-886 model etüv

Nüve marka ND8 model destilasyon cihazı

SDL Atlas marka I50S+PLUS model ışık haslığı test cihazı

SDL Atlas marka M28 model yıkama haslığı test cihazı

Bruker marka ve Vertex 70 ATR model Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrofotometre

FEİ marka ve Quanta FEG 250 model taramalı elektron mikroskobu (SEM)

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Multicolor Efektine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar

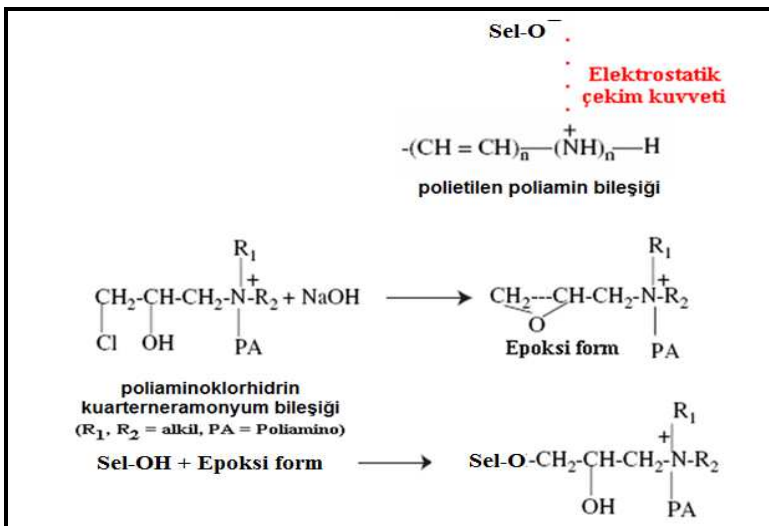
#### 4.1.1 Laboratuvar Ölçekli Çalışmalara İlişkin Sonuçlar

##### 4.1.1.1 Katyonikleştirme işleminde en uygun koşulun belirlenmesine ilişkin sonuçlar

Bu çalışmalar kendi arasında iki gruba ayrılarak yürütülmüştür. İlk grupta sadece multicolor efektine sahip pamuklu kumaş eldesi için maliyeti düşük reaktif gruba sahip kuaterner katyonik madde ve amin bileşiği esaslı ürünler kullanılmıştır. İkinci grupta ise aynı zamanda antibakteriyellik fonksiyonelliğine sahip kumaş üretimi için, katyonikleştirme işleminde kitosan kullanımı üzerinde çalışılmıştır. Her iki gruptaki en uygun koşulun belirlenmesine çalışmalarına ilişkin sonuçlar aşağıda ayrı ayrı verilmektedir.

##### 4.1.1.1.1 Kuaterner katyonik madde ve amin bileşikleriyle katyonikleştirme işlemlerine ilişkin sonuçlar

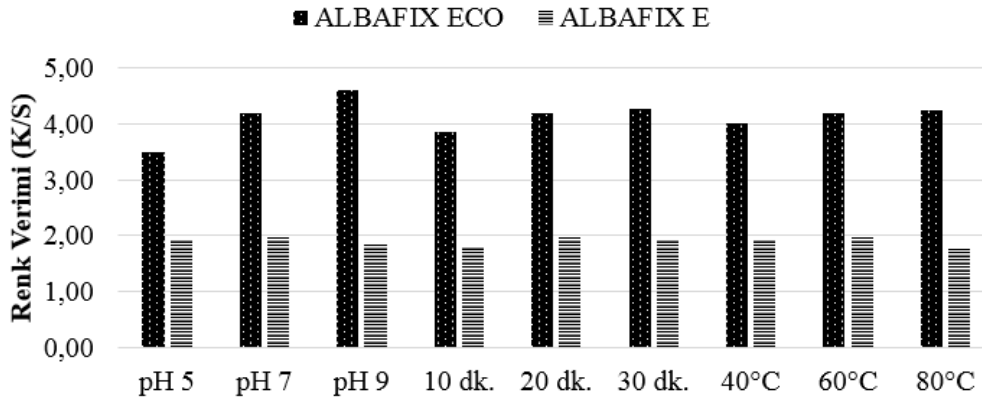
Denemelerde biri liflere elektrostatik çekim kuvvetleri ile bağlanabilen polietilen poliamin bileşiği (Albafix ECO), diğeri ise liflerle kovalent bağ yapabilen poliaminoklorhidrin kuarternaramonyum bileşiği (Albafix E) esaslı iki farklı ticari ürün kullanılmıştır. Bu ürünlerin kimyasal yapıları ve pamuk liflerine olası bağlanma mekanizmaları Şekil 4.1’de verilmektedir.



Şekil 4.1: Denemelerde kullanılmış olan katyonikleştirme maddelerinin kimyasal yapıları ve pamuk liflerine olası bağlanma mekanizmaları (Haroun ve Mansour 2007)

Şekil 4.1'den görülebileceği gibi söz konusu kimyasal maddelerden polietilen poliamin bileşiği esaslı olan ürün (+) yüklü gruplarıyla pamuk liflerinin (-) yüklü gruplarına elektrostatik çekim kuvvetleri ile, poliaminoklorhidrin kuarternamonyum bileşiği esaslı olan ise pamuk liflerinin hidroksil gruplarına kovalent bağlar ile bağlanabilmektedir.

Söz konusu ürünlerle katyonikleştirme işleminin en uygun koşullarını bulmak için bu ürünlerle kumaşlara çeşitli pH, sıcaklık ve sürelerde ön işlem uygulanmış ve ardından tüm numuneler aynı koşullarda yün boyamacılığında kullanılan 1:2 metal kompleks boyarmaddesi olan Lanaset Blue 2RA (C.I. Acid Blue 781) ile %2 koyulukta boyanmıştır. Bu denemelerde katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu %5 olarak sabit tutulmuştur. Elde edilen renk verimi (K/S) sonuçları Şekil 4.2'de verilmektedir.



Şekil 4.2: Katyonikleştirme maddeleriyle çeşitli koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların Lanaset Blue 2RA boyarmaddesi ile %2 koyulukta boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Yapılan denemelerde katyonikleştirme ön işlemi görmemiş numunenin renk verimi 0,55 olarak bulunmuştur. Bu durum pamuklu kumaşların normal şartlar altında yünü boyayan 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanmasının mümkün olmadığını ortaya koymaktadır.

Şekil 4.2 incelendiğinde ilk dikkati çeken husus polietilenpoliamin bileşiği esaslı ürünle ön işlem görmüş kumaşların renk veriminin genel olarak oldukça daha yüksek olduğudur. Bu nedenle, çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde bu ticari ürünle denemelere devam edilmesi kararlaştırılmıştır. Ön işlem koşullarının etkisine bakıldığında; pH'ın gerek polietilenpoliamin gerekse poliaminoklorhidrin kuarternamonyum bileşiği esaslı üründe çok etkili olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, en uygun pH'ın 7 olduğu söylenebilir.

Şekil 4.2 incelendiğinde katyonikleştirme işleminde işlem sıcaklığının önemli etkisi olduğu görülmektedir. Her iki üründe de ön işlem sıcaklığı olarak 60°C'un en uygun olduğunu söylemek mümkündür. İşlem süresinin etkisine bakıldığında ise her iki üründe de 20 dakikanın yeterli olduğu, süreyi 30 dakikaya uzatmanın önemli bir verim artışına yol açmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.1'de işlemsiz ve en uygun koşullarda polietilenpoliamin bileşiği ve poliaminoklorhidrin kuarternramonyum bileşiği esaslı ticari ürünler ile işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar verilmektedir.

**Çizelge 4.1:** İşlemsiz ve katyonikleştirme maddeleri ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar



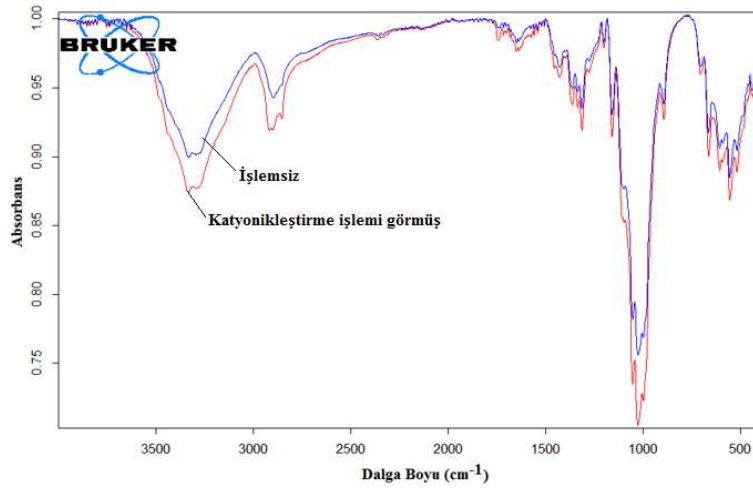
Çizelge 4.1'de verilen fotoğraflar incelendiğinde işlemsiz kumaşın 1:2 metal kompleks boyarmaddesi ile boyanmadığı, katyonikleştirme işlemi görmüş numunelerin ise oldukça iyi bir renk verimine sahip olacak şekilde boyandığı görülmektedir. Katyonikleştirme maddelerini kendi aralarında karşılaştırdığımızda ise yukarıda da belirtildiği gibi polietilenpoliamin bileşiği esaslı ürün ile daha iyi sonuçların alındığı ortaya çıkmaktadır.

Tüm bu sonuçlara dayanarak pamuklu kumaşların boyanabilirliğini geliştirmek için en uygun katyonikleştirme maddesinin ***polietilenpoliaminbileşiği esaslı ürün***, en uygun aplikasyon koşullarının ise ***pH 7'de 60°C'da 20 dakika işlem*** şeklinde olduğu söylenebilir.

Her ne kadar katyonikleştirme işlemi görmüş numunelerin renk verimleri artmış olsa da, boyama düzgünlüğü oldukça büyük önem taşımaktadır. Katyonikleştirme işlemi sırasında maddenin liflere homojen bir dağılımla bağlanmaması durumunda boyamada düzgünsüzlük söz konusu olabilecektir. Bu nedenle en uygun koşullarda ön işlem sonrası boyanmış numunenin boyama düzgünlüğü de test edilmiş olup, %96,10 olarak bulunmuştur. Bu durum boyama düzgünlüğü açısından bir sıkıntı olmadığını ortaya koymaktadır. Zaten Çizelge 4.1'de verilen

fotoğraflardan da polietilenpoliamin bileşiği esaslı ürünle işlem görmüş kumaş numunesinin düzgün boyanmış olduğu görülebilmektedir.

Pamuk liflerinin kationikleştirilmesi için en uygun kimyasal madde ve en uygun aplikasyon koşulları belirlendikten sonra kationikleştirme ön işleminin liflerin fonksiyonel gruplarında meydana getirdiği değişimi saptamak için işlemsiz ve en uygun koşullarda (pH 7, 60°C, 30 dak.) polietilenpoliamin bileşiği esaslı kationikleştirme maddesi ile %5'lik konsantrasyonda ön işlem görmüş liflere ATR/FTIR analizleri yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 4.3'de karşılaştırmalı olarak verilmektedir.



Şekil 4.3: İşlemsiz ve en uygun koşullarda kationikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş kumaş numunelerine ait ATR/FT-IR analizi sonuçları

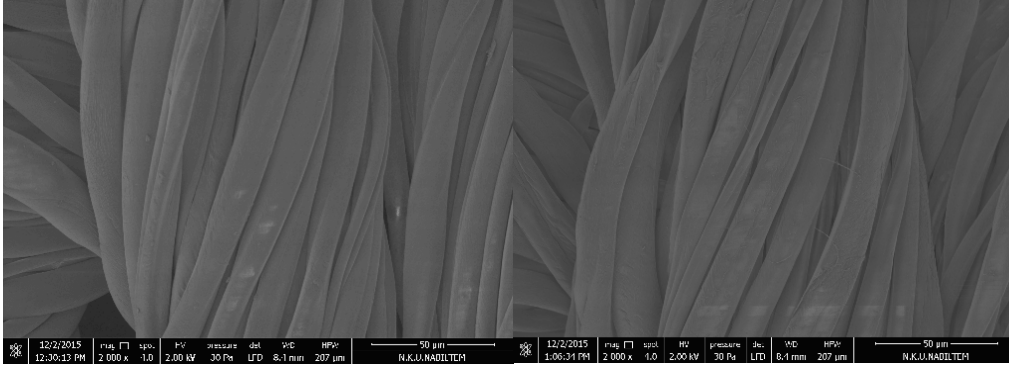
Şekil 4.3 incelendiğinde işlemlili ve işlemsiz kumaşların ATR/FTIR spektrumlarının 3300, 1050 ve 1035  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarında çok belirgin pikler verdiği, 2900  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarında ise diğerlerine nazaran az olmakla birlikte yine de belirgin pikler verdiği görülmektedir. Tüm bu pikler pamuk liflerindeki selüloz yapısı ile ilişkilidir. 3300  $\text{cm}^{-1}$  civarındaki pik "O-H" bağlarını gösterirken, 1050 ve 1035  $\text{cm}^{-1}$  civarındaki pikler sırasıyla hidroksil grubunun bağlı olduğu "C-O" ve eter grubuna ait "-O-" bağlarını göstermektedir (Lawson ve Hsieh, 2000). Şekil 4.3 incelendiğinde kationikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş numunelerin; hidroksil (3270-3290  $\text{cm}^{-1}$ ), karbon-hidrojen tek bağı (2910-2930  $\text{cm}^{-1}$ ), Amid I (C=O gerilmesi) (1620-1640  $\text{cm}^{-1}$ ), Amid II (N-H bükülmesi) (1510-1530  $\text{cm}^{-1}$ ) ve Amid III (N-H bükülmesi/C-N gerilmesi) (1230-1240  $\text{cm}^{-1}$ ) (Atav ve ark, 2011; Shim, 2003) band frekanslarının yoğunluğunda artış meydana geldiği görülmektedir. Denemelerde kullanılan kationikleştirme maddesinin



kimyasal yapısı dikkate alındığında (Şekil 4.1), lif yapısına katılmaları sonucu söz konusu gruplarda artış meydana geleceği anlaşılabilmektedir.

İşlemsiz ve en uygun koşullarda katyonikleştirme işlemi görmüş kumaş numunelerine azot tayini de yapılmış olup, işlemsiz ve katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşlarda azot (N) içeriği sırasıyla %0,10 ve %0,12 olarak saptanmıştır. Bu da liflerin yapısına katyonikleştirme maddesinin eklendiğini doğrulamaktadır.

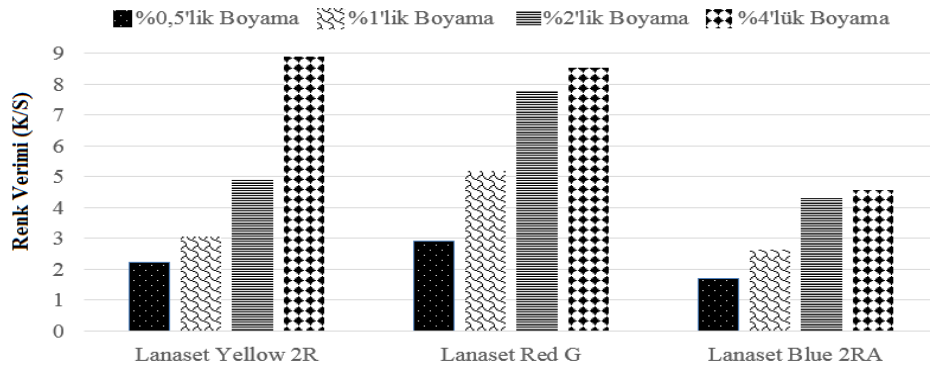
FTIR analizleri ve N (%) tayini ile liflerin katyonikleştirme işlemi sonrası kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ortaya koyulduktan sonra, katyonikleştirme işlemi sonrası liflerin yüzey yapılarında bir değişim olup olmadığını saptamak için taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.4’de verilmektedir.



**Şekil 4.4:** İşlemsiz (solda) ve katyonikleştirme işlemi görmüş (sağda) numunelerin SEM fotoğrafları (X2000)

Şekil 4.4’de verilen SEM fotoğraflarından görülebileceği gibi söz konusu kimyasal modifikasyonla liflerin yüzey yapısında bir değişim meydana gelmemiştir. Zaten katyonikleştirme işlemi liflere yeni fonksiyonel grupların bağlandığı bir kimyasal modifikasyon olup, liflerin kristalinite ya da yüzey yapılarında önemli bir değişim meydana getirmesi beklenmemektedir.

Yapılan çeşitli analizlerle katyonikleştirme maddesi ile ön işlem yapılmasının liflerde yol açtığı etkiler gösterildikten sonra, saptanan en uygun koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boyalarıyla %0,5-1-2-4’lük koyuluklarda boyanmıştır. Boyamalarda elde edilen renk verimi (K/S) sonuçları Şekil 4.5’te verilmektedir.



Şekil 4.5: Katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.5 incelendiğinde kırmızı ve mavi boyarmaddeler ile yapılan boyama işlemlerinde de %2'lik konsantrasyondan sonra boyarmadde miktarı arttırılsa bile boyamada elde edilecek rengin koyuluğunun pek fazla artmadığı görülmektedir. Sarı boyarmaddede ise boyama koyuluğu arttıkça elde edilen rengin giderek koyulaştığı saptanmıştır. Kumaş numunelerine ait CIE L\*a\*b\* sonuçları Çizelge 4.2'de verilmektedir.

Çizelge 4.2: Katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	L*	a*	b*	C*	H
Lanaset Yellow 2R	%0,5	77,47	8,85	48,79	49,59	79,72
	%1	75,51	10,975	53,62	54,73	78,43
	%2	71,80	14,44	58,35	60,12	76,17
	%4	66,20	19,18	63,8	66,62	73,27
Lanaset Red G	%0,5	53,88	34,34	10,85	36,01	17,53
	%1	46,58	37,18	13,01	39,39	19,28
	%2	41,48	37,94	14,90	40,76	21,44
	%4	40,30	37,61	15,17	40,56	21,96
Lanaset Blue 2RA	%0,5	60,57	-2,95	-30,32	30,47	264,44
	%1	55,16	-1,96	-32,89	32,96	266,54
	%2	47,75	-0,47	-34,76	34,76	269,22
	%4	46,33	-0,51	-33,06	33,07	269,12

Çizelge 4.2 incelendiğinde sarı boyarmadde ile yapılan boyamada boyama koyuluğu arttıkça L\* değerinin küçüldüğü, kırmızı ve mavi boyarmaddelerde ise %2'lik koyuluğa kadar boyama koyuluğu arttıkça L\* değerinin küçüldüğü, %2'den sonra pek fazla değişmediği anlaşılmaktadır. Yalnız sarı boyarmaddede ise boyama koyuluğu arttıkça elde edilen L\* değerinin giderek azaldığı saptanmıştır. L\* değeri açıklık koyuluk değeri olup, bu değer küçülmesi rengin koyulaştığı anlamına gelmektedir. Bu açıdan elde edilen sonuçların K/S değerleri ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Yapılan renk ölçümleri sonucunda kırmızı ve

mavi boyarmaddelerle yapılan boyamalarda %2'lik konsantrasyondan sonra boyarmadde miktarı arttırılsa bile boyamada elde edilen rengin daha fazla koyulaşmadığı görüldüğünden sonraki denemelerde boyama koyuluğu tüm boyarmaddeler için %2 ile sınırlandırılmıştır.

Tekstil boyamacılığı açısından elde edilen rengin verimi ve düzgünlüğünün ötesinde diğer bir kritik parametre de haslıklardır. Ancak yukarıda açıklanan nedenle yalnızca %0,5-1-2'lik koyuluklarda boyanmış numunelere yıkama, sürtme, ışık, asidik ve bazik ter haslığı testleri yapılmıştır. Boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının elde edilen haslıklara olumlu bir etkisi olup olmayacağını gözlemlemek için katyonik fiksatorle ard işlem sonrası da haslık değerlerine bakılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmektedir.

**Çizelge 4.3:** En uygun koşullarda katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	Fiksatorle Ard İşlem	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		
				WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	-	3-4	4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
		+	3-4	5	5	5	4	5	5	4-5	4	
	%1	-	4	3-4	4-5	4-5	3	4	4-5	4-5	4	4
		+	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	%2	-	4-5	3	4	4	3	3-4	4	4	4	3-4
		+	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	5	4-5	4-5	3-4
Lanaset Red G	%0,5	-	3-4	4-5	4	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
		+	3-4	5	5	5	4	4-5	5	4-5	4	
	%1	-	4	4	4	4	3-4	4	4	4	4	3
		+	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
	%2	-	4-5	3	3-4	3-4	3	3-4	4	4	4	2-3
		+	4-5	4	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5	3-4
Lanaset Blue 2R	%0,5	-	3-4	4-5	5	5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4
		+	3-4	4-5	5	5	4	4-5	5	4-5	4-5	4
	%1	-	4	3-4	4	4	3-4	4	4	4-5	4	4
		+	4	4	4-5	4	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4
	%2	-	4-5	3	4	3-4	3	3-4	4	4-5	4-5	3-4
		+	4-5	4	4-5	4	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4

Çizelge 4.3 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi ile işlem sonrası 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının yıkama haslıklarını arttırdığı saptanmıştır. Işık haslıkları ise genel olarak iyi seviyelerdedir ve fiksatorle ard işlem ışık haslıklarını etkilememiştir. Aslında katyonik fiksatorle ard işlem sonrası fiksatorün yapısındaki amin grupları nedeniyle ışık haslıklarının düşmesi beklenmektedir. Çünkü ışık etkisiyle katyonik

grupların parçalanması ve serbest radikaller ile diğer kimyasalların oluşması boyaların bozunması ve solmasını hızlandırmaktadır (Yang and Carman, 1996). Ancak bu denemelerde kumaş numunelerinin katyonikleştirme işleminde zaten ard işlemlerde kullanılan fikstörün aynı kullanılmıştır. Yani ön işlem görmüş kumaş numunesi üzerinde katyonik fiksatör vardır. Bu durum zaten boyamada elde edilen ışık haslıklarını düşürmektedir. Bir de boyama sonrası ard işlemde aynı ürün kullanıldığında ışık haslığını artık daha fazla düşürmemiştir.

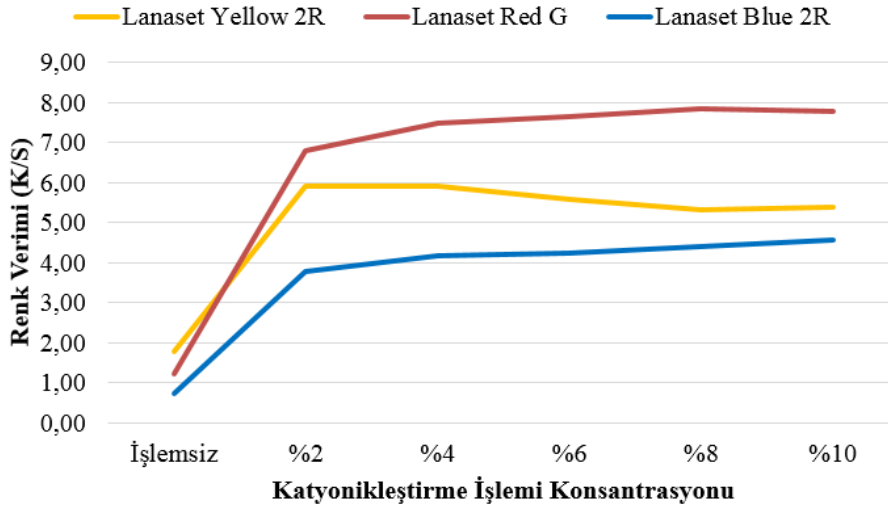
Boyama koyuluğu artıkça elde edilen ışık haslıkları artmaktadır. Zira bilindiği gibi ışık etkisiyle bozulan boya miktarı sabit olup, boyama koyuluğu artıkça bozulan boya miktarı azalacağından ışık haslığı değerleri artış göstermektedir. Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.4’de verilmektedir.

**Çizelge 4.4:** En uygun koşullarda katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş kumaş numunelerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boya.	Boya %’si	Fiks. İşlem	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
Lanaset Yellow 2R	%0,5	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1%	-	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2%	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		+	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Lanaset Red G	%0,5	-	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1%	-	4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
		+	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5
	2%	-	3	2-3	2-3	2-3	3	2-3	2-3	2-3	2	2-3	2-3	2-3
		+	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Lanaset Blue 2R	%0,5	-	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		+	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5	5	5
	1%	-	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3
		+	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
	2%	-	3	2-3	2	3	3	2-3	3	2-3	2	3	3	2-3
		+	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5

Çizelge 4.4 incelendiğinde yapılan tüm boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarının oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca boyama sonrası katyonik fiksatörle ard işlem yapılmasının ter haslıklarını belirgin ölçüde arttırdığı saptanmıştır.

Trikromiye ait boyarmaddelerle ön işlem görmüş pamuklu kumaşların farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin denemeler tamamlandıktan sonra son olarak en uygun koşullarda katyonikleştirme işlemi sırasında katyonikleştirme maddesi konsantrasyonuna bağlı olarak elde edilecek rengin nasıl değişeceğini saptamak için farklı konsantrasyonlarda (%2-4-6-8-10) ön işlem uygulanıp sarı, kırmızı ve mavi boyarmaddeler ile sabit konsantrasyonda (%2'lik) boyama işlemleri yapılmıştır. Yapılan boyamaların renk verimi (K/S) değerleri Şekil 4.6'da verilmektedir.



**Şekil 4.6:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.6 incelendiğinde kırmızı ve mavi boyarmaddelerle yapılan boyamalarda katyonikleştirme maddesinin konsantrasyonu arttıkça elde edilen renk veriminin çok az arttığı, ancak %2'lik konsantrasyondan sonra aslında önemli bir verim artışı meydana gelmediği görülmektedir.

Sarı boyarmadde ile yapılan boyamalarda ise katyonikleştirme maddesinin konsantrasyonu arttığında renk veriminin artmadığı hatta çok az azaldığı söylenebilir. Bu sonuçlara dayanarak katyonikleştirme işleminde konsantrasyonun %2'nin üzerine çıkarılmasının her üç boyarmadde için de rantabil olmadığı söylenebilir. Zira katyonikleştirme maddesi kullanımının da bir maliyeti bulunmakta olup, bunun gereksiz yere fazla kullanılması proses maliyetinin yükselmesine yol açacaktır. Ayrıca atık yükünün de artması söz konusu olacaktır.

Kumaş numunelerine ait CIE L\*a\*b\* sonuçları Çizelge 4.5'de verilmektedir.

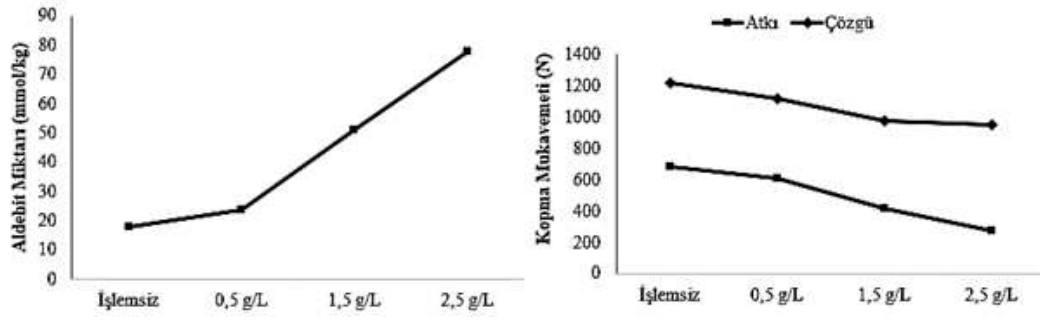
**Çizelge 4.5:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Katyonikleştirme Maddesi Kons.	L*	a*	b*	C*	H
Lanaset Yellow 2R	-	79,30	8,76	46,71	47,53	79,38
	%2	70,62	16,11	61,67	63,74	75,36
	%4	70,10	16,61	60,96	63,18	74,76
	%6	75,23	13,74	68,19	69,56	78,61
	%8	75,32	13,69	67,24	68,62	78,49
	%10	76,18	13,69	68,95	70,30	78,77
Lanaset Red G	-	64,90	27,70	7,56	28,71	15,27
	%2	43,28	37,45	14,48	40,15	21,14
	%4	42,01	38,06	14,72	40,81	21,14
	%6	41,66	37,72	14,72	40,49	21,32
	%8	41,28	37,80	14,74	40,57	21,30
	%10	41,44	38,11	14,68	40,84	21,06
Lanaset Blue 2RA	-	68,90	-2,46	-18,95	19,11	262,6
	%2	49,28	-0,75	-33,57	33,58	268,73
	%4	47,87	-0,50	-33,93	33,93	269,15
	%6	47,72	-0,38	-34,27	34,27	269,36
	%8	47,31	-0,23	-34,74	34,74	269,62
	%10	46,90	-0,14	-35,13	35,13	269,78

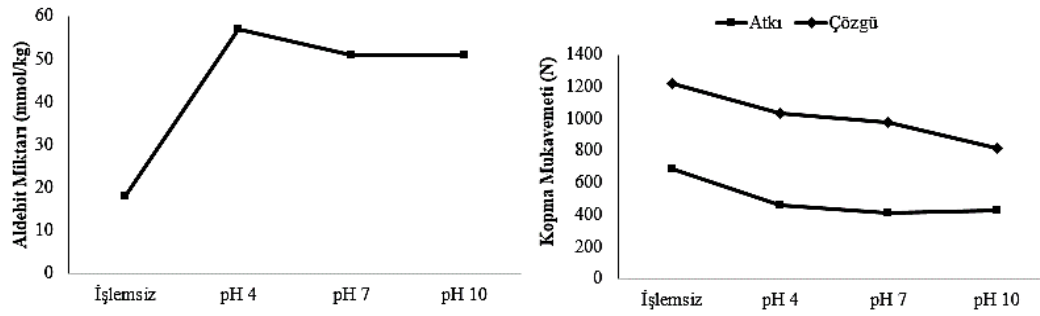
Çizelge 4.5 incelendiğinde kırmızı ve mavi boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu arttıkça L\* değerlerinin küçüldüğü, ancak asıl değişimin işlemsiz ve %2'lik konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş numune arasında olduğu, katyonikleştirme maddesi konsantrasyonunun daha fazla artırılmasının önemli bir değişime yol açmadığı söylenebilir. Yalnız sarı boyarmaddede ise %2'lik konsantrasyondan sonra katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu arttıkça L\* değerlerinin çok az artış gösterdiği, yani rengin açıldığı görülmüştür. Sonuçlar K/S değerleri ile paraleldir.

#### 4.1.1.1.2 Kitosan ile katyonikleştirme işlemine ilişkin sonuçlar

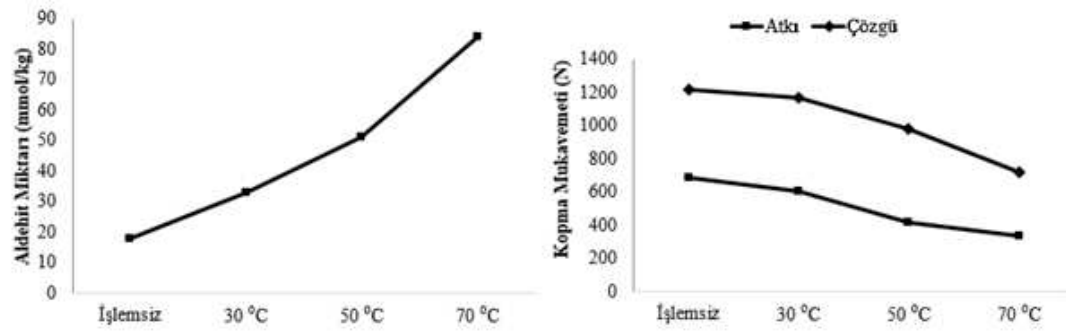
Pamuk liflerinin amin grubu içeren kitosanla kimyasal modifikasyonu öncesi oksidatif ön işlem görmesinin liflere aktarılan kitosan miktarını arttıracak literatürde yapılmış pek çok çalışmada saptanmıştır. Bu nedenle, oksidatif ön işlemde pamuk liflerinde aldehit uç grup sayısındaki artışın maksimum olmasını sağlayacak işlem koşullarını saptamak için çalışmalar yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Şekil 4.7-4.10'da verilmektedir. Oksidatif ön işlem için en uygun koşulun belirlenmesinde, kumaş mukavemetinde meydana gelen azalma kabul sınırları içerisinde kalacak şekilde pamuğun aldehit grubundaki artışın maksimum olması kriter alınmıştır.



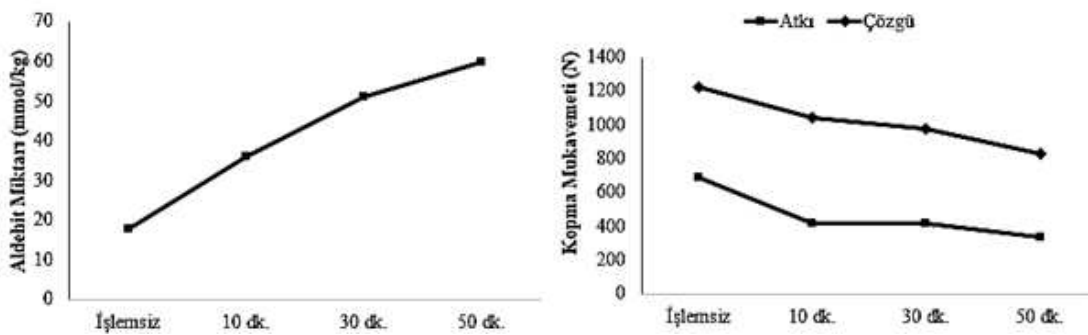
Şekil 4.7: M-periyodat konsantrasyonunun aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi (m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 50°C - 30')



Şekil 4.8: M-periyodat ile ön işlem pH'ının aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi (m-periyodat ile ön işlem koşulu: 1,5 g/L - 50°C - 30')



Şekil 4.9: M-periyodat ile ön işlem sıcaklığının aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi (m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 1,5 g/L - 30')



Şekil 4.10: M-periyodat ile ön işlem süresinin aldehit miktarı ve kopma mukavemeti üzerine etkisi (m-periyodat ile ön işlem koşulu: pH 7 - 1,5 g/L - 50°C)

Şekiller incelendiğinde genel olarak oksidatif ön işlemlerde m-periyodat konsantrasyonu, sıcaklık ve süre arttıkça, pH ise azaldıkça pamuk liflerindeki aldehit grubu sayısının arttığı, buna karşın pamuklu dokuma kumaşın kopma mukavemeti değerlerinin azaldığı söylenebilir.

Şekil 4.7 incelendiğinde m-periyodat konsantrasyonu arttıkça liflerdeki aldehit grubu miktarının giderek arttığı görülmekle beraber, atkı yönündeki kopma mukavemetindeki düşüşün 1,5 g/L'nin üzerinde aşırı olduğu dikkate alınacak olursa en uygun noktanın 1,5 g/L'lik konsantrasyon olduğu söylenebilir.

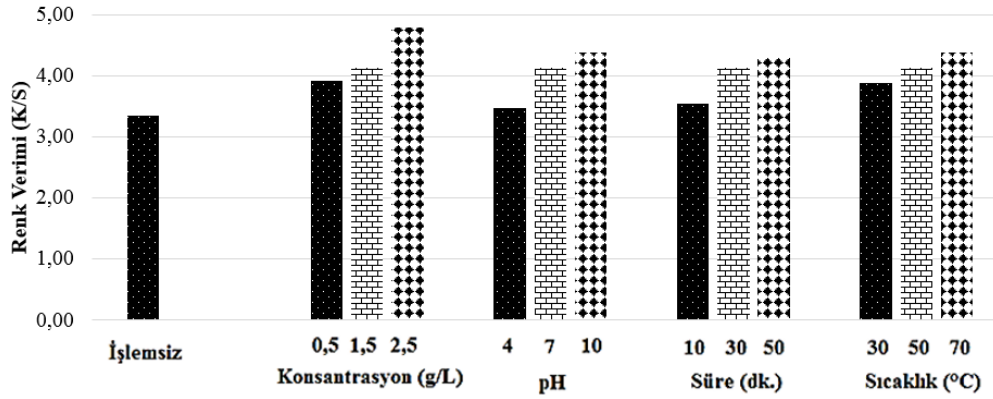
Şekil 4.8 incelendiğinde pH değeri düştükçe, yani asidik ortama doğru gidildikçe liflerdeki aldehit grubu miktarının giderek arttığı, buna karşın kopma mukavemeti düşüşünün azaldığı görülmektedir. Bu nedenle en uygun ön işlem pH'nın 4 olduğu söylenebilir. Bilindiği gibi yükseltgen maddelerin etkisi altında kalmış selüloza "oksiselüloz" denilmektedir. Oksiselülozda aldehit, keton ve karboksil grupları bulunabilmektedir. Oksidasyon çözültisinin pH'ına bağlı olarak 2 farklı tip oksiselüloz oluşabilmektedir. Asidik ortamda yapılan oksidasyon sonucu oluşan ve çok sayıda aldehit grubu içerdiğinden indirgen özellik gösteren oksiselüloza indirgen tip (asit oksiselüloz) oksiselüloz denirken, alkali ortamda yapılan oksidasyon sonucu oluşan ve çok sayıda karboksil grubu içeren oksiselüloza indirgen olmayan tip veya karboksil tipi (alkali oksiselüloz) oksiselüloz adı verilmektedir. Dolayısı ile asidik ortamda yapılan oksidasyon sonucu daha fazla aldehit grubu oluşmuş olması normaldir (Atav 2014). Öte yandan mukavemetin asidik ortamda yapılan oksidasyonda daha az düşmesinin sebebini anlamak için yükseltgen maddelerin selüloz liflerine etkisine bakmak gerekmektedir. Bilindiği gibi yükseltgen maddeler selüloz makromoleküllerindeki primer ve sekonder alkol gruplarını yükseltgemekte veya altılı halka açılacak şekilde reaksiyon gerçekleşmekte, ancak bu reaksiyonların hiçbirinde glikoz yapıtaşları arasındaki oksijen köprüleri kopmamaktadır. Ancak halka açılması sonucu oluşan ester selülozda glikoz molekülleri birbirlerine ester grubu üzerinden bağlıdırlar ve bilindiği gibi esterler bazların etkisiyle kendini oluşturan alkol ve asidin alkali tuzuna ayırmakta, yani sabunlaşmaktadır (Seventekin 2004). Bu nedenle bazik ortamda yapılan işlem sırasında asetal bağlarının da kopması ve bu nedenle ortalama polimerizasyon derecesi ve buna bağlı olarak mukavemetin düştüğü düşünülmektedir.

Şekil 4.9 ve 4.10 incelendiğinde süre ve sıcaklık arttıkça liflerdeki aldehit grubu miktarının giderek arttığı görülmekle beraber, kopma mukavemetindeki düşüş dikkate alındığında en uygun noktanın süre için 30 dakika sıcaklık için ise 50°C olduğu söylenebilir.



Tüm bu sonuçlara dayanarak oksidatif ön işlem için en uygun koşulların 1,5 g/L, pH 4, 50°C, 30 dakika olduğu söylenebilir.

Oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz kumaş numunelerine kopma mukavemeti ve aldehit grubu tayinlerinin yanı sıra metilen mavisi ile boyama testi ve bakır sayısı testi de uygulanmıştır. Metilen mavisi ile boyama testine tabi tutulmuş numunelerin renk verimi (K/S) değerleri Şekil 4.11’de verilmektedir.



Şekil 4.11: M-periyodat ile farklı koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların metilen mavisi ile boyama sonrası renk verimi (K/S) değerleri

Şekil 4.11 incelendiğinde metilen mavisi ile boyama sonrası elde edilen renk verimi değerlerinin m-periyodat konsantrasyonu, pH, sıcaklık ve süre arttıkça arttığı görülmektedir. Metilen mavisi ile boyama testinde meydana gelen renk liflerde oksidasyon sonucu oluşan karboksilik asit grupları ile ilişkili olduğundan, elde edilen renk veriminin artması liflerin gördüğü oksidatif zararın derecesinin arttığını göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında elde edilen sonuçların aldehit grubu tayini sonuçları ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Ancak pH’ın etkisine bakıldığında elde edilen sonuçların tam ters olduğu dikkati çekmektedir. Zira asidik ortamda aldehit grubu en fazla çıkarken, karboksil grubu içeriği bazik ortamda en fazla çıkmıştır. Bunun nedeni daha önce açıklandığı üzere asidik ortamda yapılan oksidasyon sonucu oluşan asit oksiselülozun çok sayıda aldehit grubu içermesine karşın, bazik ortamda yapılan oksidasyon sonucu oluşan alkali oksiselülozun daha çok karboksil grubu içermesidir (Atav 2014).

Oksidatif işlem görmüş pamuklu kumaşlara titrimetrik olarak aldehit grubu tayininin yanı sıra oluşan aldehit grupları bakır sayısı testi ile de kalitatif olarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu test yönteminde selülozik materyale bakır (II) oksitinin (CuO) alkali çözeltisi

olan fehling çözeltisi damlatılmaktadır. Eğer liflerde aldehit grupları oluşmuş ise, bu gruplar fehling çözeltisi damlatıldığında karboksilik aside yükseltgenirken, bakır (II) oksit bakır (I) oksite indirgenmekte ve kırmızımsı-kahverengi renk oluşmaktadır. Meydana gelen reaksiyon şu şekildedir (Atav 2014);



Bakır sayısı testine tabi tutulmuş numunelerin fotoğrafları Çizelge 4.6’de verilmektedir.

**Çizelge 4.6:** M-periyodat ile farklı koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşların bakır testi sonrası fotoğrafları

			
<b>İşlemsiz</b>	<b>0,5 g/L</b>	<b>1,5 g/L</b>	<b>2,5 g/L</b>
			
<b>İşlemsiz</b>	<b>pH 4</b>	<b>pH 7</b>	<b>pH 10</b>
			
<b>İşlemsiz</b>	<b>30°C</b>	<b>50°C</b>	<b>70°C</b>
			
<b>İşlemsiz</b>	<b>10 dak.</b>	<b>30 dak.</b>	<b>50 dak.</b>

Çizelge 4.6 incelendiğinde bakır testinde elde edilen kırmızı-kahverengi rengin m-periyodat konsantrasyonu, sıcaklık ve süre arttıkça arttığı, buna karşın pH arttıkça azaldığı görülmektedir. Bakır testinde meydana gelen renk liflerde oluşan indirgen özellik gösteren

aldehit grubu ile ilişkili olduğundan, elde edilen sonuçların aldehit grubu tayini sonuçları ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

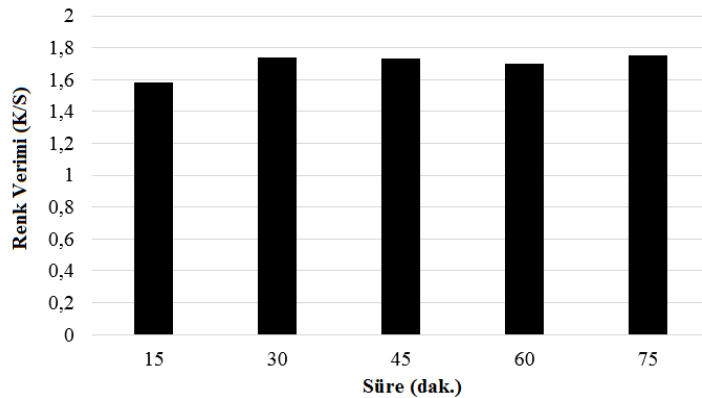
M-periyodat ile ön işlem oksidatif bir işlem olduğundan, bu işlemin liflerin beyazlık derecesini değiştirebileceği ve bu durumun da boyamadaki rengi etkileyebileceği düşüncesiyle işlemsiz (yalnız hidrojen peroksit ağartması görmüş) kumaşlar ile en uygun koşullarda (1,5 g/L, pH 4, 50°C, 30') m-periyodat ile ön işlem görmüş kumaşların beyazlık dereceleri ölçülmüş olup, sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmektedir.

**Çizelge 4.7:** İşlemsiz kumaş ile en uygun koşullarda periyodat ile ön işlem görmüş kumaşların beyazlık dereceleri

Numune	Beyazlık derecesi (Berger İndeksi)
İşlemsiz	70,04
Periyodat ile ön işlemlenmiş	66,72

Çizelge 4.7'den de görüldüğü üzere her iki kumaşın da beyazlık dereceleri oldukça yakındır. Bu nedenle, m-periyodat ile ön işlem sonrası zemin rengindeki değişim kaynaklı boyamanın rengine etki edebilecek önemli bir sapma olmadığı söylenebilir.

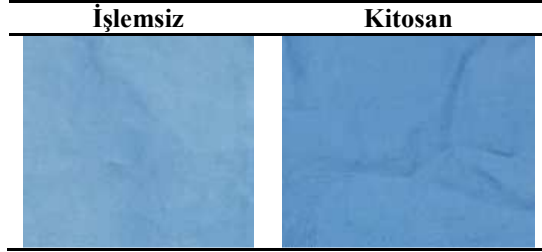
Oksidatif ön işlem için en uygun koşulların tespitinden sonra kitosanla işlemde en uygun koşulların tespit çalışmalarına geçilmiştir. Kitosanla işlemde en uygun işlem süresini bulmak için 5 farklı sürede (15'-30'-45'-60'-75') işlem yapılmış ve ardından tüm numuneler aynı koşullarda yün boyamacılığında kullanılan 1:2 metal kompleks boyarmaddesi olan Lanaset Blue 2RA (C.I. Acid Blue 781) ile %2 koyulukta boyanmıştır. Bu denemelerde kitosan konsantrasyonu %7,5 olarak sabit tutulmuştur. Elde edilen renk verimi (K/S) sonuçları Şekil 4.12'de verilmektedir.



**Şekil 4.12:** Kitosan ile çeşitli sürelerde ön işlem görmüş pamuklu kumaşların Lanaset Blue 2RA boyarmaddesi ile %2 koyulukta boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.12 incelendiğinde kitosan ile ön işlemde 30 dakikalık işlem süresinin yeterli olduğu, daha fazla süreyi uzatmanın sonraki adım olan boyamada elde edilecek renk verimini etkilemediği söylenebilir. Çizelge 4.8’de işlemsiz ve en uygun koşullarda kitosan ile işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar verilmektedir.

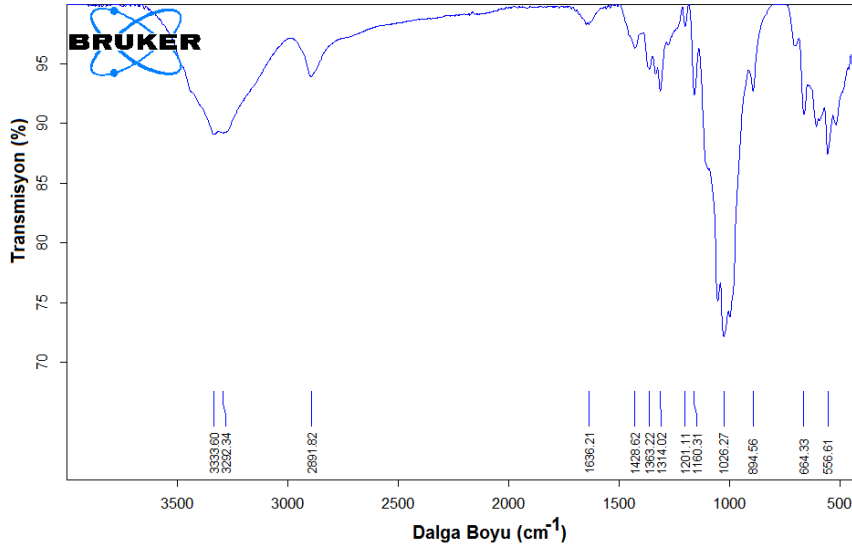
**Çizelge 4.8:** İşlemsiz ve kitosan ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaşlara ait fotoğraflar



Çizelge 4.8’de verilen fotoğraflar incelendiğinde işlemsiz kumaşın 1:2 metal kompleks boyarmaddesi ile boyanmadığı, kitosan ile işlem görmüş numunenin ise oldukça iyi bir renk verimine sahip olacak şekilde boyandığı görülmektedir.

Her ne kadar kitosan ile katyonikleştirme işlemi görmüş numunelerin renk verimleri artmış olsa da, boyama düzgünlüğü oldukça büyük önem taşımaktadır. Kitosanla aplikasyon işlemi sırasında maddenin liflere homojen bir dağılımla bağlanmaması durumunda boyamada düzgünsüzlük söz konusu olabilecektir. Bu nedenle en uygun koşullarda ön işlem sonrası boyanmış numunenin boyama düzgünlüğü de test edilmiş olup, %96,05 olarak bulunmuştur. Bu durum boyama düzgünlüğü açısından bir sıkıntı olmadığını ortaya koymaktadır. Zaten Çizelge 4.8’de verilen fotoğraflardan da kitosan ile işlem görmüş kumaş numunesinin düzgün boyanmış olduğu görülebilmektedir.

Pamuk liflerinin kitosan ile katyonikleştirilmesi için en uygun kimyasal madde ve aplikasyon koşulları belirlendikten sonra kitosanla ön işleminin liflerin fonksiyonel gruplarında meydana getirdiği değişimi saptamak için en uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası (1,5 g/L, pH 4, 50°C, 30') kitosan ile %7,5'lük konsantrasyonda ön işlem görmüş liflere ATR/FTIR analizleri yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 4.13’de verilmektedir.

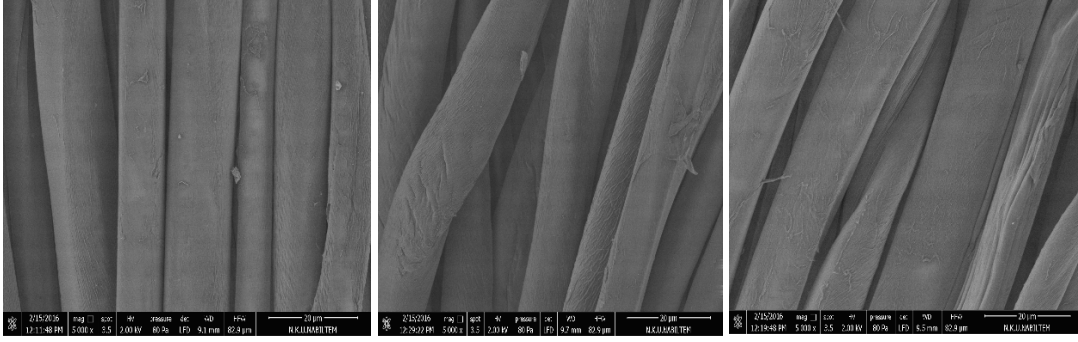


**Şekil 4.13:** En uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem görmüş kumaş numunesine ait ATR/FT-IR analizi sonuçları

Şekil 4.13 incelendiğinde kumaşların ATR/FTIR spektrumlarının 3300, 1050 ve 1035  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarında çok belirgin pikler verdiği, 2900  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarında ise diğerlerine nazaran az olmakla birlikte yine de belirgin pikler verdiği görülmektedir. Tüm bu pikler pamuk liflerindeki selüloz yapısı ile ilişkilidir. 3300  $\text{cm}^{-1}$  civarındaki pik “O-H” bağlarını gösterirken, 1050 ve 1035  $\text{cm}^{-1}$  civarındaki pikler sırasıyla hidroksil grubunun bağlı olduğu “C-O” ve eter grubuna ait “-O-” bağlarını göstermektedir (Lawson ve Hsieh, 2000). 3300-3500  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarındaki pikler  $\text{NH}_2$  ve OH gruplarına işaret ederken, 1640  $\text{cm}^{-1}$  dolaylarındaki belirgin pik oksidasyon sonrası selülozda oluşmuş olan aldehit grubu ile kitosanın amin grubu arasında C=N bağının oluştuğunu göstermektedir (Ramadan ve ark. 2011).

En uygun koşullarda kitosanla katyonikleştirme işlemi görmüş kumaş numunesine azot tayini de yapılmış olup, azot (N) içeriği %0,19 olarak saptanmıştır. Bu da liflerin yapısına kitosanın bağlandığını doğrulamaktadır.

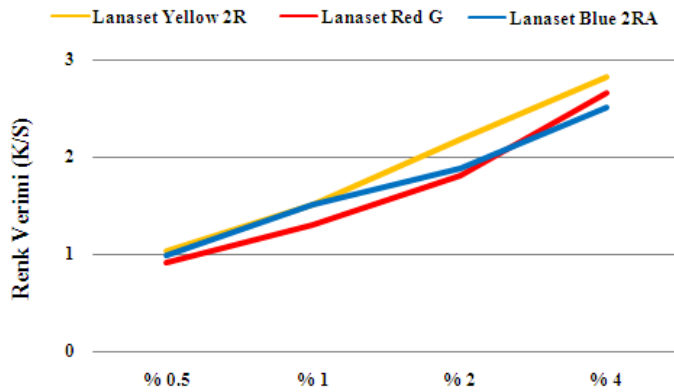
FTIR analizleri ve N (%) tayini ile liflerin kitosan ile işlem sonrası kimyasal yapısında meydana gelen değişimler ortaya koyulduktan sonra, kitosan ile işlem sonrası liflerin yüzey yapılarında bir değişim olup olmadığını saptamak için taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 4.14’de verilmektedir.



**Şekil 4.14:** İşlemsiz (solda), oksidatif ön işlem görmüş (ortada) ve oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem görmüş (sağda) numunelerin SEM fotoğrafları (X5000)

Şekil 4.14’de verilen SEM fotoğraflarından görülebileceği gibi söz konusu kimyasal modifikasyonla liflerin yüzey yapısında bir değişim meydana gelmemiştir. Zaten kitosan ile işlem, liflere yeni fonksiyonel grupların bağlandığı bir kimyasal modifikasyon olup, liflerin kristalinite ya da yüzey yapılarında önemli bir değişim meydana gelmesi beklenmemektedir.

Yapılan çeşitli analizlerle oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem yapılmasının liflerde yol açtığı etkiler gösterildikten sonra, saptanan en uygun koşullarda ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boya renkleriyle %0,5-1-2-4’lük koyuluklarda boyanmıştır. Boyamalarda elde edilen renk verimi (K/S) sonuçları Şekil 4.15’te verilmektedir.



**Şekil 4.15:** Kitosanla katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.15 incelendiğinde her üç boyarmadde ile yapılan boyamada da boyarmadde konsantrasyonu arttıkça elde edilen rengin koyuluğunun arttığı görülmektedir. Bu durumun nedeni Şekil 3.2’de gösterildiği üzere oksidatif işlem sonrası pamuk liflerinde oluşmuş olan

aldehit gruplarına kitosan molekülünün amin grupları üzerinden bağlanması sonucu pamuk lifinin yapısına kitosanın katılmış olmasıdır. Böylece liflerin yapısına katyonik fonksiyonel gruplar eklenmiş olduğundan liflerin anyonik boyarmadde alma yetenekleri artmaktadır. Yalnız elde edilen sonuçlar Şekil 4.5'deki verilerle karşılaştırılacak olursa, katyonikleştirme maddesi ile yapılan ön işlem sonrası elde edilen renk verimi değerlerinin kitosana katyonikleştirme sonrası elde edilenlere kıyasla oldukça daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Kumaş numunelerine ait CIE L\*a\*b\* sonuçları Çizelge 4.9'de verilmektedir.

**Çizelge 4.9:** Kitosana katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	L*	a*	b*	C*	H
Lanaset Yellow 2R	%0,5	83,19	2,89	39,26	39,36	85,79
	%1	81,20	5,00	45,20	45,51	83,32
	%2	78,94	8,01	50,65	51,28	81,01
	%4	77,06	10,36	54,41	55,39	79,22
Lanaset Red G	%0,5	69,27	25,30	9,62	27,07	20,82
	%1	65,02	28,13	10,74	30,11	20,89
	%2	60,85	30,68	11,63	32,81	20,75
	%4	55,83	33,11	12,49	35,38	20,67
Lanaset Blue 2RA	%0,5	66,78	-4,19	-22,59	22,97	259,49
	%1	61,21	-3,24	-25,99	26,19	262,89
	%2	57,97	-2,87	-26,48	26,63	263,81
	%4	53,86	-2,15	-27,58	27,66	265,55

Çizelge 4.9 incelendiğinde her üç boyarmaddede de boyamada boyama koyuluğu arttıkça L\* değerinin küçüldüğü, anlaşılmaktadır. L\* değeri açıklık koyuluk değeri olup, bu değer küçülmesi rengin koyulaştığı anlamına gelmektedir. Bu açıdan elde edilen sonuçların K/S değerleri ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Elde edilen rengin nüansına bakılacak olursa sarı ve kırmızı boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda a\* ve b\* değerlerinin büyüdüğü yani elde edilen renklerin daha kırmızı ve daha sarı nüansa kaydığı görülmektedir. Yalnız mavi renkli boyarmadde ile yapılan boyamalarda b\* değerlerinin küçüldüğü yani elde edilen rengin nüansının daha mavi yöne kaydığı söylenebilir.

Tekstil boyamacılığı açısından elde edilen rengin verimi ve düzgünlüğünün ötesinde diğer bir kritik parametre de haslıklardır. Boyanmış numunelere yıkama, sürtme ve ışık haslığı testleri yapılmıştır. Boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının elde edilen haslıklara olumlu bir etkisi olup olmayacağını gözlemlemek için katyonik fiksatorle ard işlem sonrası da haslık değerlerine bakılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.10'de verilmektedir.

**Çizelge 4.10:** En uygun koşullarda kitosanla işlem görmüş kumaş numunelerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	Fiksatorle Ard İşlem	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı			
				WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	-	2-3	3-4	5	4-5	3	4	5	4-5	4	
		+	2-3	4-5	5	5	4	5	5	4-5	4-5	
	%1	-	3	3	4-5	4-5	3	4	4-5	4-5	4	
		+	3	4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4	
	%2	-	3-4	3	4-5	4-5	3	4	4-5	4	3-4	
		+	3-4	4	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4	4	
	%4	-	4	2-3	4-5	4	2-3	3-4	4-5	4	3	
		+	4	3-4	4-5	4-5	3	4-5	4-5	4	3-4	
	Lanaset Red G	%0,5	-	2-3	3-4	5	4-5	3	4	5	4-5	4
			+	2-3	4	5	5	3-4	4-5	5	4-5	4
%1		-	3	3	4-5	4-5	3	4	4-5	4-5	3-4	
		+	3	4	5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	4	
%2		-	3-4	3	4-5	4-5	3	4	4-5	4	3	
		+	3-4	4	5	4-5	3	4	5	4	3-4	
%4		-	4	2-3	4-5	4	2-3	3-4	4-5	4	2-3	
		+	4	4	5	4-5	3	3-4	5	4	3	
Lanaset Blue 2RA		%0,5	-	2-3	3-4	5	4-5	3	4	5	5	4
			+	2-3	3-4	5	5	3	4-5	5	5	4-5
	%1	-	3	3	4-5	4-5	3	4	4-5	5	3	
		+	3	3	4-5	4-5	2-3	4-5	4-5	5	4	
	%2	-	3-4	3	4-5	4-5	3	4	4-5	4	3-4	
		+	3-4	3	4-5	4	2-3	4	4-5	4	3-4	
	%4	-	4	2-3	4-5	4	2-3	3-4	4-5	4	3-4	
		+	4	3	4-5	4	2-3	3-4	4	4	3-4	

Çizelge 4.10 incelendiğinde kitosan ile işlem sonrası 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Ayrıca boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının yıkama ve yaş sürtme haslıklarını arttırdığı saptanmıştır. Işık haslıkları ise genel olarak iyi seviyelerdedir ve fiksatorle ard işlem ışık haslıklarını etkilememiştir. Boyama koyuluğu arttıkça elde edilen ışık haslıkları da artmaktadır. Zira bilindiği gibi ışık etkisiyle bozulan boya miktarı sabit olup, boyama koyuluğu arttıkça bozulan boya miktarı azalacağından ışık haslığı değerleri artış göstermektedir. Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.11'de verilmektedir.

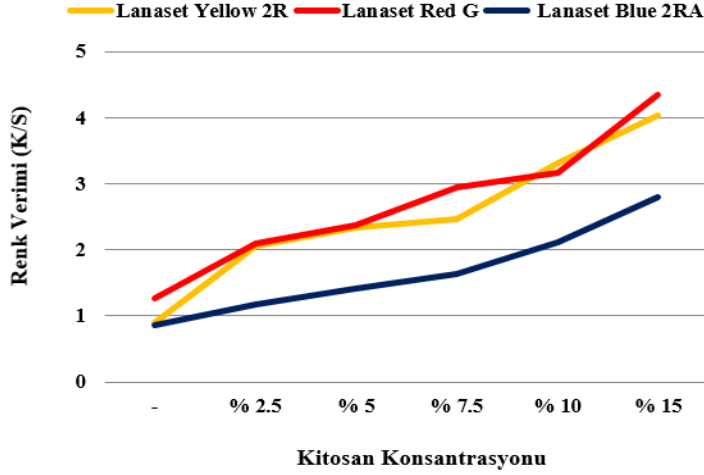


**Çizelge 4.11:** En uygun koşullarda kitosan ile işlem görmüş kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boya	Boya %'si	Fiksate. Ard İşl.	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
Lanaset Yellow 2R	%0,5	-	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3	3	3	2	3	3
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	%1	-	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	%2	-	3	3	3	2	3	3	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3
		+	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	%4	-	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3	2	2	2	1	2	2
		+	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
Lanaset Red G	%0,5	-	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3	3	3	2	3	3
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	%1	-	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	%2	-	3	3	3	2	3	3	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3
		+	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	%4	-	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3	2	2	2	1	2	2
		+	5	5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5
Lanaset Blue 2RA	%0,5	-	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3	3	3	2	3	3
		+	4-5	5	4-5	4-5	5	5	4-5	5	4-5	4-5	5	5
	%1	-	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
		+	4-5	5	4-5	4-5	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5	4-5	5
	%2	-	3	3	3	2	3	3	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3
		+	4-5	5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	5	4-5	4	4-5	4-5
	%4	-	2-3	2-3	2-3	1-2	2-3	2-3	2	2	2	1	2	2
		+	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5

Çizelge 4.11 incelendiğinde yapılan tüm boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarında poliamide karşı kirletme değerlerinin kötü, diğer liflere karşı kirletme değerlerinin ise orta seviyelerde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının ter haslıklarını belirgin ölçüde arttırdığı ve değerleri iyi seviyesine yükselttiği saptanmıştır.

Trikromiye ait boyarmaddelerle ön işlem görmüş pamuklu kumaşların farklı koyuluklarda boyanmasına ilişkin denemeler tamamlandıktan sonra, son olarak en uygun koşullarda kitosanla işlem sırasında kitosan konsantrasyonuna bağlı olarak elde edilecek rengin nasıl değişeceğini saptamak için farklı konsantrasyonlarda (%2,5-5-7,5-10-15) ön işlem uygulanıp sarı, kırmızı ve mavi boyarmaddeler ile sabit konsantrasyonda (%2'lik) boyama işlemleri yapılmıştır. Yapılan boyamaların renk verimi (K/S) değerleri Şekil 4.16'da verilmektedir.



**Şekil 4.16:** Oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.16 incelendiğinde her üç boyarmaddede de %2,5'luk konsantrasyonda kitosanla işlemle elde edilen renk verimi %7,5'luk konsantrasyona kadar pek değişmezken, %10 ve %15'lik konsantrasyonda kitosanla işlem sonrası renk verimi değerlerinin %2,5'luk konsantrasyona kıyasla belirgin ölçüde artış göstermiştir. Ancak özellikle işletme koşullarında çalışırken %10-15 gibi yüksek konsantrasyonların hem maliyet, hem de hazırlanacak çözeltilerin viskozitesinin yüksek oluşu nedeniyle aparatlarda çalışırken çıkarabileceği zorluklar açısından sakınca yaratabileceği dikkate alındığında %2,5'luk konsantrasyonun işletme denemeleri için daha uygun olacağı söylenebilir.

Kumaş numunelerine ait CIE L\*a\*b\* sonuçları Çizelge 4.12'de verilmektedir.

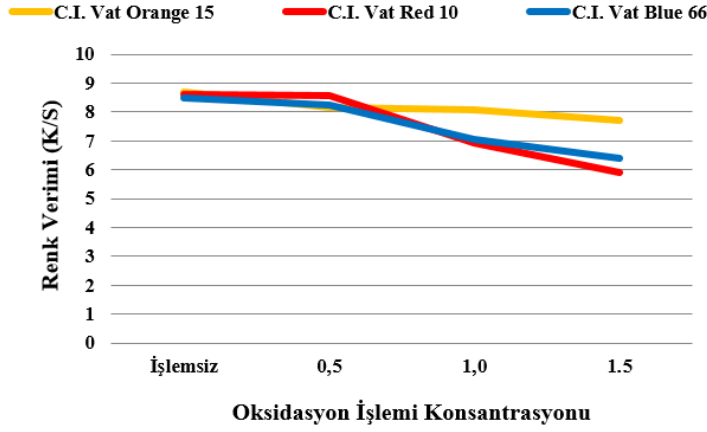
**Çizelge 4.12:** Farklı konsantrasyonlarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Kitosan Konsantrasyonu	L*	a*	b*	C*	H
Lanaset Yellow 2R	-	86,78	7,06	40,44	41,05	80,1
	%2,5	82,62	12,74	53,77	55,26	76,67
	% 5	81,7	13,51	55,32	56,94	76,28
	%7,5	81,81	13	56,53	58,12	76,6
	% 10	80,3	15,12	61,26	63,1	76,14
	% 15	79,33	16,19	64,12	66,13	75,83
Lanaset Red G	-	69,98	29,97	19,39	35,69	32,91
	%2,5	63,49	33,89	20,27	39,49	30,89
	% 5	62,14	34,79	21,24	40,76	31,4
	%7,5	60,23	36,81	23,57	43,71	32,64
	% 10	59,26	37,16	23,66	44,05	32,49
	% 15	56,02	39,45	26,07	47,29	33,46
Lanaset Blue 2RA	-	67,9	-3,89	-20,8	21,16	259,41
	%2,5	60,05	-3,4	-25,62	25,85	262,43
	% 5	63,9	-3,34	-22,77	23,01	261,66
	%7,5	61,92	-3,36	-24,78	25,01	262,28
	% 10	57,05	-3,1	-28,4	28,57	263,77
	% 15	53,5	-2,65	-30,65	30,77	265,05

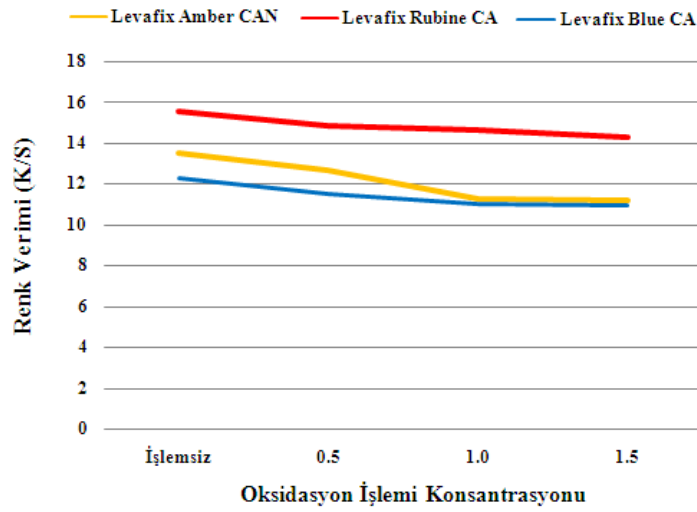
Çizelge 4.12 incelendiğinde bütün boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda kitosan konsantrasyonu arttıkça L\* değerlerinin küçüldüğü, ancak asıl değişimin sadece oksidatif ön işlem görmüş olan numune ile oksidatif ön işlem sonrası %2,5'lük konsantrasyonda kitosanla işlem görmüş numune arasında olduğu, kitosan konsantrasyonunun daha fazla artırılmasının önemli bir değişime yol açmadığı, ancak %10-15'lik kitosanla işlem yapılması durumunda %2,5'luğa göre farkın önemli hale geldiği söylenebilir. Bu sonuçlar K/S değerleri ile paralellik göstermektedir. Elde edilen rengin nüansına bakılacak olursa her üç boyarmadde ile yapılan boyamalarda da a\* ve b\* değerlerinin büyüdüğü yani elde edilen renklerin daha kırmızı ve daha sarı nüansa kaydığı görülmektedir.

#### 4.1.1.2 Oksidatif işlemde en uygun koşulun belirlenmesine ilişkin sonuçlar

Bu bölümde kitosanla işlem öncesi oksidatif ön işlem yapılmasına ilişkin en uygun koşulun belirlenmesi çalışmasında saptanmış olan en uygun pH, sıcaklık ve sürelerde sodyum metaperiyodat ile 3 farklı konsantrasyonda (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar küp ve reaktif boya gamlarının trikromiye ait sarı, kırmızı ve mavi boyarmaddeleriyle %2'lik konsantrasyonda boyanmıştır. Küp ve reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamalarda elde edilen renk verimi değerleri sırasıyla Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de verilmektedir.



Şekil 4.17: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri



Şekil 4.18: 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri

Şekil 4.17 incelendiğinde boyama öncesi yapılan oksidatif ön işlem sırasında oksidatif madde konsantrasyonu arttıkça küp boyamada elde edilen renk veriminin belirgin ölçüde düştüğü anlaşılmaktadır. Oysa Şekil 4.18'den oksidatif ön işlem sonrası reaktif boyama yapıldığında oksidatif madde konsantrasyonu arttıkça meydana gelen renk verimi düşüşlerinin daha az belirgin olduğu anlaşılmaktadır. Oksidatif işlem sonrası pamuk liflerinin yapısında primer ve sekonder alkol grupları daha önce de açıklandığı üzere yükseltgenerek karboksilik asit şekline dönüşmektedir. Bunun sonucunda da pamuk liflerinin negatif zeta potansiyeli artmaktadır. Küp ve reaktif boyarmaddelerin de anyonik karakterli boyalar oldukları dikkate alınacak olursa, oksidatif işlem sonrası yapılan boyamalarda renk verimi değerlerinin düşmesinin nedeni daha iyi anlaşılabilir. Kumaş numunelerine ait CIE L\*a\*b\* sonuçları Çizelge 4.13 ve 4.14'de verilmektedir.

**Çizelge 4.13:** İşlemsiz ve 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen CIE L\*a\*b\* değerleri

Boyarmadde	Periyodat Konsantrasyonu	L*	a*	b*	C*	H
C.I. Vat Orange 15	İşlemsiz	74,40	24,66	78,74	82,51	72,19
	0,5	74,57	24,47	77,48	81,25	72,22
	1	74,88	24,55	77,65	81,44	72,33
	1,5	74,98	24,39	77,10	80,87	72,06
	İşlemsiz	44,95	47,33	7,52	47,93	9,03
C.I. Vat Red 10	0,5	44,01	45,88	6,69	46,37	8,30
	1	46,23	43,97	5,31	44,28	6,88
	1,5	47,76	42,44	4,86	42,72	6,53
	İşlemsiz	38,58	1,49	-35,93	35,96	272,37
	0,5	39,17	1,11	-35,70	35,72	271,79
C.I. Vat Blue 66	1	40,81	0,36	-34,40	34,40	270,61
	1,5	42,03	0,13	-33,83	33,83	270,23

**Çizelge 4.14:** İşlemsiz ve 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen CIE L\*a\*b\* değerleri

Boyarmadde	Periyodat Konsantrasyonu	L*	a*	b*	C*	H
Levafix Amber CAN	İşlemsiz	64,8	35,67	70,21	78,75	63,07
	0,5	65,26	35	69,6	77,93	63,27
	1	66,21	33,55	68,51	76,28	63,91
	1,5	66,11	33,58	68,35	76,15	63,83
	İşlemsiz	35,7	42,2	-2,3	42,26	356,88
Levafix Rubine CA	0,5	36,66	42,62	-1,79	42,65	357,6
	1	36,54	42,42	-2,29	42,48	356,91
	1,5	36,64	42,13	-2,29	42,19	356,9
	İşlemsiz	34,95	0,95	-33,06	33,08	271,64
Levafix Blue CA	0,5	36,9	-0,12	-32,58	32,58	269,78
	1	35,77	0,26	-32,61	32,61	270,46
	1,5	36,55	-0,24	-32,33	32,33	269,58

Çizelge 4.13 incelendiğinde bütün boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda sodyum metaperiyodat konsantrasyonu arttıkça L\* değerlerinin büyüdüğü, yani elde edilen rengin açıldığı görülmektedir. Çizelge 4.14’da da reaktif boyarmaddelerle yapılan boyama işlemlerinde sodyum metaperiyodat konsantrasyonu arttıkça L\* değerlerinin büyüdüğü görülmekle beraber, oluşan farklar küp boyamadaki kadar belirgin değildir. Bu açıdan elde edilen sonuçların renk verimi değerleri ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Elde edilen rengin nüansına bakılacak olursa her iki boya sınıfı ile yapılan boyamalarda da sodyum metaperiyodat konsantrasyonu arttıkça a\* ve b\* değerlerinin küçüldüğü yani elde edilen renklerin daha yeşil ve daha mavi nüansa kaydığı görülmektedir. Yalnız her iki boya sınıfının mavi renkli boyası ile yapılan boyamalarda b\* değerlerinin büyüdüğü yani elde edilen rengin nüansının daha sarı

yöne kaydığı söylenebilir. Küp ve reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamaların yıkama ve sürtme haslığı değerleri sırasıyla Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmektedir.

**Çizelge 4.15:** 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen yıkama ve sürtme haslığı değerleri

Boyarmadde	Periy. Kons	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
C.I. Vat Orange 15	-	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
C.I. Vat Red 10	-	5	5	5	5	4-5	4-5	5	5	4	4
	0,5	5	5	5	5	4	4	5	5	3-4	4
	1	5	5	5	5	4	4	5	5	3-4	3-4
	1,5	5	5	5	4	3	4	5	5	3	3
C.I. Vat Blue 66	-	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	4-5	4-5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
	1,5	5	5	5	5	4-5	4-5	5	5	4	3-4

Çizelge 4.15 ve Çizelge 4.16 incelendiğinde boyama öncesi oksidatif ön işlem yapılmasının gerek küp gerekse reaktif boyarmaddelerle yapılan boyama işlemlerinde elde edilen yıkama ve sürtme haslığı değerlerinde bir miktar düşüşe yol açtığı görülmektedir. Ancak yine de gerek yıkama gerekse de sürtme haslığı değerlerinin oldukça iyi olduğu söylenebilir.

Oksidatif ön işlem sonrası haslık değerlerinde meydana gelen düşmenin nedeninin ise liflerin negatif yükünün artması nedeniyle boyarmadde penetrasyonun zayıflaması ve boyamanın bir miktar daha yüzeysel meydana gelmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.16:** 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen yıkama ve sürtme haslığı değerleri

Boyarmadde	Periy. Kons	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Levafix Amber CAN	-	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
	0,5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
	1	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	3-4
	1,5	4	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	3
Levafix Rubine CA	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	0,5	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	3-4
	1	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	3
	1,5	4	5	5	5	5	4-5	5	5	4	2-3
Levafix Blue CA	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	0,5	4-5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	1	4-5	5	5	5	5	4-5	5	5	5	3
	1,5	4	5	5	5	5	4-5	5	5	5	2-3

Küp ve reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamaların asidik ve bazik ter haslığı değerleri sırasıyla Çizelge 4.17 ve 4.18’de verilmektedir.

**Çizelge 4.17:** 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşların küp boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boyarmadde	Periy. Kons.	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı						
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA	
C.I. Vat Orange 15	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C.I. Vat Red 10	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C.I. Vat Blue 66	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18 incelendiğinde boyama öncesi oksidatif ön işlem yapılmasının gerek küp gerekse reaktif boyarmaddelerle yapılan boyama işlemlerinde elde edilen asidik ve bazik ter haslığı değerlerini etkilemediği ve elde edilen haslık değerlerinin çok iyi seviyelerde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.18:** 3 farklı konsantrasyonda sodyum metaperiyodat ile ön işlem görmüş pamuklu kumaşların reaktif boyarmaddelerle boyanmasında elde edilen asidik ve bazik ter haslığı değerleri










Boyarmadde	Periy. Kons.	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı						
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA	
Levafix Amber CAN	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Levafix Rubine CA	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Levafix Blue CA	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

## 4.1.2 Numune Ölçekli Çalışmalara İlişkin Sonuçlar

### 4.1.2.1 Aynı rengin farklı tonlarının eldesine ilişkin sonuçlar

İşletme koşullarında 3 farklı katyonikleştirme maddesi ile 2'şer farklı konsantrasyonda ön işlem görmüş 6 farklı iplik ile işlemsiz ipliği içeren kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile laboratuvarında boyanmasına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.19'da verilmektedir.

**Çizelge 4.19:** 2 farklı konsantrasyonda 3 farklı katyonikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar

Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	Boyama Koyuluğu		
		%0,5	%1	%2
<b>Lanaset Yellow 2R</b>	7: %2 Zetesal 2000			
	6: %1 Zetesal 2000			
	5: %2 Indosol E50			
	4: %1 Indosol E50			
	3: %2 Albafix Eco			
	2: %1 Albafix Eco			
	1: İşlemsiz			
<b>Lanaset Red G</b>	7: %2 Zetesal 2000			
	6: %1 Zetesal 2000			
	5: %2 Indosol E50			
	4: %1 Indosol E50			
	3: %2 Albafix Eco			
	2: %1 Albafix Eco			
	1: İşlemsiz			
<b>Lanaset Blue 2RA</b>	7: %2 Zetesal 2000			
	6: %1 Zetesal 2000			
	5: %2 Indosol E50			
	4: %1 Indosol E50			
	3: %2 Albafix Eco			
	2: %1 Albafix Eco			
	1: İşlemsiz			

Çizelge 4.19 incelendiğinde ilk dikkati çeken husus işlemsize göre katyonikleştirme işlemi görmüş olan ipliklerin daha koyu boyandığıdır. Ancak bobin formunda yapılan katyonikleştirme ön işleminde bobine sarılı ipliklerin iç ve dış kısımlarının aynı oranda katyonikleştirmeye maruz kalmadığı ve bu nedenle bobindeki iplikler kumaş içerisinde dağıtıldığında kumaşın boyanması adımıyla ön işlem derecesindeki farklılıkların farklı



koyulukların elde edilmesine yol açtığı görülmektedir. Ancak ön işlem sırasında %1 katyonikleştirme maddesi yerine %2 katyonikleştirme maddesi kullanıldığında iplik abrajı görüntüsünün belirgin ölçüde ortadan kalktığı ve uniform bir boyama elde edilebildiği görülmektedir. Bu nedenle, her ne kadar laboratuvar koşullarında %1-2 gibi konsantrasyonlarda iyi sonuçlar elde edilebilmişse de, işletme denemelerinde en az %5 gibi bir konsantrasyonda çalışılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bunun ötesinde üç farklı ürün karşılaştırılığında en iyi sonuçların Albafix Eco ve Indosol E50 ile elde edildiği görülmektedir. Bu nedenle bundan sonraki denemelerde sadece Albafix Eco ile çalışılmaya devam edilecektir.

Yapılan bu çalışmalarda 1:2 metal kompleks boyarmaddesi ile boyamalarda iplik abarajı olduğu için numunelerin K/S ve CIE L\*a\*b\* değerleri ölçülmemiştir. Ancak 1:2 metal kompleks boyarmaddesi ile düzgün şekilde boyanabilen işlemsiz, %2 Albafix Eco ve %2 Indosol E50 ile işlem görmüş numunelerin yıkama ve sürtme haslıkları test edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.20’de verilmektedir.

**Çizelge 4.20:** 2 farklı katyonikleştirme maddesi ile %2’lik konsantrasyonda işlem görmüş ve işlemsiz pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyalarla boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı değerleri

Boyarmadde	Ön İşlem	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı	
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
Lanaset Yellow 2R	-	3-4	5	4-5	3-4	4	5	4	5
	Albafix	3	4-5	4-5	3	4	4-5	3	4-5
	Indosol	3	4-5	4-5	3	4	4-5	3	4-5
Lanaset Red G	-	3-4	5	4-5	3	4	5	4	5
	Albafix	3	4-5	4-5	3	4	4-5	2	4-5
	Indosol	3	4-5	4-5	3	4	4-5	2-3	4-5
Lanaset Blue 2RA	-	3-4	5	4-5	3	4	5	4	5
	Albafix	3	4-5	4-5	3	4	4-5	2	4-5
	Indosol	3	4-5	4-5	3	4	4-5	2-3	4-5

Çizelge 4.20 incelendiğinde işletme koşullarında katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerden üretilmiş ve laboratuvarında 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri ile boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Işık haslıkları ise genel olarak iyi seviyelerdedir. Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.21’de verilmektedir.

**Çizelge 4.21:** 2 farklı katyonikleştirme maddesi ile %2'lik konsantrasyonda işlem görmüş ve işlemsiz pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyalarla boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boyarmadde	Ön İşlem	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
Lanaset Yellow 2R	-	3-4	4	4	3	4	4	3-4	4	4	3	4	4
	Albafix	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3	3-4	4
	Indosol	3-4	4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3	3-4	4
Lanaset Red G	-	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3	3-4	4
	Albafix	3-4	4	3-4	2-3	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3	3-4	4
	Indosol	3-4	4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	4	3-4	3	3-4	4
Lanaset Blue 2RA	-	3-4	3-4	3-4	2-3	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	2-3	3-4	3-4
	Albafix	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3
	Indosol	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3

Çizelge 4.21 incelendiğinde yapılan tüm boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarında poliamde karşı kirletme değerlerinin kötü ile orta, diğer liflere karşı kirletme değerlerinin ise orta ile iyi seviyelerde olduğu anlaşılmaktadır.

Ancak boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının ter haslıklarını belirgin ölçüde arttırdığı önceki denemelerden bilinmekte olup, burada kumaş boyutlarının küçük olması nedeniyle tekrarlanmamıştır.

Yukarıdaki denemelerin ışığı altında katyonikleştirme işleminde Albafix ECO kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Ayrıca katyonikleştirme maddesi konsantrasyonunun %1 ve %2 olması durumunda işletme koşullarında iplikler üzerinde homojen bir dağılımın sağlanamadığı görüldüğünden ön işlemlerin %3 ve %6'lık konsantrasyonlarda yapılmasına karar verilmiştir.

Atkısında işlemsiz (0), %3 Albafix Eco ile işlem görmüş (1) ve %6 Albafix Eco ile işlem görmüş (2) iplikleri içeren kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde üç farklı koyulukta (%0,5-1-2) 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri (Lanaset Yellow 2R ve Lanaset Blue 2RA) ile boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan boyamalara ait fotoğraflar Çizelge 4.22'de görülmektedir.

**Çizelge 4.22:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme maddesi ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar

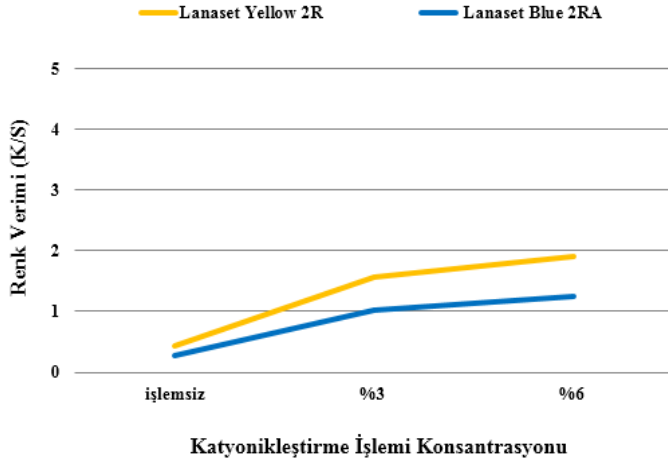
Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	Boyama Koyuluğu		
		%0,5	%1	%2
<b>Lanaset Yellow 2R</b>	0: İşlemsiz			
	1: %3 Albafix ECO			
	2: %6 Albafix ECO			
<b>Lanaset Blue 2RA</b>	0: İşlemsiz			
	1: %3 Albafix ECO			
	2: %6 Albafix ECO			

Çizelge 4.22 incelendiğinde ilk dikkati çeken husus işlemsize göre katyonikleştirme işlemi görmüş olan ipliklerin daha koyu boyandığıdır. Ayrıca daha önce düşük konsantrasyonda katyonikleştirme ön işlemi yapıldığında görülmüş olan çizgili boyama sorunu ile karşılaşılmamıştır. Boyamalara ait CIE L\*a\*b\* değerleri Çizelge 4.23’de verilmektedir.

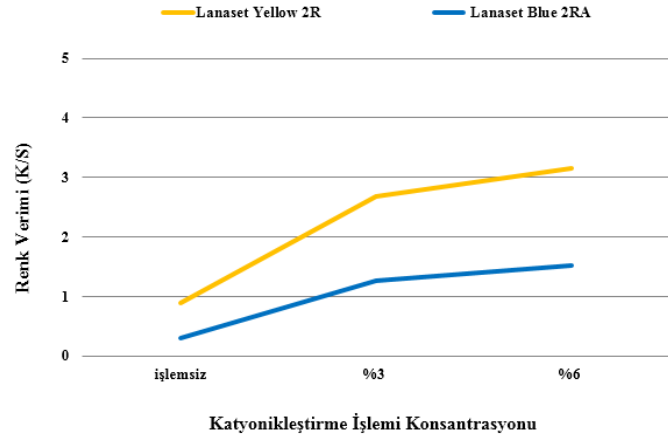
**Çizelge 4.23:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5-1-2’lik konsantrasyonlarda boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	Ön işlem	L*	a*	b*	C*	H
<b>Lanaset Yellow 2R</b>	% 0,5	işlemsiz	89,39	1,46	28,79	28,83	87,09
		% 3	82,04	8,78	48,76	49,55	79,79
		% 6	80,41	9,94	51,04	52,00	78,98
	% 1	işlemsiz	87,68	3,42	43,76	43,89	85,53
		% 3	78,53	12,47	56,57	57,93	77,57
		% 6	77,07	13,47	58,14	59,68	76,96
	% 2	işlemsiz	86,48	5,04	51,1	51,35	84,36
		% 3	75,5	14,37	58,12	59,87	76,11
		% 6	73,24	15,56	59,59	61,58	75,37
<b>Lanaset Blue 2RA</b>	% 0,5	işlemsiz	77,54	-4,65	-7,31	8,66	237,54
		% 3	63,75	-3,28	-15,9	16,23	258,34
		% 6	60,9	-2,81	-17,19	17,41	260,73
	% 1	işlemsiz	77,7	-5,28	-9,29	10,68	240,38
		% 3	62,09	-3,26	-21,28	21,53	261,3
		% 6	59,7	-2,84	-22,81	22,99	262,91
	% 2	işlemsiz	69,44	-6,38	-20,81	21,77	252,96
		% 3	54,35	-1,63	-24,24	24,29	266,15
		% 6	53,58	-1,42	-24,96	25,00	266,74

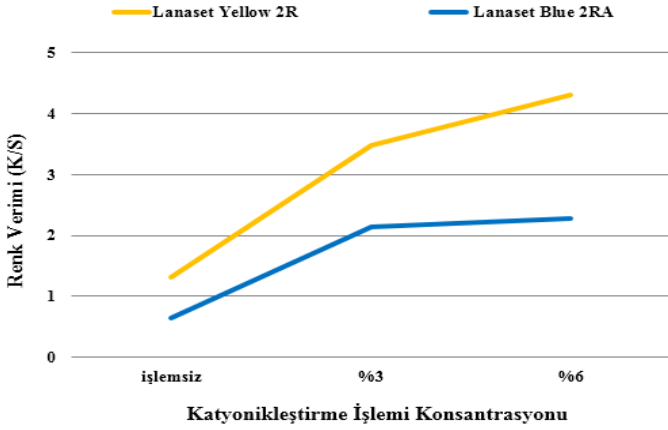
Çizelge 4.23 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu veya boyama koyuluğu arttıkça boyamada elde edilen L\* değerlerinin küçüldüğü, yani rengin koyulaştığı görülmektedir. Boyamalara ait renk verimi (K/S) değerleri ise Şekil 4.19-4.21’de verilmektedir.



**Şekil 4.19:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları



**Şekil 4.20:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %1'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları



**Şekil 4.21:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.19-4.21 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu veya boyama koyuluğu arttıkça boyamada elde edilen renk verimi değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar işlemsiz ve 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme ön işlemi görmüş ipliklerden bir kumaş üretilip tek banyoda kumaş formunda boyandığında aynı rengin 3 farklı tonunun elde edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Boyanmış numunelere yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.24’de verilmektedir.

**Çizelge 4.24:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları

Boya	Boya %'si	Ön işlem	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı			
				WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	işlemsiz	3-4	5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	
		%3	4	4-5	5	5	4	5	5	4-5	3-4	
		%6	4	4-5	5	5	3-4	5	5	4-5	3	
	1%	işlemsiz	4	4-5	5	5	4-5	5	5	5	4-5	
		%3	4-5	4	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	3	
		%6	4-5	4	4-5	4-5	3	4-5	5	4-5	2-3	
	2%	işlemsiz	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5	5	5	4-5	
		%3	5	3-4	4-5	4-5	3	4-5	5	4-5	3	
		%6	5	3-4	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4	2-3	
	Lanaset Blue 2RA	%0,5	işlemsiz	3	4-5	5	5	4	5	5	5	4-5
			%3	3-4	3-4	4-5	4-5	3	4-5	5	4-5	3-4
			%6	3-4	3-4	4-5	4-5	3	4-5	5	4-5	3-4
1%		işlemsiz	3-4	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	4	
		%3	4	3	4-5	4	2	4	4-5	4	3	
		%6	4	3	4-5	4	2	4	4-5	4	3	
2%		işlemsiz	4	4	4-5	4-5	3	4-5	5	4-5	3-4	
		%3	4-5	3	4-5	4	2	4	4-5	4	2-3	
		%6	4-5	3	4-5	4	2	4	4-5	4	2-3	

Çizelge 4.24 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi ile işlem sonrası 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Işık haslıkları ise genel olarak iyi seviyelerdedir.

Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.25’de verilmektedir.

**Çizelge 4.25:** Farklı konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boya	Boya %'si	Ön işlem	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı						
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	işlemsiz	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		%3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		%6	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	1%	işlemsiz	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		%3	4-5	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
		%6	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
	2%	işlemsiz	4	4-5	4-5	3-4	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
		%3	4	4-5	4-5	3-4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
		%6	4	4-5	4-5	4	3-4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5
Lanaset Blue 2RA	%0,5	işlemsiz	5	5	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	4	4-5	5	
		%3	5	5	4-5	4	4-5	5	5	5	4-5	4	4-5	5	
		%6	5	5	4-5	3-4	4-5	5	5	5	4-5	4	4-5	5	
	1%	işlemsiz	4-5	5	4	3	4-5	5	4-5	5	4	3-4	4-5	5	
		%3	4-5	5	4	3	4-5	5	4-5	5	4	3-4	4-5	5	
		%6	4-5	5	4	3	4-5	5	4-5	5	4	3-4	4-5	5	
	2%	işlemsiz	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	4-5	4	3	4	4-5	
		%3	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	4-5	4	3	4	4-5	
		%6	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	4-5	4	3	4	4-5	

Çizelge 4.25 incelendiğinde sarı boyarmadde ile yapılan boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarının oldukça iyi olduğu görülmektedir. Buna karşın mavi renkli boyarmadde ile özellikle %2'lik konsantrasyonda yapılan boyamalarda poliamide karşı akma değerlerinin kötü olduğu anlaşılmaktadır.

Katyonikleştirme maddesi ile ön işlem yoluyla aynı rengin farklı tonlarının eldesi üzerine çalışmalar tamamlandıktan sonra, kitosanla katyonikleştirme yoluyla aynı rengin farklı tonlarının eldesi çalışmalarına geçilmiştir.

Bu amaçla atkısında işlemsiz (0), %2,5 kitosan ile işlem görmüş (3) ve %5 kitosan ile işlem görmüş (4) iplikleri içeren kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde üç farklı koyulukta (%0,5-1-2) 1:2 metal kompleks boyarmadeleri (Lanaset Blue 2RA ve Lanaset Yellow 2R) ile boyama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan boyamalara ait fotoğraflar Çizelge 4.26'da görülmektedir. Çizelge 4.26 incelendiğinde ilk dikkati çeken husus işlemsize göre kitosan ile katyonikleştirme işlemi görmüş olan ipliklerin daha koyu boyandığıdır. Ancak elde edilen koyuluk farklılıkları katyonikleştirme maddesi ile elde edilmiş olanlara göre daha düşük kalmıştır.

**Çizelge 4.26:** 2 farklı konsantrasyonda kitosan ile ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanmasına ilişkin fotoğraflar

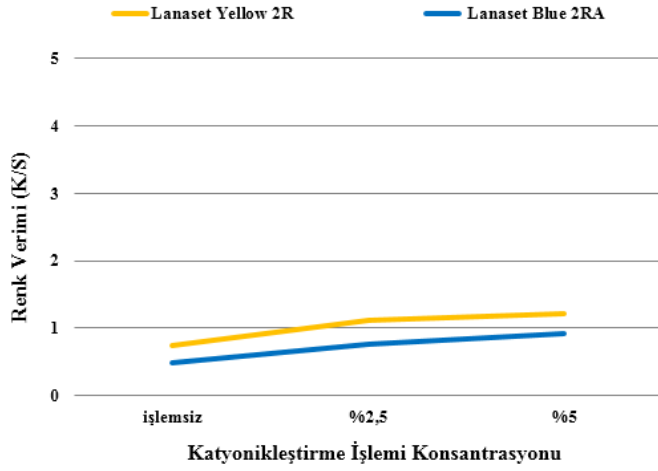
Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	Boyama Koyuluğu		
		%0,5	1%	2%
Lanaset Yellow 2R	0: İşlemsiz			
	3: %2,5 Kitosan			
	4: %5 Kitosan			
Lanaset Blue 2RA	0: İşlemsiz			
	3: %2,5 Kitosan			
	4: %5 Kitosan			

Boyamalara ait CIEL\*a\*b\* değerleri Çizelge 4.27’de verilmektedir.

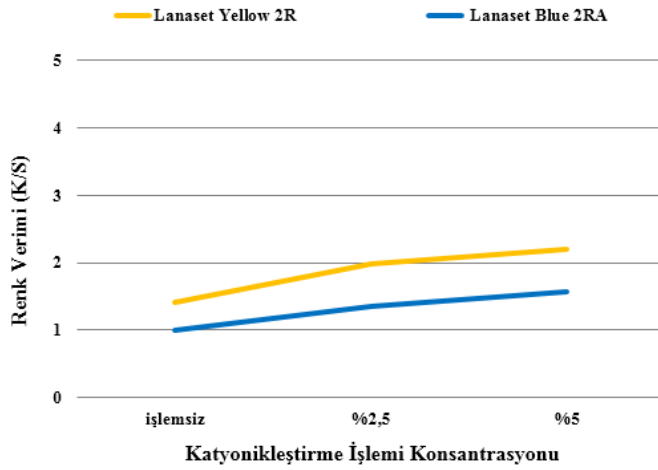
**Çizelge 4.27:** Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5-1-2’lik konsantrasyonlarda boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Boya %'si	Ön işlem	L*	a*	b*	C*	H
Lanaset Yellow 2R	% 0,5	işlemsiz	88,32	2,76	40,68	40,77	86,11
		% 2,5	86,36	4,42	47,06	47,27	84,64
		% 5	85,68	4,95	47,77	48,03	84,09
	% 1	işlemsiz	86,00	5,61	52,29	52,59	83,87
		% 2,5	83,46	7,72	56,42	56,95	82,21
		% 5	82,21	8,79	56,89	57,57	81,22
	% 2	işlemsiz	84,16	7,92	58,34	58,87	82,27
		% 2,5	81,59	10,05	62,39	63,19	80,85
		% 5	80,03	11,14	62,4	63,38	79,88
Lanaset Blue 2RA	% 0,5	işlemsiz	71,87	-5,5	-14,52	15,52	249,26
		% 2,5	68,93	-5,48	-15,44	16,39	250,45
		% 5	66,37	-4,9	-16,94	17,64	253,87
	% 1	işlemsiz	63,45	-5,79	-25,95	26,59	257,43
		% 2,5	61,93	-4,14	-21,98	22,37	259,34
		% 5	59,62	-3,6	-22,79	23,07	261,04
	% 2	işlemsiz	57,85	-5,27	-29,71	30,17	259,93
		% 2,5	56,51	-2,98	-25,43	25,6	263,31
		% 5	54,7	-2,48	-25,38	25,5	264,42

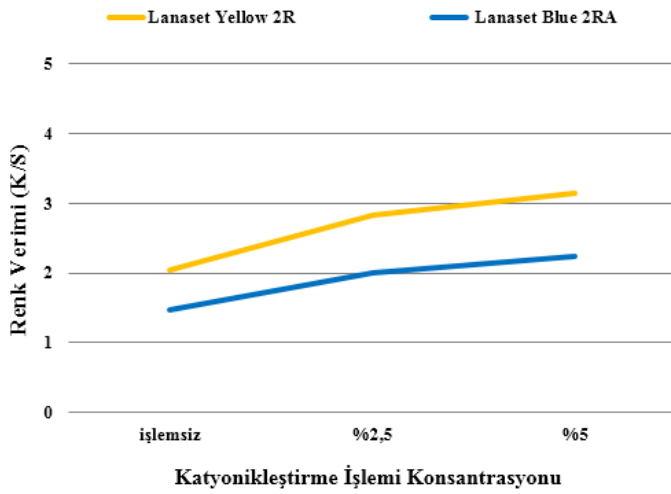
Çizelge 4.27 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi konsantrasyonu veya boyama koyuluğu arttıkça boyamada elde edilen L\* değerlerinin küçüldüğü, yani rengin koyulaştığı görülmektedir. Boyamalara ait renk verimi (K/S) değerleri ise Şekil 4.22-4.24’de verilmektedir.



**Şekil 4.22:** Farklı konsantrasyonlarda kitosarla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %0,5'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları



**Şekil 4.23:** Farklı konsantrasyonlarda kitosarla işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %1'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları



**Şekil 4.24:** Farklı konsantrasyonlarda işlem görmüş pamuklu kumaşların 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile %2'lik konsantrasyonda boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları



Şekil 4.22-4.24 incelendiğinde kitosan konsantrasyonu veya boyama koyuluğu arttıkça boyamada elde edilen renk verimi değerlerinin arttığı görülmektedir. Bu sonuçlar işlemsiz ve 2 farklı konsantrasyonda kitosan ile ön işlem görmüş ipliklerden bir kumaş üretilip tek banyoda kumaş formunda boyandığında aynı rengin 3 farklı tonunun elde edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Boyanmış numunelere yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.28’de verilmektedir.

**Çizelge 4.28:** Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı testi sonuçları

Boya	Boya %'si	Ön işlem	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı			
				WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	işlemsiz	3	5	5	5	4	5	5	5	4	
		%2,5	3-4	5	5	5	4	5	5	5	4	
		%5	3-4	5	5	5	4	5	5	5	4	
	%1	işlemsiz	3-4	4-5	5	5	4	5	5	4-5	3-4	
		%2,5	4	4-5	5	5	3-4	5	5	4-5	3-4	
		%5	4	4-5	5	5	3	5	5	4-5	3-4	
	%2	işlemsiz	4	4	5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	3-4	
		%2,5	4-5	4	5	4-5	3	4-5	5	4-5	3	
		%5	4-5	4	5	4-5	3	4-5	5	4-5	3	
	Lanaset Blue 2RA	%0,5	işlemsiz	2-3	4	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	3-4
			%2,5	3	4	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	3-4
			%5	3	4	4-5	4-5	3	4-5	5	3	3-4
1%		işlemsiz	3	3-4	4-5	4	2-3	4	5	4-5	3-4	
		%2,5	3-4	3	4-5	4	2	4	5	4	3	
		%5	3-4	3	4-5	4	2	4	5	4	3	
2%		işlemsiz	3-4	3	4-5	4	2	4	4-5	4	2-3	
		%2,5	4	3	4-5	4	2	4	4-5	4	2-3	
		%5	4	3	4-5	4	2	4	4-5	4	2-3	

Çizelge 4.28 incelendiğinde katyonikleştirme maddesi ile işlem sonrası 1:2 metal kompleks boyarmadeleri ile boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Işık haslıkları ise genel olarak orta ila iyi seviyelerdedir.

Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.29’de verilmektedir. Çizelge 4.29 incelendiğinde sarı boyarmadde ile yapılan boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarının oldukça iyi olduğu, buna karşın mavi renkli boyarmadde

ile özellikle %2'lik konsantrasyonda yapılan boyamalarda poliamide karşı akma değerlerinin kötü olduğu anlaşılmaktadır.

**Çizelge 4.29:** Farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş ve 1:2 metal kompleks boyarmadeleri çeşitli koyuluklarda boyanmış pamuklu kumaşlara ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boya	Boya %'si	Ön işlem	Asidik Ter Haslığı					Bazik Ter Haslığı							
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA	
Lanaset Yellow 2R	%0,5	işlemsiz	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		%2,5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
		%5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	
	%1	işlemsiz	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		%2,5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	
		%5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	
	%2	işlemsiz	4	4	4	3-4	4	4	4	4	4	4	3-4	4	4
		%2,5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3-4	4	4
		%5	4	4	4	2-3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Lanaset Blue 2RA	%0,5	işlemsiz	5	4-5	4	3-4	4-5	5	4-5	4-5	4	3-4	4	4-5	
		%2,5	4-5	4-5	4	3-4	4-5	5	4	4-5	4	3-4	4	4-5	
		%5	4-5	4-5	4	3-4	4-5	5	4	4-5	4	3-4	4	4-5	
	%1	işlemsiz	4-5	4-5	4	3	4-5	5	4-5	4-5	4	3	4-5	5	
		%2,5	4	4-5	4	3	4-5	5	4	4-5	4	3	4-5	5	
		%5	4	4-5	4	3	4-5	5	4	4-5	4	3	4-5	5	
	%2	işlemsiz	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	4-5	4	2-3	4	4-5	
		%2,5	4	4-5	4	2-3	4	4-5	4	4-5	4	2-3	4	4-5	
		%5	3-4	4-5	4	2-3	4	4-5	3-4	4-5	4	2-3	4	4-5	

Laboratuvar ölçeklerinde yapılan çalışmalarda aynı rengin farklı tonlarının eldesinde bir alternatifin de oksidatif ön işlem olduğu saptanmış olduğundan bu durumu numune ölçeklerinde de test etmek için atkısında işlemsiz (0), 1 g/L periyodat ile oksidatif ön işlem görmüş (5) ve 1,5 g/L periyodat ile oksidatif ön işlem görmüş (6) iplikleri içeren kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde üç farklı koyulukta (%0,5-1-2) küp boyarmaddesi ile boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan boyamalara ait fotoğraflar Çizelge 4.30'da görülmektedir.

Çizelge 4.30 incelendiğinde işlemsiz ve oksidatif ön işlem görmüş numunelerin renkleri arasında önemli bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Daha önce laboratuvar koşullarında işlemlili ve işlemsiz kumaşların ayrı banyolarda boyanmasına ilişkin denemelerde ise, kationikleştirme işlemindeki kadar olmasa da farklı renk tonları elde edilebilmişti. Oysa işlemlili ve işlemsiz ipliklerin aynı banyoda boyanması durumunda renk farklılıkları çok azalmıştır.

**Çizelge 4.30:** 2 farklı konsantrasyonda oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların küp boyarmaddeyle boyanmasına ilişkin fotoğraflar

Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	Boyama Koyuluğu		
		%0,5	1%	2%
C.I. Vat Orange 15	0: İşlemsiz			
	5: 1 g/L Periyodat			
	6: 1,5 g/L Periyodat			

Bu durum oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz ipliklerden bir kumaş üretilip, daha sonra tek banyoda boyandığında aynı rengin farklı tonlarının eldesinin mümkün olamayacağını ortaya koymuştur. Bu nedenle, söz konusu kumaş numunelerine renk ölçümü ve haslık testleri yapılmamıştır. Ayrıca oksidatif ön işlem deney sistematüğinden çıkartılarak işletme koşullarında denenmemiştir.

#### 4.1.2.2 Farklı renklerin eldesine ilişkin sonuçlar

Aynı rengin farklı tonlarının eldesine ilişkin denemeler tamamlandıktan sonra, farklı renklerin eldesine ilişkin denemelere geçilmiştir. Bunun için atkısında işlemsiz (0), %3 Albafix Eco ile işlem görmüş (1), %6 Albafix Eco ile işlem görmüş (2) ve 1 g/L periyodat ile oksidatif ön işlem görmüş (5) iplikleri içeren kumaş numunelerinden eşit gramajlı olacak şekilde kesilip aynı tüp içerisinde tek ve iki banyolu boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

%0,5 sarı renkli direkt boyarmadde ile %0,5 mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmadde kullanılarak yapılan tek banyolu boyama işlemi sonucunda elde edilen renkler Çizelge 4.31’de görülmektedir.

**Çizelge 4.31:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmadde karışımıyla boyanmasına ilişkin fotoğraflar

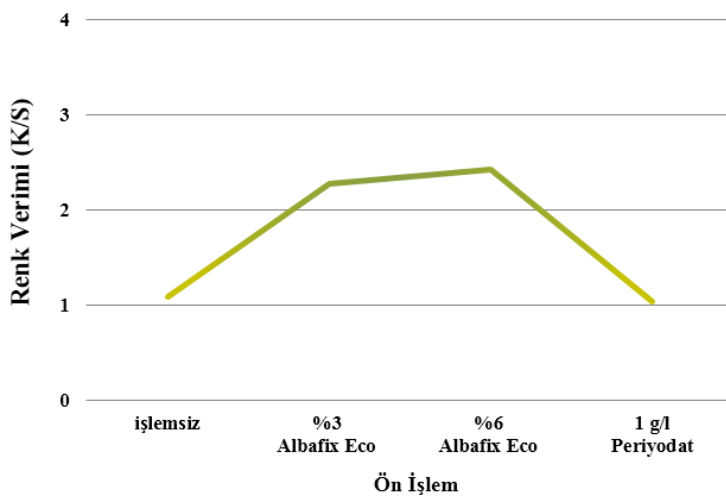
Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	
%0,5 Sirius Yellow KCF + %0,5 Lanaset Blue 2RA	0: İşlemsiz	
	1: %3 Albafix ECO	
	2: %6 Albafix ECO	
	5: 1 g/L Periyodat	

Çizelge 4.31'den görülebileceği üzere işlemsiz ve katyonikleştirme işlemine tabi tutulmuş iplikler farklı tonlarda boyanmıştır. İşlemsiz iplikler açık yeşile boyanırken, katyonikleştirme işlemi görmüş olanlar yeşil renge boyanmıştır. Oksidatif ön işlem görmüş olan iplik ise işlemsiz ipliğe oldukça yakın bir renge boyanmıştır. Ayrıca %6 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş iplikler %3 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş olanlara kıyasla daha koyu yeşil renge boyanmıştır. Bu durum işlemsiz ve çeşitli konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerden bir kumaş üretilip direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyama işlemi yapılacak olursa aynı rengin farklı tonlarının elde edilebileceğini ortaya koymaktadır. Boyamalara ait CIE L\*a\*b\* değerleri Çizelge 4.32'de verilmektedir.

**Çizelge 4.32:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçları

Boyarmadde	Ön işlem Prosesi	L*	a*	b*	C*	H
%0,5 Sirius Yellow KCF + %0,5 Lanaset Blue 2RA	İşlemsiz	80,73	-4,43	32,03	32,34	97,88
	%3 Albafix Eco	64,43	-6,46	23,74	24,6	105,22
	%6 Albafix Eco	61,54	-6,77	20,71	21,78	108,11
	1 g/L Periyodat	79,89	-4,93	29,45	29,86	99,5

Çizelge 4.32'den görülebileceği gibi L\* değerleri katyonikleştirme ön işlemi görmüş iplik → işlemsiz iplik → oksidatif ön işlem görmüş iplik sırasıyla artmakta, yani renk açılmaktadır. Boyamalara ait renk verimi (K/S) değerleri ise Şekil 4.25'de verilmektedir.



**Şekil 4.25:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonuçları

Şekil 4.25’den görülebileceği üzere işlemsiz ve katyonikleştirme işlemine tabi tutulmuş ipliklerin renk verimleri arasında önemli farklılık bulunmaktadır. Ayrıca %6 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş iplikler %3 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş olanlara kıyasla daha koyu renge boyanmıştır. Oksidatif ön işlem görmüş olan iplik ise işlemsiz ipliğe oldukça yakın bir renk verimine sahiptir. Boyanmış numunelere yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.33’de verilmektedir.

**Çizelge 4.33:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı

Boyarmadde	Önişlem Prosesi	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı		
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
%0,5 Sirius	İşlemsiz	3	5	5	5	4	4	5	5	5
Yellow KCF+	%3 Albafix Eco	3-4	4-5	5	4-5	3-4	1-2	5	5	4
%0,5 Lanaset	%6 Albafix Eco	3-4	4-5	5	4-5	3-4	1-2	5	5	4
Blue 2RA	1 g/L Periyodat	3	4	5	5	3-4	3-4	5	5	5

Çizelge 4.33 incelendiğinde işlemsiz ve oksidatif ön işlemlenmiş ipliklerden üretilmiş kumaşların çok iyi yıkama ve sürtme haslığına sahip olmalarına karşın, 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme ön işlemi görmüş ipliklerden üretilmiş kumaşların orta ile iyi seviyelerde yıkama ve sürtme haslıklarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Numunelerin ışık haslıkları ise genel olarak orta seviyelerdedir.

Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.34’de verilmektedir.

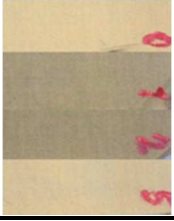
**Çizelge 4.34:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boyarmadde	Önişlem Prosesi	Asidik Ter Haslığı					Bazik Ter Haslığı						
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
%0,5 Sirius	İşlemsiz	4-5	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5	4	4-5	5
Yellow KCF+	%3 Albafix Eco	4-5	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5	4	4-5	5
%0,5 Lanaset	%6 Albafix Eco	4-5	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5	4	4-5	5
Blue 2RA	1 g/L Periyodat	4-5	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5	4	4-5	5

Çizelge 4.34 incelendiğinde yapılan tüm boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarının oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır.

Tek banyolu boyama denemeleri tamamlandıktan sonra, iki banyolu boyama yoluyla farklı renklerin eldesinin mümkün olup olmayacağını görmek için önce birinci banyoda %0,5 konsantrasyonda sarı renkli reaktif boyarmadde (Levafix Amber CAN) ile boyama yapılmış ve ardından ikinci banyoda %0,5 konsantrasyonda mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Blue 2RA) ile boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemi sonucunda elde edilen renkler Çizelge 4.35’de görülmektedir.

**Çizelge 4.35:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin fotoğraflar

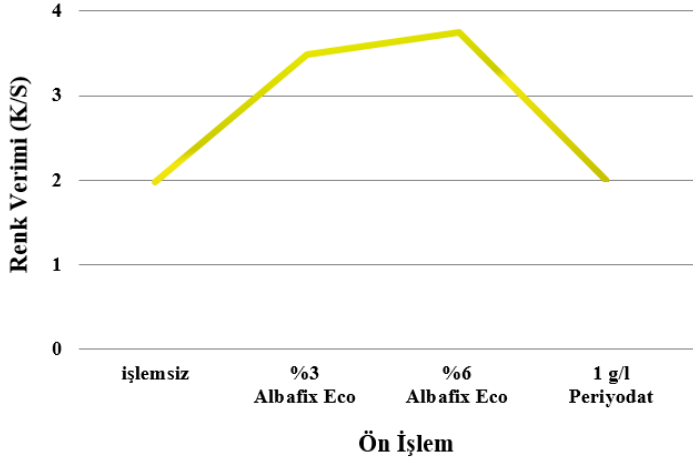
Boyarmadde	Kumaşı oluşturan her bir banttaki iplik	
	<b>0: İşlemsiz</b>	
%0,5 Levafix Amber CAN → %0,5 Lanaset Blue 2RA	<b>1: %3 Albafix ECO</b>	
	<b>2: %6 Albafix ECO</b>	
	<b>5: 1 g/L Periyodat</b>	

Çizelge 4.35’den görülebileceği üzere işlemsiz ve katyonikleştirme işlemine tabi tutulmuş iplikler farklı renklerde boyanmıştır. İşlemsiz iplikler sarıya boyanırken, katyonikleştirme işlemi görmüş olanlar yeşil renge boyanmıştır. Oksidatif ön işlem görmüş olan iplik ise işlemsiz ipliğe oldukça yakın bir renge boyanmıştır. Ayrıca %6 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş iplikler %3 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş olanlara kıyasla daha koyu yeşil renge boyanmıştır. Bu durum işlemsiz ve çeşitli konsantrasyonlarda katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerden bir kumaş üretilip reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle iki banyolu boyama işlemi yapılacak olursa farklı renklerin elde edilebileceğini ortaya koymaktadır. Boyamalara ait CIEL\*a\*b\* değerleri Çizelge 4.36’da verilmektedir.

**Çizelge 4.36:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin CIE L\*a\*b\* sonuçlar

Boyarmadde	Ön işlem Prosesi	L*	a*	b*	C*	H
%0,5 Levafix Amber CAN → %0,5 Lanaset Blue 2RA	<b>işlemsiz</b>	73,23	1,97	39,58	39,63	87,15
	<b>%3 Albafix Eco</b>	57,92	-0,35	28,45	28,45	90,7
	<b>%6 Albafix Eco</b>	56,25	-0,64	27,47	27,48	91,34
	<b>1 g/L Periyodat</b>	71,77	0,53	36,41	36,42	89,16

Çizelge 4.36'dan görülebileceği gibi özellikle işlemsiz iplikler ile katyonikleştirme işlemi görmüş iplikleri L\*, a\*, b\* değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Çünkü Çizelge 4.35'de verilen fotoğraflardan görülebileceği gibi bu numunelerin renkleri birbirinden tamamen farklıdır. Boyamalara ait renk verimi (K/S) değerleri ise Şekil 4.26'da verilmektedir.



**Şekil 4.26:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) sonucu

Şekil 4.26'dan görülebileceği üzere işlemsiz ve katyonikleştirme işlemine tabi tutulmuş ipliklerin renk verimleri arasında önemli farklılık bulunmaktadır. Ayrıca %6 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş iplikler %3 katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş olanlara kıyasla daha koyu renge boyanmıştır. Oksidatif ön işlem görmüş olan iplik ise işlemsiz ipliğe oldukça yakın bir renk verimine sahiptir.

Boyanmış numunelere yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.37'de verilmektedir.

**Çizelge 4.37:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemi görmüş, oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri

Boyarmadde	Önişlem Proses	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı		
			WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
%0,5 Levafix Amber CAN →%0,5 Lanaset Blue 2RA	İşlemsiz	3	4-5	5	4-5	4	4-5	5	5	4
	%3 Albafix Eco	3-4	4	5	4-5	3	4-5	5	4-5	3-4
	%6 Albafix Eco	3-4	4	5	4-5	2-3	4-5	5	4-5	3
	1 g/L Periyodat	3	5	5	5	4	5	5	5	4-5

Çizelge 4.37 incelendiğinde işlemsiz ve oksidatif ön işlemlili ipliklerden üretilmiş kumaşların çok iyi yıkama ve sürtme haslığına sahip olmalarına karşın, 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme ön işlemlili ipliklerden üretilmiş kumaşların orta ile iyi seviyelerde yıkama ve sürtme haslıklarına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Numunelerin ışık haslıkları ise genel olarak orta seviyelerdedir.

Yapılan boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları ise Çizelge 4.38’de verilmektedir.

**Çizelge 4.38:** 2 farklı konsantrasyonda katyonikleştirme işlemlili, oksidatif ön işlemlili ve işlemsiz pamuk ipliklerinden dokunmuş kumaşların önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boya.	Önişlem Proses	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
%0,5 Levafix Amber CAN	İşlemsiz	4-5	5	4-5	4	4-5	5	4-5	5	4-5	4	4-5	5
→ %0,5 Lanaset Blue 2RA	%3 Albafix Eco	4-5	5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	5	4-5	3-4	4-5	5
	%6 Albafix Eco	4-5	5	4-5	3	4-5	5	4-5	5	4-5	3	4-5	5
	1 g/L Periyodat	4-5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5	4-5	5	5

Çizelge 4.38 incelendiğinde yapılan tüm boyamaların gerek asidik gerekse bazik ter haslıklarının oldukça iyi olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.1.3 Üretim Ölçekli Çalışmalar

Çözgü iplikleri Ne 60/1 ön işlemlili pamuk ipliğinden oluşacak şekilde, atkı ipliklerinde işlemlili pamuk ipliğinin yanı sıra 2 farklı konsantrasyonda (%3 ve %6) katyonikleştirme maddesi ile işlemlili (1 nolu kumaş) veya 2 farklı konsantrasyonda (%2,5 ve %5) kitosan ile işlemlili (2 nolu kumaş) iplikleri içeren kumaşlar üretilmiştir. Sonra bu kumaşlar önce birinci banyoda mavi renkli reaktif boyarmadde (Levafix Blue CA) ile sonra ikinci banyoda sarı renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Yellow 2R) ile boyanmıştır. Ayrıca birinci banyoda mavi renkli reaktif boyarmadde (Levafix Blue CA) ile sonra ikinci banyoda mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddesi (Lanaset Blue 2RA) ile boyanmıştır. Kumaş numunelerine ait fotoğraflar Şekil 4.27’de verilmektedir.





**Şekil 4.27:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin boyanmış hallerine ilişkin fotoğraflar (1 nolu kumaşlar solda, 2 nolu kumaşlar sağda)

Şekil 4.27 incelendiğinde işlemsiz ve katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerle belirli bir desene göre kumaş dokunup boyandığında aynı rengin farklı tonlarının eldesinin mümkün olduğu görülmektedir. Öte yandan katyonikleştirme işleminde konvansiyonel katyonikleştirme maddeleri yerine kitosan kullanıldığında, yine aynı rengin farklı tonları elde edilebilmiş olmakla birlikte daha soluk görümlü ve kendine özgü bir havası olan kumaşlar elde edilmiştir. Bütün kumaşlara yıkama, sürtme ve ter haslığı testleri uygulanmış olup, sonuçlar Çizelge 4.39 ve 4.40’da verilmektedir.

**Çizelge 4.39:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları

Boyama	Kumaş	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı		
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
Levafix Blue CA →Lanaset Yellow 2R	1 nolu	4	4-5	4-5	1-2	3	4	4-5	4
	2 nolu	4	4	4	3-4	3-4	4-5	4-5	4-5
Levafix Blue CA →Lanaset Blue 2RA	1 nolu	4-5	4-5	4	4-5	4	4-5	4-5	4
	2 nolu	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4-5	5	4-5



**Çizelge 4.40:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin önce reaktif, sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Boyama	Kumaş	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
Levafix Blue CA	1 nolu	4	4	4-5	3-4	4	4-5	4	4	4	3	4	4-5
→Lanaset Yellow 2R	2 nolu	4	4	4	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Levafix Blue CA	1 nolu	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
→Lanaset Blue 2RA	2 nolu	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

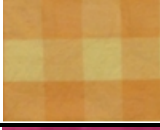





Çizelge 4.39 ve 4.40 incelendiğinde boyalı kumaşların yıkama, sürtme, asidik ve bazik ter haslığı değerlerinin genel olarak iyi olduğu anlaşılmaktadır.

İşletmede üretilen kumaşlar ile jet boyama makinasında üretim ölçekli yapılan boyamaların yanı sıra farklı renklerin eldesi için laboratuvar ölçekli boyama denemeleri de yapılmıştır. Bu amaçla 1:2 metal kompleks (Lanaset Yellow 2R, Lanaset Red G, Lanaset Blue 2RA) ve reaktif (Levafix Amber CAN, Levafix Rubine CA, Levafix Blue CA) boyarmaddelerle daha önce verilmiş olan reçete ve boyama grafikleri ile %1'lik konsantrasyonda tek banyolu boyama işlemleri yapılmıştır. Boyama sonrası numunelerin fotoğrafları çekilmiş olup, sonuçlar Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42'de verilmektedir.

**Çizelge 4.41:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle laboratuvarında boyanmasına ilişkin fotoğraflar

Boyarmadde	Katyonikleştirme Maddesi	Kitosan
%1 Lanaset Yellow 2R		
%1 Lanaset Red G		
%1 Lanaset Blue 2RA		

**Çizelge 4.42:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin reaktif boyarmaddelerle laboratuvarda boyanmasına ilişkin fotoğraflar

Boyarmadde	Katyonikleştirme Maddesi	Kitosan
%1 Levafix Amber CAN		
%1 Levafix Rubine CA		
%1 Levafix Blue CA		

Çizelge 4.41 ve 4.42 incelendiğinde işlemsiz ve katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerle belirli bir desene göre kumaş dokunup boyandığında aynı rengin farklı tonlarının tek bir boyarmadde kullanılarak yapılan tek banyolu boyama ile de elde edilebileceği görülmektedir. Oysa katyonikleştirme işleminde konvansiyonel katyonikleştirme maddeleri yerine kitosan kullanıldığında, 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri kullanılarak yapılan tek banyolu boyama ile yine aynı rengin farklı tonları (daha soluk görünümlü olmakla birlikte) elde edilebilmişken, reaktif boyarmaddeler kullanıldığında kumaşlar tek renge boyanmıştır. Bütün kumaşlara yıkama, sürtme ve ter haslığı testleri uygulanmış olup, sonuçlar Çizelge 4.43 ve 4.44’de verilmektedir.

**Çizelge 4.43:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks ve reaktif boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları

Boyarmadde	Kumaş	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı		
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
%1 Levafix Amber CAN	1	5	5	5	5	5	5	4-5	3-4
	2	5	5	5	5	5	4-5	5	4-5
%1 Levafix Rubine CA	1	5	5	5	5	4-5	5	3-4	3
	2	5	5	5	5	5	5	5	3-4
%1 Levafix Blue CA	1	5	5	5	5	5	5	4	3
	2	5	5	5	5	5	5	4-5	3-4
%1 Lanaset Yellow 2R	1	4-5	5	5	3-4	5	5	3-4	3-4
	2	5	5	5	3-4	5	5	4-5	4-5
%1 Lanaset Red G	1	4	5	5	3	4	5	3-4	3
	2	4	5	5	3	4	5	4-5	3-4
%1 Lanaset Blue 2RA	1	3	5	4-5	2	4	5	4	3
	2	4	5	5	2-3	4	5	5	4

**Çizelge 4.44:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin 1:2 metal kompleks ve reaktif boyarmaddeler ile tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları

Boyarmadde	Kumaş	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
		WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
%1 Levafix Amber CAN	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
%1 Levafix Rubine CA	1	5	5	5	5	4-5	5	5	5	5	5	4-5	5
%1 Levafix Blue CA	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
%1 Lanaset Yellow 2R	1	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
%1 Lanaset Red G	1	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
%1 Lanaset Blue 2RA	1	4	4-5	4	4	4-5	4-5	4	4-5	4	4	4-5	4-5

Çizelge 4.43 ve Çizelge 4.44 incelendiğinde reaktif boyalarla tek banyolu olarak boyanmış kumaşların yıkama, sürtme, asidik ve bazik ter haslığı değerlerinin genel olarak oldukça iyi olduğu görülmektedir. Buna karşın 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanmış olan numunelerin sürtme ve ter haslıkları oldukça iyi iken, yıkama haslıklarıda özellikle poliamide karşı akma değerleri orta seviyelerdedir.

Buraya kadar yapılan çalışmalarda gerek 1 gerekse de 2 nolu kumaş üzerinde ister tek, ister iki banyolu boyama yapılsın sadece aynı rengin farklı tonlarının elde edilebileceği görülmüştür. Bu kumaşlar üzerinde tek banyolu boyama ile farklı renklerin eldesi amacıyla normalde yapılmayan bir şey denenerek %0,5 Levafix Blue CA ve %2 Lanaset Red G boyarmaddesi ile reaktif boyama reçetesi ve grafiği kullanılarak tek banyolu boyama denemesi yapılmıştır. Benzer şekilde %0,5 Levafix Rubine CA ve %2 Lanaset Blue 2RA reaktif boyama reçetesi ve grafiği kullanılarak tek banyolu boyama denemesi yapılmıştır. Kumaş numunelerine ait fotoğraflar Şekil 4.28’de verilmektedir.



**Şekil 4.28:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ilişkin fotoğraflar (1 nolu kumaşlar solda, 2 nolu kumaşlar sağda)

Şekil 4.28 incelendiğinde işlemsiz ve katyonikleştirme işlemi görmüş ipliklerle belirli bir desene göre kumaş dokunup boyandığında iki farklı rengin elde edildiği görülmektedir. Öte yandan katyonikleştirme işleminde kitosan kullanıldığında bütün iplikler hemen hemen aynı renge boyanmışlardır. Bu sonuçlara dayanarak boyama öncesi katyonikleştirme işlemi görmüş iplikler ile işlemsiz ipliklerden desene göre bir kumaş boyanıp tek banyoda reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmadde karışımı ile boyanacak olursa farklı renklerin eldesinin mümkün olacağı söylenebilir. Bu kumaşlara (1 nolu kumaşlara) yıkama ve ter haslığı testleri uygulanmış olup, sonuçlar Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46’da verilmektedir.

**Çizelge 4.45:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ait yıkama ve sürtme haslığı testi sonuçları

Boyarmadde Kombinasyonu	Yıkama Haslığı					
	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
%0,5 Levafix Blue CA ve %2 Lanaset Red G	3-4	4	3-4	2	3-4	4
%0,5 Levafix Rubine CA ve %2 Lanaset Blue 2RA	4	4-5	4	3-4	3-4	4-5

**Çizelge 4.46:** İşletme ölçekli denemelerde üretilen kumaş numunelerinin laboratuvarında reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu boyanmasına ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları

Boyarmadde Kombinasyonu	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
	WO	PAN	PES	PA	CO	CA	WO	PAN	PES	PA	CO	CA
%0,5 Levafix Blue CA ve %2 Lanaset Red G	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
%0,5 Levafix Rubine CA ve %2 Lanaset Blue 2RA	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4	4-5

Çizelge 4.45 ve 4.46 incelendiğinde boyalı kumaşların yıkama haslığı ile asidik ve bazik ter haslığı değerlerinin genel olarak iyi olduğu anlaşılmaktadır. Yalnız %0,5 Levafix Blue CA ve %2 Lanaset Red G boyarmaddesi ile boyanmış kumaş numunesinin poliamide karşı akma değeri kötü çıkmıştır. Dolayısı ile reçetede 1:2 metal kompleks boyarmadde kullanılacağı zaman düşük miktarlarda (örneğin %1’den az) kullanılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

## 4.2 Multicolor Efektine ve Antibakteriyellik Fonksiyonelliğine Sahip Gömleklik Kumaş Eldesine İlişkin Denemelere Ait Sonuçlar

En uygun koşullarda oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda (%2,5 ve %10) kitosan ile en uygun koşullarda işlem görmüş kumaş numunelerinin yıkamasız, 5 ve 10 yıkama sonrası hallerine ait antibakteriyellik test sonuçları Çizelge 4.47’de verilmektedir.

**Çizelge 4.47:** Oksidatif ön işlem sonrası farklı konsantrasyonlarda kitosan ile işlem görmüş kumaş numunelerinin yıkamasız, 5 ve 10 yıkama sonrası hallerine ait AATCC 100 standardına göre kantitatif test sonuçları (% azalma)

İşlem	%2,5 Kitosan		%10 Kitosan	
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>
Yıkamasız	99,90	-	99,90	-
5 yıkama	99,99	-	98,99	-
10 yıkama	-	-	-	-

Çizelge 4.47 incelendiğinde kitosan ile işlem görmüş kumaş numunesinin yıkamasız ve 5 yıkamalı hali *S. aureus* bakterisine karşı iyi antibakteriyel etki gösterdiği, buna karşın 10 yıkama sonrası etkisinin kalmadığı görülmektedir. *E. coli* bakterisine karşı ise antibakteriyel aktivite elde edilememiştir.

## 5. GENEL SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında elde edilen genel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir;

➤ Pamuk liflerinin boyanma özelliğini değiştirmek amacıyla yapılan katyonikleştirme işlemlerinde biri liflere elektrostatik çekim kuvvetleri ile bağlanabilen polietilen poliamin bileşiği (Albafix ECO), diğeri ise liflerle kovalent bağ yapabilen poliaminoklorhidrin kuarternramonyum bileşiği (Albafix E) esaslı iki farklı ticari ürün kullanılmıştır. Bu ürünlerle farklı sıcaklık, pH ve sürelerde yapılan denemeler sonucunda pamuklu kumaşların boyanabilirliğini geliştirmek için en uygun katyonikleştirme maddesinin polietilenpoliaminbileşiği esaslı ürün, en uygun aplikasyon koşullarının ise pH 7’de 60°C’da 20 dakika işlem şeklinde olduğu sonucuna varılmıştır.

➤ En uygun koşullarda katyonikleştirme ön işlemi görmüş pamuklu kumaşlar Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boyalarıyla %0,5-1-2-4’lük koyuluklarda boyandığında işlemsiz göre daha koyu boyanmışlar, ancak kırmızı ve mavi boyarmaddeler ile yapılan boyama işlemlerinde %2’lik konsantrasyondan sonra boyarmadde miktarı arttırılsa bile boyamada elde edilecek rengin koyuluğu pek fazla artmamıştır. Yani farklı derecelerde katyonikleştirme işlemi görmüş ve işlemsiz ipliklerin 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle boyanması yoluyla farklı renklerin eldesi istendiğinde %2’lik koyuluğa kadar çalışılması uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu şekilde boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin ise boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu ve boyama sonrası katyonik fiksatorle ard işlem yapılmasının yıkama haslıklarını arttırdığı saptanmıştır.

➤ Pamuk liflerinin amin grubu içeren kitosanla kimyasal modifikasyonu öncesi oksidatif ön işlem görmesinin liflere aktarılan kitosan miktarını arttıracığı literatürde yapılmış pek çok çalışmada ortaya koyulmuştur. Bu çalışmada da oksidatif ön işlemde pamuk liflerinde aldehit uç grup sayısındaki artışın maksimum olmasını sağlayacak işlem koşullarını (konsantrasyon, pH, sıcaklık ve süre) saptamak için denemeler yapılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda oksidatif ön işlem için en uygun koşulların 1,5 g/L, pH 4, 50°C, 30 dakika olduğu belirlenmiştir. En uygun koşullar belirlenirken oksidatif ön işlem görmüş ve işlemsiz kumaş

numunelerine kopma mukavemeti ve aldehit grubu tayinlerinin yanı sıra metilen mavisi ile boyama testi ve bakır sayısı testi de uygulanmıştır.

➤ Oksidatif ön işlemler için en uygun koşulların belirlenmesinden sonra kitosanla işlem süresindeki en uygun değerin belirlenmesine yönelik çalışmalara geçilmiştir. Kitosan ile ön işlemlerde 30 dakikalık işlem süresinin yeterli olduğu görülmüştür.

➤ En uygun koşullarda oksidatif işlem sonrası en uygun koşullarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşlar Hunstman firmasının 1:2 metal kompleks boya gamının (Lanaset grubu) trikromisine ait sarı (Lanaset Yellow 2R), kırmızı (Lanaset Red G) ve mavi (Lanaset Blue 2RA) boya renkleriyle %0,5-1-2-4'lük koyuluklarda boyanmıştır. Her üç boyarmadde ile yapılan boyamada da boyarmadde konsantrasyonu arttıkça elde edilen rengin koyuluğunun arttığı görülmüştür. Boyanmış kumaşların yıkama ve sürtme haslığı değerlerinin boyama koyuluğuna bağlı olarak orta ila iyi seviyelerde olduğu saptanmıştır.

➤ Çalışmada ayrıca en uygun pH, sıcaklık ve sürelerde sodyum metaperiyodat ile 3 farklı konsantrasyonda (0,5-1-1,5 g/L) ön işlem görmüş pamuklu kumaşlar küp ve reaktif boya gamlarının trikromiye ait sarı, kırmızı ve mavi boyarmaddeleriyle %2'lik konsantrasyonda boyanmıştır. Boyama öncesi yapılan oksidatif ön işlem sırasında oksidatif madde konsantrasyonu arttıkça küp boyamada elde edilen renk veriminin belirgin ölçüde düştüğü, buna karşın reaktif boyama yapıldığında oksidatif madde konsantrasyonu arttıkça meydana gelen renk verimi düşüşlerinin daha az belirgin olduğu görülmüştür.

➤ Laboratuvar ölçekli çalışmalar tamamlandıktan sonra, numune ölçekli denemelere geçilmiş ve yapılan denemeler sonucunda katyonikleştirme işleminde Albafix ECO kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca katyonikleştirme maddesi konsantrasyonunun %1 ve %2 olması durumunda işletme koşullarında iplikler üzerinde homojen bir dağılımın sağlanamadığı görüldüğünden ön işlemlerin %3 ve %6'luk konsantrasyonlarda yapılmasına karar verilmiştir.

➤ Çözgü iplikleri Ne 60/1 ön işlemsiz pamuk ipliğinden oluşacak şekilde, atkı ipliklerinde işlemsiz pamuk ipliğinin yanı sıra 2 farklı konsantrasyonda (%3 ve %6) katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş (1 nolu kumaş) veya 2 farklı konsantrasyonda (%2,5 ve %5) kitosan ile işlem görmüş (2 nolu kumaş) iplikleri içeren kumaşlarla sarı ve mavi renkli 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle farklı koyuluklarda boyama denemeleri yapılmış



ve sonuçta aynı rengin farklı tonlarının başarılı bir şekilde tek banyoda elde edilebileceği saptanmıştır. Yapılan boyamaların yıkama, sürtme, ter ve ışık haslıklarının ise orta ile iyi seviyelerde olduğu görülmüştür. Aynı kumaşlarla farklı renklerin eldesi için direkt ve 1:2 metal kompleks boyarmaddelerle tek banyolu ve ayrıca birinci banyoda pamuk reaktifi ikinci banyoda 1:2 metal kompleks boyarmadde kullanılarak iki banyolu boyama denemeleri yapılmışsa da farklı renk eldesinin mümkün olmadığı, ancak aynı rengin farklı tonlarının elde edilebileceği görülmüştür. Tüm bu sonuçlar işletme koşullarında da denenerek doğrulanmıştır.

➤ Çözümlü iplikleri Ne 60/1 ön işlemsiz pamuk ipliğinden oluşacak şekilde, atkı ipliklerinde işlemsiz pamuk ipliğinin yanı sıra 2 farklı konsantrasyonda (%3 ve %6) katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş veya 2 farklı konsantrasyonda (%2,5 ve %5) kitosan ile işlem görmüş iplikleri içeren kumaşlar gerek önce reaktif sonra 1:2 metal kompleks boyarmadde ile iki banyolu boyandıklarında, gerekse de 1:2 metal kompleks veya reaktif boyalarla tek banyolu boyandıklarında aynı rengin farklı tonları elde edilebilmektedir. Ayrıca reaktif ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeler aynı banyoda karıştırılıp reaktif boyama reçetesi ve grafiğine göre boyanırlarsa işlemsiz ve katyonikleştirme maddesi ile işlem görmüş iplikleri içeren kumaşlarda farklı renklerin eldesi de mümkün olabilmektedir. Yapılan boyamaların yaş haslıkları ise orta ile iyi seviyelerde çıkmaktadır.

Yapılan tüm çalışmaların ışığı altında pamuk ipliklere bobin formunda katyonikleştirme işlemi (konvansiyonel ürünler veya kitosan ile) yapıldıktan sonra işlem görmüş ve görmemiş iplikler aynı kumaşta kullanıldığında, bu kumaşta tek veya iki banyolu boyama yoluyla orta ile iyi seviyelerde haslıklara sahip olacak şekilde multicolor efekt elde etmenin mümkün olacağı söylenebilir. Ayrıca katyonikleştirme işleminde kitosan kullanılmışsa, kumaşın *S. aureus* bakterisine karşı iyi antibakteriyel etki de göstereceği ortaya koyulmuştur. Ancak boyamada alkali ortama gereksinim gösteren reaktif boyarmaddeler kullanılacak olursa kitosan hidrolize uğrayacağından *S. aureus* bakterisine karşı aynı olumlu etkinin elde edilemeyebileceğini belirtmekte fayda vardır.

## 6. KAYNAKLAR

- Altınok UB (2008). Tekstil Yüzeylerinin Antibakteriyel Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Anonim (2009). <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/11/1017/antimicrobial-products-in-textile-industry1.asp/>, erişim tarihi: 16.12.2009.
- Araina RA, Khatria Z, Memonc MH, Kimb IS, (2013). Antibacterial Property and Characterization of Cotton Fabric Treated With Chitosan/AgCl–TiO<sub>2</sub> Colloid. Carbohydrate Polymers, 96:326-331
- Atav R (2014). Tekstil Kimyasi Ders Notları. Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü.
- Atav R, Göktepe F, Yavaş A, Namırtı O (2011). Nanoteknoloji Ürünü Dendrimerlerle Yün Liflerinin Boyanabilirliğinin ve Basılabilirliğinin Geliştirilmesi ve Liflere Aromaterapi Fonksiyonel Özelliğinin Kazandırılması. TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek, Proje No: 110M212.
- Balcı H (2006). Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bhuiyan MAR, Shaid A, Khan MA (2014). Cationization of Cotton Fiber by Chitosan and Its Dyeing with Reactive Dye without Salt. Chemical and Materials Engineering, 2(4): 96-100.
- Bozacı E (2007). Yeni Tip Kimyasal Maddelerin Kullanımı ile Pamuk Liflerinin Katyonikleştirilerek Boyanma Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Burkinshaw SM, Mignanelli M, Froehling PE, Bide MJ (2000). The Use of Dendrimers to Modify The Dyeing Behaviour of Reactive Dyes on Cotton. Dyes and Pigments, 47: 259-267.
- Demir A, Öktem T, Seventekin N (2008). Kitosanın Tekstil Sanayiinde Antimikrobiyal Madde Olarak Kullanımının Araştırılması. Tekstil ve Konfeksiyon, 2: 94-102.
- Demir A, Seventekin N (2009). Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3(2): 92-103.
- Demir A (2016). A Sustainable and Promising Role of Chitosan in Textile Industry, 7th International Conference of Textile, Albania, 10-11 November
- El-Tahlawy KF, El-Bendary MA, Elhendawy AG, Hudson SM (2005). The Antimicrobial Activity of Cotton Fabrics Treated With Different Crosslinking Agents and Chitosan. Carbohydrate Polymers, 60: 421-430

- Erdas Y, Phillips DAS, Scotney J, Taylor JA, Gordon R (2003). Pretreatment of Cotton with Polymeric Cationic Agents Before Dyeing with Reactive Dye. Part 1: Quantitative Estimation of Selected Cationic Agents Using Congo Red Color Technol, 119: 307-309.
- Feng X, Zheng K, Wang C, Chu F, Chen Y (2016). Durable Antibacterial Cotton Fabrics With Chitosan Based Quaternary Ammonium Salt. *Fibers and Polymers*, 17: 371-379
- Haroun A A, Mansour HF (2007). Effect of Cationisation on Reactive Printing of Leather and Wool. *Dyes and Pigments*, 72(1): 80-87.
- Hou-cai X, Yun-Jun L, Guo-Ping L, Hui-Min T (2005). Use of Low Generation Polyamidamine Dendrimers in Cotton Dyeing. *Textile Auxiliaries*, 07: 20-25.
- Houshyar S, Amirshahi SH (2002). Treatment of Cotton with Chitosan and Its Effect on Dyeability with Reactive Dyes. *Iranian Polymer Journal*, 11 (5): 295-301.
- Kampeerappun P, Phattararittigul T, Jitrong S, Kullachod D (2010). Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics with *Ruellia tuberosa* Linn. *Chiang Mai J. Sci.*, 38(1): 95-104.
- Kazan CŞ (2015). Liflerin Kimyasal Modifikasyonu Yoluyla Poliester/Pamuk Karışımlarının Tek Banyoda Boyanabilirliğini Sağlayacak Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Lawson HMM, Hsieh Y (2000). Characterizing The Noncellulosics in Developing Cotton Fibers. *Textile Research Journal*, 70: 810-819.
- Lewis DM, Lei XP (1991). New Methods For Improving The Dyeability of Cellulose Fibres with Reactive Dyes. *JSDC*, 107 March: 102-109.
- Liu, XD, Nishi N, Tokura S, Sakairi N (2001). Chitosan Coated Cotton Fiber: Preparation and Physical Properties. *Carbohydrate Polymers*. 44(3): 233-238
- Namırtı O (2013). Nanoteknoloji Ürünü Dendrimerler Kullanılarak Pamuk Liflerinin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanabilirliğinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özdoğan E (2003). Selüloz Esaslı Liflerin Katyonize Edilerek Boyama ve Baskı Özelliklerinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Palamutçu S, Sengül M, Devrent N, Keskin R, Haşcelik B (2008). Bazı Antimikrobiyal Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü.
- Periyasamy AP, Dhurai B, Thangamani K (2011). Salt-Free Dyeing - A New Method of Dyeing on Lyocell/Cotton Blended Fabrics with Reactive Dyes. *AUTEX Research Journal*, March 11 (1): 14-17.

- Ramadan MA, Samy S, Abdulhady M, Hebeish AA (2011). Eco-Friendly Pretreatment of Cellulosic Fabrics with Chitosan and Its Influence on Dyeing Efficiency, Natural Dyes. Dr. Emriye Akcakoca Kumbasar (Ed.), ISBN: 978-953-307-783-3, InTech, Erişim Adresi: <http://www.intechopen.com/books/natural-dyes/eco-friendly-pretreatment-of-cellulosic-fabrics-with-chitosan-and-its-influence-on-dyeing-efficiency>
- Shim S (2003). Analytical Techniques for Differentiating Huacaya and Suri Alpaca Fibers. MSci. Thesis, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Singha K, Maity S, Singha M (2012). The Salt-Free Dyeing on Cotton: An Approach to Effluent Free Mechanism; Can Chitosan be a Potential Option. International Journal of Textile Science: 1(6): 69-77.
- Şahan G, Arık B, Demir A, Gülümser T, Özdoğan E (2012). Usage Potential of Chitosan and It's Derivatives for Textile Application, International Congress on Healthcare and Medical Textiles, 400-406, May 17-18
- Tarakçıoğlu I (1980-1982). Tekstil Boyacılığı-II Teksiri. Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü.
- Teng X, Ma W, Zhang S (2010). Application of Tertiary Amine Cationic Polyacrylamide with HighCationic Degree in Salt-free Dyeing of Reactive Dyes. Chinese Journal of Chemical Engineering, 18 (6): 1023-1028
- Teng X, Zhang S, Ma W (2011). Application of A Hydrolyzable Cationic Agent, Poly (acryloxyethyl trimethylammonium chloride), in Salt-Free Reactive Dyeing for Good Dyeing Properties. Journal of Applied Polymer Science, 122: 2741-2748.
- Yang Y, Carman EF (1996). Non-Formaldehyde Nitrogen-Containing Fixing Agent for Direct Dyeing. American Dyestuff Reporter, 10: 39-44.
- Zhang F, Chen Y, Lin H, Lu Y (2007). Synthesis of An Amino-terminated Hyperbranched Polymer and Its Application in Reactive Dyeing on Cotton As A Salt-Free Dyeing Auxiliary. Coloration Technology, 123(6): 51-57.
- Zhang F, Chen Y, Lin H, Wang H, Zhao B (2008). HBP-NH<sub>2</sub> Grafted Cotton Fiber: Preparation and Salt-Free Dyeing Properties. Carbohydrate Polymers, 74: 250-256.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında teknisyen memur bir babanın ve ev hanımı bir annenin oğlu olarak Kilis’de dünyaya geldi. İlkokulu Balıkesir Gönen Şehit Fehmi Ercan İlköğretim okulunda okuduktan sonra ortaokul ve liseyi Gönen Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2005 yılında Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümünü kazanarak bu bölümden 2009 yılında mezun oldu. Ardından Artvin’de 2010 yılında vatanî görevini tamamladı.

İş hayatına 2010 yılında Çorlu’da Eren Holding’e bağlı bir kuruluş olan Eren Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş.’de iş geliştirme mühendisi olarak başladı. Halen aynı fabrikada işletme şefi olarak görevini sürdürmektedir.

## 8. TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda sabır, destek ve yardımlarını esirgemeyen, bu çalışma süresince bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlandığım değerli tez hocam Doç. Dr. Rıza ATAV'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu tez projesinin yapılmasını 0747.STZ.2014 nolu SANTEZ araştırma projesi kapsamında destekleyen Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na teşekkürlerimi sunarım. Proje kapsamında işletme denemelerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Orhun EK ve Cansu MUSAOĞLU'na teşekkür ederim.

Laboratuvarda yürütülen yoğun çalışmalardaki yardımlarından dolayı Uğur ERGÜNAY'a ve diğer arkadaşlara teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak özellikle benden her türlü desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.